

Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 361

bast

Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur

von

Rainer Hess
Martina Lohmeier

Durth Roos Consulting GmbH
Darmstadt

Torsten Mielecke
Katharina Kunz

Life Cycle Engineering Experts GmbH
Darmstadt

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 361

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 09.0178
Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen
der Straßeninfrastruktur

Referat

Umweltschutz, Immissionen

Fachbetreuung

Cyrus Schmellekamp

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion

Stabsstelle Presse und Kommunikation

Druck und Verlag

Fachverlag NW in der
Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331

ISBN 978-3-95606-693-1

Bergisch Gladbach, Juli 2022

Kurzfassung – Abstract

Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wird das letztmalig im Jahre 2015 überarbeitete Bewertungssystem für die Nachhaltigkeitsbewertung von Straßeninfrastrukturen für den Einsatz im Rahmen der Bewertung von Streckenzügen zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen (Modul 1) weiterentwickelt. Der erforderliche Anpassungsbedarf wird dabei hauptsächlich aus den zu erwartenden Eingangsdaten, die bei einer Planung nach den RE 2012 vorliegen sollten, ermittelt. Zudem finden Erkenntnisse aus weiteren Forschungsprojekten der BAST, administrative und rechtliche Regelungen sowie weitere Richtlinien des einschlägigen Regelwerkes Berücksichtigung. Um die bisher etablierten Berechnungs- und Bewertungsmethoden prüfen und ggf. anpassen zu können, müssen in einem ersten Schritt sowohl der Begriff „Streckenzug“ wie auch die sechste Hauptkriteriengruppe, die Standortqualität, definiert werden. Mit der Weiterentwicklung der Bewertungsmatrix zur Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte von Streckenzügen wird der letzte Systembaustein zur Komplettierung des Bewertungssystems für Straßeninfrastrukturen erarbeitet.

Mit Abschluss des vorliegenden Projekts steht damit die Gesamtbewertung für die Bewertung von Streckenzügen in den Leistungsphasen 2 – 4 nach der HOAI zur Verfügung, welches zukünftig zur Entscheidungsfindung für die Festlegung einer Vorzugsvariante im Rahmen der Vorplanung (Lph 2) und der Ausgestaltung von Planungsdetails für die Vorzugsvariante im Rahmen der Entwurfsplanung (Lph 3) beitragen kann. Durch die zweistufige Bewertung nach den jeweiligen Leistungsphasen gewinnt die Bewertung einerseits an Transparenz und hebt andererseits sehr deutlich mögliche Hebelwirkungen hervor, die zur (politischen) Argumentation der gewählten Planungsvariante maßgeblich beitragen könnten.

Sustainability assessment of road infrastructure routes

Within the presented research project the sustainability assessment methodology for road infrastructures, last modified in 2015, is developed further towards a methodology usable for the assessment of sequences of elements during the early design phase (module 1). The required adaptations are mainly caused by the expected input data, which should be available according to the German RE 2012. Additionally results from other research projects, administrative and legal guidelines as well as technical regulations are considered. To study and if applicable modify the established calculation and assessment procedures in a first step the sequence of road elements and the sixth criteria group, the location quality, have to be defined. With the development of an assessment chart for the sustainability of sequences of road elements the last module for the completion of the sustainability assessment methodology for road infrastructures is added.

From this project the assessment of sequences of road elements in the service phases 2 – 4 according to the German HOAI is available and can improve the decision processes during the preliminary design (service phase 2) and the detailed decision during the final design (service phase 3). Because of the two step assessment after each of these service phases the assessment methodology implies more transparency and improves the leverage effect of specific criteria, which could contribute to the political reasoning of the chosen design variant.

Summary

Sustainability assessment of road infrastructure routes

1 Introduction

1.1 Starting situation

The principle of sustainability and the concept of sustainable development have been the guiding principles of international environmental and development policy since the World Climate Conference in Rio de Janeiro in 1992.

The concept of sustainable development is in a constant state of further development, but can be understood to the extent that it strives to balance economic, social and ecological goals, represents an understanding, search and learning process, is a central strategic competitive factor for the economy and reflects a design process and, as a result, requires a new political understanding.

In Germany, sustainable development was established as a key objective in 1998 by the Enquete Commission of the German Bundestag on the "Protection of Man and the Environment - Goals and Framework Conditions for Sustainable Development". The Enquete Commission identified the development of environmental goals, economic and social framework conditions for sustainable development, the need for social, economic and technical innovations as well as corresponding measures for their implementation as the focal points of its work. In 2001 the German Council for Sustainable Development was appointed and in the same year the first guideline on sustainable building was published and the Round Table on Sustainable Building was founded. This guideline forms the basis of the first sustainability assessment system for building construction, which is largely based on the specifications of the three-dimensional model.

In order to promote the sustainable development of transport infrastructure, the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), represented by the Federal Highway Research Institute (BAST), has conceived a research series in which an evaluation system for the infrastructure is to be developed based on the existing evaluation systems for building construction.

Today's mobility, in particular motorised individual and freight traffic, is one of the essential prerequisites for the preservation of our society and an essential component of the federal government's public welfare. Accessibility and networking are regarded as fundamental rights. Mobility would not be possible without transport infrastructures, since transport infrastructures fulfil fundamentally necessary social and economic needs. However, this mobility comfort is coupled with strong environmental influences, especially in road traffic. This opens up direct starting points for making the transport sector more sustainable. A very important and hitherto underestimated element for reducing environmental impacts is the choice of route within the legal process of route determination. Emissions can be significantly reduced by using the standard design elements in accordance with the guidelines for the construction of motorways (RAA 2006) and the guidelines for the construction of country roads (RAL 2012) and by dispensing with the minimum and maximum requirements of curve radii, longitudinal bends and radius of curvature. Furthermore, congestion events can be considerably reduced by foresighted planning on the basis of trend forecasts and calculations of the quality of the traffic flow as well as by taking into account reserve areas for the requirements of operational service activities and maintenance. In addition to the ecological aspects, these basic planning considerations also play a decisive role in all other main criteria groups of the sustainability assessment during route determination.

1.2 Aims of the research project

The sustainability assessment procedure to be conceived has to serve as a tool for the overall objective of a sustainable road infrastructure and, in particular, is to be used for the assessment of routes in their entirety. In addition to the environmental impact assessment, the assessment of traffic quality and safety as well as the economic efficiency, the evaluation of the sustainability of the individual variants could be used in the short term as a further weighing criterion in order to find the optimal variant. In the long term, it would be conceivable and certainly sensible in practical terms to bring together the individual decision-making procedures in a new holistic weighing process. The goal is therefore an easily applicable sustainability assessment for the road infrastructure. The main focus here is on new construction, expansion as well as on the

maintenance and expansion of federal highways (federal motorways, federal roads).

The individual main groups of criteria (ecological quality, economic quality, socio-cultural and functional quality, technical quality, process quality and, for the first time, location quality) of the previous evaluation system must be rethought and the main criteria group "location quality" included in the overall evaluation if necessary in order to be able to be used as a practical tool for the assessment of routes. On the basis of the concept project, only the individual elements of a route, such as bridges, tracks and tunnels (Figure 1), have so far been evaluated.

In the future, it should be possible to take a holistic view of the individual elements combined as a route. In the preceding research projects, the necessary basics for such a system have already been developed and procedures for the evaluation of individual traffic infrastructure elements have been written down in method profiles. Modules have already been developed to define and limit the evaluation framework in terms of time and content.

The aim of this research project is to evaluate different route variants to a target within the framework of the already established modular sustainability assessment, both within the framework of preliminary planning, draft planning and approval planning in accordance to the guideline on the planning process and for the uniform design of design documents in road construction (RE 2012) and to compare the results thereof.

1.3 Procedure

The present research project is based on the completed research projects of the Federal Highway

Research Institute on the topic of sustainable road infrastructure:

- FE 15.494/2010/FRB Development of uniform evaluation criteria for bridges with regard to sustainability
- FE 09.0162/2011/LRB Conceptual approaches to sustainability assessment in the life cycle of road infrastructure elements
- FE 09.0164/2011/LRB Uniform evaluation criteria for road infrastructure elements with regard to sustainability - road and tunnel
- FE 15.0589/2012/RRB Pre-Check of the sustainability assessment for bridges

The first step is the analysis of the existing research projects. Furthermore, already existing national and international evaluation systems will be compiled and tested and evaluated with regard to their applicability in the road sector. In addition, the national, legal and administrative requirements for the planning process are compiled and explained. Basis are in particular the specifications from RE 2012, but also planning specifications from the relevant technical regulations, such as the guideline for the design of motorways (RAA 2006) and the guideline for the design of country roads (RAL 2012).

Based on this analysis, the applicability of the evaluation matrix with its main criteria groups and the up to 14 individual criteria from the previous research results for the evaluation of road infrastructures is considered in AP 200 and possible adaptation requirements are determined. For this purpose, the previous concept for the evaluation is first reviewed and the desired achievements of objectives as well as the areas of application for the sustainability assessment of routes are defined. In

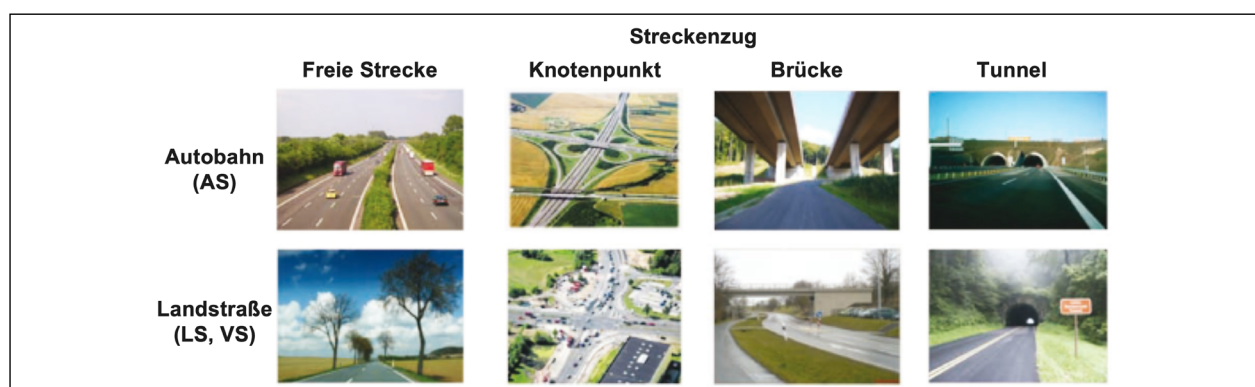


Fig. 1: Elements of infrastructure routes

particular, the criteria deferred in the previous research projects, such as criterion 1.9 “Environmental impacts due to route guidance” and 2.3 “External costs due to route-related traffic impairments”, which cannot be used to assess the individual elements, but which can be taken into account when considering routes, are included in the processing. The identified need for adaptation of individual criteria profiles leads in the course of processing to a further development of the already existing evaluation system and the inclusion of the sixth main criteria group, location quality. The aim of AP 200 was therefore to further develop the existing assessment system on the basis of the findings from AP 100. In AP 300, the adjustments detected from the previous AP are incorporated in detail into the existing assessment system. The result is an update of the existing assessment matrix for the sustainability assessment of road infrastructure with regard to the assessment of routes within the framework of the early planning process. If necessary, reference values, calculation methods and evaluation standards in particular are questioned and adapted. For a first draft, the magnitudes of possible characteristics are derived and a coordinated scaling and weighting are worked out, which delivers suitable results for the overall evaluation.

2 Outcomes

2.1 Definition location quality

In the DGNB’s evaluation system revised in 2018, site quality is now included in the overall evaluation at 5%. Here, the effects of the building on the environment and the effects of the environment on the building are examined. The comparison between the requirements of building construction and those of road infrastructure shows that it is possible to compare individual buildings regardless of their location, but that the comparability of a route is only meaningful within a corridor, i.e. with regard to different variants, but not in different regions.

The sixth main criteria group “location quality” is therefore defined as the sum of all location factors that a planner should take into account when selecting the preferred variant within the framework of the route assessment in the planning phase. The sub-criteria to be evaluated can be derived from the

location-specific conditions of the design corridor. The sub-criteria for location quality include:

- 6.1 Resilience (environmental influences),
- 6.2 Resilience (traffic management),
- 6.3 Topographical factors and
- 6.4 Transport links.

2.2 Evaluable criteria

The question to what extent the evaluation of individual elements such as free lines, bridges or tunnels makes sense at this early stage can be answered that each variant is handled as a unit at the time of the road design. In the following, this is defined as a route for simplification purposes. Sections of the same meaning and category and consequently of the same design class between two connecting points of the same or a higher-ranked connection function level are summarised as a stretch of route. Since the chronological sequence between the planning of the traffic system and the planning of engineering structures is staggered, the usable input data are not available in the same level of detail or not at all. However, for the weighing process during route determination and for the assessment and determination of a preferred variant, all technical plans are involved in such a way that the totality of each variant can be checked sufficiently precise. The evaluation of a variant within the framework of this research project is therefore carried out on the basis of a route in its entirety and not on the basis of the evaluation of the individual elements. However, information on the number and type of infrastructures as well as its basic dimensions is indispensable for further planning and therefore must always be recorded. This is reflected, for example, considerably in the cost estimation.

For simplicity’s sake, a route, equated with one of three possible variants, is balanced. The associated elements tunnel or bridge cannot be calculated and balanced individually, but are calculated as flat-rate values. It is essential to include the infrastructure structures in the life cycle assessment of the variant study as early as in the preliminary planning phase, as these significantly influence the environmental impacts. For the review and adaptation of the assessment and calculation methods of the individual criteria, it is assumed that one variant for

the connection of two locations A and B corresponds to one route.

In principle, with the exception of criteria 1.13, 3.7, 4.1 to 4.3 and 4.6 and process quality, all assessment criteria can be evaluated for the route. However, the content of the necessary assessment and calculation methods and the associated criteria profiles was changed considerably with the adaptation of the objective.

3 Adjustment of the valuation procedure

3.1 New weight

The central component of route finding is the planning of various route variants. According to HOAI this includes the planning of up to three variants. The evaluation procedure developed aims to compare these three variants with each other, which is why a project-dependent scale is selected for the individual criteria, which compares the characteristics of the different route variants with each other.

For the weighting of the individual main criteria groups, the principle of sustainability is applied, which stipulated that the first three main criteria groups ecology, economy and social aspects are equally weighted. In addition, the individual criteria of location quality can be evaluated in particular, or perhaps even exclusively, when considering the route. The positioning of the route within the low-conflict corridor is an essential element in route determination, so that the quality of the route correlates with the location factors. At the time of the early planning phases, the location factors can thus still be significantly influenced by the individual choice of the preferred route. Therefore, this main criterion should not be weighted with only 5% according to the DGNB system, but should also be included in the total weighting with 20%, equivalent to the first three main groups of criteria. This also results in a weighting of 20% for technical quality (Table 1).

The present research project basically continues to tie in with the system used in building construction, but, deviating from the weighing focus of previous research projects for the sustainability assessment of road infrastructure, proposes an equally strong weighting of all relevant main groups or criteria.

| Main Criteria Group | weighting | Nr. | Criteria | Significance factor for the whole route |
|--|------------------------------|------|---|---|
| Ecological Quality | 20% | 1.1 | Global warming potential (GWP) | 3 |
| | | 1.2 | Depleting the stratospheric ozone layer (ODP) | 1 |
| | | 1.3 | Forming potential for tropospheric ozone (POCP) | 1 |
| | | 1.4 | Acidification of soil and water potential (AP) | 1 |
| | | 1.5 | Eutrophication potential (EP) | 1 |
| | | 1.6 | Risks for the Local Environment / local environmental sustainability (Part A - Flora and Fauna) | 1 |
| | | 1.7 | Risks for the local environment and / or local environmental (Part B - soil, water, air) | 1 |
| | | 1.8 | Environmental impacts due to construction-related traffic impairment | 3 |
| | | 1.9 | Environmental effects due to alignment | 4 |
| | | 1.10 | Primary energy demand | 4 |
| | | 1.11 | Wastewater Volume | 1 |
| | | 1.12 | Land Use | 1 |
| | | 1.13 | → Not application for routes | |
| | | 1.14 | Conservation of resources | 1 |
| Economic Quality | 20% | 2.1 | Direct structure-related costs in the life cycle | 3 |
| | | 2.2 | External costs due to construction-related traffic impairment | 1 |
| | | 2.3 | External costs due to distance-related traffic impairment | 2 |
| Social-cultural and functional quality | 20% | 3.1 | Protected human being, including human health | 2 |
| | | 3.2 | Protected landscape | 2 |
| | | 3.3 | Protected cultural assets and other material assets | 2 |
| | | 3.4 | Comfort | 1 |
| | | 3.5 | Security against incident risks (Security) | 2 |
| | | 3.6 | Road safety (Safety) | 2 |
| 3.7 | → Not application for routes | | | |
| Technical Quality | 20% | 4.1 | → Not application for routes | |
| | | 4.2 | → Not application for routes | |
| | | 4.3 | Maintenance an operational optimisation | 3 |
| | | 4.4 | Transport development and planning /reinforcement and extensibility | 1 |
| | | 4.5 | → Not application for routes | |
| | | 4.6 | → Not application for routes | |
| Process Quality | 0% | 5.1 | → Not application for routes | |
| | | 5.2 | → Not application for routes | |
| | | 5.3 | → Not application for routes | |
| | | 5.4 | → Not application for routes | |
| | | 5.5 | → Not application for routes | |
| Location Quality | 20% | 6.1 | Resilience (environmental influences), | 3 |
| | | 6.2 | Resilience (traffic management), | 3 |
| | | 6.3 | Topographical factors | 1 |
| | | 6.4 | Transport links | 2 |

Tab. 1: New weight off the main criteria groups

3.2 Determination of significance factors

Due to the influence that can be exerted on properties and the differentiability of route variants within the framework of route determination as well as the different depth of planning details for the preferred variant in draft planning, a different leverage effect of the individual criteria for the evaluation of the sustainability aspects at the three planning points in time can be assumed.

- Preliminary planning,
- Draft planning and
- approval planning

can be applied. Therefore, both the adjustment of individual significance factors in comparison to the previous evaluation system and the initial

determination of the significance of criteria that have not yet been relevant are necessary.

Since the significance of the individual criterion varies not only within the main groups of criteria, but also with regard to the time of consideration, the leverage effect of the decisively relevant criteria should additionally be related to the respective planning phase.

3.2.1 Preliminary design

Preliminary planning certainly has the greatest influence on the sustainability assessment of routes. At this stage, up to three variants are developed and tested in a defined design corridor. The result or completion of the preliminary planning is the choice of the preferred variant and the coordinated regional planning procedure according to §§ 13, 17 ROG at state level or the line determination according to § 16 FStrG at federal level. Even if the procedures are not an administrative act with expropriating preliminary effects as in the case of the planning approval, the preferred variant to be pursued is fixed within the framework of these approval procedures. This may result in further conditions that must be taken into account and thus have a different weight in the coordination process than, for example, the discussion results of the planning rounds. The level of detail in the planning of each individual variant allows all the criteria derived in Chapter 3.1 to be evaluated by means of the associated warrants of apprehension. In comparison with the following planning phases, the leverage effect is greatest in almost all cases when comparing variants in preliminary planning.

3.2.2 Assessment design

However, a few criteria do not develop their greatest leverage effect until the design planning stage. The level of detail and the meaningfulness of individual input data change with the further processing of the preferred variant.

For example, much more precise statements can be made with regard to drainage and land use, but also for direct construction-related costs in the life cycle or comfort. Especially in the interaction with the input data of engineering structures, the impact factor changes. At the time of preliminary planning, only rough structural calculations are available. Detailed bridge or tunnel variants are only supplied by the specialised planner after the preferred variant has been determined.

3.2.3 Approval planning

At the time of approval planning, no general assessment of the individual criteria can be made. This planning phase merely serves to compile all documents required for a planning approval procedure, which have already been prepared in the two previous planning phases. This means that no planning details change at first. The outcome of the planning approval is uncertain to the extent that this is the planning approval procedure:

- can be completed without additional requirements and thus directly follows the implementation planning,
- is run through with conditions or
- the building rights decision is rejected.

If conditions are required within the framework of the planning approval procedure, this will practically result in an adjustment/revision of the preferred variant and would result in a re-evaluation of the criteria at the time of draft planning. If the project is not approved, it has thus failed and cannot be further processed in the form submitted and the evaluation is unnecessary.

3.3 Matched evaluation matrix

In summary, an evaluation of the criteria of the main criteria groups is only meaningful at the time of preliminary planning for all three variants and at the time of draft planning for the preferred variant. Non-relevant criteria are “switched off” and the process quality is weighted at 0%. In order not to deviate too much from the overall system of the evaluation matrix from the previous research projects or to avoid a division of Module 1 into two fully-fledged and thus additional evaluation points, it makes sense to evaluate the sustainability of routes as a whole via a fixed weighting (here: 20% for each relevant main criteria group) and the percentage distribution of the significance factors over the two early planning phases according to their leverage.

4 Conclusion

Within the framework of the present research project, the evaluation system for road infrastructures, which was last adapted in 2015, was fundamentally further developed. The need for

adaptation was mainly derived from the specific features and the unique selling point in the evaluation of routes:

- A route extends over a longer planning section and connects two places with each other. It is limited to sections of the same design class, which is changing at junctions only and not within a road section.
- A route is the totality of all individual elements - free line with node points, tunnels and/or bridges. The sequence or interlinking of these individual elements is directly dependent on the prevailing boundary conditions in the planning corridor (e.g. geology, geography etc.).
- At the time of preliminary planning, various route variants are worked out. These can then be evaluated and compared. The leverage of most evaluation criteria is most effective at this time.
- The preferred variant can be derived on the basis of the evaluation of the preliminary planning. This variant is concretised in the draft planning and re-evaluated.
- Individual evaluation criteria only unfold their greatest leverage during the evaluation after completion of the design planning, since only then detailed input data do become available (rough building or junction dimensions are replaced by detailed variants).
- For the evaluation of a route, especially for the comparison of different planning variants in the preliminary planning, first the definition of the site quality was absolutely necessary.

In addition to the new development of the main criteria group "location quality" with the individual criteria

6.1 Resilience (environmental influences),

6.2 Resilience (traffic management),

6.3 Topographical factors and

6.4 Transport links.

The criteria that had been deferred or were not relevant at other points in time (criteria 1.9 and 2.3) were also applied for the first time. The cover sheets, the evaluation and calculation methodology as well as the design of the criteria profiles were developed for this purpose. In addition, almost all evaluation and calculation methods had to be reviewed and

adapted in order to adapt the sustainability assessment to the specific features of a route.

With the conclusion of the present research project, a system package for the evaluation of routes in work phases 2 - 4 is available now. An evaluation of the planning variants can be carried out both in work phase 2 (preliminary planning) and for the preferred variant at the end of work phase 3 (draft planning). The most important aspect, however, is that the basic structure of the previous sustainability assessment system has been retained.

Before the system can be implemented in practice, the reference values must still be defined and the quality of the real input data checked in a pilot application. Furthermore, the evaluation methodology must be reviewed on the basis of these real data and, if necessary, adapted with the aim of subsequently providing a complete and practicable evaluation system.

The sustainability of the individual route variants can be predicted with the evaluation of the routes and should be given decisive influence in the decision making process for the determination of a preferred variant.

Inhalt

| | | | | |
|---|----|---|--|----|
| Vorwort | 13 | 3.3.1 | „Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur“ [1]..... | 37 |
| Glossar | 15 | 3.3.2 | „Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit“ [3], [5]..... | 39 |
| 1 Einleitung | 17 | 3.3.3 | „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4]..... | 40 |
| 1.1 Problemstellung..... | 17 | 4 Bewertung & Gewichtung | | 41 |
| 1.2 Zielsetzung..... | 17 | 4.1 Bewertungssysteme..... | | 42 |
| 1.3 Vorgehensweise..... | 18 | 4.2 Gewichtung..... | | 42 |
| 2 Stand der Wissenschaft und Technik | 20 | 5 Relevante Bewertungskriterien und Anpassung des Verfahrens zur Bewertung der Nachhaltigkeit im Planungsprozess | | 44 |
| 2.1 Nachhaltigkeit im Verkehrswesen..... | 20 | 5.1 Definition Standortqualität..... | | 45 |
| 2.2 Definition Streckenzug..... | 21 | 5.2 Bewertbare Kriterien..... | | 49 |
| 3 Grundlagen | 23 | 6 Herleitung der Methodik und Überarbeitung der Kriteriensteckbriefe | | 54 |
| 3.1 Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen..... | 23 | 6.1 Ökologische Qualität..... | | 54 |
| 3.1.1 Richtlinie zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 2012) [2]..... | 23 | 6.2 Ökonomische Qualität..... | | 64 |
| 3.1.2 Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI 2013) [14][13]..... | 26 | 6.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität.... | | 65 |
| 3.1.3 Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) und Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) [18]..... | 26 | 6.4 Technische Qualität..... | | 66 |
| 3.1.4 Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [16]..... | 27 | 6.5 Prozessqualität..... | | 67 |
| 3.1.5 Entwurf – Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS) [20]..... | 28 | 6.6 Standortqualität..... | | 67 |
| 3.1.6 Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) [17]..... | 29 | 7 Anpassung des Bewertungsverfahrens | | 67 |
| 3.2 Bestehende Verfahren und Bewertungssysteme im In- und Ausland..... | 30 | 7.1 Neue Gewichtung..... | | 68 |
| 3.2.1 Nationale Systeme..... | 30 | 7.2 Festlegung der Bedeutungsfaktoren..... | | 68 |
| 3.2.2 Internationale Systeme..... | 30 | 7.2.1 Vorplanung..... | | 69 |
| 3.3 Stand der nationalen Forschung..... | 37 | 7.2.2 Entwurfsplanung..... | | 70 |
| | | 7.2.3 Genehmigungsplanung..... | | 70 |

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 7.3 | Angepasste Bewertungsmatrix | 71 |
| 8 | Zusammenfassung | 72 |
| | Literatur | 74 |
| | Bilder | 76 |
| | Tabellen | 77 |
| | Anhang | 77 |

Vorwort

Nachhaltigkeit und Klimaschutz sind wesentliche gesellschaftliche Herausforderungen unserer Gesellschaft, denen sich die Bundesregierung in nationalen und internationalen Verträgen und Programmen verpflichtet hat.

Für den Neubau von Bundesbauten ist seit der Einführung des überarbeiteten Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“ im Jahr 2011 die Anwendung des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) verbindlich. Im Rahmen einer Forschungskonzeption hat das BMVI den Übertragungs- und Anpassungsbedarf des Hochbau-Bewertungsverfahrens auf Straßeninfrastrukturen ermitteln lassen. Hiermit wurde die Arbeitsgruppe „Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastrukturen“ unter dem Dach des BMVI und unter Leitung der BAST beauftragt.

Ziel war die Entwicklung eines ganzheitlichen Bewertungsansatzes zur integrierten Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastruktur. Hierzu wurden mehrere Forschungsprojekte für die verschiedenen Elemente der Straßeninfrastruktur (Straße, Brücke, Tunnel) und nun auch für die Linienführung umgesetzt.

Dieses Bewertungsverfahren berücksichtigt gleichwertig ökologische, ökonomische sowie soziale und technisch-funktionale Aspekte über den gesamten Lebenszyklus der Infrastrukturobjekte und ermöglicht den Variantenvergleich auf Objektebene. Das modular aufgebaute Bewertungsverfahren umfasst verschiedene Module für die Phasen Planung, Ausschreibung und Bau sowie Abnahme von Bauleistungen für die verschiedenen Elemente der Straßeninfrastrukturen. Die Verifizierung des Bewertungsverfahrens einschließlich seiner aufgezeigten Module in Pilotprojekten steht noch aus.

Ein Überblick über das Gesamtkonzept und die Zusammenfassung bereits abgeschlossener Projekte der Forschungskonzeption wird im Schlussbericht der BAST FE 1100.2111000 „Weiterentwicklung von Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Verkehrsinfrastrukturen“ gegeben.

Das Ergebnis der Arbeitsgruppe zeigt, basierend auf den Schlussberichten der Forschungsprojekte, dass die Entwicklung eines Systems zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten für Straßeninfrastrukturen nach dem Vorbild des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen grundsätzlich möglich ist. Mit dem entwickelten Bewertungssys-

tem kann den gestiegenen Anforderungen aus gesellschaftlichen Wünschen und internationalen Abkommen hinsichtlich einer deutlichen Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit sowie zu Klimaschutzzielen für den Bereich der Straßeninfrastrukturen, Rechnung getragen werden.

Bergisch Gladbach 2022

Glossar

- BNB**
Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen
- BREEAM**
Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
- BVWP**
Bundesverkehrswegeplan
- CEEQUAL**
Civil engineering, environmental quality assessment
- DGNB**
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
- Entwurfskorridor**
Bereich, in dem eine Trasse in Varianten geplant werden kann [42]
- FFH-Richtlinie; Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie**
Europäische Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen [38]
- HBS(-Verfahren)**
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [16]; Es beinhaltet standardisierte Verfahren zur Kapazitätsermittlung und Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufes für unterschiedliche Straßenverkehrsanlagen
- Kostenberechnung**
Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Entwurfsplanung/Genehmigungsplanung [AKVS] [17]
- Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)**
Verfahren, bei dem die Nutzen und Kosten von Maßnahmen monetär bewertet werden [38]
- Kostenschätzung**
Überschlägige Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Vorplanung [17]
- Kosten-Wirksamkeits-Analyse**
Formalisiertes Verfahren, durch das Maßnahmen nutzwertanalytisch bewertet und ihren Kosten gegenübergestellt werden [38]
- LEED**
Leadership in Energy and Environmental Design
- Linienbestimmung**
Verwaltungsverfahren zur Festlegung der Linienführung von Bundesfernstraßen [38]
- Linienführung, Trasse**
Verlauf einer Straße in Lage und Höhe [38]
- LBP**
Landschaftspflegerischer Begleitplan; Bestandteil eines Fachplans mit Angaben über Ort, Art und Umfang und zeitlichem Ablauf des Eingriffs sowie über die vorgesehenen Maßnahmen zur Vermeidung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft einschließlich der Angaben der tatsächlichen und rechtlichen Verfügbarkeit der dafür benötigten Flächen [38]
- Natura 2000**
Zusammenhängendes europäisches ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete nach FFH-Richtlinie und Vogelschutz-Richtlinie [38]
- Nutzwertanalyse**
Formalisiertes Verfahren, durch das Maßnahmen auf der Grundlage eines Zielkonzeptes nach verschiedenen Bewertungskriterien bewertet werden, wobei die Zielerreichungsgrade subjektiv gewichtet und die sich dadurch ergebenden Teilnutzwerte zu einem Gesamtnutzwert addiert werden [38]
- Planfeststellungsverfahren**
Förmliches Rechtsverfahren zur öffentlich-rechtlichen Genehmigung von Anlagen, an dem die Träger der davon berührten sonstigen öffentlichen Belange und die betroffenen privaten Berechtigten beteiligt werden [38]
- Planfeststellungsbeschluss**
Öffentlich-rechtliche Genehmigung zum Bau von Anlagen einschließlich Folgemaßnahmen, die alle sonstigen Genehmigungen, Bewilligungen und Erlaubnisse abschließend regelt und dem Bausträger das Enteignungsrecht verleiht [38]
- ROV**
Raumordnungsverfahren; gesetzlich geregeltes Verfahren zur Abstimmung von raumbedeutsamen Vorhaben und Maßnahmen mit landesplanerischen Zielen und Grundsätzen [38]

SUP

Strategische Umweltprüfung; Umweltverträglichkeitsprüfung als unselbstständiger Teil behördlicher Verfahren bei Plänen und Programmen, die von einer Behörde, einer Regierung oder um Wege eines Gesetzgebungsverfahrens aufgestellt oder geändert werden [38]

UVP

Umweltverträglichkeitsprüfung; Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf Menschen, Tiere und Pflanzen, biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen sowie auf Kultur- und sonstige Sachgüter im Rahmen von verwaltungsbehördlichen Verfahren über die Zulässigkeit des Vorhabens [38]

UVS

Umweltverträglichkeitsstudie; Raum- und variantenbezogene Untersuchung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt in der Phase der Standort- oder Linienfindung als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung [38]

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Seit 2010 wird durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) unter der Leitung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) eine Forschungsreihe durchgeführt, in der ein umfassendes System zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Bundesfernstraßen entwickelt wird. Als Basis dient dabei das bereits bestehende Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) für den Hochbau. Für die Bewertung der Bundesfernstraßen ist vorgesehen, mehrere Teilsysteme zu erarbeiten, die an die unterschiedlichen Planungsphasen und Elemente der Straßeninfrastruktur angepasst sind und deren Bedeutung sowie der Verfügbarkeit von Eingangsdaten zu den jeweiligen Bewertungszeitpunkten gerecht werden.

Um eine erfolgreiche Umsetzung in Richtung der nachhaltigen Entwicklung zukünftig gewährleisten zu können, soll im Rahmen dieses Forschungsprojekts das Bewertungssystem dahingehend weiterentwickelt werden, dass es innerhalb der drei ersten Planungsphasen (Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung) eines Streckenzuges, auf Grundlage der Bedarfsplanung des Bundes Anwendung finden kann. Damit werden die einzelnen Infrastrukturbestandteile, wie Straße, Tunnel und Brücke, erstmalig in einem Bewertungsobjekt zusammengeführt. Zunächst wird dafür eine Einordnung der nachhaltigen Entwicklung zur Straßeninfrastruktur vorgenommen und grundlegende rechtliche Rahmenbedingungen zusammengestellt.

Ein wesentlicher Baustein für die Realisierung einer zukunftsfähigen Straßeninfrastruktur ist es eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung über alle Lebenszyklusphasen zu entwickeln.

Bereits bestehende nationale und infrastrukturelle internationale Bewertungssysteme werden für einen möglichst umfassenden Überblick zur Kriterienentwicklung analysiert sowie die bisherige Forschungsarbeit bezüglich der Nachhaltigkeitssysteme erfasst. Darauf aufbauend werden dann im weiteren Verlauf dieses Projekts relevante Bewertungskriterien erarbeitet und angepasst.

Das vorliegende Forschungsprojekt schließt an die Ergebnisse der bisherigen BASt-Forschungsreihe an, indem für den Zeitpunkt der Trassenplanung eines Streckenzuges ein Bewertungssystem entwickelt wird, das über die bereits festgelegten Haupt-

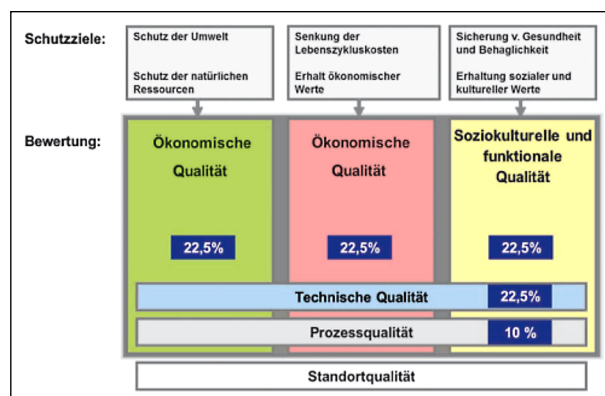


Bild 1: Bewertungsansatz der deutschen Nachhaltigkeitsbewertungssysteme im Hochbau [1]

kriteriengruppen (Bild 1) mit ihren Einzelkriterien verfügt, sich jedoch im Detail hinsichtlich der tatsächlich bewertbaren Kriterien, der Bewertungsmethoden und der Gewichtung unterscheidet.

1.2 Zielsetzung

Das zu konzeptionierende Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren soll als Werkzeug für das Gesamtziel einer zukunftsfähigen Straßeninfrastruktur dienen und insbesondere zur Bewertung von Streckenzügen in ihrer Gesamtheit herangezogen werden. Dabei könnte die Bewertung der Nachhaltigkeit der einzelnen Entwurfsvarianten kurzfristig neben der Umweltverträglichkeitsprüfung, der Prüfung der Verkehrsqualität und -sicherheit sowie der Wirtschaftlichkeit als weiteres Abwägungskriterium eingesetzt werden, um die optimale Variante zu finden. Langfristig wäre es denkbar und in der praktischen Umsetzung sicher sinnvoll, die einzelnen Verfahren zur Entscheidungsfindung in einem neuen ganzheitlichen Abwägungsprozess zusammen zu führen. Das Ziel liegt also in einer leicht anwendbaren Nachhaltigkeitsbewertung für die Straßeninfrastruktur. Das Hauptaugenmerk liegt hier sowohl auf Neubau, Ausbau als auch auf der Erhaltung und Erweiterung der Bundesfernstraßen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen).

Die einzelnen Hauptkriteriengruppen (ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle und funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität und erstmals die Standortqualität) des bisherigen Bewertungssystems müssen, um als praxistaugliches Werkzeug für die Beurteilung von Streckenzügen eingesetzt werden zu können, neu durchdacht und die Hauptkriteriengruppe „Standortqualität“ ggf. in die Gesamtbewertung aufgenommen werden. Auf Grundlage des Konzeptprojektes

wurden bislang lediglich die einzelnen Elemente eines Streckenzuges, wie Brücken, Strecke und Tunnel (Bild 2), bewertet.

Künftig soll eine ganzheitliche Betrachtung der Einzelelemente zusammengefasst als Streckenzug möglich sein. Dafür wurden in den vorangegangenen Forschungsprojekten bereits die notwendigen Grundlagen für ein solches System entwickelt sowie Verfahren zur Bewertung von einzelnen verkehrsinfrastrukturellen Elementen in Methodensteckbriefen niedergeschrieben. Auch wurden bereits Module entwickelt, die die Bewertungsrahmen zeitlich und inhaltlich definieren und eingrenzen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, im Rahmen der bereits aufgestellten modularen Nachhaltigkeitsbewertung, verschiedene Trassenvarianten zu einer Zielvorgabe sowohl im Rahmen der Vor-, Entwurfs- wie auch Genehmigungsplanung gemäß der Richtlinie zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 2012) [2] zu bewerten und die Ergebnisse dessen zu vergleichen. Dafür muss neben der Grundlagenermittlung hinsichtlich rechtlich-administrativer Vorgaben im Rahmen der ersten drei Planungsphasen der Begriff Streckenzug definiert werden. Weiterhin gilt es zu detektieren welche Bewertungskriterien mit welchen Bewertungsmethoden zu welchem Planungszeitpunkt betrachtet werden können. Möglicherweise stehen innerhalb der drei zu betrachtenden Planungsphasen unterschiedlich viele und in ihrer Detailtiefe variierende Informationen bzw. Daten zur Verfügung. Dies gilt es zu prüfen und in der Bewertungsmatrix der Nachhaltigkeitsbewertung zu hinterlegen. Für die Bewertung eines Streckenzuges als Gesamtheit aller Einzelelemente - Straße; als Aneinanderreihung von Abschnitten der freien Strecke verknüpft mit Knotenpunkten; Brücke und Tunnel - sind unterschiedliche Aggregierungsverfahren denkbar, die im Rah-

men dieses Forschungsvorhabens in ihrer Anwendbarkeit und Aussagefähigkeit zu prüfen und zu beurteilen sind.

Gemeinsam mit dem parallel laufenden Forschungsprojekt „Verkehrsträgerübergreifende Analyse der Nachhaltigkeitsbetrachtung im Bereich der Verkehrsinfrastruktur“ schließt das Ergebnis des vorliegenden Forschungsvorhabens die Umsetzung der Systematik zur Nachhaltigkeitsbewertung für Straßen- und Verkehrsinfrastruktur ab und soll die Grundlage zukünftiger Variantenbewertungen und Abwägungsprozesse über den gesamten Lebenszyklus von Straßen- und Verkehrsinfrastruktur hinweg bilden.

1.3 Vorgehensweise

Das vorliegende Forschungsvorhaben baut auf den bereits abgeschlossenen Forschungsprojekten der Bundesanstalt für Straßenwesen zum Thema der Nachhaltigen Straßeninfrastruktur auf:

- FE 15.494/2010/FRB Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit [3]
- FE 09.0162/2011/LRB Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur [1]
- FE 09.0164/2011/LRB Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel [4]
- FE 15.0589/2012/RRB Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke [5]

In Arbeitspaket (AP) 100 erfolgt die Analyse der bereits vorliegenden Forschungsvorhaben. Weiterhin werden bereits existierende nationale und interna-

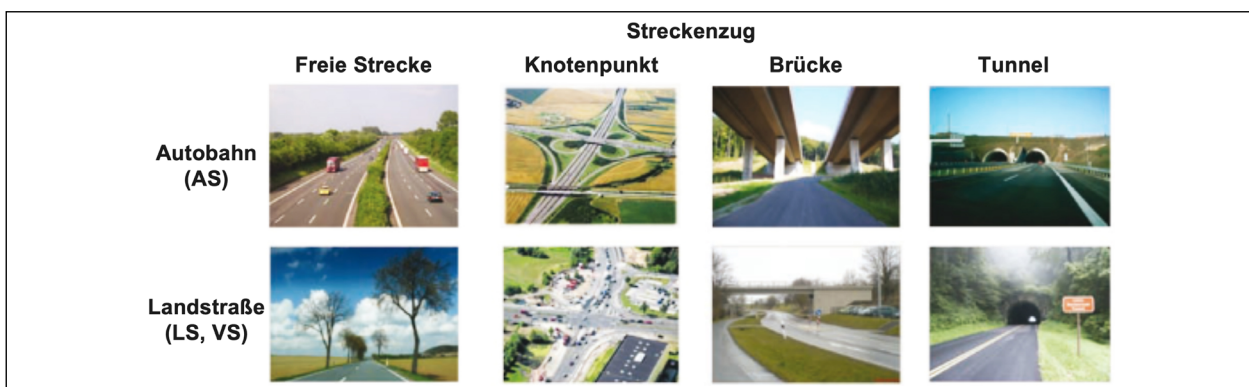


Bild 2: Elemente eines Streckenzuges [1]

tionale Bewertungssysteme zusammengetragen und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im Straßenwesen geprüft und beurteilt. Zudem werden die nationalen, rechtlichen und administrativen Vorgaben bei Planungsvorhaben von Bundesfernstraßen zusammengestellt und erläutert. Grundlage dafür sind insbesondere die Vorgaben aus der RE 2012 [2], aber auch Planungsvorgaben aus dem einschlägigen technischen Regelwerk, wie der Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA 2006) [6] und der Richtlinie für die Anlage von Landstraßen (RAL 2012) [7].

Aufbauend auf dieser Analyse wird im AP 200 die Anwendbarkeit der Bewertungsmatrix mit ihren Hauptkriteriengruppen und der bis zu 14 Einzelkriterien aus den bisherigen Forschungsergebnissen für die Bewertung von Straßeninfrastruktur betrachtet und möglicher Anpassungsbedarf festgestellt. Dafür wird zuerst das bisherige Konzept für die Bewertung geprüft und die gewünschte Zielerreichung sowie die Einsatzbereiche zur Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen definiert. Insbesondere, die in den bisherigen Forschungsvorhaben zurückgestellten Kriterien, wie beispielsweise die Kriterien 1.9 „Umweltwirkungen infolge Linienführung“ und 2.3 Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigungen“, welche nicht zur Bewertung der Einzelelemente herangezogen werden können, wohl aber bei der Betrachtung von Streckenzügen, sollen in die Bearbeitung einfließen. Der identifizierte Anpassungsbedarf einzelner Kriteriensteckbriefe führt im weiteren Bearbeitungsverlauf zu einer Überarbeitung des bereits bestehenden Bewertungssystems und der Einbeziehung der sechsten Hauptkriteriengruppe, der Standortqualität. In den bisherigen Forschungsvorhaben zur Nachhaltigkeitsbewertung wurden die Standortqualität bzw. die zugehörigen Unterkriterien und bewertbaren Indikatoren nicht definiert. Das resultierte einerseits aus der eingeschränkten Verfügbarkeit von Eingangsdaten zum jeweils betrachteten Bewertungszeitpunkt der Einzelelemente und daraus, dass der Versuch sich direkt am Hochbau zu orientieren, in dieser Hauptkriteriengruppe nicht zielführend ist. Es ist aufgrund zahlreicher Einflussfaktoren, wie topografische und klimatische Gegebenheiten, anders als im Hochbau eben nicht möglich Einzelelemente, wie z. B. Brücken oder Tunnel in Bayern und Hamburg, miteinander zu vergleichen. Ziel von AP 200 ist daher die Weiterentwicklung des bisherigen Bewertungssystems auf Basis der gewonnenen Er-

kenntnisse aus AP 100. Die besondere Herausforderung besteht darin, die bisher einzeln betrachteten Elemente der Verkehrsanlage (freie Strecke und Knotenpunkte, Brücke, Tunnel) in der Bewertung zu einer Gesamtanlage zusammzusetzen. Dabei müssen die Fragen: „Können die Elemente einzeln bewertet und die Ergebnisse dieser Bewertung durch eine Form der gewichteten Addition zu einer Gesamtbewertung verrechnet werden?“ oder „Muss eine eigene Bewertung des gesamten Streckenzuges erfolgen und wie werden dann die trotzdem einzeln zu ermittelnden Werte (wie Baukosten, Ressourcenverbrauch etc.) im Vergleich zu streckenzugspezifischen Werten (wie externe Kosten infolge Verkehrsbeeinträchtigung, Förderziele etc.) zusammengeführt?“ beantwortet werden. Dafür werden verschiedene Aggregierungsverfahren betrachtet und ein geeignetes Verfahren für die Bewertung vorgeschlagen.

Im AP 300 werden die aus dem vorherigen AP detektierten Anpassungen im Einzelnen in das vorhandene Bewertungssystem eingearbeitet. Ergebnis ist die Aktualisierung der bestehenden Bewertungsmatrix zur Nachhaltigkeitsbewertung für Straßeninfrastruktur im Hinblick auf die Bewertung von Streckenzügen im Rahmen des Planungsprozesses während der Planungsphasen zwischen Bedarfs- und Ausführungsplanung. Dabei sollen, sofern erforderlich, insbesondere Referenzwerte, Berechnungsmethoden und Bewertungsmaßstäbe hinterfragt und angepasst werden. Wesentlicher Bestandteil ist dabei, anhand verfügbarer Projektdaten die Größenordnung möglicher Ausprägungen abzuleiten und eine abgestimmte Skalierung und Gewichtung zu erarbeiten, die geeignete Ergebnisse für die Gesamtbewertung liefert.

Die Anwendbarkeit und Stabilität des weiterentwickelten Bewertungsverfahrens aus AP 300 muss sich auch innerhalb der unterschiedlichen Planungsstufen bewähren. Daher wird das Verfahren einzeln für die Vorplanung, die Entwurfsplanung und die Genehmigungsplanung noch einmal eingehend betrachtet und ggf. kalibriert. Im zweiten Schritt können dann auch die bisher erstellten Kriteriensteckbriefe exakt für die drei genannten Bewertungszeitpunkte (Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung) überarbeitet und zur Anwendung bereitgestellt werden.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Nachhaltigkeit im Verkehrswesen

Das Prinzip der Nachhaltigkeit und das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung bildet seit der Weltklimakonferenz in Rio de Janeiro 1992 das Leitbild der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik.

In der Brundtland-Kommission 1987 wurde nachhaltige Entwicklung erstmals als „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ definiert [8], [9]. Seither wurde die Idee der „Nachhaltigen Entwicklung“ von den Vereinigten Staaten mit 17 anthropozentrischen¹ Zielen festgeschrieben. Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung befindet sich in einer ständigen Weiterentwicklung, kann aber insofern gefasst werden, als dass es die Balance ökonomischer, gesellschaftlicher und ökologischer Ziele anstrebt, einen Verständnis-, Such- und Lernprozess darstellt, ein zentraler strategischer Wettbewerbsfaktor für die Wirtschaft ist und einen Gestaltungsprozess wiedergibt und resultierend daraus ein neues Politikverständnis erfordert.

In Deutschland wurde die nachhaltige Entwicklung als prägendes Leitziel in der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags zum „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ 1998 festgeschrieben. Die Enquete-Kommission stellte als Schwerpunkt ihrer Arbeit die Erarbeitung von Umweltzielen, ökonomischer und sozialer Rahmenbedingungen für eine nachhaltige zukunftsverträgliche Entwicklung, die Notwendigkeit gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und technischer Innovationen sowie entsprechender Maßnahmen zur Umsetzung fest. Hierfür sieht sie ein Drei-Dimensionen-Modell als zielführend an: Ökologie, Ökonomie, Soziales, das zusammengefasst folgende Leitregeln formuliert [10]

- **Ökologische Dimension:** Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll deren Regenerationsraten nicht überschreiten. Nicht-erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein Ersatz geschaffen werden kann. Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren. Das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Ein-

griffe in die Umwelt muss im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß des Reaktionsvermögens der Umwelt stehen. Gefahren und unvermeidbare Risiken für Mensch und Umwelt sind zu vermeiden.

- **Ökonomische Dimension:** Die Gesellschaft muss Individualinteressen und Gemeinwohl in Einklang bringen. Preise müssen dauerhaft die wesentliche Lenkungsfunktion auf Märkten wahrnehmen und dabei die Knappheit der Ressourcen widerspiegeln. Die Rahmenbedingungen für funktionsfähige Märkte und zur Steigerung der Innovationsfähigkeit sollen geschaffen und der gesellschaftliche Wandel gefördert werden. Die ökonomische Leistungsfähigkeit der Gesellschaft soll zukünftigen Generationen erhalten werden – entsprechend geleisteter Beiträge oder entsprechend der Bedürftigkeit.
- **Soziale Dimension:** Der soziale Rechtsstaat soll die Menschenwürde und die freie Entfaltung der Persönlichkeit sowie Entfaltungschancen für heutige und zukünftige Generationen gewährleisten. Jedes Mitglied der solidarischen Gesellschaft muss entsprechend seiner Leistungsfähigkeit einen solidarischen Beitrag für die Gesellschaft leisten und erhält Leistungen von der solidarischen Gesellschaft. Die sozialen Sicherungssysteme können nur in dem Umfang wachsen, in dem die Leistungsfähigkeit der Gesellschaft zunimmt. Das in der Gesellschaft vorhandene Leistungspotenzial soll für künftige Generationen zumindest erhalten werden.

Die Grundsteinlegung der entwickelten Nachhaltigkeitsstrategie dieser Enquete-Kommission ebnete den Weg für alle weiteren Entwicklungen auf diesem Gebiet. Im Jahre 2001 wurde der Rat für Nachhaltige Entwicklung berufen und im selben Jahr der erste Leitfaden Nachhaltiges Bauen herausgegeben sowie der Runde Tisch für Nachhaltiges Bauen gegründet. Dieser Leitfaden bildet die Basis des ersten Nachhaltigkeitsbewertungssystems für den Hochbau, welches sich weitgehend an den Festlegungen des Drei-Dimensionen-Modells orientiert.

Um die nachhaltige Entwicklung von Verkehrsinfrastruktur zu fördern, hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) unter der Leitung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) eine Forschungsreihe konzipiert, in der ein an die bereits im Hochbau bestehenden Bewertungssys-

¹ Das anthropozentrische Weltbild bedeutet, dass der Mensch sich selbst als den Mittelpunkt der weltlichen Realität versteht.

teme angelehntes Bewertungssystem für die Infrastruktur entwickelt werden soll.

Der Straßenverkehr (Personen- und Gütertransport) war im Jahr 2016 direkt² für 17 % der Treibhausgasemissionen Deutschlands verantwortlich. Während in anderen Sektoren seit 1990 zum Teil deutliche Emissionsminderungen erzielt wurden, lagen die Verkehrsemissionen im Jahr 2016 leicht oberhalb derer des Jahres 1990. Die mangelnde Reduktion sektoraler Treibhausgasemissionen ist vor allem eine Folge des zunehmenden Verkehrs [11].

Die heutige Mobilität, insbesondere der motorisierte Individual- und Güterverkehr, ist eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen für den Erhalt unserer Gesellschaft und essentieller Bestandteil der Daseinsfürsorge des Bundes. Erreichbarkeit und Vernetzung werden als Grundrecht angesehen. Ohne Verkehrsinfrastrukturen wäre Mobilität nicht möglich, da Verkehrsinfrastrukturen grundlegend notwendige gesellschaftliche und wirtschaftliche Faktoren erfüllen. Doch dieser Mobilitätskomfort ist insbesondere beim Straßenverkehr mit starken Umwelteinflüssen gekoppelt. So hat der Straßenverkehr einen hohen Flächenverbrauch, zerschneidet Landschaften, ist auf fossile Energieträger angewiesen und verursacht beträchtliche Umweltverschmutzungen.

Es erschließen sich daher direkte Ansatzpunkte, den Verkehrssektor nachhaltiger zu gestalten. Wesentliche Ansätze sind hier die heutige Mobilität im Gesamten zu überdenken, öffentliche Verkehrsmittel und Elektromobilität sowie alternative Mobilitätskonzepte wie bspw. Carsharing weiterzuentwickeln und zu fördern, um den individuellen Mobilitätsbedürfnissen weiterhin gerecht zu werden und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Ein weiteres, sehr wichtiges und bisher unterschätztes Element zur Reduzierung der Umweltauswirkungen ist die Wahl der Trasse im Rahmen der Linienfindung. Durch den Einsatz der Standardentwurfselemente entsprechend der RAA [6] und RAL [7] und durch den Verzicht auf die Ausreizung der Minimal- und Maximalanforderungen von Kurvenradien, Längsneigungen und Ausrundungshalbmesser können Emissionen erheblich reduziert werden. Weiterhin können Stauereignisse durch vorausschauende Planungen auf der Grundlage von

Trendprognosen und Berechnungen der Qualität des Verkehrsablaufes³ sowie durch die Berücksichtigung von Reserveflächen für die Erfordernisse der Betriebsdiensttätigkeiten und der Erhaltung erheblich reduziert werden. Neben den ökologischen Aspekten gehen diese planerischen Grundüberlegungen während der Linienfindung ebenfalls maßgeblich in alle anderen Hauptkriteriengruppen der Nachhaltigkeitsbewertung ein.

Die Planung, den Bau, den Erhalt und den Rückbau der Verkehrsinfrastruktur gilt es demnach in eine nachhaltige Entwicklung zu überführen. Die hiesige Forschungsreihe der BAST hat sich daher zum Ziel gesetzt, eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung für den gesamten Lebenszyklus von der Vorplanung, über die Planung, den Bau, Betrieb und Instandhaltung bis hin zum Rückbau der Verkehrsinfrastrukturen zu gestalten. Dabei ist die Idee für die Entwicklung des Systems die Möglichkeit der Nachhaltigkeitsbewertung zu unterschiedlichen Zeitpunkten und im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Eingangsdaten sowie die Beeinflussbarkeit von Wirkungen die Bewertung von Einzelelementen oder der Gesamtheit aller Elemente einer Verkehrsinfrastruktur zu schaffen.

2.2 Definition Streckenzug

Bundesfernstraßen sollen ihre Verkehrsaufgabe mit einer hohen Verkehrssicherheit und einer hohen Qualität des Verkehrsablaufes³ erfüllen [6], [7]. Dafür sind im einschlägigen Regelwerk, der RAA [6] und der RAL [7], Entwurfsstandards definiert. Der Einsatz dieser standardisierten Entwurfselemente führt dazu, dass Kraftfahrer zusammenhängende Streckenabschnitte gleicher Bedeutung unabhängig von der örtlichen Lage wieder erkennen und sich dadurch auf das zu erwartende Geschwindigkeitsniveau und die Ausgestaltung der einzelnen Elemente, wie Ausführung der Anschlussstellen oder Knotenpunkte, einstellen können. Daneben soll durch die Neuplanung oder den Ausbau bzw. der Erweiterung von Bundesfernstraßen das Umfeld sowie die Ressourcen geringstmöglich in Anspruch genommen werden. Die Herstellung, Erhaltung und der Betrieb müssen zudem möglichst kostengünstig sein.

² Direkt bedeutet in diesem Zusammenhang alle Emissionen, die durch den Betrieb von Fahrzeugen sowie die Herstellung der dafür benötigten Kraftstoffe entstehen.

³ Als Synonym dafür wird in der RAL und der RE 2012 auch der Begriff der Verkehrsqualität verwendet.

Das vorliegende Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit der Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen. Daher ist es sinnvoll, den Begriff „Streckenzug“ an dieser Stelle für den weiteren Bearbeitungsablauf zu definieren. Im Forschungsprojekt FE 09.0162/2011/LRB „Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur“ [1] wird der Streckenzug als „Aneinanderreihung von Infrastrukturelementen (freie Strecke, Knotenpunkt, Brücke, Tunnel)“ definiert. Eine Aussage über Anfang und Ende eines Streckenzuges wird jedoch nicht getroffen. Die Begrifflichkeit des Streckenzuges findet sich einzig in der RAL [7]. Es werden hier klare Aussagen zu Anfang und Ende eines Streckenzuges getroffen. Es werden die Netzabschnitte zu einem Streckenzug zusammengefasst, die sich zwischen zwei Knotenpunkten an denen die geplante Landstraße mit einer anderen Straße gleicher oder höherrangiger Verbindungsfunktionsstufe verknüpft werden soll, befinden. Weiterhin gibt es in besonderen Fällen die Möglichkeit Streckenzüge auch an einem Knotenpunkt mit einer niederrangigen Straßenkategorie zu unterteilen. Das ist immer dann sinnvoll, wenn die beiden so entstandenen Streckenzüge eine sehr unterschiedliche Verkehrsnachfrage aufweisen (Bild 3).

Der Streckenzug soll durchgängig mit einer Entwurfsklasse geplant werden. Entscheidend für die Wahl der Entwurfsklasse (EK) (Tabelle 1) ist die Festlegung der Straßenkategorie entsprechend den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) [12]. Diese wiederum setzt sich aus der Kategoriengruppe (Autobahnen → Planung erfolgt gemäß RAA [6], Landstraße → Planung erfolgt gemäß RAL [7], restliche Kategoriengruppen sind für die Betrachtung hier nicht relevant) und der Verbindungsfunktionsstufe (Bedeutung der Verbindung zweier Orte) zusammen. Unter Berücksichtigung der Verkehrsnachfrage, die zur Prüfung einer höher- oder niederrangigen EKL herangezogen wird (Tabelle 2), wird die Entwurfsklasse für einen Streckenzug endgültig festgelegt. Dadurch werden gleichzeitig die Merkmale und die Grenz- und Richtwerte für die Entwurfs- und Betriebselemente, wie Regelquerschnitt und Knotenpunktarten, bestimmt. Gemäß RAL [7] wird bei Änderung der EKL auch von einem neuen Streckenzug gesprochen. Entsprechend der RAA [6] soll sich die EKA grundsätzlich nicht ändern. Ein Wechsel der EKA ist nur „für Autobahnen der Kategorie AS II für die EKA 2, bei der Änderung ihrer Lage zu bebauten Gebieten“,

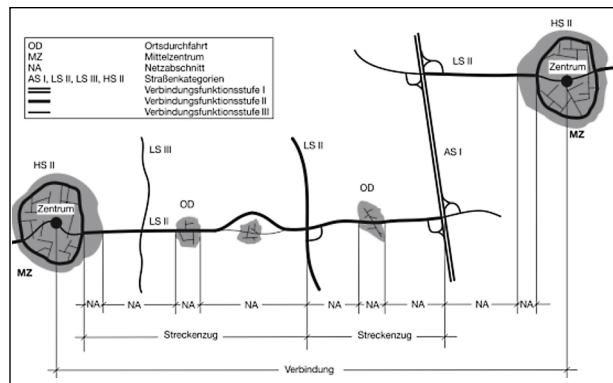


Bild 3: Bild 1: Streckenzüge und Netzabschnitte im Zuge einer Verbindung; RAL [7]

| Straßenkategorie | Entwurfsklasse |
|------------------|----------------|
| LSI | EKL 1 |
| LSII | EKL2 |
| LSIII | EKL3 |
| LSIV | EKL4 |

Tab. 1: Zuordnung Entwurfsklassen zur Straßenkategorie, RAL [7]

| Straßenkategorie | Verkehrsnachfrage auf dem Streckenzug DTVQuerschnitt [Kfz/24 h) | |
|------------------|---|---------------------------------|
| | Prüfung einer niederrangigen EKL | Prüfung einer höherrangigen EKL |
| LSI | < 12.000 | |
| LSII | < 8.000 | > 15.000 |
| LSIII | | > 13.000 |
| LSIV | | > 3.000* |

* höherrangige EKL in der Regel erforderlich (gilt auch für SV> 150 Fz/24 h)

Tab. 2: Anhaltswerte für Abweichungen von der in Tabelle 7 ausgewiesenen Entwurfsklasse

möglich [6]. Der Wechsel darf jedoch nur an Autobahnknotenpunkten erfolgen [6], womit auch in dieser Richtlinie ein klarer Anfangs- und Endpunkt definiert wird.

Für die weitere Bearbeitung im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird der Streckenzug demzufolge als Aneinanderreihung der Einzelelemente – freie Strecke mit Knotenpunkten, Brücke und Tunnel – verstanden und ist begrenzt auf Abschnitte der gleichen Entwurfsklasse, wobei die Änderung der Entwurfsklasse ausschließlich an Knotenpunkten, nie aber auf der freien Strecke, erfolgen darf.

3 Grundlagen

3.1 Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen

Die Planung von Neu-, Aus- und Umbaumaßnahmen innerhalb des Bundesfernstraßennetzes erfolgt immer auf Grundlage des jeweils aktuellen Bundesverkehrswegeplans. Im Zuge der sogenannten Bedarfsplanung führen vorgelagerte Abwägungsprozesse bei Bund-Länder-Abstimmungen unter zu Hilfenahme der RIN [12] sowie unter Berücksichtigung finanzieller Ressourcen zur Aufstellung eines Planungsprogrammes mit Prioritätenreihung für alle Bundesfernstraßen. Laut § 1 Abs. 2 FStrAbG [13] gilt „[...] die Feststellung des Bedarfs ist für die Linienbestimmung nach § 16 des Bundesfernstraßengesetzes und für die Planfeststellung nach § 17 des Bundesfernstraßengesetzes verbindlich.“ Bundesfernstraßen sollen ihre raumordnerische Funktion sowohl mit hoher Verkehrssicherheit aber auch mit einer angemessenen Qualität des Verkehrsablaufs erfüllen [6], [7]. Die natürlichen Lebensgrundlagen sollen dabei geschont werden und der neue oder ausgebaute Streckenzug soll, soweit wie möglich in das Umfeld integriert werden und dabei geringstmöglich in die Landschaft eingreifen [6]. Neben umweltpolitischen Aspekten wie die Führung der Bundesfernstraßen in ausreichendem Abstand zu umweltsensiblen Bereichen und einer geringstmöglichen Beeinträchtigung von Siedlungsbereichen, fließen in die Festlegung der Planungsräume für die einzelnen Verbindungen von Orten auch monetäre Aspekte bereits in die Bedarfsplanung mit ein. So soll sich der Streckenzug gut in das Gelände einpassen und somit möglichst kostengünstig herzustellen, zu erhalten und zu betreiben sein [7], [2].

Nach Abschluss der Bedarfsplanung beginnt die Planungsphase, die in der RE 2012 [2] geregelt ist.

3.1.1 Richtlinie zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 2012) [2]

Um den vorgenannten Ansprüchen aus Kapitel 3.1, nämlich die Erfüllung der raumordnerischen Funktion mit hoher Verkehrssicherheit und einer angemessenen Qualität des Verkehrsablaufs, bei geringstmöglichem Eingriff in die Landschaft sowie geringstmöglicher Beeinträchtigung von Siedlungsbereichen, aber unter Berücksichtigung möglichst günstiger Kosten im gesamten Lebenszyklus, ge-

recht werden zu können [2], [6], [7], müssen im Planungsprozess innerhalb der unterschiedlichen Planungsstufen immer wieder Abwägungen bezüglich der Ziele

- „Planrechtfertigung,
- Verkehrssicherheit,
- Verkehrsqualität⁴,
- Umweltverträglichkeit,
- Wirtschaftlichkeit und Kosten,
- Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften und der Regeln der Technik“ [2]

erfolgen. Dabei sind mögliche Varianten hinsichtlich dieser Belange zu prüfen und diejenige Lösung zu favorisieren, die den größten Nutzen für die Gesellschaft unter Einsatz möglichst geringer Kosten erzielt.

Die Regelungen der RE 2012 [2] setzen direkt nach der Bedarfsplanung an und umfassen die drei Planungsstufen

- Vorplanung,
- Entwurfsplanung und
- Genehmigungsplanung

von Maßnahmen im Bundesfernstraßennetz. Die Bezeichnung der Planungsstufen orientiert sich dabei an den Definitionen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) [14].

In der Vorplanung findet die Eingrenzung und Analyse des Planungsraums und die Sichtung aller für die Planung des neuen oder auszubauenden Streckenzuges wichtigen Daten statt und dient als konzeptionelle Planungsstufe vorrangig der Linienfindung. Für eine verkehrliche Verbindung zweier Orte wird es in der Regel mehr als eine mögliche Variante geben, daher müssen alle verkehrlich sinnvollen Varianten für den neuen Streckenzug im Rahmen der Vorplanung dargestellt werden und hinsichtlich der o. g. Kriterien geprüft werden. Mit Festlegung der Straßenkategorie für den Streckenzug gemäß RIN [12] und unter Berücksichtigung der Verkehrsnachfrage, werden durch die Zuweisung der EKA oder EKL bereits die grundsätzlichen Entwurfs- und Betriebsmerkmale, wie auch die Führung auf der Strecke und im Knotenpunkt, festgelegt. Dazu gehören:

⁴ Entspricht der Qualität des Verkehrsablaufs in der RAA und dem HBS.

- Entwurfs- und Betriebsmerkmale:
 - Planungsgeschwindigkeit,
 - Betriebsform,
 - Querschnitt,
 - gesicherte Überholabschnitte pro Richtung,
 - Führung des Radverkehrs.
- Führung auf der Strecke:
 - Linienführung,
 - empfohlener Radienbereich,
 - Höchstlängsneigung,
 - empfohlener Kuppenhalbmesser
 - Mindestabstand zweier Knotenpunkte.
- Führung im Knotenpunkt:
 - Regellösung auf der übergeordneten Straße,
 - Knotenpunktarten.

den die Anzahl, Lage, Art und die grundsätzlichen Abmessungen der erforderlichen Knotenpunkte und Ingenieurbauwerke ermittelt. Der zu führende Abwägungsprozess unterstützt die Linienfindung im Hinblick auf die Trassen- oder Standortvarianten und resultiert in der Empfehlung einer Vorzugsvariante. Am Ende dieser Planungsstufe müssen Entwurfsunterlagen, einschließlich der Nachweise (vgl. Bild 4) zur Erreichung der o. g. Ziele sowie eine Kostenschätzung vorliegen, aufgrund derer der Straßenbaulastträger der vorgeschlagenen, bevorzugten Variante zustimmen kann. Bei raumbedeutsamen Planungen stellen die Unterlagen und der geführte Abwägungsprozess die Verfahrensgrundlage eines Raumordnungsverfahrens (ROV) auf Landesebene dar. Sofern es erforderlich ist, wird zudem das verwaltungsinterne Verfahren der Linienbestimmung nach § 16 FStrG [15] angeschlossen. Die Linienbestimmung ist kein Verwaltungsakt, jedoch ein Genehmigungsverfahren auf Bundesebene, bei dem der Bund Auflagen beispielsweise hinsichtlich zusätzlich durchzuführender Gutachten macht oder die Einarbeitung

Daraus können dann die Trassenvarianten nach Lage und Höhe entwickelt werden. Ebenfalls wer-

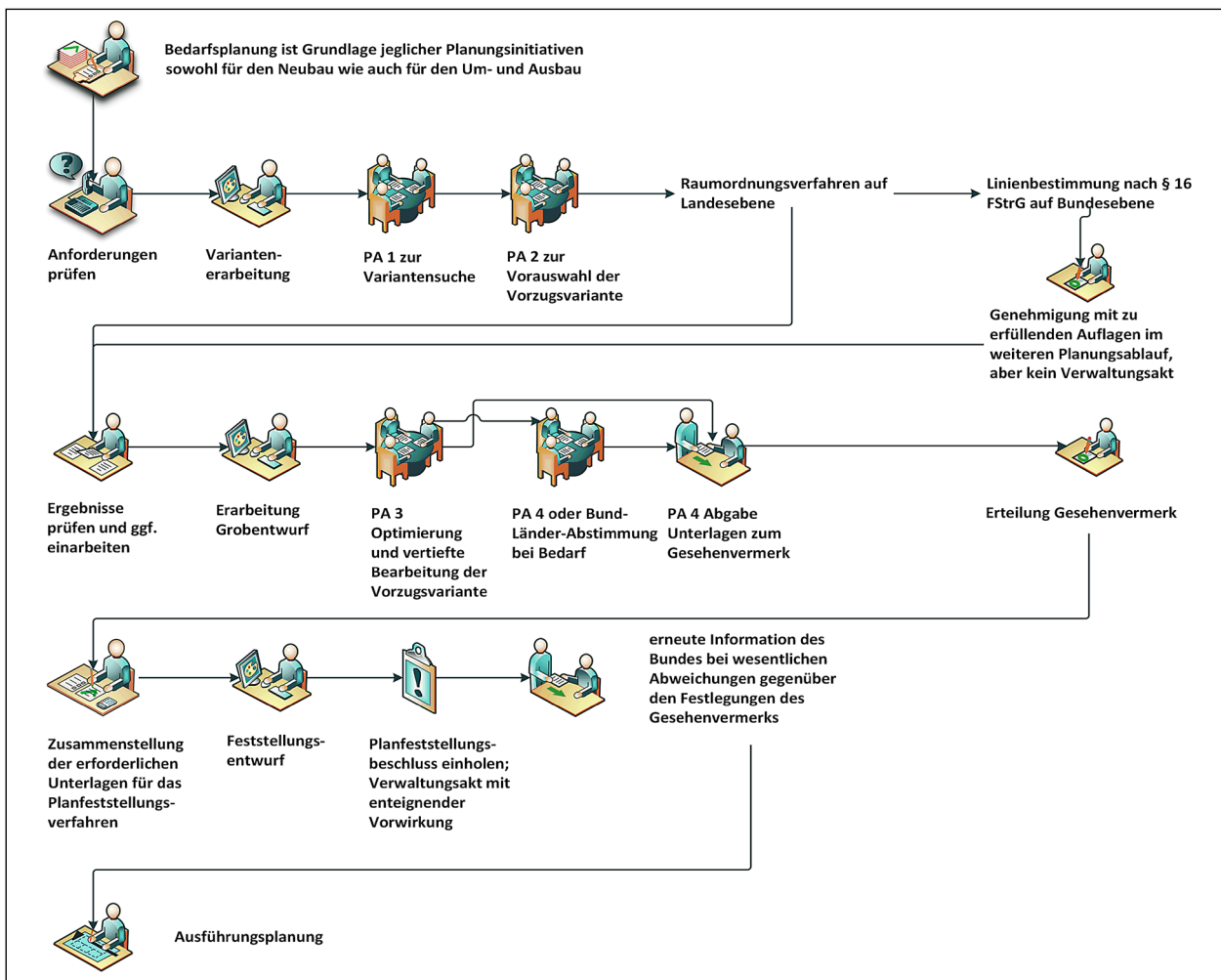


Bild 4: Schematischer Ablauf zur RE 2012

neuer Planungsaspekte fordern kann, die dann im weiteren Planungsverlauf zwingend zu berücksichtigen und zu erfüllen sind.

In der Stufe der Entwurfsplanung wird die Vorzugsvariante bzw. die im Rahmen des ROV oder der Linienbestimmung festgelegte Variante weiter verfolgt. Es ist dazu ein lage- und höhenmäßiger Vorentwurf auszuarbeiten, in dem alle relevanten technischen Details der Verkehrsanlage vertieft dargestellt sind. Auch in dieser Planungsstufe sind erneut die o. g. Ziele, wie Verkehrssicherheit, Verkehrsqualität, Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit auf Grundlage einschlägiger Verfahren, wie beispielsweise dem Nachweis zur Qualität des Verkehrsablaufes nach den standardisierten Verfahren des Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [16], Fertigung eines Sicherheitsaudits oder der Kostenberechnung nach der Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) [17] nachzuweisen und zu beurteilen. Weiterhin sind die umwelt- und naturschutzfachlichen Belange entsprechend der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) im landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) weiter zu vertiefen und abzarbeiten (vgl. Bild 4). Die Einhaltung der umwelt- und naturschutzrechtlichen Vorgaben ist im gesamten Prozess zu dokumentieren und darzustellen. Die Kosten der Straßenbaumaßnahme sind in der vorgegebenen Struktur der AKVS (Berechnung der Kostengruppen auf den jeweils erforderlichen Formblättern) zu ermitteln und weiter zu untergliedern. Diese Planungsstufe schließt mit einem Vorentwurf ab, der alle relevanten Unterlagen umfasst, die zur verwaltungsinternen haushaltsrechtlichen und fachtechnischen Prüfung erforderlich sind [2]. Der Straßenbaulastträger muss auf Grundlage der erarbeiteten Unterlagen die grundsätzliche technische Machbarkeit und rechtliche Durchführbarkeit beurteilen können sowie die haushaltsrechtliche Genehmigung erteilen können.

Die dritte Planungsstufe der RE ist die Genehmigungsplanung. Während dieser Planungsphase werden die Unterlagen aus der Entwurfsplanung um den Feststellungsentwurf zur öffentlich-rechtlichen Beurteilung im Planfeststellungsverfahren ergänzt. „Dabei werden alle relevanten Aspekte in der für die rechtliche Beurteilung erforderlichen Detaillierung dargestellt. In den Planunterlagen ist kenntlich zu machen, in welchem Umfang in bestehende Ordnungen eingegriffen werden muss und auf welchem Weg gegebenenfalls solche Eingriffe durch

bestimmte Maßnahmen ausgeglichen werden sollen.“ [2] D. h. im Feststellungsentwurf muss die Art und der Umfang der Betroffenheit für alle im Verfahren Beteiligten klar erkennbar und verständlich sein. Dazu gehören:

- Der Erläuterungsbericht mit:
 - der Darstellung des Vorhabens,
 - der Begründung des Vorhabens,
 - dem Vergleich der Varianten und Wahl der Linie,
 - der technischen Gestaltung der Baumaßnahme,
 - den Angaben zu den Umweltauswirkungen,
 - den Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung und zum Ausgleich erheblicher Umweltauswirkungen nach den Fachgesetzen,
 - den Kosten,
 - dem Verfahren und
 - der Durchführung der Baumaßnahme.
- Die Entwurfsunterlagen mit:
 - der Übersichtskarte,
 - dem Übersichtslageplan,
 - dem Übersichtshöhenplan,
 - dem Lageplan,
 - dem Höhenplan,
 - dem Lageplan der Immissionsschutzmaßnahmen,
 - dem Lageplan der Entwässerungsmaßnahmen,
 - den Landschaftspflegerische Maßnahmen,
 - dem Grunderwerbsplan,
 - dem Regelungsverzeichnis,
 - Angaben zu Widmung/Umstufung/Einziehung,
 - der Kostenermittlung,
 - dem Straßenquerschnitt,
 - den Bauwerksskizzen,
 - sonstigen Plänen,
 - immissionstechnischen Untersuchungen,
 - wassertechnischen Untersuchungen und
 - umweltfachliche Untersuchungen.

Der Feststellungsentwurf ist die Grundlage für die Gesamtabwägung aller öffentlich-rechtlichen und privaten Belange. Sofern die Offenlage und der Abwägungsprozess erfolgreich sind, wird der Planfeststellungsbeschluss oder eine sonstige Zulassungsentscheidung herbeigeführt. Dies geschieht mit einem Verwaltungsakt, der eine enteignende Vorwirkung entfaltet. Mit der Bestandskraft der Zulassungsentscheidung ist das Baurecht hergestellt.

Der letzte Schritt im Planungsablauf ist die Ausführungsplanung, die jedoch nicht mehr den Regelungen der RE 2012 [2] unterliegt und ebenso wie die Bedarfsplanung kein Bestandteil der Untersuchungen im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens ist.

3.1.2 Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI 2013) [14][13]

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI 2013) [14] regelt die Vergütung der Leistungen von Architekten und Ingenieuren, die Planungsleistungen in den Bereichen der Architektur, der Stadtplanung und des Bauwesens innerhalb Deutschlands erbringen. Sie ist eine Verordnung der Bundesregierung. Für öffentliche Bauvorhaben ist sie damit rechtsverbindlich. Die HOAI 2013 [14] erfüllt zwei zentrale Funktionen indem sie einerseits die Abrechnung der Honorare regelt und zum anderen Bauprojekte durch die Definition der Leistungsbilder mit den zugehörigen Leistungsphasen nach inhaltlichen Aspekten strukturiert. Durch die klare Zuordnung der zu erbringenden Leistung je Leistungsphase bildet die HOAI 2013 [14] zugleich ein grundlegendes Vorgehensmodell für Bauprojekte der Infrastrukturplanung ab. Selbst die RE 2012 [2] orientiert sich bei der Beschreibung der Planungsabläufe an den Namen der Leistungsphasen aus der HOAI 2013 [14].

Nach der Novellierung im Jahr 2013 können erstmals „vertiefte Untersuchungen zum Nachweis von Nachhaltigkeitsaspekten“ und eine Wirtschaftlichkeitsprüfung als besondere Leistungen in der Leistungsphase 2 – Vorplanung – ausgeschrieben und vergeben werden. Für die Leistungsphase 3 – Entwurfsplanung – kann, ebenfalls erstmals, die Erbringung des „Nachweis der zwingenden Gründe des überwiegend öffentlichen Interesses der Notwendigkeit der Maßnahme“ als besondere Leistungen ausgeschrieben und vergeben werden.

3.1.3 Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) und Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) [18]

Die Linien- bzw. Trassenfindung im Rahmen der drei vorgenannten Planungsstufen ist eng mit der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) [18] verknüpft und läuft parallel dazu ab. Im UVPG [18] sind die erforderlichen Schritte der UVP dahingehend rechtlich geklärt, dass die Straßenplanungs- und Straßenbaumaßnahmen aufgelistet wurden, bei denen eine Prüfung zwingend erforderlich ist und die Schutzgüter definiert, die einer besonderen Prüfung zu unterziehen sind. Umweltrechtliche Prüfungen reichen von der strategischen Umweltprüfung (SUP) (zumeist bei der Bedarfsplanung) über die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) (Vorplanung) bis hin zur UVP (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) und unterliegen immer dem UVPG [18].

Die UVS findet ausschließlich während der Vorplanung Anwendung und dient maßgeblich der Trassenfindung der Vorzugsvariante, indem die ökologischen Risiken, wie Eingriff in die Flora und Fauna sowie Gewässer- und Bodenschutzgebiete, der Baumaßnahme analysiert und bewertet werden. Auch erforderliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden in diese Bewertung mit einbezogen. Der Ablauf entspricht der Darstellung in Bild 5 und ist in einen raumbezogenen Teil (Schritt 1 und 2) und in einen variantenbezogenen Teil (Schritt 3 und 4) untergliedert. Als vorbereitender Arbeitsschritt wird der Untersuchungsrahmen aus der Bedarfsplanung (Schritt 1) mit den projekt- und landschaftsraumbezogenen Anforderungen und Gegebenheiten (Schritt 2) abgeglichen und zu einem Untersuchungsraum gemäß § 5 UVPG [18] zusammengefasst. Im nächsten Schritt werden die Schutzgüter nach § 2 Abs. 1 UVPG [18] fachlich bewertet und deren Wechselwirkungen dargestellt. Ergebnis ist eine sogenannte Raumwiderstandskarte, auf der alle Bereiche unterschiedlicher Konfliktdichte und möglicher Konfliktschwerpunkte dargestellt sind. Damit ist der raumbezogene Teil der UVS abgeschlossen. Die Ergebnisse dessen finden jetzt Eingang in die Entwicklung möglicher Trassenvarianten (3. Schritt). Für jede denkbare und technisch realisierbare Variante werden dann im vierten Schritt die Auswirkungen hinsichtlich der definierten Schutzgüter ermittelt und beschrieben. Des Weiteren folgt eine schutzgüterübergreifende

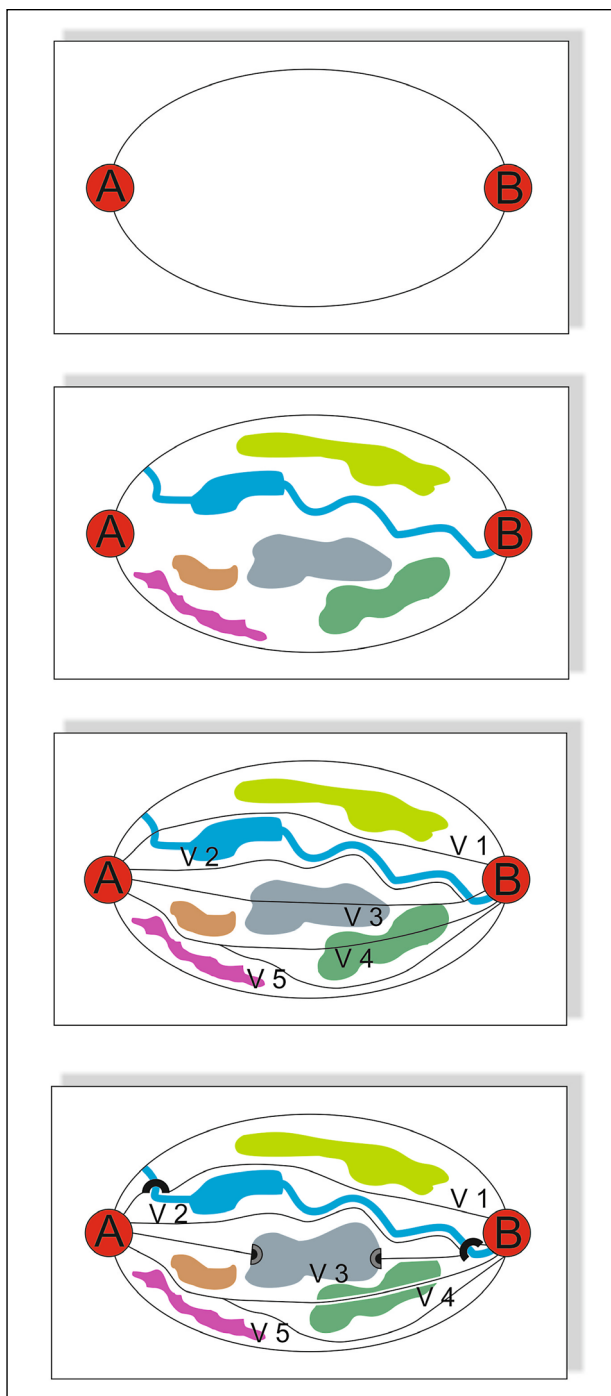


Bild 5: Planungsschritte der Umweltverträglichkeitsstudie

Betrachtung der Varianten und die Zusammenfassung der Ergebnisse [19]. Auf dieser Grundlage wird schlussendlich die Vorzugsvariante gewählt und dem Straßenbaulastträger zur Entscheidung vorgelegt (vgl. Kapitel 3.1.1).

Im Rahmen der Entwurfsplanung, wird dann für die Vorzugsstrasse auf Basis der UVS, der Landschaftspflegerische Begleitplan (LBP) im Rahmen der UVP erarbeitet. Es fließen sowohl der Artenschutzbeitrag als auch Untersuchungen zur Entwässerung, zum

Immissionsschutz und gegebenenfalls eine Flora-Fauna-Habitat-Verträglichkeitsprüfung ein. Zudem kann es im Einzelfall notwendig sein, ergänzende Gutachten zu erstellen.

Bei der Planfeststellung werden die Vorgaben aus dem LBP bzw. der UVP fixiert und sind bei der Ausführungsplanung wie auch bei der baulichen Umsetzung zwingend zu berücksichtigen und umzusetzen.

3.1.4 Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [16]

Im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) [16] sind standardisierte Bewertungsverfahren für die unterschiedlichen Verkehrsanlagen zusammengestellt. Mittels dieser Verfahren ist es möglich sowohl

- die Kapazität von Verkehrsanlagen, wie auch
- die Bemessungsverkehrsstärke⁵

zu ermitteln. Darauf aufbauend kann die Qualität des Verkehrsablaufs durch den Vergleich der vorhandenen Kapazität mit der prognostizierten Verkehrsnachfrage berechnet und für die Beurteilung beispielsweise im Rahmen von planerischen Abwägungsprozessen herangezogen werden. Die so berechneten Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) werden von Stufe A = Beste Qualität bis Stufe F = Schlechteste Qualität eingeteilt. Eine Verkehrsanlage mit der QSV E hat ihre Kapazitätsgrenze erreicht und ist bei Erreichung der QSV F überlastet. Auf Grundlage der Berechnung der Verkehrsnachfrage/Bemessungsverkehrsstärke können Rückschlüsse auf die standardisierten Entwurfsklassen und damit auch auf die standardisierten Ausbauquerschnitte gezogen werden. Seit der Überarbeitung des HBS in 2015 ist es den Planern nicht nur möglich die Verkehrsqualitäten für Einzelanlagen, wie Strecken und Knotenpunkte, sondern durch zusätzliche Verfahren auch ganze Netzabschnitte zu beurteilen.

Das HBS [16] ist also ein Werkzeug um generelle Netzplanungen gemäß den RIN [12] zu beurteilen und es kann so im Zuge von Voruntersuchungen zu Netzergänzungen zur Bewertung einzelner Varianten hinzugezogen werden. Eingesetzt werden können die standardisierten Berechnungsverfahren zum Nachweis der Qualität des Verkehrsablaufes:

⁵ Die Verkehrsnachfrage wird im HBS als Bemessungsverkehrsstärke bezeichnet.

- für die konkrete Überprüfung von Neu-, Um- oder Ausbaumaßnahmen,
- zur standardisierten Überprüfung von Entwürfen neuer/geänderter Straßenverkehrsanlagen,
- für die Mängelanalyse im Bestandsnetz,
- als Teil der Entscheidungsgrundlage im Rahmen der Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements.

Die Bewertungen der Ergebnisse erfolgen jedoch ausschließlich nutzerorientiert und aus verkehrstechnischer Sicht. Sie erlauben keine Rückschlüsse auf Maßnahmenwirkungen in Bezug auf die Verkehrssicherheit und die Umweltverträglichkeit. Anwendungsfälle, die gegen anerkannte „Regeln der Technik“ verstoßen oder zu Beeinträchtigungen der Sicherheit führen, werden im HBS nicht behandelt. Ebenso sind Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen kein Bestandteil des HBS bzw. der darin aufgeführten Verfahren.

3.1.5 Entwurf – Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS) [20]

Um Aussagen hinsichtlich der gesamthaften Zielerreichung bei Umsetzung einer geplanten Maßnahme, aber auch für die Beurteilung im Abwägungsprozess einzelner Planungsvarianten, stehen dem Planungsteam entsprechend den Hinweisen zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung [21] verschiedene Wertsyntheseverfahren zur Verfügung. Diese werden in drei Klassen eingeteilt und umfassen nichtformalisierte, teilformalisierte und formalisierte Verfahren.

Insbesondere zur Prioritätenreihung von Neu- und Ausbaumaßnahmen der Bundesfernstraßen sowie zur Antragstellung der Gewährung von Finanzierungszuschüssen gemäß Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) haben sich in Deutschland drei Bewertungsverfahren etabliert:

- das Bewertungsverfahren der BVWP [21]
- der Entwurf der Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS) als Überarbeitung der RAS-W und des EWS-Entwurfs [20]
- die standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs [21]

Für die Bearbeitung der Anforderungen des vorliegenden Forschungsvorhabens sind lediglich die Inhalte der RWS zielführend. Sie liefern eine Entscheidungshilfe für die Bauwürdigkeit einer Maßnahme unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Aspekte. Grundsätzlich können die Verfahren nach dem Entwurf der RWS [20] in allen Planungsphasen angewandt werden, sie eignen sich jedoch besonders zum Variantenvergleich von Straßenbaumaßnahmen im Rahmen der Vorplanung (Voruntersuchung) sowie zur Überprüfung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) der Vorzugsvariante in der Entwurfsplanung (Vorentwurf) [20] entsprechend der Vorgaben aus den RE [2].

Beim Variantenvergleich werden die verschiedenen Trassenvarianten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilt. Entsprechend der Bundeshaushaltsordnung (BHO) § 7 Abs. 2 [22] und dem Haushaltsgrundsatzgesetz (HGrG) § 6 Abs. 2 [23] sind für Maßnahmen, die einen erheblichen finanziellen Aufwand erfordern, Kosten-Nutzen-Untersuchungen zwingend erforderlich. Im Rahmen des RWS-Entwurfs [20] kommt eine Kosten-Nutzen-Analyse zur Anwendung. Sie ist ein formalisiertes Verfahren, welches durch den Vergleich des Planfalles (Neubau-/Erweiterungsmaßnahme) mit dem Vergleichsfall (Nichtrealisierung der Maßnahme) und der jeweiligen Gegenüberstellung der gesamtwirtschaftlichen Kosten mit dem monetären Nutzen im Ergebnis eine Nutzen-Kosten-Differenz (NKD) multipliziert mit entsprechenden Kostensätzen ausweist. Berücksichtigt werden ausschließlich quantitativ erfassbare und monetarisierbare Effekte. Dabei werden die Auswirkungen der geplanten Maßnahme auf

- den Verkehrsablauf im Kfz-Verkehr (Veränderungen der Fahrtzeiten und der Betriebskosten),
- die Verkehrssicherheit (Veränderung des Unfallgeschehens),
- die Umwelt (Veränderungen der verkehrsbedingten Lärm-, Schadstoff- und Klimabelastungen) sowie
- auf die Qualität des Fußgängerverkehrs (Veränderung der Trennwirkung von Fahrbahnen bei Querungen und der für Fußgänger verfügbaren Flächen) [20]

berücksichtigt. Weiterhin werden „Auswirkungen auf den Straßenbetriebsdienst für Maßnahmen zur betrieblichen Erhaltung der Straßenverkehrsanlagen sowie auf weitere Betriebsdienstkosten zur Lenkung und Sicherung des Verkehrs“ [20] berück-

sichtigt. Auch ökologische Auswirkungen werden erfasst, sofern sie quantifizier- und monetarisierbar sind [20].

Für die Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Planungsprozess sind die Anforderungen an die verfügbaren Daten sehr hoch, sodass also auch im Rahmen des gesamten Planungsprozesses die Datenqualität sichergestellt werden muss. Im Einzelfall kann es daher notwendig sein, die Detailtiefe der zu bewertenden Planung anzupassen und um zusätzliche Informationen, z. B. durch Gutachten, Messungen etc., zu ergänzen.

3.1.6 Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) [17]

Die Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) [17] gilt für das Kostenmanagement im Bundesfernstraßenbau. Dargestellt werden sollen die projektbezogenen Kosten für den Neubau und die

Erweiterung, den Um- und Ausbau sowie die Erhaltung und Erneuerung von Straßen, Ingenieurbauwerken und besonderen Anlagen (z. B. Rastanlagen) [17]. „Ziel des Kostenmanagements ist die wirtschaftliche und kostentransparente Vorbereitung und Baudurchführung von Straßenbaumaßnahmen sowie deren kostensichere Realisierung.“ [17] Wichtig sind dabei:

- Das Schaffen von Kostentransparenz durch die Vorgabe einer klaren Kostenstruktur, die von der Bedarfsplanung bis in die Baudurchführung anwendbar ist.
- Das Verbessern der Nachvollziehbarkeit der Kostenentwicklung einer Straßenbaumaßnahme durch Schaffen eines durchgängigen Systems der Kostenermittlung und Kostenkontrolle über die einzelnen Stufen der Planung, Bauvorbereitung und Phasen der Baudurchführung.
- Das Verbessern der Korrekturmöglichkeiten durch rechtzeitiges Erkennen von Kostenrisiken im Zuge von Planung und Baudurchführung.

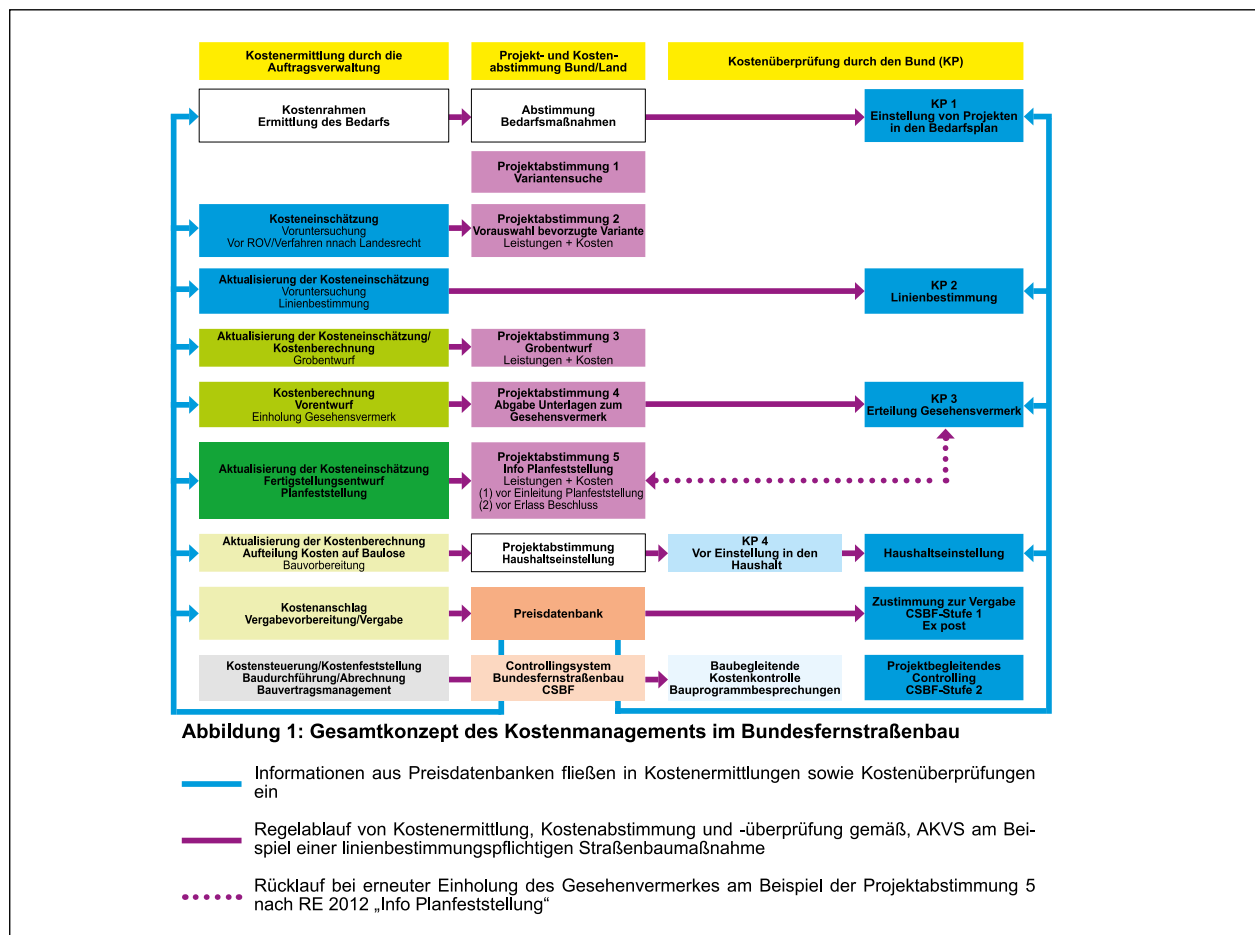


Bild 6: Auszug aus der aktuellen AKVS 2014 [17]

- Die Sicherung eines Standards von Kostenermittlungen.

Die Regelungen und Festlegungen innerhalb der AKVS 2014 [17] bilden die Grundlage für die Ermittlung der Kosten in den einzelnen Planungsphasen gemäß RE 2012 [2]. In der Vorplanung ist eine Kostenschätzung zu erstellen, in der die Ingenieurbauwerke, insbesondere Großbrücken, Anschlussstellen und Kreuzungen mit anderen Verkehrswegen und Gewässern, bereits möglichst einzeln aufzugliedern sind. Im Planungsstand zum Zeitpunkt der Vorplanung nicht einzeln definierbare Bauwerke sind von Umfang und Kosten dennoch abzuschätzen und zusammenzufassen. Die vorliegende Kostenschätzung am Ende der Vorplanung dient dem Straßenbaulastträger als eine der Entscheidungsgrundlagen zur Zustimmung für die vorgeschlagene, bevorzugte Variante. Im Rahmen der Entwurfsplanung muss eine Kostenberechnung erstellt werden, damit der Straßenbaulastträger sein grundsätzliches Einverständnis geben kann, dass das geplante Bauvorhaben aus dem Straßenbauhaushalt finanziert werden kann.

Die AKVS 2014 [17] dient auch als Grundlage zur Ermittlung der anrechenbaren Kosten entsprechend der HOAI 2013 [14]. Die Gliederung der Kostenermittlung bezieht sich aber auf die gesamte Straßenbaumaßnahme und nicht auf einzelne Objekte im Sinne der HOAI [14].

3.2 Bestehende Verfahren und Bewertungssysteme im In- und Ausland

3.2.1 Nationale Systeme

Bisher existieren keine nationalen ratifizierten Bewertungssysteme für die Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken. Jedoch bestehen für den Hochbau in Deutschland anerkannte Systeme (BNB, DGNB, LEED und BREEAM), an deren Aufbau sich das zu entwickelnde Bewertungssystem für Streckenzüge orientieren kann.

DGNB Stadtquartier

Für die Analyse bestehender Bewertungssysteme kann jedoch bereits die Systemvariante Stadtquartier der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen als nationales System genannt werden, in welchem Streckenzüge vorkommen können.

Da der Aufbau bei DGNB-Systemen äquivalent zu dem BNB-System ist, wird auf eine Erklärung an dieser Stelle verzichtet.

Zu erwähnen ist jedoch, dass bei der ökologischen Qualität Kriterien wie Biodiversität (inkl. heimische Tierarten, Biotopflächenfaktor, Vernetzung von Biotopen, Vermeidung invasiver Pflanzenarten), Stadtklima sowie weitere ökologische Kriterien bewertet werden.

Ökonomische Kriterien sind eine Lebenszykluskostenanalyse sowie die fiskalische Wirkung auf die Kommunen, Resilienz und Wandlungsfähigkeit, Flächeneffizienz und Wertstabilität.

Soziokulturell werden nur Kriterien berücksichtigt, die auf Infrastrukturen anwendbar sind, wie beispielsweise Windverhältnisse in Fußgängerbereichen, Lärm-, Luft- und Lichtverschmutzung sowie die soziale und erwerbswirtschaftliche Infrastruktur.

Bezüglich des Planungsprozesses fließen Integrale Planungen, Partizipation in Form von Öffentlichkeitsbeteiligungen, Projektmanagement und -führung sowie Monitoring als zu bewertende Kriterien mit ein.

Technische Vorgaben werden hinsichtlich der Energieinfrastruktur, Abfallvermeidung, Smart Infrastructure sowie Mobilität für motorisierten und nicht-motorisierten Verkehr berücksichtigt.

Trotz des unterschiedlichen Betrachtungsrahmens dieser Systemvariante der DGNB können einige der genannten Kriterien für die Integration in das zu entwickelnde Bewertungssystem in Erwägung gezogen werden, da sie für Streckenzüge und insbesondere den Variantenvergleich eine Relevanz für die nachhaltige Entwicklung bedeuten. Darunter ist vorstellbar, dass insbesondere für die frühen Planungsphasen der Linienbestimmung die potenziellen Lärm-, Luft- und Lichtemissionen als sozio-kulturelle Kriterien berücksichtigt werden können. Als ökologische Kriterien ist es weiterhin möglich zu erwägen, biodiverse Teilkriterien wie beispielsweise die mögliche Vernetzung von Biotopen in das zu entwickelnde Bewertungssystem zu integrieren.

3.2.2 Internationale Systeme

International existieren bereits einige Nachhaltigkeitsbewertungssysteme für Infrastrukturbauwerke. Die einzelnen Systeme haben z. T. deutliche Unterschiede. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) ist ein US-amerikanisches System

für Hochbau. Die Systemvariante LEED Neighborhood Development bewertet die Entwicklung eines gesamten Stadtteils. Die Nachhaltigkeitsindikatoren für Straßeninfrastrukturprojekte (NISTRA) aus der Schweiz sowie die US-amerikanischen Bewertungssysteme Greenroads und Envision sind speziell auf die Bewertung von Infrastrukturbauwerken ausgelegt. Das britische Bewertungssystem Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme (CEEQUAL) hingegen, kann sowohl auf private als auch auf öffentliche Bauwerke, Infrastrukturen sowie auf Projekte im Landschaftsbau angewandt werden.

Im folgenden Kapitel werden die genannten internationalen Bewertungssysteme vorgestellt. Dabei wird besonderer Wert auf die verwendete Methodik und Bezüge zu Linienentwurf und Trassierung sowie Infrastruktur im Allgemeinen gelegt. Da sich die Systeme in ihren Strukturen deutlich unterscheiden, werden die Anforderungen der Kriterien extrahiert und zur besseren Vergleichbarkeit in Anlehnung an die deutschen Systeme den Kategorien ökologische, ökonomische, soziokulturelle, technische, prozessqualitative oder standortqualitative Anforderungen zugeordnet sowie überprüft, ob die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abgedeckt werden. Es werden zudem nur Kriterien näher aufgeführt, die für die Linienbestimmung als relevant identifiziert wurden.

LEED v4 Neighborhood Development [24]

Das international verwendete LEED System wird vom U.S. Green Building Council seit 1998 für die Nachhaltigkeitszertifizierung entwickelt und beinhaltet verschiedene Systemvarianten. Die Bewertung erfolgt anhand eines umfassenden Kriterienkatalogs zu verschiedenen Bereichen. Die Kriterien werden anhand einer punktebasierten Nutzwertanalyse bewertet. Abhängig von der erreichten Gesamtpunktzahl, die aus der Summe der durch die Kriterien erreichten Punkte ermittelt wird, wird das Projekt unterschiedlichen Zertifikatsstufen zugeordnet. In der aktuellen Version v4 von 2013 liegt die Mindestpunktzahl für eine Zertifizierung bei 40 von 110 Punkten [25]. Zusätzlich müssen Mindestanforderungen aus verschiedenen Bereichen, sogenannte Prerequisite, erfüllt werden. Aufgrund der einfachen Addition aller Kriterien, kann ein Projekt zertifiziert werden, obwohl es kaum Anforderungen in bestimmten Bereichen erfüllt. Damit ist die Gleichwertigkeit der drei Säulen der Nachhaltigkeit nicht in jedem Fall gegeben.

In der Systemvariante Neighborhood Development werden Stadtquartiere bewertet. Sowohl Projekte in der Planung, als auch bestehende Quartiere können zertifiziert werden. Eine Voraussetzung ist, dass die im Quartier bestehenden Gebäude nach den passenden Systemvarianten für Gebäude zertifiziert werden müssen. Bewertet werden Kriterien aus den Bereichen „Standort und Anbindung“, „Quartiergestaltung und Design“, „Nachhaltige Infrastruktur und Gebäude“, „Innovation“ sowie „Regionale Bedeutung“. Innerhalb dieser Kriterien werden Anforderungen an Teilaspekte der genannten Bereiche gestellt. Dabei ist die erhaltene Punktzahl in vielen Fällen davon abhängig, auf welche Art der Nachweis erbracht wird. Je nach Anforderung kann es sich dabei um ein zu erstellendes Konzept, eine Berechnung oder Simulation sowie eine Dokumentation der benötigten Daten oder der Ausführung handeln. In den vorgenannten Bereichen wurden einige einzelne Kriterien identifiziert, die gegebenenfalls für die Entwicklung von Bewertungskriterien zum Linienentwurf herangezogen werden können, auch wenn sich die meisten Kriterien auf quartierspezifische Anforderungen wie z. B. bezahlbarer Wohnraum oder verfügbare öffentliche Plätze beziehen. Sie werden im Folgenden genannt:

Innerhalb der Prerequisite werden verschiedene Anforderungen an die Überprüfung der zu erwartenden Umweltwirkungen gestellt, die bereits in den Schutzgütern einer UVS betrachtet werden.

Zusammenfassend können aus den Kriterien als ggf. für die Bewertung eines Streckenzugs relevante ökologische Vorgaben Schutz und Wiederherstellung des umliegenden Gebiets, Lebensräumen und Gewässern genannt werden. Außerdem wird bewertet, welcher Nutzung die verwendeten Flächen vorher unterlagen, wie sich das Projekt auf das Mikroklima auswirkt und wie mit den Bereichen Energie, Wasser, Boden, Luft, Abfall/Altlasten und Licht umgegangen wird sowie welche Materialien verwendet werden.

Als ökonomische und eventuell aufgreifbare Vorgabe kann nur der Erhalt von besonders wertvollem Ackerland identifiziert werden.

Unter soziokulturellen Gesichtspunkten zusammenfassend eingeordnet werden kann die Bewertung von Verbindungen zu vorhandenen Gemeinden, dem Schutz von Kulturgütern und -landschaften sowie dem Einbezug von nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmern und dem öffentlichen Personenverkehr. Während die Verbindung zu Gemeinden

bereits in der Bedarfsplanung bewertet wird, können der Schutz von Kulturgütern und -landschaften für Bundesfernstraßen im Allgemeinen sowie der Einbezug aller Verkehrsteilnehmer vor allem für Bundesstraßen relevant sein.

Als für den Planungsprozess relevant können die Anforderungen an die Kooperation mit Umweltexperten und akkreditierten „LEED Professionals“ sowie die frühzeitige und umfassende Partizipation der Nutzer angesehen werden.

Technische Anforderungen werden nicht gestellt.

Unter standort-qualitative Vorgaben für Infrastrukturen können zusammenfassend der Anschluss an bestehende Infrastruktur, die Hochwassergefahr und getroffene Gegenmaßnahmen sowie die bisherige Nutzung des Standorts gesehen werden [24].

Damit bietet das Bewertungssystem LEED Neighborhood Development einige Kriterien, die gegebenenfalls zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Linienentwürfen dienen können, wobei vor allem die identifizierten ökologischen Anforderungen bereits innerhalb der UVS betrachtet werden.

NISTRA [26]

Das NISTRA-System des Bundesamts für Straßenwesen der Schweiz wird seit 2001 entwickelt und soll als Entscheidungshilfe im Planungsprozess von größeren National- und Hauptstraßen unter der Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele dienen. Es ist im Zuge einer Zweckmäßigkeit beurteilung verpflichtend anzuwenden. NISTRA erweitert dabei eine Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) und wurde als eigenständiges, zusätzliches Instrument konzipiert und ersetzt keine bereits bestehenden Instrumente.

Indikatoren, die monetarisiert werden können, werden der KNA zugeordnet. Können Indikatoren aus den Bereichen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt (GWUP-Indikatoren) nicht monetarisiert, dafür aber quantifiziert werden, werden sie anhand einer Nutzwertanalyse bewertet. Anders als z. B. innerhalb des LEED Systems können die einzelnen Indikatoren dabei auch mit einer negativen Punktzahl bewertet werden. Indikatoren, die weder monetarisiert noch quantifiziert werden können, werden durch Beschreibung beurteilt und den deskriptiven Indikatoren (DES-Indikatoren) zugeordnet. Das System soll als Entscheidungshilfe im politischen Abwägungsprozess dienen und die Interessenskonflikte zwischen den verschiedenen Indikatoren sichtbar machen. Daher werden die KNA-, GWUP- und

DES-Indikatoren unabhängig voneinander betrachtet und nicht miteinander verglichen. Es wird keine endgültige Gesamtbewertung erstellt, da dies zu einer indirekten Monetarisierung aller Indikatoren führen würde. Unter anderem aus diesem Grund wird auch auf eine Anwendung einer Nutzwertanalyse für alle Indikatoren verzichtet. Stattdessen werden die Bewertungen der KNA-, GWUP- und DES-Indikatoren jeweils übersichtlich zusammengefasst. Außerdem soll die getrennte Darstellung eine hohe Transparenz und Nachvollziehbarkeit sicherstellen. Die Struktur des Systems ist in Bild 7 dargestellt.

Als übergeordnete ökologische Ziele können die Senkung von Umweltbelastungen und die Schonung von Ressourcen genannt werden. Ersteres wird unter anderem durch Indikatoren bezüglich Lärm, Luftschadstoffen, Bodenversiegelung und Zerschneidung bewertet, während bei der Ressourcenschonung hauptsächlich auf den Energieverbrauch während des Betriebs und den Verbrauch von Rundkies eingegangen wird. Für die frühe Planungsphase des Variantenvergleiches kann aus ökologischen Gesichtspunkten der Zerschneidungseffekt interessant sein.

Unter ökonomischen Gesichtspunkten werden Finanzierungs-, Land-, Bau-, Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie die Auswirkungen auf den öffentlichen Personennahverkehr und die Einnahmen aus Steuern, der Nettonutzen Mehrverkehr und Auswirkungen aus Reisezeitverbesserungen betrachtet. Die einwohnergewichtete Fahrtdauer zwischen Zentren, der Einbezug nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer, die Verbesserung der Raum- und Lebensqualität in urbanen Räumen sowie die Vor- und Nachteile aus der verbesserten Erschließung können als Indikatoren für eine sozio-kulturelle Bewertung gesehen werden. Gerade in der Phase des Variantenvergleiches sind die Kriterien interessant, die eine zeitliche Komponente enthalten (vgl. Reisezeitverbesserung, Fahrtdauer zwischen Zentren), da während der Linienbestimmung die zeitliche Komponente infolge der Streckenauswahl maßgeblich beeinflusst werden kann.

Als Anforderungen an den Planungsprozess werden eine möglichst angemessene Realisierungszeit sowie die Möglichkeit der Etappierung bewertet, wie viele Anstrengungen für die Partizipation der Bevölkerung unternommen werden und wie umfassend eine Abstimmung mit der Siedlungsplanung stattfindet. Vorgaben aus technischen Gesichtspunkten werden im NISTRA System nicht abge-

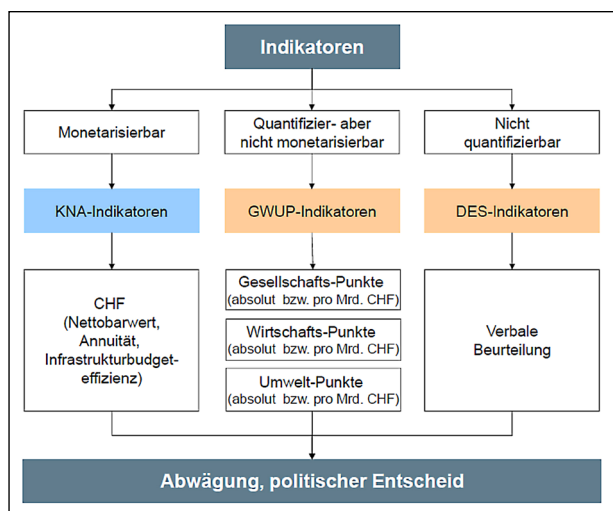


Bild 7: Systematischer Aufbau NISTRA [26]

fragt. Dagegen wird im Kriterium „bautechnisches Risiko“ eine qualitative Beschreibung z. B. der Geologie und vorliegender Naturgefahren gefordert, was standortqualitativen Anforderungen zugeordnet werden kann.

Der Betrachtungsrahmen des NISTRA-Systems konzentriert sich sehr stark auf die Lebenszyklusphase der Nutzung. Errichtung und End-of-Life werden weitestgehend ausgeblendet. So werden z. B. Umweltwirkungen nur aus dem Verkehr, jedoch nicht aus dem Bauprozess und den Baumaterialien bewertet. Die Anwendung des NISTRA-Systems liegt zu einem sehr frühen Zeitpunkt in der Entscheidungsfindung. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit werden mit dem NISTRA-System abgebildet und die Nachvollziehbarkeit der Bewertung ist sehr hoch. Dabei liegen im Gegensatz zum LEED-System umfassende Anforderungen an die ökonomische Qualität vor, während z. B. weniger Anforderungen an die Materialien oder den Bauprozess gestellt werden.

Greenroads [27]

Bei Greenroads Version 2 handelt es sich um ein seit 2010 von der U.S.-amerikanischen Greenroads Foundation entwickeltes System, um die Nachhaltigkeit verschiedener Infrastrukturprojekte zu verbessern und zu bewerten. Die Bewertung basiert auf einer Nutzwertanalyse. Die Anzahl der erreichten Punkte wird in Relation zu einem definierten Referenzwert vergeben. Bei zwölf der Kriterien handelt es sich um Projektvoraussetzungen, die erfüllt werden müssen und daher nicht mit Punkten bewertet werden. Weitere 45 Kriterien sind in die fünf Hauptgruppen


- Umwelt und Wasser (26 %),
- Bauablauf (18 %),
- Materialien und Design (21 %),
- Versorgung und Steuerung (17 %) sowie
- Zugänglichkeit und Lebensqualität (18 %)

aufgeteilt. Die prozentualen Angaben geben die relativen Gewichtungen der Hauptgruppen an. Außerdem liegen vier zusätzliche Kriterien, die vorhandene Kreativität und Bemühungen im Projekt positiv bewerten, vor. Voraussetzung für eine Zertifizierung ist das Erreichen von 40 von 115 Punkten. Ab 80 Punkten wird das Projekt mit der höchsten Zertifizierungsstufe (Evergreen) ausgezeichnet.

Bei den zwölf Projektvoraussetzungen handelt es sich um zu erbringende Nachweise grundlegender Aspekte der Nachhaltigkeit. Die folgenden fünf Nachweise können dabei ökologischen Anforderungen zugeordnet werden: Die ökologische Wirkungsanalyse über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Erstellung eines Energie- und CO₂-Fußabdrucks (Ecological Impact Analysis), eine Studie zur Versickerungsfähigkeit (Low Impact Development), ein Konzept zur Vermeidung von Umweltverschmutzung (Pollution Prevention Plan) sowie ein Abfallwirtschaftskonzept für Herstellung und Rückbau (Construction and Demolition Waste Management Plan).

Als ökonomische Projektvoraussetzungen können die folgenden zwei Nachweise angesehen werden, Lebenszykluskostenanalyse (Lifecycle Cost Analysis) und ein umfassendes fortlaufendes Asset-Management (Asset Management Programm/System), während den sozio-kulturellen Anforderungen die folgenden zwei Nachweise zugeordnet werden können: „Analyse der sozialen und gemeinschaftlichen Auswirkungen des Projekts während des gesamten Lebenszyklus (Social Impact Analyse)“ und ein Konzept zur Vermeidung von akustischen und optischen Störungen durch den Bauprozess (Construction Impact Mitigation Plan). Die Nachweise zur Förderung der aktiven Beteiligung von Interessengruppen aus der Gemeinde, der Behörde und der Wirtschaft an der Entscheidungsfindung im Projekt, zur Qualitätskontrolle und zur Auswirkung des Projekts auf öffentliche und private Versorgungsunternehmen können den Anforderungen an den Planungsprozess zugeordnet werden.

Daneben fallen die Kriterien aus den Hauptgruppen Energie und Wasser sowie Material und Design un-



Rating System at a Glance

| Category Name | Credits | Points |
|------------------------------|---------|--------|
| Project Requirements (PR) | 12 | 0 |
| Environment & Water (EW) | 10 | 30 |
| Construction Activities (CA) | 11 | 20 |
| Materials & Design (MD) | 6 | 24 |
| Utilities & Controls (UC) | 8 | 20 |
| Access & Livability (AL) | 10 | 21 |
| Creativity & Effort (CE) | 4 | 15 |
| Total Main Categories | 57 | 115 |
| Total w/ CE | 61 | 130 |

| Certification Thresholds | PRs | Points |
|--------------------------|--------|--------|
| Bronze | All 12 | 40 |
| Silver | All 12 | 50 |
| Gold | All 12 | 60 |
| Evergreen | All 12 | 80 |

Bild 8: Das Greenroads Bewertungssystem auf einen Blick [27]

ter ökologische Gesichtspunkte. Darin werden zum einen Umweltwirkungen des Vorhabens auf die direkte Umgebung bzw. Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen und zum anderen Materialanforderungen wie Schadstofffreiheit und Langlebigkeit bewertet. Die Kriterien der Hauptgruppe Zugänglichkeit und Lebensqualität können zu soziokulturellen Vorgaben gezählt werden und betrachten die Sicherheit der Infrastruktur, mögliche Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit, Zugänglichkeit und Anbindung sowie Auswirkungen auf die soziale Gerechtigkeit, Kulturgüter und die Ästhetik der Landschaft. Während die Kriterien der Hauptgruppe Bauablauf der Ausführungsplanung zugeordnet werden können, sind sie für die Bewertung von Linienentwürfen nicht relevant. Dagegen beinhaltet die Hauptgruppe Versorgung und Steuerung sowohl soziokulturelle, ökologische als auch technische Anforderungen, die v. a. dazu dienen sollen, die Verwendung von alternativen Systemen und Technologien zu fördern, die energieeffizienter sind, Benutzererfahrung und -verhalten verbessern sowie Lebensdauer, Betriebskosten und Umweltbelastung senken. Darunter fallen z. B. der Ausbau

der Infrastruktur für Elektrofahrzeuge, Nutzung alternativer Energien und die Modernisierung von Versorgungsanlagen. Kriterien, die eindeutig standortqualitativen Gesichtspunkten zugeordnet werden können, sind allerdings nicht enthalten.

Mit Greenroads steht ein umfassendes Bewertungssystem für Infrastrukturbauwerke zur Verfügung. Durch die Flexibilität der bearbeiteten Kriterien kann eine breitere und leichtere Anwendbarkeit des Zertifizierungssystems hergestellt werden, allerdings ist es so auch möglich, ein Projekt erfolgreich zu zertifizieren ohne einen Mindestwert im Sinne der Nachhaltigkeit zu erreichen.

Envision [28]

Das Envision Orientierungshandbuch wird vom U.S.-amerikanischen Institut für nachhaltige Infrastruktur aller Art entwickelt und soll die Planung und Überwachung von Infrastrukturprojekten unter Nachhaltigkeitsaspekten in allen Projektphasen und zu jedem Zeitpunkt ermöglichen sowie vorwiegend als Entscheidungshilfe dienen. Das System kann kostenfrei als Planungshilfe angewendet werden, dann erfolgt allerdings nur eine grobe Prüfung und es wird kein Zertifikat vergeben. Es besteht aus 60 Kriterien, die den Gruppen

- Lebensqualität,
- Planung/Organisation,
- Ressourcenallokation,
- Natur sowie
- Klima und Risiko

zugeordnet werden und entsprechend Einzelaspekte der Gruppen bewerten. Je nachdem wie umfassend die jeweiligen Aspekte berücksichtigt bzw. erfüllt werden, erfolgt eine abgestufte Bewertung. Die niedrigste Stufe, die Stufe „verbessert“, wird erreicht, sobald das Projekt Anforderungen, die über den Standard hinausgehen, erfüllt, während die höchste Stufe, die Stufe „restaurativ“, erreicht wird, sobald das Projekt ökologische oder soziale Systeme wiederherstellt. Daher steht diese Stufe nicht in allen Kriterien zur Verfügung. Dazwischen können die Stufen „gehoben“, „überragend“ und „erhaltend“ erreicht werden. Innerhalb der Kriterien werden die unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Stufen beschrieben und anhand pro Stufe erweiterter Checklisten bewertet. Außerdem können in jeder Gruppe zusätzliche Punkte für innovative Leistungen verdient werden. Den Bewertungsstufen wiederum sind je nach Relevanz des Kriteriums

Punkte zugeordnet. Die Gesamtbewertung erfolgt anhand des Erfüllungsgrad der Summe aller Kriterien. Bei einem Erfüllungsgrad von 20 % wird das Vorhaben mit Bronze ausgezeichnet, bei 30 % mit Silber, bei 40 % mit Gold und bei 50 % mit Platin.

Die Kriterien der Gruppen Ressourcenallokation, Natur sowie Klima und Risiko können größtenteils als ökologische Aspekte identifiziert werden. Darunter fallen zusammenfassend die Bewertung des Regenwassermanagements, der Reduzierung der Auswirkungen von Pestiziden und Düngemitteln und anderen Kontaminationen, des Gewässer- und Bodenschutzes und des Schutzes der Artenvielfalt, der Lebensräume sowie die Kontrolle von invasiven Arten. Außerdem wird die Reduzierung von Treibhausgasemissionen, Luftschadstoffen und Hitzeinseln bewertet sowie Anforderungen an die Einschätzung und Vermeidung von Gefahren und Schwachstellen sowie an die langfristige Anpassungsfähigkeit gestellt. Darüber hinaus wird der Energieverbrauch, die Nutzung erneuerbarer Energien, Beschaffung und Ursprung der Materialien, der Umgang mit Abfall sowie der Wasserverbrauch bewertet.

Ökonomische Randbedingungen werden durch Envision nicht gestellt.

Die Kriterien der Gruppe Lebensqualität können vollständig den sozio-kulturellen Aspekten zugeordnet werden. Hier werden zusammenfassend zum einen die Verbesserung und die Vorteile durch die Infrastruktur bewertet und zum anderen der Schutz bzw. die Minimierung der negativen Auswirkungen. Dabei zählen die Verbesserung der Lebensqualität, des öffentlichen Raums, der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit, der Mobilität, der Zugänglichkeit sowie der Einbezug alternativer Transportmittel und die Erzielung von nachhaltiger Entwicklung zu den positiv bewerteten Auswirkungen. Dagegen stehen Anforderungen an die Minimierung von Lärm, Erschütterungen und Lichtemissionen in die umliegenden Bereiche sowie die Bewahrung historischer und kultureller Ressourcen, erstklassigen Ackerlands und des lokalen Charakters.

Als Anforderungen an den Planungsprozess werden zusammenfassend eine effektive Projektsteuerung, die Einrichtung eines Nachhaltigkeitsmanagements, Förderung von Teamarbeit, umfassende Beteiligung der Interessensgruppen, Berücksichtigung der Infrastrukturintegration, die Planung einer langfristigen Überwachung und Wartung sowie die Verlängerung der Nutzungsdauer bewertet.

Technische Anforderungen an die Infrastrukturprojekte werden nicht gestellt.

Als standortqualitative Randbedingungen können ggf. die Vermeidung von ungünstiger Geologie, steilen Hängen und Überflutungsgefahr sowie Anforderungen an die Einschätzung und Vermeidung von Klimabedrohungen gesehen werden.

Das Envision Bewertungssystem betrachtet die Bereiche Ökologie, Planung und Soziales umfassend, während keine ökonomischen oder technischen Anforderungen gestellt werden. Dadurch sind nicht alle Säulen der Nachhaltigkeit gleichermaßen berücksichtigt.

CEEQUAL [29]

Bei CEEQUAL handelt es sich um ein seit 2003 vom Building Research Establishment (BRE) aus Großbritannien entwickeltes System zur Bewertung der Nachhaltigkeit von privaten und öffentlichen Bauwerken, Infrastrukturen und Landschaftsbauwerken und gilt somit zu den Vorreitern der nachhaltigen Bewertungssysteme für Infrastrukturbauwerke. Es basiert auf den drei Säulen der Nachhaltigkeit und bietet unterschiedliche Auszeichnungsmöglichkeiten, abhängig von Projektphasen und welche Mitglieder der Projektteams einbezogen werden. Dabei gibt es zwei verschiedene Programme: Für Projekte und für Laufzeitverträge. Innerhalb dieser Programme gibt es sechs Auszeichnungsarten, die auch gleichzeitig die Bewertungszeitpunkte festlegen: Vorzertifikat und Zertifikat, als begleitendes Verfahren planungs- und baubegleitend, in dem alle Akteure eingebunden werden, weitere Möglichkeiten bieten akteursabhängige Zertifizierungsmöglichkeiten: Den Kunden- und Planerpreis, den Planerpreis, den Planer- und Konstruktionspreis sowie den Konstruktionspreis.

Die erreichbaren Levels werden unterteilt in

- > 25 % - bestanden
- > 40 % - gut
- > 60 % - sehr gut
- > 75 % - exzellent

Das System besteht aus einem für alle Projektarten anwendbaren Kriterienkatalog aus den Bereichen:

- Projekt-/Laufzeitvertragsplanung,
- Projekt-/Laufzeitvertragsmanagement,
- Menschen und Gemeinschaften,

- Landnutzung und Landschaft,
- Historische Umgebung,
- Ökologie und Biodiversität,
- Wasser (Süß- und Meerwasser),
- Ressourcennutzung und -management,
- Transport.

Die Bewertung erfolgt anhand der Kriterien, die für das jeweilige Projekt relevant sind. Innerhalb der Kriterien werden Anforderungen beschrieben und festgelegt, welche Nachweise zu erbringen sind. Dabei erfolgt die Bewertung anhand von Checklisten. Werden die Anforderungen berücksichtigt, erhält das Kriterium eine vorgegebene Punktzahl. Die Höhe der Punkte richtet sich dabei nach der Relevanz des Kriteriums. Die Gesamtbewertung erfolgt wie oben beschrieben anhand des Gesamterfüllungsgrad. Aus den Kriterien können die ökologischen Anforderungen an den Flächenverbrauch und die vorherige Flächennutzung, an den Umgang und die Beeinflussung mit und von Wasser, den Schutz von Lebensräumen, Biodiversität, Flora & Fauna und vor Luft-, Licht- und Landverschmutzung den ökologischen Aspekten zugeordnet werden. Außerdem werden eine Ökobilanzierung, ein Energie- und ein Abfallkonzept gefordert.

Ökonomische Rahmenbedingungen sind jedoch nicht enthalten. Als sozio-kulturelle Anforderungen konnten die Bewertung der Einfügung in umliegendes Gebiet, der Schutz von historischen Landschaften und Gebäuden inkl. Erstellung eines Landschaftskonzepts, des Lärmschutzes und Schutzes vor Erschütterungen sowie der Schutz des Wohlbefindens und der Gesundheit des Menschen vor allem während der Nutzung, z. B. durch ausreichende Sicherheit, identifiziert werden.

Besonders umfangreiche Anforderungen werden durch das CEEQUAL-System an den Planungsprozess gestellt. Hier kann unter anderem der Nachweis, dass das Projektteam Aspekte der nachhaltigen Entwicklung in allen Phasen, auch während der Variantenüberprüfung und Bauausführung berücksichtigt, dass es einen Projektverantwortlichen für Umwelt sowie Umweltexperten im Planungsteam gibt und dass die Projektbeteiligten zu Sozial- und Umweltaspekten trainiert und informiert werden sowie, dass Erfahrung in der Vergabe berücksichtigt wurde, genannt werden. Außerdem wird die Identifizierung und Verwaltung von Umweltaspekten und -gefahren inkl. der Ermittlung und regelmäßiger

Überprüfung geeigneter Verfahren sowie, ob entsprechende Ergebnisse erzielt werden konnten, bewertet. Darüber hinaus wird eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung und Zusammenarbeit mit lokal Betroffenen positiv bewertet.

Technische Anforderungen sind Dauerhaftigkeit, Instandhaltungsfreundlichkeit und Rückbaubarkeit. Die Durchführung einer Standortuntersuchung sowie die Überprüfung der Hochwassergefahr und Ausführung geeigneter Hochwasserschutzmaßnahmen können als standortqualitative Anforderungen betrachtet werden.

Das CEEQUAL-System kann an den jeweiligen Projekttyp angepasst werden und ist breit anwendbar. Da keine ökonomischen Anforderungen gestellt werden, werden nicht alle Säulen der Nachhaltigkeit beim Zertifizierungsprozess gleichermaßen berücksichtigt. Dafür liegen umfangreiche Anforderungen an den Planungsprozess und das Projektteam vor, durch die die gesamte Planung und Ausführung des Projekts unter Nachhaltigkeitsaspekten erfolgt.

Infrastructure Sustainability Scorecard

Bei der Infrastructure Sustainability Scorecard handelt es sich um ein seit 2007 vom australischen Rat für nachhaltige Infrastruktur entwickeltes System zur Bewertung von Infrastrukturen aller Art unter Nachhaltigkeitsaspekten. Dabei können sowohl Verkehrsinfrastrukturprojekte, als auch Wasserver- und -entsorgung, Energieversorgung und Kommunikationsinfrastruktur bewertet werden. Es besteht aus 51 Kriterien, die einer der folgenden 15 Kategorien aus sechs übergeordneten Themen zugeordnet werden:

- Management und Governance
 - Management System
 - Beschaffung & Einkauf
 - Anpassung an den Klimawandel
- Ressourcenverbrauch
 - Energie und Kohlenstoff
 - Wasser
 - Materialien
- Emissionen, Umweltverschmutzung und Abfall
 - Ableitungen zu Luft, Land und Wasser
 - Boden
 - Abfall

- Ökologie
 - Ökologie
- Menschen und Ort
 - Gemeinschaft, Gesundheit, Wohlbefinden und Sicherheit
 - Erbe
 - Beteiligung von Interessengruppen
 - Stadt- und Landschaftsgestaltung
- Innovation
 - Innovation

Entsprechend der Erfüllung über alle Kriterien hinweg können bis zu 100 Punkte erreicht werden, ab 25 Punkten wird das Projekt mit gut, ab 50 mit exzellent und ab 75 mit herausragend zertifiziert. Die Zertifikate gelten für die jeweilige Projektphase, so bestehen drei mögliche Zeitpunkte der Bewertung: Planungsphase, Bauausführung sowie die Möglichkeit einer Betriebszertifizierung, die alle fünf Jahre aktualisiert werden muss. Eine Zertifizierung in der Planungsphase wird als vorläufige Zertifizierung behandelt, die ihre Vollständigkeit mit Abschluss der Bauphase erreicht. Die Vorplanungsphase liegt bei diesem System außerhalb des Betrachtungsrahmens. Das System kann darüber hinaus auch kostenfrei, jedoch ohne Zertifizierung, als Planungshilfe angewendet werden.

Als ökologische Aspekte konnte die nachhaltige Beschaffung von Materialien inkl. Überwachung der Lieferanten, die nachhaltige Materialauswahl, die Erstellung eines Konzepts und Umsetzung von Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie zum Abfallmanagement, die Reduktion des Wasserverbrauchs und Nutzung von Nicht-Trinkwasserquellen sowie die Beachtung von Boden- und Naturschutz ermittelt werden. Darüber hinaus gelten die Anforderungen, Beeinträchtigungen durch gefährliche Stoffe, Lärm, Erschütterungen, Luftemissionen und Lichtverschmutzung sowie Veränderten Wasserabfluss zu minimieren.

Im System sind dagegen keine ökonomischen Aspekte enthalten, jedoch werden ökonomische Gesichtspunkte in einigen Kriterien des Planungsprozesses einbezogen.

Als soziokulturelle Vorgabe wird die Erstellung eines Belastbarkeitsplans zur Naturgefahrenrisikobewertung und Gefahren direkter und indirekter Art betrachtet.

Dazu kommt eine Reihe an Randbedingungen an den Planungsprozess. Darunter fallen die Verpflichtung des Planungsteams zur Minimierung von negativen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen, die regelmäßige Einschätzung von ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Risiken, die Erstellung eines jährlichen Nachhaltigkeitsberichts, die Durchführung von Alternativbetrachtungen, die Partizipation aller Beteiligten sowie eine projektweite Kompetenzanalyse. Darüber hinaus wird gefordert, dass ein Hauptverantwortlicher im Planungsteam akkreditierter Experte für Nachhaltigkeitsberatung ist.

Damit liefert die australische Infrastructure Sustainability Scorecard einen Fragenkatalog zur Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturbauwerken aller Art, der einen besonderen Fokus auf ökologische und planerische Gesichtspunkte legt.

3.3 Stand der nationalen Forschung

Im Rahmen der Adaption der Nachhaltigkeitsbewertung aus dem Hochbau auf die Anwendung im Bereich der Infrastruktur wurden bereits in vorhergehenden Forschungsprojekten ein Gesamtkonzept entwickelt und Teilsysteme für die Bewertung einzelner Infrastrukturbauwerke wie Brücken, Tunnel und die freie Strecke ausgestaltet. Ausgangspunkt dieser Forschungsprojekte war die Orientierung an dem bestehenden Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen (BNB), das für den Hochbau konzipiert wurde. Eine Auswahl der Ergebnisse wird in den folgenden Unterkapiteln vorgestellt.

Diese Forschungsprojekte werden auf Informationen und Erkenntnisse zum ersten Modul des Linieneurwurfs der Trassenplanung eines Streckenzuges überprüft und im folgenden Text dargelegt.

3.3.1 „Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur“ [1]

Dieses Forschungsprojekt beinhaltet die Konzeption eines Gesamtsystems zur ganzheitlichen und einheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung für Straßeninfrastrukturen inklusive aller Randbedingungen und Anwendungsgrenzen. Das in Bild 9 vorgestellte Lebenszyklusmodell des Systems definiert die Anwendungsgrenzen und Einsatzzeitpunkte zwischen den verschiedenen Modulen und zeigt in erster Linie,

dass es möglich ist, das Bewertungssystem sinnvoll in den Planungsablauf zu integrieren.

Das entwickelte System unterteilt in die folgenden Bewertungsobjekte: Freie Strecke, Streckenabschnitte mit Knotenpunkten, Brücken und Tunnel.

Modul 1 bildet hierbei den ersten Bewertungszeitpunkt in frühen Planungsphasen des Linienentwurfs/Trassenplanung und liegt damit auf der höchsten Planungsebene der Vorplanung (Lph 2). Dieses Leistungsbild wird auch als Projekt- und Planungsvorbereitung bezeichnet und hat zum Ziel während eines mehrstufigen Prozesses die Trassenführung festzulegen sowie die Folgen des Projekts abzuschätzen. Die Bewertung von Modul 1 umfasst folglich alle für die Planung sinnvollen Varianten und mit der Linienbestimmung auch die weitreichenden nachhaltigkeitsrelevanten Entscheidungen. Es gilt in dem hiesigen Forschungsvorhaben die Zweckmäßigkeit des Streckenzugs, die Wirtschaftlichkeit, die Auswirkungen auf die lokale Umwelt, Verkehrlenkungseffekte sowie die Massenbilanz des Erdaushubs und weiteres zu bedenken. Die ohnehin in dieser Phase zusammengetragenen Informationen werden auf ihre Eignung zur Nachhaltigkeitsbewertung in diesem Forschungsvorhaben geprüft.

In Modul 2 (siehe Bild 9) werden in der Entwurfsplanung vor der Planfeststellung die Streckenabschnitt

te und Knotenpunkte der Vorzugsvariante bewertet, wenn die Planungsebene sich vom Linienentwurf zum Straßenentwurf verschiebt. Im Rahmen der Entwurfsplanung werden bereits viele Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit berücksichtigt, da in dieser Planungsphase Nachweise aus der Vorplanung konkret für die Vorzugsvariante erneut erbracht (Verkehrssicherheit, Qualität des Verkehrsablaufes etc.) oder gar vertieft (LBP im Rahmen der UVP, Kostenberechnung etc.) werden müssen. In Modul 3 wird nach der Planfeststellung die Ausführungsplanung der Ingenieurbauwerke (Brücken und Tunnel) bewertet. Modul 4 kommt bei Ausschreibung und Vergabe zum Einsatz, dabei sind Modul 4a für die Vergabe von Straßenplanungsleistungen, Modul 4b für Tragwerksplanungsleistungen und Modul 4c für Bauleistungen vorgesehen. Die Zeitpunkte für das Modul 4 sind sehr unterschiedlich, so können beispielsweise Aspekte von Modul 4a (Vergabe von Planungsleistungen) für die Bewertung der Prozessqualität innerhalb des vorliegenden Forschungsvorhabens genutzt werden. Zusätzlich werden im Konzept zwei Module für die späteren Lebenszyklusphasen vorgesehen. Mit dem Kontrollmodul K soll aufbauend auf den Ergebnissen der Bauüberwachung nach Baufertigstellung überprüft werden, ob die in Modul 2 und 3 gesetzten Planungsziele tatsächlich erreicht wurden. Das Monitoringmodul M soll während der Nutzungsphase an-

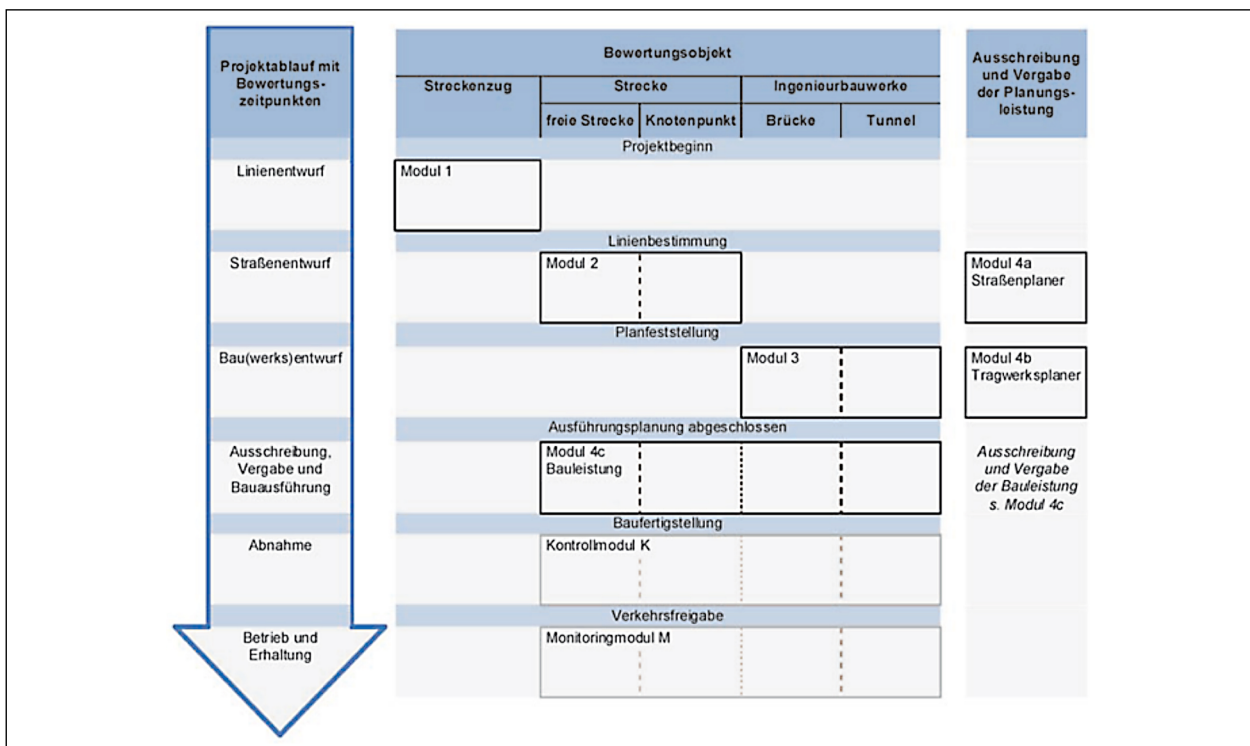


Bild 9: Modularer Aufbau der Nachhaltigkeitsbewertung für Infrastruktur [1]

gewendet werden. Hier könnte zum einen überprüft werden, ob die Planungsziele des Betriebs erreicht werden, zum anderen könnte ein Benchmarking des Bestands vorgenommen werden.⁶

⁶ Die Erklärungen zum Monitoringmodul M sind im Konjunktiv I geschrieben, da es nur als Möglichkeit geplant und bisher nicht im Detail entwickelt wurde.

| Hauptkriterien- gruppe | Modul 2 und 3 | |
|--|--|--|
| | Nr. | Titel |
| Ökologische Qualität | 1.1 | Treibhauspotenzial (GWP) |
| | 1.2 | Ozonschichtzerörungspotenzial (ODP) |
| | 1.3 | Ozonbildungspotenzial (POCP) |
| | 1.4 | Versauerungspotenzial (AP) |
| | 1.5 | Überdüngungspotenzial (EP) |
| | 1.6a | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) |
| | 1.6b | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) |
| | 1.7 | Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt |
| | 1.8a | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 1.8b | Umweltwirkungen infolge Linienführung |
| | 1.9 | Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne) |
| | 1.10 | Primärenergiebedarf erneuerbar (PEe) |
| | 1.11 | Wasserbedarf und Abwasseraufkommen |
| | 1.12 | Flächeninanspruchnahme |
| 1.13 | Abfall | |
| 1.14 | Ressourcenschonung | |
| Ökonomische Qualität | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus |
| | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 3.1a | Mensch, einschließlich Gesundheit, insbesondere Lärm |
| | 3.1b | Landschaft |
| | 3.1c | Kulturgüter und sonstige Sachgüter |
| | 3.2 | Komfort |
| | 3.3 | → in 4.4 aufgegangen |
| | 3.4 | Betriebsoptimierung |
| | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) |
| 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) | |
| 3.7 | Förderziele | |
| Technische Qualität | 4.1 | Elektrische und mechanische Einrichtungen |
| | 4.2 | Konstruktive Qualität |
| | 4.3 | → in 3.4 aufgegangen |
| | 4.4 | Verstärkung und Erweiterbarkeit, Umnutzungsfähigkeit |
| 4.5 | Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit | |
| 4.6 | Herstellbarkeit | |
| Prozessqualität | 5.1 | Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung |
| | 5.2 | Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung |
| | 5.3 | Baustelle/Bauprozess |
| | 5.4 | Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation |
| | 5.5 | Qualitätssicherung der Bauausführung |

Bild 10: Kriterienübersicht des vorhergehenden Forschungsprojekts zu Straße und Tunnel [4]

3.3.2 „Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit“ [3], [5]

Ziel dieses Forschungsprojektes war es, einen Vorschlag für ein nationales Nachhaltigkeitsbewertungssystem für neu gebaute sowie bestehende Brückenbauwerke zu entwickeln. Dies entspricht dem Kontrollmodul K für Brückenbauwerke. Grundsätzlich sollte in diesem Projekt geprüft werden, ob eine angewandelte Form des BNB-Systems aus dem Hochbau übertragbar sei. Mit einigen Abwandlungen sowie der inhaltlichen Überarbeitung konnte das System als übertragbar erkannt werden. Neben den Hauptkriterienkatalogen ökologische, ökonomische, soziokulturell-funktionale und technische Qualität konnte in diesem Forschungsprojekt zusätzlich die Hauptkriteriengruppe Prozessqualität miteinbezogen werden. Das spätere Projekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] war zweiteilig aufgebaut. Der erste Teil beinhaltete die Überarbeitung des ersten Entwurfes für ein Bewertungssystem für bereits fertiggestellte Brückenbauwerke [3] anhand der Ergebnisse einer Erprobung in der Pilotstudie (FE 15.0522/2011/FRB). Dabei wurden auch die Begrifflichkeiten und Nummerierungen der Einzelkriterien überarbeitet, die im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Entwicklung des Bewertungssystems für die Elemente freie Strecke und Tunnel ergänzt worden waren. So wurden für die ökologische Qualität die bisherigen Kriterien 1.6a – 1.10 anders zusammengefasst und neu nummeriert. Für die soziokulturelle und funktionale Qualität wurden die Kriterien 3.1 a – c als 3.1 – 3.3 neu nummeriert und in der Überschrift durch das Hinzufügen des Wortes „Schutzgut“ klarer benannt. Die Nummer 3.2 Komfort ist dadurch auf die Position 3.4 gerückt. Die vorherige Nummer 3.4 Betriebsdienstopfimerung ist in die technische Qualität integriert worden und findet als Kriterium 4.3 Instandhaltung und Betriebsdienstopfimerung Eingang. In dieser Hauptkriteriengruppe wurde zudem Kriterium 4.4 in Verstärkung und Erweiterbarkeit, Umnutzungsfähigkeit umbenannt. Ziel dieses Teils der Auswertung war eine Vergleichbarkeit von Brückenbauwerken nach Fertigstellung herbeizuführen. Möglich war dies jedoch nur nach der Unterteilung der Brücken in verschiedene Cluster entsprechend der vorgeschlagenen Größenklasse.

Im zweiten Teil galt es nachzuweisen, dass ein Vergleich unterschiedlicher Planungsvarianten für ein Brückenbauwerk zum Zeitpunkt der Vorpla-

| Hauptkriterien- gruppe | Pre-Check | |
|--|-----------|--|
| | Nr. | Kriterium |
| Ökologische Qualität | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) |
| | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) |
| | 1.3 | Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCP) |
| | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) |
| | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) |
| | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) |
| | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) |
| | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 1.9 | → keine Anwendung für Brückenbauwerke |
| | 1.10 | Primärenergiebedarf |
| | 1.11 | Abwasseraufkommen |
| | 1.12 | Flächeninanspruchnahme |
| | 1.13 | Abfall |
| | 1.14 | Ressourcenschonung |
| Ökonomische Qualität | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus |
| | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 2.3 | → keine Anwendung für Brückenbauwerke |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit |
| | 3.2 | Schutzgut Landschaft |
| | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter |
| | 3.4 | Komfort |
| | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) |
| | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) |
| | 3.7 | → keine Anwendung für Brückenbauwerke |
| Technische Qualität | 4.1 | Elektrische und mechanische Einrichtungen |
| | 4.2 | Konstruktive Qualität |
| | 4.3 | Instandhaltung und Betriebsoptimierung |
| | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit |
| | 4.5 | Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit |
| | 4.6 | → keine Anwendung im Pre-Check |
| Prozessqualität | 5.1 | Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung |
| | 5.2 | Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung |
| | 5.3 | → keine Anwendung im Pre-Check |
| | 5.4 | → keine Anwendung im Pre-Check |
| | 5.5 | → keine Anwendung im Pre-Check |

Bild 11: Kriterienübersicht zum Forschungsprojekt Pre-Check [5]

nung (Modul 3), durch die Nachhaltigkeitsbewertung möglich ist. Dabei orientiert sich der Bewertungszeitpunkt am Planungsablauf für Straßenbrücken. Für den Pre-Check wurde der Betrachtungszeitraum ans Ende der Vorplanung für Ingenieurbauwerke (HOAI-Leistungsphase 2 der Bauwerks-

planung) gelegt. Da die Planungsphasen einer Verkehrsanlage in der Regel versetzt zueinander ablaufen, befindet sich der Verkehrsweg (freie Strecke mit Knotenpunkten) dann schon im Entwurf (HOAI-Leistungsphase 3 der Verkehrsanlagenplanung). Im Detail wurden die Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt des Pre-Checks daher wie folgt definiert: Die Linienführung der Vorzugsvariante liegt fest und damit auch der Standort der Ingenieurbauwerke. Hinsichtlich der Gradienten und in der Folge des genauen Absprungpunktes sind noch Änderungen möglich, wodurch in der Pre-Check-Systematik verschiedene Lösungsvarianten für ein Brückenbauwerk verglichen werden können. Im Ergebnis kann die Auswahl der Vorzugsvariante somit im Hinblick auf die Nachhaltigkeit unterstützt werden. Dabei wurden die vier Hauptkriteriengruppen um die fünfte Hauptkriteriengruppe der Prozessqualität ergänzt und ausgearbeitet sowie die prozentuale Bewertung angepasst:

- die Ökologische Qualität → 22,5 %,
- die Ökonomische Qualität → 22,5 %,
- die Soziokulturelle und Funktionale Qualität → 22,5 %,
- die Technische Qualität → 22,5 % und
- die Prozessqualität → 10 %.

Die Kategorie Standortqualität wurde auch bei diesem Forschungsvorhaben weiterhin zurückgestellt.

Auf der Kriterienebene wurden insbesondere das Kriterium Flächeninanspruchnahme (in der Hauptkriteriengruppe Ökologie) sowie Schutzgut Landschaft und Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter für den Zeitpunkt vor der Linienbestimmung als wesentlich angesehen.

Es wird zudem empfohlen, dass die Trennung zwischen einer Pre-Check-Bewertung in der Planungsphase und der Bewertung des fertiggestellten Bauwerks auch für die anderen Subsysteme übernommen werden sollte.

3.3.3 „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4]

In diesem Forschungsvorhaben wurden Werkzeuge für die Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt, mit denen zum Zeitpunkt der Entwurfs- und Genehmi-

gungsplanung eine Nachhaltigkeitsbewertung für Bauwerke der Straßeninfrastrukturplanung, insbesondere freie Strecke und Tunnel, ermöglicht wird. Dabei wurden nur vier der fünf Hauptkriteriengruppen ausgearbeitet:

- die Ökologische Qualität → 25 %,
- die Ökonomische Qualität → 25 %,
- die Soziokulturelle und Funktionale Qualität → 25 % und
- die Technische Qualität → 25 %.

Die Kategorie Prozessqualität sowie Standortqualität wurde bei diesem Forschungsvorhaben zurückgestellt. Die Bewertung der Unterkriteriengruppen 1.7 und 1.11 wurde als nicht relevant für den betrachteten Zeitpunkt gestrichen und 3.3 und 4.3 sind in anderen Unterkriterien aufgegangen. Die Unterkriteriengruppen 1.8b und 2.3 können ebenfalls zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung nicht mehr bewertet werden, sollen aber zwingend zum Zeitpunkt der Linienfindung bewertet werden.

Für Modul 1, die Phase des Linienentwurfs, werden Empfehlungen formuliert. Da bezüglich der unterschiedlichen Linienführung die Schwierigkeit auftritt, dass keine typischen Bezugsgrößen wie beispielsweise bei freier Strecke, Brücke oder Tunnel verwendet werden können. Die Bezugsgröße m^2 Verkehrsfläche könnte jedoch zielführend sein. Alternativ wird vorgeschlagen, im Variantenvergleich eine Bewertung anhand der Absolutwerte aus der Summe der Abschnittswerte zu bilden.

Weiterhin wird empfohlen, sich einer deutlichen Vereinfachung zu bedienen und den Detaillierungsgrad im Vergleich zu den bisher ausgearbeiteten Modulen auf ein passendes Maß zu verringern. Die Detaillierung ist weiterhin für das Kriterium „Risiken für die lokale Umwelt“ im Strategischen Umweltprüfungsverfahren (SUP) bereits vorgegeben. Für alle weiteren Kriterien wird die Generierung vereinfachter Parameter bei ausreichender Datengrundgesamtheit empfohlen.

Überdies wurden in dem Forschungsprojekt für die frühe Planungsphase von Modul 1 die Kriteriensteckbriefe „Umweltwirkungen infolge Linienführung“ und „Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung“ als Platzhalter geschaffen, die in dem vorliegendem Projekt zu füllen sind.

Der Steckbrief „Förderziele“ dient der Berücksichtigung politischer Absichten in Bezug auf die Raum-

entwicklung. Hier sind für eine objektive Vergleichbarkeit die verfolgten Ziele zu strukturieren und die geplante Anlage nach Erreichung dieser Ziele zu beurteilen. Das Kriterium wird der Hauptkriteriengruppe soziokulturelle und funktionale Qualität zugeordnet.

Erste Berechnungen an Beispielprojekten zeigen, dass durch die Wahl der Linienführung unter bestimmten Randbedingungen Änderungen der Treibhausgasemissionen, nur resultierend aus fließendem Verkehr (kein Stau), in einer Größenordnung von ca. 15 % möglich sind [30]. Als Eingangsparameter für die Kriterien werden die Längsneigung und die Streckenlänge dienen, die anhand der Verkehrsstärke und dem Schwerverkehrsanteil zu beurteilen sein werden.

4 Bewertung & Gewichtung

Grundsätzlich sollte die Vorgehensweise zur Bewertung und Gewichtung an die im Hochbau verfolgte Bewertung angelehnt werden. Im Unterschied zum Hochbau, in dem sich ein Gütesiegel vor allem als Marketinginstrument durchgesetzt hat, die Bewertung (Zertifizierung) im Regelfall am fertiggestellten Objekt erfolgt und auf einen absoluten Vergleich von Gebäuden an unterschiedlichen Standorten abzielt, ergeben sich bei der Verkehrsinfrastruktur andere Randbedingungen sowie eine Reihe zusätzlicher Gesichtspunkte, die bei der Konzeption eines möglichst wirksamen Bewertungssystems zu beachten sind. Dies gilt insbesondere bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen, da die Hebelwirkung einzelner Kriterien zum Zeitpunkt des Variantenvergleiches im Rahmen der Vorplanung sehr hoch ist. Im weiteren Planungsverlauf bei der Ausarbeitung der Vorzugsvariante und im Zuge der Genehmigungsplanung gibt es nur noch eine Hebelwirkung bei Teilkriterien, die sich beispielsweise durch den Vergleich verschiedener Brückenkonstruktionen an ein und derselben Stelle unterscheiden. Da Verkehrsbauwerke zudem auf sehr lange Zeiträume auszulegen sind und dabei der Zeitpunkt der entstehenden Kosten und Wirkungen sowohl für die (politische) Entscheidungsfindung als auch vor dem Hintergrund der allgemeinen Prognoseunsicherheit (u. a. in Bezug auf das Verkehrsaufkommen, die Verkehrslasten oder sogar das Verkehrsmittel) wesentlich ist, kann das Bewertungssystem aus dem Hochbau nicht direkt übernommen werden, sondern muss neu konzipiert

werden und unterschiedliche Betrachtungszeiträume wie auch unterschiedliche Bewertungsgegenstände (freie Strecke, Brücke, Tunnel, Streckenzug) zulassen.

4.1 Bewertungssysteme

Ein Bewertungssystem setzt sich aus verschiedenen Elementen zusammen, die aufeinander aufbauend das Bewertungsziel darstellen. Für die Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens gibt es zwei Ziele, die es in einer Bewertung zu vereinen gilt. Im ersten Schritt soll am Ende der Vorplanung im Sinne der Nachhaltigkeitsbewertung die nachhaltigste Trasse gefunden und als Vorzugsvariante weiterbetrachtet werden und im zweiten Schritt soll dann im weiteren Planungsverlauf (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) die nachhaltigste Variante der Vorzugstrasse gefunden werden.

Basis des Bewertungssystems sind die Kriterien bzw. die einzelnen Indikatoren der jeweiligen Kriterien. Jedes Einzelkriterium fokussiert einen Aspekt, der einen Teilbereich der Nachhaltigkeit darstellt (z. B. Umweltwirkung infolge Linienführung) und muss auf die Besonderheiten des Streckenzuges ausgerichtet sein. Die Indikatoren für das Beispielkriterium „Umweltwirkung infolge Linienführung“ wiederum ist die Bilanzierung der Schadstoffe NO₂ (Stickstoffdioxid), SO₂ (Schwefeldioxid), und PM_{2,5}, PM₁₀ (Feinstaubpartikel) sowie der CO₂-Emissionen. Einzelne Kriterien werden thematisch zu Kriteriengruppen zusammengefasst.

Ziel für ein transparentes und objektives Bewertungssystem sollte es sein, möglichst alle Kriterien messbar zu machen. Hierfür ist für jedes Kriterium eine passende Bewertungsmethode notwendig, deren Ergebnis als Zahlenwert darstellbar sein muss. Auch für weiche Kriterien oder solche, für die es keine praktikable Berechnungsmethode gibt, kann ein solcher Zahlenwert geschaffen werden, indem etwa eine bewertbare Checkliste vorgegeben wird.

Im Beispiel des Kriteriums „Umweltwirkung infolge Linienführung“ ist die Bewertungsmethode die Bilanzierung der Abgasemissionen anhand von längsneigungsabhängigen Emissionsfaktoren und der Streckenlänge unter definierten Randbedingungen, z. B. entsprechend der RWS [20]. Um von dem Ergebnis zu einer Bewertung zu kommen, bedarf es eines Maßstabs. Er kann sich beispielsweise erge-

ben aus dem Verhältnis zwischen einer Zielvorgabe, einem Grenzwert und dem Ist-Wert. Durch Zuordnung von Punkten zu den einzelnen Ziel-, Grenz- und Ist-Werten kann der Nutzen dargestellt werden. Es empfiehlt sich, im Bewertungssystem immer die gleiche Anzahl von Punkten für den Zielwert und den Grenzwert zu vergeben. Die Punktevergabe zwischen Zielwert und Grenzwert kann linear oder in einer anderen beliebigen eindeutigen Funktion erfolgen. Hierbei soll die optimale Punktzahl (= Zielwert) auch jeweils die höchste Nachhaltigkeitsqualität in dem Kriterium darstellen.

4.2 Gewichtung

Für die Ermittlung einer Gesamtbewertung im Bewertungssystem müssen die einzelnen Kriterien zueinander in Relation gesetzt, d. h. in der Nutzwertanalyse gegeneinander gewichtet werden.

Bei der Bewertung und Gewichtung sind drei Begriffe zwingend zu unterscheiden:

- Maßstab: Festlegung der maximal und/oder minimal zu erzielenden Werte im Kriterium (z. B. 0 – 10 CP bei der Beantwortung von Checklistenfragen)
- Bedeutung: Anteil eines Kriteriums an der Zielerreichung einer Kriteriengruppe (z. B. Bedeutungsfaktoren zwischen 1 – 4)
- Gewichtung: Verteilung der Bewertungsanteile zwischen den Kriteriengruppen (z. B. 22,5 % des Gesamtergebnisses werden durch die Kriteriengruppe Ökologische Qualität bestimmt.)

Das Konzept für das Bewertungssystem der Nachhaltigkeit von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur sieht vor, die Kriterien in nunmehr sechs Hauptkriteriengruppen:

1. Ökologische Qualität,
2. Ökonomische Qualität,
3. Soziokulturelle und funktionale Qualität,
4. Technische Qualität sowie
5. Prozessqualität und
6. Standortqualität

zu gliedern. Sie spiegeln die sogenannten drei Säulen der Nachhaltigkeit – Umwelt, Wirtschaft und Soziales – wider und tragen dem Umstand Rechnung, dass eine sorgfältige technische Umsetzung und

eine verantwortungsvolle Ausgestaltung der Prozesse am Bau Grundvoraussetzungen für nachhaltiges Bauen sind.

Im Rahmen der bisherigen Forschungsvorhaben wurden lediglich fünf Hauptkriteriengruppen betrachtet und die Gewichtung entsprechend der Bekanntmachung des BMVBS zur Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen übernommen [30]:

- Ökologische Qualität → 22,5 %,
- Ökonomische Qualität → 22,5 %,
- Soziokulturelle und funktionale Qualität → 22,5 %,
- Technische Qualität → 22,5 %,
- Prozessqualität → 10,0 %.

Diese Gewichtung muss im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts angepasst werden, da sowohl die 6. Hauptkriteriengruppe „Standortqualität“ eingeführt, wie auch die Relevanz anderer Hauptkriteriengruppen zum Betrachtungszeitpunkt in den frühen Planungsphasen überprüft werden muss.

Die Gesamtgewichtung der Einzelkriterien innerhalb des Bewertungssystems wird über die Multiplikation des Bedeutungsfaktors mit der jeweiligen Gruppengewichtung berechnet. Das führt zu unterschiedlichen hohen Ergebnissen. Dieser scheinbare Logikbruch ist jedoch notwendig, um die Balance zwischen den Hauptkriteriengruppen zu erhalten. Beispielsweise wird die ökologische Qualität durch viel mehr Kriterien beschrieben als die ökonomische Qualität. Entsprechend der Definition des Nachhaltigkeitsbegriffs besitzen jedoch beide Hauptkriteriengruppen dasselbe Gewicht. Das geringe Einzelgewicht des ökologischen Kriteriums wird durch die größere Anzahl der ökologischen Kriterien ausgeglichen. So ist es möglich, innerhalb einer Hauptkriteriengruppe je nach Erfordernis die Anzahl der Kriterien zu ändern, ohne das Gesamtgewicht zu verschieben. Die Einführung des Bedeutungsfaktors als Kunstgriff hat noch den weiteren Vorteil, dass Kriterien, die im Einzelfall nicht zutreffend sind, ausgeschaltet werden können, indem der Bedeutungsfaktor auf null gesetzt wird, ohne das gesamte Vorgehen infrage zu stellen.

Im Rahmen aller vorangegangener Forschungsvorhaben zum Themenschwerpunkt „Nachhaltigkeitsbewertung im Straßen und Verkehrswesen“ wurde immer wieder darüber diskutiert, ob ein relative oder ein absoluter Vergleich von Infrastrukturobjekten

angestellt werden soll. Bisher wurde dazu keine einvernehmliche Lösung gefunden. Daher sollen an dieser Stelle erneut die Vor- und Nachteile beider möglichen Vergleiche gegenübergestellt und konkret auf das vorliegende Forschungsvorhaben und die Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen abgestellt werden.

Eine relative Bewertung bedeutet, beispielsweise verschiedene Trassenvarianten innerhalb eines festgelegten Planungskorridors mit einander zu vergleichen, um die beste Variante unter den zur Verfügung stehenden Lösungsansätzen zu bestimmen. Eine absolute Bewertung bedeutet, die möglichen Varianten mit einer Referenztrasse zu vergleichen.

Grundsätzlich ist bei der Entscheidungsfindung zu beachten, dass die absolute Bewertung auch immer den relativen Vergleich ermöglichen sollte. Somit stellt der absolute Vergleich eine Erweiterung des relativen Vergleichs dar. Da die Umsetzung der beiden Varianten mit Vor- und Nachteilen verbunden ist, sollen nachfolgend Argumente für Pro und Contra zu jedem Ansatz gezeigt werden:

Relativer Vergleich

Vorteile

- Flexiblere Anpassung an die standortspezifischen Randbedingungen, da die Kriterien und ggf. Maßstäbe individuell festgelegt werden können.
- Bewertung anhand der besten bzw. schlechtesten Variante im Entscheidungsraum möglich. Dadurch muss kein übergreifender Benchmark gefunden werden, was die Entwicklung des Systems sehr stark vereinfacht.

Nachteile

- Kein Vergleich zu Streckenzügen außerhalb der erarbeiteten Lösungsvarianten möglich. Im Worst-Case sind alle Lösungsvarianten nicht nachhaltige Konzepte und es wird nur der Beste der Schlechten ermittelt.
- Sofern eine individuelle Festlegung der Kriterien und Maßstäbe erfolgt, ist es möglich, dass nur die Aspekte betrachtet werden, die das gewünschte Ergebnis produzieren. Das Ergebnis wäre dann subjektiv gesteuert. Ggf. kann dies durch eine zentrale Qualitätssicherung kompensiert werden.
- Keine Vergleichsmöglichkeit zwischen verschiedenen Planungskorridoren und unterschiedli-

chen Variantenbewertungen, da für jedes Verfahren eigene Maßstäbe und darüber letztlich auch die angewendeten Kriterien definiert werden.

Absoluter Vergleich

Vorteile

- Die Nachhaltigkeit eines Entwurfes kann mit dem Durchschnitt der gesamten Straßeninfrastruktur verglichen werden.
- Durch die Definition von Benchmarks lässt sich die Nachhaltigkeit gezielt steigern.
- Durch die Erfassung aller Elemente der Straßeninfrastrukturen lässt sich eine Gesamtaussage zur Nachhaltigkeit der Straßeninfrastruktur erstellen.
- Durch die Vorgabe fixer Kriterien und Maßstäbe ist die subjektive Einflussnahme begrenzt. Die Qualitätssicherung muss daher nicht so stark ausgeprägt sein.

Nachteile

- Definition der Benchmarks/Maßstäbe für die Bewertung ist schwierig und aufwändig. Die Benchmarks lassen sich wahrscheinlich nur durch einen iterativen Prozess über einer steigenden Anzahl von Bewertungen definieren.
- Möglicherweise führt die Spanne der auftretenden Ausprägungen je Kriterium dazu, dass die Fähigkeit des Systems zur Differenzierung zwischen verschiedenen Varianten einer Trasse leidet.
- Feststehender Kriterienkatalog mit einer Grundgesamtheit an Nachhaltigkeitsaspekten, die bei allen Bauwerken einer Straßeninfrastruktur bewertet werden können. Ggf. auftretende standortspezifische Sonderfragen können nur schwierig in der Bewertung integriert werden, weil es einen festen Kriterienkatalog gibt.

Ein Lösungsvorschlag ist die Mischung beider Verfahren, indem einzelne Teilkriterien immer bewertet werden müssen, weil sie zu jedem Zeitpunkt im Lebenszyklus und bei der Betrachtung sowohl der Einzelelemente – freie Strecke, Brücke, Tunnel – wie auch für die Gesamtheit als Streckenzug bewertbar sind. Die übrigen Kriterien können in Abhängigkeit ihrer Relevanz entweder zusätzlich bewertet werden oder nicht.

Da die ganzheitliche Beurteilung der Verkehrsinfrastruktur keine in einem absoluten Rahmen verankerte Note benötigt, sondern vor allem auf den relativen Vergleich (hier: von Trassenvarianten in Abhängigkeit des Entwurfskorridors, d. h. Länge, Anzahl von Ingenieurbauwerken und Knotenpunkten, Entwurfsklasse (EKA bzw. EKL) und Straßenquerschnitt sowie angestrebter Verkehrsqualität und der abzuleitenden Vorzugstrasse) abzielt, wird im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens angestrebt, die Auswertung in Form einer variantenabhängigen Bewertung aufzubereiten.

5 Relevante Bewertungskriterien und Anpassung des Verfahrens zur Bewertung der Nachhaltigkeit im Planungsprozess

Aufbauend auf der im Projekt „Pre-Check“ [5] letztmalig aktualisierten Bewertungstabelle zur Nachhaltigkeit werden im folgenden Kapitel die Inhalte der fünf Hauptkriteriengruppen:

1. Ökologische Qualität,
2. Ökonomische Qualität,
3. Soziokulturelle und funktionale Qualität,
4. Technische Qualität sowie
5. Prozessqualität

um die sechste Hauptkriteriengruppe der Standortqualität ergänzt und die jeweils bis zu 14 Unterkriterien hinsichtlich ihrer Bewertbarkeit zum Zeitpunkt der Planungsphasen zwischen Bedarfs- und Ausführungsplanung für Streckenzüge überprüft.

Wie bereits die Erfahrung der vorgenannten Forschungsvorhaben zeigt, können während der unterschiedlichen Lebenszyklusphasen mangels Eingangsdaten nicht immer alle Kriterien bewertet werden. Andere Kriterien sollten mangels Relevanz für die Entscheidungsfindung nicht bewertet werden. Daher müssen auch für die Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen alle Untergruppen noch einmal analysiert und hinsichtlich der Datenverfügbarkeit überprüft werden. Jedoch muss nicht nur die Prüfung und Bewertung der Kriterien, sondern auch der jeweilige Bedeutungsfaktor erneut geprüft und ggf. verändert werden. Die dabei entscheidenden Fragestellungen sind:

- Welche Kriterien können zu welchem Zeitpunkt im Planungsprozess entsprechend den rechtlich/administrativen Vorgaben (vgl. Kapitel 3.1) für die einzelnen Varianten der Linien- bzw. Trassenbestimmung auf welcher Datengrundlage konkret benannt und bewertet werden?
- Welche Kriterien können hinlänglich genau abgeschätzt oder hochgerechnet werden und zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Beurteilung der möglichen Varianten zur Linienbestimmung führen?
- Welche Kriterien sollten betrachtet und für den weiteren Lebenszyklus des Streckenzuges nachgehalten werden, für die es zum Zeitpunkt der Planung aber noch keine Eingangsgrößen gibt?
- Welche Kriterien sind insbesondere in der Planungsphase gemäß der RE 2012 [2] wichtig und sollten im Vergleich mit den anderen Modulen anders bewertet werden?
- Auf welche Kriterien kann verzichtet werden?

Eine besondere Herausforderung besteht hier darin, die bisher einzeln betrachteten Elemente der Verkehrsanlage (freie Strecke mit Knotenpunkten, Brücke, Tunnel) in der Bewertung zu einer Gesamtanlage zusammenzusetzen (Bild 12).

5.1 Definition Standortqualität

Um sich einer sinnvollen Definition der Standortqualität im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsbewertung im Straßenwesen zu nähern, werden an dieser Stelle bisher gültige Definitionen und Ansätze anderer Verfahren zusammengetragen und gegenübergestellt. Laut dem Wirtschaftslexikon von Gabler [32] umfasst die Definition der Standortqualität „die Gesamtheit aller Faktoren, die ein Unternehmen bei der Wahl eines Standorts berücksichtigt.“ Die Standortfaktoren selbst sind im Wirtschaftsbereich maßgeblich verantwortlich für die Standortwahl einer Niederlassung eines Unternehmens. Berücksichtigt werden dabei die unternehmerischen Anforderungen. Im DGNB geht die Standortqualität bereits mit 5 % in die Gesamtbewertung ein. Hier werden die Wirkungen des Gebäudes auf das Umfeld und die Wirkungen des Umfeldes auf das Gebäude unter folgenden Gesichtspunkten untersucht: „Mikrostandort“, „Ausstrahlung und Einfluss auf das Quartier“, „Verkehrsanbindung“ und „Nähe zu nutzungsrelevan-

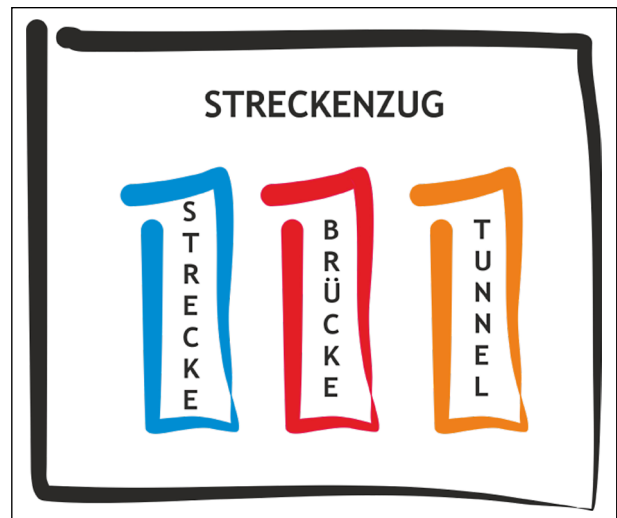


Bild 12: Zusammenhang Einzelelemente - Streckenzug

ten Objekten und Einrichtungen“. Der Vergleich zwischen den Anforderungen aus dem Hochbau mit denen der Straßeninfrastruktur zeigt, dass der Vergleich einzelner Gebäude unabhängig vom Standort möglich ist, die Vergleichbarkeit eines Streckenzuges jedoch nur innerhalb eines Korridors, also hinsichtlich der unterschiedlichen Varianten möglich ist, nicht aber in unterschiedlichen Regionen.

Im Grundsatz dazu ist es zwar möglich, sich an beiden Definitionen zu orientieren, direkt übernommen werden können Einzelaspekte jedoch nicht. Die sechste Hauptkriteriengruppe „Standortqualität“ wird daher für die Bewertung von Streckenzügen im Rahmen der Planungsphase als Summe aller Standortfaktoren, die ein Planer bei der Wahl der Vorzugsvariante im Rahmen der Trassenprüfung berücksichtigen sollte, definiert. Die zu bewertenden Unterkriterien lassen sich dabei aus den standortspezifischen Gegebenheiten des Entwurfskorridors ableiten. Zu den Unterkriterien der Standortqualität gehören:

- 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse),
- 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung),
- 6.3 Topografische Faktoren und
- 6.4 Verkehrsanbindung.

Sie werden im fortlaufenden Text im Einzelnen vorgestellt.

Der Begriff der Resilienz (Widerstandsfähigkeit) stammt ursprünglich aus der Psychologie und bezeichnet die Fähigkeit „Krisen durch Rückgriff auf persönliche und sozial vermittelte Ressourcen zu

meistern“ [33]. Auch die Infrastruktur und das Gesamtverkehrssystem sind täglich Störungen unterschiedlicher Dimensionen und Auswirkungen ausgesetzt. Dazu gehören Tunnelstörungen oder Unfälle wie auch extreme Wetterereignisse. Oftmals können die Störungen kurz- bis mittelfristig behoben werden, aber klimatische, wirtschaftliche und geopolitische Veränderungen führen zu der Erfordernis sowohl die Infrastruktur wie auch die Organisation derselben robust und widerstandsfähig gegenüber möglichen Störungen zu gestalten. Um einen Streckenzug widerstandsfähig zu gestalten, sollten also bereits zum Zeitpunkt der Planung Maßnahmen berücksichtigt werden, die im Ernstfall Störungen verhindern oder deren Folgen minimieren. Die Prüfung der Resilienz einer Verkehrsanlage bietet sich innerhalb der Hauptkriteriengruppe der Standortqualität an und sollte thematisch in folgende zwei Unterkriterien aufgeteilt werden.

Kriterium 6.1 Resilienz (Umfeldeinflüsse)

Die Umfeldeinflüsse sind alle Einflüsse, die das Bauwerk, sowohl als Einzelelement betrachtet, wie auch den Streckenzug als Gesamtheit, im Laufe des Lebenszyklus beeinträchtigen und während der Planung bereits Berücksichtigung finden können. Die Indikatoren für die Bewertung der Umfeldeinflüsse können sowohl in planbare bzw. vorhersehbare über ihre statistischen Häufigkeiten berechenbare Indikatoren und in nicht vorhersehbare Indikatoren unterteilt werden. Über statistische Häufigkeiten, wie beispielsweise Wetter- und Klimakarten, sind die folgenden Indikatoren bewertbar:

- Schneelawinen,
- Sturm,
- Hochwasser/Sturmflut,
- Starkregen,
- Erdbeben/Felsabgänge,
- Erdbeben,
- Bodensenkungen,
- Besondere Klimaextreme (Kälte (Bild 13), Hitze (Bild 14), anhaltender Schneefall) und
- Waldbrände

Nicht mit statistischen Korrelationen können die folgenden unvorhersehbaren Indikatoren bewertet werden:

- Schlammlawinen,

- Brände verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen,
- Explosionen verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen,
- Kontamination und
- (spontane) Überflutung.

Berücksichtigt wurden dabei die Ergebnisse aus dem Schlussbericht des Verbundprojektes SKRIBT „Schutz kritischer Brücken und Tunnel im Zuge von Straßen“ [34].

Die Intensität und Frequenz aller Umfeldeinflüsse sind in der Regel nicht beeinflussbar und schwer vorhersehbar. Umso wichtiger ist es, diese richtig nach kritischen oder weniger kritischen Netzabschnitten einzuordnen, und die für die Nutzer sowie die Betreiber nachteiligen Auswirkungen zu kompensieren oder zu vermeiden. Eine Berücksichtigung der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit bzw.

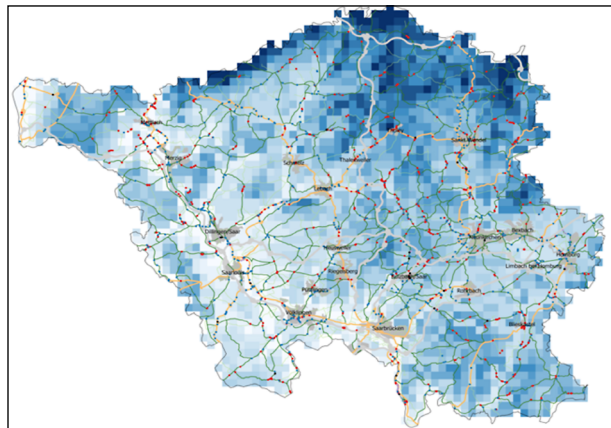


Bild 13: Eistage (eigene Darstellung, Datenbasis: DWD, GeoBasis-DE/ BKG 2017)

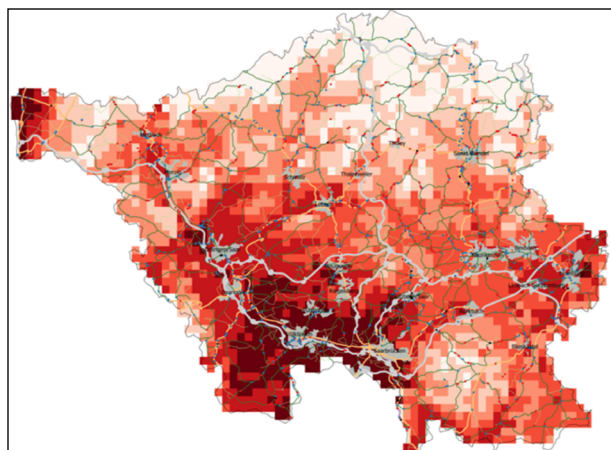


Bild 14: Heiße Tage (eigene Darstellung, Datenbasis: DWD, GeoBasis-DE/ BKG 2017)

der möglichen Schwere der Wirkung im Rahmen der Planung reduziert die Kosten für möglicherweise notwendige Ad-hoc-Kompensationen oder spätere Nachrüstungen.

**Kriterium 6.2
Resilienz (Verkehrsabwicklung)**

Zur Bewertung der Resilienz von Streckenzügen hinsichtlich der Verkehrsabwicklung bieten sich die Indikatoren:

- Alternativrouten und
- Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits

an. Mögliche Alternativrouten sollten in einem ganzheitlichen Verkehrskonzept bedacht und in einem Umleitungssystem integriert werden, um Staus im Falle von Unfällen oder Havarien, aber auch aufgrund von Baustellen zu reduzieren. Die Berücksichtigung einer exponierten Lage hinsichtlich Naturkatastrophen in der Phase der Planung ermöglicht dem Betrachter eine Bewertung hinsichtlich Resilienz der einzelnen Varianten. So wären beispielsweise die Berücksichtigung von Hochwasserschutzmaßnahmen für die Variante 2 sowie Taumittelsprühanlagen für die Brücken in den Varianten 1 und 2 oder ein ausgeklügeltes Abfertigungssystem für das Tunnelbauwerk bei Variante 3 positiv zu bewerten. Der Eingang und die Berücksichtigung planerischer Aspekte mittels der Variation der Verkehrsprognose können einen Streckenzug im Verlauf seines gesamten Lebenszyklus widerstandsfähig gegenüber einer sich verändernden Verkehrsnachfrage bzw. Änderungen des Modal Splits werden lassen, ohne aufwändige, zumeist kostenintensive, nachträgliche Erweiterungen oder Umbaumaßnahmen vorzunehmen.

**Kriterium 6.3
Topografische Faktoren**

Topografische Gegebenheiten sind für die Planung von Streckenzügen maßgeblich entscheidend und gehen bereits in verschiedenen Kriterien, wie Komfort (3.4), Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (3.5), Verkehrssicherheit (3.6), Instandhaltung und Betriebsdienstoptimierung (4.3), Verkehrsentwicklung und -planung/Verstärkung und Erweiterbarkeit (4.4) und in Teilen auch in das Kriterium Herstellbarkeit (4.6) ein. Für eine erneute Bewertung topografischer Faktoren in der Hauptkriteriengruppe Standortqualität spricht der frühe Bewertungszeitpunkt. Im Rahmen der Linienfindung werden unterschied-

liche Varianten eines Streckenzuges innerhalb eines vorgegebenen Entwurfskorridors geprüft und gegeneinander abgewogen.

Dabei können sich die unterschiedlichen Varianten, insbesondere in topografisch bewegtem Gelände, erheblich voneinander unterscheiden. Wie in Bild 15 schematisch dargestellt, unterscheiden sich die Anforderungen an eine Trassenplanung bezüglich der Varianten V 1 bis 3 maßgeblich.

Indikatoren für die Topografischen Faktoren sind:

- die Abweichung der Trasse vom Geländeniveau und
- der Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte der grundsätzlichen Gestaltungsmerkmale aus den RAA [6] und den RAL [7].

Bewertungsmaßstab ist neben der Gewährleistung der erforderlichen Verkehrssicherheit, dem Eingriff in die Natur durch notwendige Geländeanpassungen wie Abgraben oder Aufschüttungen, hauptsächlich die erreichbare Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes (QSV) der freien Strecke nach den Verfahren des HBS [16]. Beispielsweise hat die Wahl der Längsneigung s einzelner Abschnitte eines Stre-

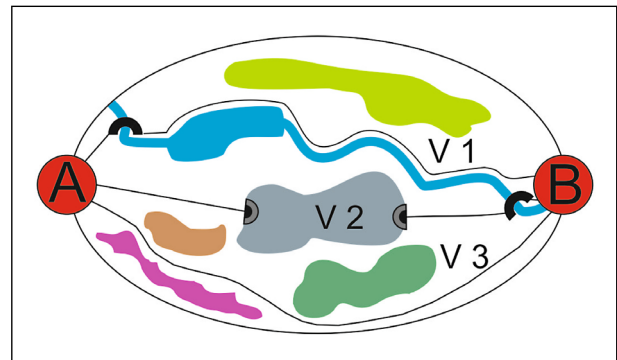


Bild 15: Variantenvergleich innerhalb eines Entwurfskorridors

| Bauliche Grundform | Führung im Teilknotenpunkt/Knotenpunkt | | Beispiele (übergeordnete Straße senkrecht dargestellt) | |
|------------------------------|--|---------------------------------|--|--|
| | übergeordnete Straße | untergeordnete Straße | | |
| Planfreier Knotenpunkt | Einfädeln/Ausfädeln | Einfädeln/Ausfädeln | | |
| Teilplanfreier Knotenpunkt | Einfädeln/Ausfädeln | Einbiegen/Abbiegen Kreisverkehr | | |
| Teilplangleicher Knotenpunkt | Einbiegen/Abbiegen | Einbiegen/Abbiegen Kreisverkehr | | |
| Plangleicher Knotenpunkt | | | | |
| Einmündung | Einbiegen/Abbiegen | Einbiegen/Abbiegen | | |
| Kreuzung | Einbiegen/Abbiegen/Kreuzen | Einbiegen/Abbiegen/Kreuzen | | |
| Kreisverkehr | Kreisverkehr | | | |

*) Kann auch als Raute ausgeführt werden. Die vorfahrtberechtigte Straße ist als Breitstrich dargestellt.

Bild 16: Bauliche Grundformen von Knotenpunkten, RAL [7]

Planungsablauf nach RE 2012 mit Gegenüberstellung der äquivalenten Leistungsphase nach HOAI 2013

Erforderliche Prüfungen und Unterlagen

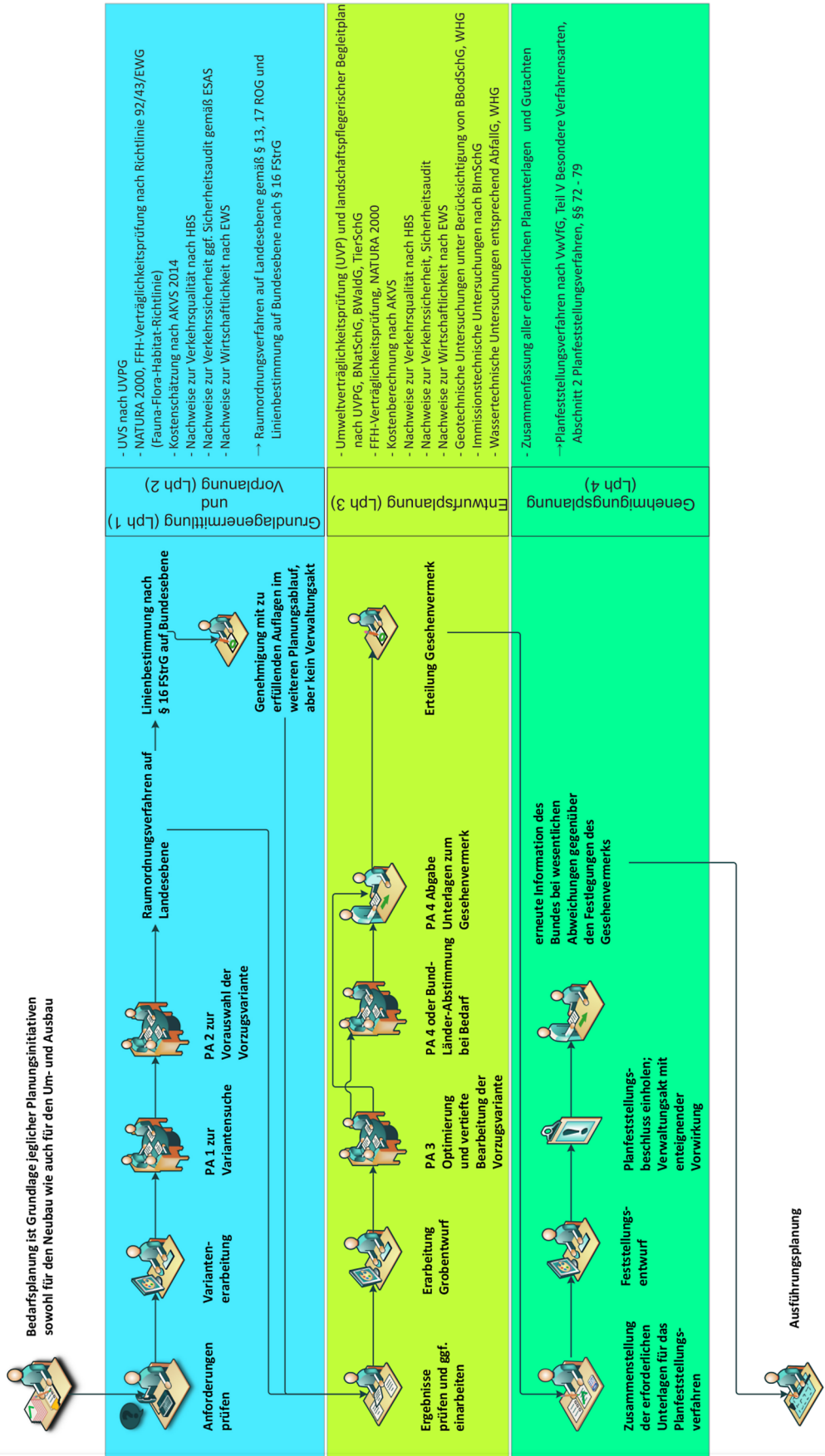


Bild 17: Schematischer Planungsablauf nach RE 2012 mit Gegenüberstellung der äquivalenten Leistungsphase nach HOAI 2013 mit erforderlichen Prüfungen und Unterlagen (vgl. Bild 4)

ckenzuges erheblichen Einfluss auf alle vorgenannten Aspekte. Wird bei der Trassierung für eine möglichst effektive Anpassung an bewegtes Gelände entschieden und werden dafür jeweils die minimalen Radien, die minimalen Kuppen- bzw. Wannenhalmmesser und die maximale Höchstlängsneigung gewählt, sinken zwar der Eingriff in die Landschaft und die Baukosten, jedoch erhöhen sich die Emissionen an Anstiegen, erhöht sich die Verschmutzung durch Bremsabrieb an starken Gefällen und bei fehlenden Überholmöglichkeiten sinkt die Verkehrsqualität in solchen Abschnitten. Darüber hinaus verlängert sich die Reisezeit durch partielle Geschwindigkeitsbeschränkungen wegen mangelhafter Sichtverhältnisse.

Kriterium 6.4

Verkehrsanbindung

Ein weiteres standortspezifisches Bewertungskriterium sollte die Verkehrsanbindung eines Streckenzuges bzw. seiner möglichen Varianten innerhalb des Entwurfskorridors sein. Die Indikatoren zur Beurteilung der Verkehrsanbindung sind:

- der Anschluss an die Region,
- die Anzahl der Knotenpunkte und
- die Ausgestaltung der Knotenpunkte.

Bei der Bewertung der Verkehrsanbindung spielen nicht nur die Überprüfung der Realisierung vorgegebener regionaler (Förder-)Ziele aus dem BVWP eine Rolle, sondern ebenfalls die Einhaltung der Vorgaben aus RAA [6] und RAL [7] hinsichtlich minimaler Abstände zwischen zwei Knotenpunkten sowie der maximal zulässigen Anzahl von Knotenpunkten. Beide Aspekte sind entscheidend sowohl für den Eingriff in die Umgebung, die Gewährleistung der Verkehrssicherheit wie auch der Verkehrsqualität. Zudem unterscheiden sich auch die Planungs- wie auch Baukosten erheblich je nach Anzahl geplanter bzw. gebauter Knotenpunkte. Weiterhin müssen gegebenenfalls resultierende Anpassungsarbeiten an die Bestandsinfrastruktur in der Bewertung berücksichtigt werden. Auch bei der Bewertung der Ausgestaltung der Knotenpunkte (Bild 16) fließen diese Aspekte ein. Bewertungsmaßstab dafür ist jedoch die erreichbare Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) für Knotenpunkte nach den Verfahren des HBS [16].

In den folgenden Kapiteln werden die zugehörigen Kriteriensteckbriefe für die Standortqualität sowie die Berechnungs- und Bewertungsmethoden mit ihren Bewertungszeitpunkten erarbeitet.

5.2 Bewertbare Kriterien

Die Fragestellung, inwieweit es Sinn ergibt, bereits zu diesem frühen Zeitpunkt einzelne Elemente wie freie Strecke, Brücke oder Tunnel zu bewerten, kann insoweit beantwortet werden, als dass jede Variante als eine Einheit zum Zeitpunkt des Linienentwurfs gehandhabt wird. Diese wird im Folgenden vereinfachend als Streckenzug definiert. Dabei orientiert sich die Abgrenzung zweier Streckenzüge an der Definition gemäß Kapitel 2.2. Es werden Abschnitte gleicher Bedeutung und Kategorie und folglich gleicher Entwurfsklasse zwischen zwei Anknüpfungspunkten derselben oder einer höherrangigen Verbindungsfunktionsstufe als ein Streckenzug zusammengefasst. Da sich die zeitliche Abfolge zwischen der Planung der Verkehrsanlage und der Planung von Ingenieurbauwerken verschiebt (vgl. Kapitel 3.3.2) sind die verwertbaren Eingangsdaten nicht in der gleichen Detailtiefe oder noch gar nicht vorhanden. Für den Abwägungsprozess während der Linienfindung und für die Beurteilung und Festlegung einer Vorzugsvariante sind jedoch alle Fachplanungen dergestalt beteiligt, dass die Gesamtheit jeder Variante hinreichend genau geprüft werden kann. Die Bewertung einer Variante im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erfolgt demnach auf Basis eines Streckenzuges in seiner Gesamtheit und nicht auf Basis der Bewertung der Einzel-elemente. Angaben zu Anzahl und Art der Infrastrukturbauelemente sowie zu ihren grundsätzlichen Abmessungen/Dimensionierungen sind allerdings für die weitere Planung unabdingbar und müssen deshalb stets mit erfasst werden. Dies schlägt sich auch erheblich in der Kostenschätzung nieder. Mögliche Eingangsdaten zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen während der drei frühen Planungsphasen sind schematisch in Bild 17 dargestellt.

In der Leistungsphase 2 – Vorplanung – für Verkehrsanlagen gemäß der HOAI 2013 [14] sind u. a. folgende Leistungen vom Planer zu erbringen:

„Erarbeiten eines Planungskonzepts einschließlich Untersuchung von bis zu 3 Varianten nach gleichen Anforderungen mit zeichnerischer Darstellung und Bewertung unter Einarbeitung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter; Überschlägige verkehrstechnische Bemessung der Verkehrsanlage, Ermitteln der Schallimmissionen von der Verkehrsanlage an kritischen Stellen nach Tabellenwerten; Untersuchen der möglichen Schallschutz-

maßnahmen, ausgenommen detaillierte schalltechnische Untersuchungen“ [14].

Vereinfachend wird ein Streckenzug daher, gleichgesetzt mit jeweils einer von drei möglichen Varianten, bilanziert. Die zugehörigen Elemente Tunnel oder Brücke können nicht einzeln berechnet und bilanziert werden, sondern werden als Pauschalwerte eingerechnet. Es ist unerlässlich die Infrastrukturbauwerke in die Ökobilanz der Variantenuntersuchung bereits in der Vorplanungsphase einzubeziehen, da diese die Umweltwirkungen signifikant beeinflussen. Für die Überprüfung und Anpassung der Bewertungs- und Berechnungsmethoden der einzelnen Kriterien wird vorerst davon ausgegangen, dass eine Variante für die Verbindung zweier Orte A und B einem Streckenzug entspricht. Eine Unterteilung in mehrere Streckenzüge nach der Definition aus Kapitel 2.2 wird zunächst nicht betrachtet.

Folgend werden die Einzelkriterien hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen während der frühen Planungsphasen überprüft. Die Kriteriensteckbriefe resultierend aus den vorhergehenden Forschungsprojekten sind insoweit sortiert, als das sie für die Linienbestimmung von Streckenzügen relevant sind. Dabei gibt es folgende Überlegungen:

Kriterium 1.1 – 1.5 und 1.10 - Ökobilanz

Zur Berechnung der Ökobilanz ist von Fernstraßen auszugehen, die i. A. aus Bundesautobahnen sowie Bundes- und Landes- bzw. Staatsstraßen bestehen. In der Dimensionierung bewegen sich diese zwischen den Belastungsklassen Bk10 und Bk100 gemäß Richtlinie für den standardisierten Oberbau (RStO 12) [35]. Für diese Belastungsklassen gibt es Tafeln mit Standardoberbauten sowohl für Asphalt- wie auch Betonbauweisen. Weiterhin gilt auf Fernstraßen, dass grundsätzlich durchgängig ein einheitlicher Regelquerschnitt entsprechend der festgelegten Entwurfsklasse anzuwenden ist, sodass nur eine Fahrbahnbreite über den gesamten Streckenzug angenommen werden kann.

Hierfür lässt sich möglicherweise das Forschungsprojekt B133 „Anforderungen an Baustoffe, Bauwerke und Realisierungsprozesse der Straßeninfrastrukturen im Hinblick auf Nachhaltigkeit“ [36] zumindest für Brückenbauwerke heranziehen, da dort Brücken in vier Typen klassifiziert werden.

Ungeklärt bleibt zum aktuellen Zeitpunkt, inwiefern Tunnelbauwerke berücksichtigt werden können und welchen Einfluss die Anzahl von Knotenpunkten hat

bzw. wie diese in der Ökobilanz abgebildet werden können. Zusätzlich ist anzunehmen, dass für den gesamten Streckenzug eine Oberbauweise gewählt wird, die durchgehend angewandt wird. Diese Vereinfachung ist plausibel, da nach Definition für den Streckenzug eine Entwurfsklasse entsprechend der Verkehrsbelastung einen einheitlichen Regelquerschnitt und somit eine einheitliche Dimensionierung nach Standardtafeln der RStO12 [35] nach sich zieht.

Folglich ist zu überlegen, ob es sinnvoll ist, einen Durchschnittswert für eine Standardoberbauweise für Straßen der Kategorie AS und LS zu rechnen, der zur Vereinfachung ebenfalls als Pauschalwert angeführt wird. Grundlegend ist festzulegen, für welche Lebenszyklusphasen eine Streckenzug-Ökobilanz erstellt werden kann:

- A1 bis A3 (Produktionsstadium) sind laut Norm verpflichtend zu bilanzieren. Es gilt somit zu klären, welche Datensätze für den Straßenbau in der ÖkoBauDat hinterlegt sind und ggf. Lücken aufzuzeigen, die geschlossen werden müssen.
- A4 (Transport zur Baustelle) und A5 (Einbau) können nicht vollumfänglich bilanziert werden, jedoch kann mittels der ÖkoBauDat-Datensätze zum Güter-Transport [t km] die Menge an Erdab- und Aufträgen abgeschätzt werden, um eine Transportpauschale für die Linienentwurfphase zur vereinfachten Anwendung anzugeben.
- B1 (Nutzung) findet im Rahmen der ökobilanzialen Betrachtung in diesem Kriterium keine Anwendung, wird jedoch in Kriterium 1.9 „Umweltwirkungen infolge Linienführung“ aufgegriffen.
- Erhaltungsszenarien, bestehend aus B2 (Instandhaltung), B4 (Ersatz) und B5 (Erneuerung), können anhand regelmäßiger Zyklen bilanziert werden, wenn das Lebensende eines Baustoffs erreicht ist (vgl. hierzu bestehende Methodensteckbriefe).
- B3 (Reparatur) ist schwer vorherzusehen, da diese Phase bedingt wird von Schäden wie beispielsweise nach Katastrophenereignissen und deshalb nicht berücksichtigt werden kann.

Die weitere Vorgehensweise für dieses Kriterium ist:

1. Die Methode allgemein zu beschreiben,
2. die Bausteine zu rechnen, um Durchschnitts- und Pauschalwerte ableiten zu können und

3. Datensatz-Lücken abzuleiten und aufzuzeigen.

Kriterium 1.6

Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna)

Da bereits im Rahmen der Bedarfsfeststellung mittels der SUP Umweltbelange geprüft und Maßnahmen zur Vermeidung möglicher Eingriffe oder ggf. für den Ausgleich vorgeschlagen werden, wird davon ausgegangen, dass Eingangsdaten zur Bewertung vorliegen. Diese können der fortzuschreibende Erläuterungsberichte zur SUP plus die Ergänzungen aus der UVS, die während der Vorplanung Anwendung findet, entnommen werden. Die UVS dient maßgeblich der Trassenfindung der Vorzugsvariante, indem die ökologischen Risiken, wie Eingriff in die Flora und Fauna sowie Gewässer- und Bodenschutzgebiete, der Baumaßnahme analysiert und bewertet werden. Bei der Linienbestimmung kann qualitativ abgefragt werden, inwiefern die Varianten bspw.

- die Vernetzung von Biotopen,
- Heimische Tierarten sowie
- Zerschneidungseffekte

beeinflussen würden. Dabei kann für die Phase der Vorplanung bereits abgefragt werden, ob Gefährdungspotenzial für Flora und Fauna bzgl. der einzelnen Varianten besteht.

Kriterium 1.7

Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft)

Gegenstand dieses Steckbriefs sind die Beeinflussung von Boden, Wasser, Luft und Kleinklima. Die folgenden Aspekte:

- Grad der Bodenversiegelung,
- Menge des Erdaushubs/der Erdbewegungen,
- Zustand des Grundwassers und mögliche Gefährdungen der Grundwasserleiter (Aquifere) durch Vermischung sowie Beeinflussung des Stroms,
- Bestehende Naturschutz-/Wasserschutzgebiete und
- mögliche Gefährdung des Kleinklimas

können bereits zum Zeitpunkt der Linienbestimmung für alle Varianten abgefragt werden. Daten sollten den Erläuterungsberichten zur SUP und

später zur UVS zu entnehmen sein. Ggf. sind bereits Boden- und/oder Wasserschutzgutachten erstellt worden, auf deren Belange Rücksicht genommen werden muss. Luftschadstoffemissionen wie Feinstaub und NO₂ werden im Kriterium 1.9 als Umweltwirkung infolge Streckenführung behandelt. Die Schadstoffemissionen der Baumaschinen während der Herstellung werden bei der Nachhaltigkeitsbetrachtung hier vernachlässigt. Die Bewertung der Schadstoffemissionen aus den Baumaschinen erfolgt während des Vergabeprozesses. Lärmschutz während Herstellung und Betrieb findet sich im Kriterium 3.1 Schutzgut Mensch.

Kriterium 1.8

Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bei diesem Steckbrief ist zur Diskussion zu stellen, inwieweit bereits zum Zeitpunkt der Variantenuntersuchung und darüber hinaus bis zur Genehmigungsplanung baubedingte Verkehrsuntersuchungen bewertet werden können. Zumindest jedoch müssen Stauprognosen bereits während der Planungsphasen von Bundesautobahnen, die durch Arbeitsstellen längerer Dauer, welche standardmäßig bei Neubau-, Um- und Erweiterungsmaßnahmen eingerichtet werden, erstellt und regelmäßig jährlich an den Bund gemeldet werden. Auf Grundlage dieser Prognosen können zumindest Rückschlüsse auf die CO₂-Mehrbelastung gezogen werden. Auch betriebsdienstliche Aspekte, wie die Berücksichtigung zusätzlicher Flächen als Arbeitsräume auf Brücken, in Tunneln und entlang der freien Strecke sollen in der Vorplanung beim Variantenvergleich wie auch bei der Entwurfsplanung der Vorzugsvariante berücksichtigt werden.

Kriterium 1.9

Umweltwirkungen infolge Linienführung

Dieser Steckbrief ist komplett neu auszuformulieren, da das Kriterium, in den bisherigen Forschungsvorhaben mangels Relevanz zurück gestellt war. Denkbar ist, an dieser Stelle gezielt die Linienführung der verschiedenen Varianten zu untersuchen, je nach Steigung, Kurvigkeit, Geländegegebenheit, Länge des jeweiligen Streckenzuges und Anzahl der Knotenpunkte und somit bspw. die Mehremissionen und weitere Umweltwirkungen, wie Bremsantrieb, zu bilanzieren.

Es wird vorgeschlagen, dieses Kriterium als messbares Kriterium in Ergänzung zur Ökobilanz zu verwenden, in dem die Nutzungsphase (B1) bilanziert wird, jedoch mittels anderer Datensätze. Im weite-

ren Verlauf der Bearbeitung muss jedoch geklärt werden, ob es belastbare Daten gibt, anhand derer beurteilt werden könnte, wie die Linienführung durch Steigung, Kurven, Knotenpunkte, Geschwindigkeit etc. beeinflusst wird. Sinnvoll dafür wäre hier eine Kategorisierung nach Streckenzugtyp entsprechend den RAL [7] für Landstraßen und entsprechend den RAA [6] für Autobahnen.

Kriterium 1.11

Abwasseraufkommen

Bereits in der Variantenuntersuchung/Linienbestimmung werden Entwässerungseinrichtungen wie Bankett und Rigolen geplant oder vorgesehen, da diese aufgrund der Platzbedürfnisse berücksichtigt werden müssen. Spätestens zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung für die Vorzugsvariante muss das anfallende Abwasser überschlägig berechnet werden, um die entwässerungstechnischen Anlagen zu dimensionieren. Auch liegen zu diesem Zeitpunkt Erkenntnisse zur Verwendung von Rigolen, der Entwässerung per Regenwasserkanal oder der Entwässerung über die Schulter vor, ebenso wie Vorgaben zur Planung von Regenrückhaltesystemen. Daher kann der Steckbrief aus dem vorhergehenden Forschungsprojekt „Pre-Check“ [5] übernommen werden.

Kriterium 1.12

Flächeninanspruchnahme

Die Flächeninanspruchnahme der verschiedenen Varianten können hier gegenübergestellt werden. Da innerhalb dieses Kriteriums nicht nur die Flächeninanspruchnahme des Streckenzuges selbst, sondern auch möglicherweise erforderliche Lagerflächen für die Bauphase wie auch Reserveflächen für Ausbau- und Erweiterungsmaßnahmen bewertet werden sollen, ist es sinnvoll die unterschiedlichen Flächeninanspruchnahmen zu gewichten. Mögliche Lagerflächen, die nur während des Bauprozesses in Anspruch genommen werden sind zeitlich befristet in Benutzung und daher nicht dauerhaft versiegelt. Ein Ansatz von 10 % ausgehend für eine 10-jährige Bauzeit kann gewählt werden. Reserveflächen für mögliche Ausbau- und Erweiterungsmaßnahmen werden u. U. nie genutzt oder erst 10 bis 20 Jahre später versiegelt, sodass bei einer Nutzungsdauer von 100 Jahren effektiv nur 80 % der Fläche in Anspruch genommen wird. Eine unterschiedliche Gewichtung ist daher ratsam, um die unterschiedlichen Flächen nicht gleich zu bewerten.

Kriterium 1.14

Ressourcenschonung

Zum Zeitpunkt der Linienbestimmung kann die lokale Ressourcenverfügbarkeit bereits beurteilt werden, wohingegen der relative Ressourcenbedarf noch nicht feststeht. Auch können in der Phase der Entwurfsplanung bereits Bodengutachten vorliegen, die den Einbau von Recyclingstoffen erlauben oder verbieten. Grundsätzlich stellt sich allerdings die Frage, ob überhaupt eine Differenzierbarkeit der lokalen Ressourcenverfügbarkeit möglich ist oder ob die Baustoffe wie Schutt, Splitt, Kies, Sand, Zement etc. nicht ohnehin überall innerhalb Deutschlands verfügbar sind. Weiterhin gelten die rechtlichen Vorgaben des Vergaberechts, nachdem in der Regel das wirtschaftlichste Angebot zu wählen ist. Das kann durchaus dazu führen, dass Baustoffe aus Norddeutschland auf eine Baustelle nach Süddeutschland oder gar aus dem europäischen Ausland transportiert werden.

Kennwerte oder pauschale Ansätze für den prozentualen Anteil eingesetzter Recyclingbaustoffe gibt es weder für Beton- noch für Asphaltbauweisen. Die Wiederverwendung von Asphalt ist in Deutschland letztlich abhängig von etwaigen Länderegelungen. In Baden-Württemberg werden beispielsweise in Asphaltdeckschichten aus Asphaltbeton 40 - 50 M.- % Asphaltgranulat und in Asphalttrag- und Asphaltbinderschichten 60 - 90 M.- % Asphaltgranulat zugelassen. Allgemein lässt sich der maximale Zugabeanteil aber nur konkret am Granulat abschätzen. Dafür muss mindestens bekannt sein, wie gleichmäßig das Asphaltgranulat hinsichtlich einiger der wichtigsten Materialkennwerte ist. Es ist nicht klar, ob auf Grundlage der überschlägigen Massenermittlung im Rahmen der Entwurfsplanung hinreichend genaue Aussagen für die Bewertung dieses Kriteriums getroffen werden können.

Dennoch bietet sich dieses Kriterium auch ohne quantifizierbare Bewertung für eine qualitative Abfrage an. Die Fragestellungen können ergänzende Aspekte benennen, die im nachgelagerten Planungsprozess, wie der Ausführungsplanung oder der Vergabe berücksichtigt werden sollen.

Kriterium 2.1

Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

Zum Zeitpunkt der Vorplanung muss bereits eine Kostenschätzung (vgl. Kapitel 3.1.6) und zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung eine Kostenberech-

nung vorliegen. Daher können grundsätzlich zu diesem Zeitpunkt bereits bekannte Kosten, wenn auch in unterschiedlichem Detaillierungsgrad, zu Grunde gelegt werden. Zu klären ist aber in der weiteren Bearbeitung, ob mit einem Pauschalansatz mit überschlägigen Kosten pro Unterhaltungs- und Instandsetzungskilometer gerechnet werden kann. Da die Streckenzüge als Gesamtheit aller Einzelelemente betrachtet werden, können auch an dieser Stelle die Lebenszykluskosten als Voruntersuchung sehr vereinfachend betrachtet werden. Grundsätzlich werden die Streckbriefe aus dem Forschungsprojekt „Straße und Tunnel“ [4] übernommen, aber auf die Erfordernisse angepasst. Z. B. gilt es eine Methodik zu finden, die die einzelnen Varianten gegenüberstellt.

Kriterium 2.2

Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Möglicherweise können Kosten aus der Bewertung des Kriteriums 1.8 abgeleitet werden. Des Weiteren gilt zu prüfen, ob auf Grundlage von Stauprognosen auch statistische Unfallhäufigkeiten vorliegen, die zur Berechnung von volkswirtschaftlichen Kosten mittels der Unfallkostenrate etc. erforderlich sind. Weiterhin könnten Beeinträchtigungen auf Grund nicht in der Planung berücksichtigter Trendprognosen zur Verkehrsnachfrage betrachtet werden. Es stellt sich aber zu diesem Zusammenhang die Frage, wie viel Input zum Zeitpunkt der Vor- und Entwurfsplanung tatsächlich vorhanden ist.

Kriterium 2.3

Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Dieser Steckbrief ist neu zu entwerfen, da dieses Kriterium mangels Relevanz oder Eingangsdaten bisher zurückgestellt war. Hier muss die Frage geklärt werden, inwieweit belastbare Daten zur Bilanzierung existieren oder ob eine qualitative Abfrage sinnvoller wäre, in der nach den erreichbaren Qualitätsstufen nach dem HBS-Verfahren, der Anzahl der Knotenpunkte und der Länge der freien Strecken gefragt wird.

Kriterium 3.1 – 3.3 Schutzgüter

Eingangsdaten zu diesen Kriterien können dem Erläuterungsbericht zur UVS entnommen werden. Die Steckbriefe sowie die Bewertungsmethoden werden aus den vorangegangenen Forschungsvorha-

ben übernommen und an die hiesige Thematik angepasst.

Kriterium 3.4

Komfort

Der Komfort wurde bisher als individuelles Empfinden des Nutzers definiert, welches zum Zeitpunkt der Vorplanung nicht abgefragt werden kann. Der Planer muss jedoch die Standardplanungselemente aus den RAA [6] und den RAL [7] aus Gründen der Sicherheit und zur Sicherstellung der Qualität des Verkehrsablaufes verwenden. Diese setzen generell einen hohen Komfort voraus. In Ausnahmefällen kann davon abgewichen werden, sodass auch zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen eine Tendenz zum Komfort abgeleitet werden kann, indem beispielsweise Abschnitte definiert werden, die nicht dem Regelwerk entsprechen. Der prozentuale Anteil kann dann qualitativ über eine Checkliste erfragt und bewertet werden.

Kriterium 3.5

Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security)

Bei diesem Kriterium kann auf die Erkenntnisse aus dem Projekt „SKRIBT“ [33] zurückgegriffen werden, die bereits während der Variantenfindung Eingang finden sollten. Inwieweit dieses Kriterium tatsächlich bewertbar ist, bedarf der genauen Prüfung. Es sollte aber dennoch ähnlich wie Kriterium 1.14 bereits berücksichtigt werden, um zwingend in nachgelagerten Planungsphasen Eingang zu finden.

Kriterium 3.6

Verkehrssicherheit (Safety)

Da die Verkehrssicherheit integraler Bestandteil der zu erbringenden Nachweise in allen drei frühen Planungsphasen ist, wird der Steckbrief aus vorangegangenen Forschungsvorhaben übernommen, muss aber auf Aktualität und Charakteristik hin überprüft werden.

Kriterium 3.7

Förderziele

Fraglich ist, ob zum Zeitpunkt der Variantenprüfung innerhalb des vorgegebenen Korridors überhaupt die Option besteht, den vorgegebenen Förderzielen aus dem BVWP nicht Folge zu leisten. Zumindest ein im BVWP formuliertes Förderziel, in einem vorgegebenen Korridor „Punkt A mit Punkt B“ zu verbinden, um die Infrastruktur, die Wirtschaft oder die Region etc. zu stärken, lässt sich nicht verfehlen.

Die Definition und die Inhalte dieses Kriteriums müssen weiter durchdacht werden. Im Rahmen der

Linienfindung werden z. B. auch Knotenpunkte verschoben und Anbindungen bedacht, die die Verkehrsführung der bestehenden Infrastruktur verbessern (z. B. Anschluss an Industriegebiete oder Ortsumgehungen). Es wäre also möglich den Abwägungsprozess als qualitative Abfrage in diesem Kriterium zu erfassen und zu bewerten.

Kriterium 4.4

Verkehrsentwicklung und -planung/Verstärkung und Erweiterbarkeit

Bereits zum Zeitpunkt der Vorplanung sollte die Berücksichtigung potenzieller Erweiterungsflächen bedacht sowie die Anpassungsfähigkeit an veränderte Rahmenbedingungen beim Linienentwurf berücksichtigt und abgefragt werden. Die Berücksichtigung von Verkehrsprognosen ist gemäß Regelwerk für die Vorplanung wie auch den Entwurf vorgeschrieben und kann daher als mögliche Eingangsgröße für die Bewertung angenommen werden.

Kriterium 4.6

Bauverfahren und Herstellbarkeit

Dieses Kriterium gilt es zu diskutieren, da hier tendenziell nur abgefragt werden kann, ob Lagerflächen und Flächenreserven für die Bauphase bereits berücksichtigt wurden. Bedacht werden könnte jedoch auch die unterschiedliche Bauzeit, die sich durch unterschiedliche Anzahlen von Infrastrukturbauwerken ergeben könnte.

Kriterium 5.1

Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung

Nachhaltiges Planen setzt ein fundiertes wie auch stets aktuelles Fachwissen des Planungsteams voraus. Regelmäßige Fortbildungen der Planer sind daher unerlässlich. Es werden in diesem Kriterium nur Wirkungen betrachtet, die dem Planungsprozess zuzuschreiben sind. Für die Nachhaltigkeitsbewertung ist nachzuweisen, dass das Planungsteam über ausreichendes Wissen zum aktuellen Stand der Technik, wie neue, ressourcenschonende Bauweisen, Nutzung neuer Baumaterialien und -technologien und Einarbeitung neuer Planungsstandards verfügt sowie der erforderlichen Überprüfung der Planung durch einen fachkompetenten Dritten (Auditor) standhalten kann. Grundsätzlich können die Anforderungen aus den Steckbriefen zum Projekt „Pre-Check“ [5] angewandt werden. Da seit der Novellierung der HOAI [14] im Jahr 2013 Aspekte zur Nachhaltigkeitsbetrachtung als beson-

dere Leistungen ausgeschrieben werden können, sollten Fortbildungen in diesem Bereich als Frage der Checkliste ergänzt werden.

Kriterium 5.2

Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung

Ziel dieses Kriteriums ist die Sensibilisierung im Hinblick auf Aspekte der Nachhaltigkeit im Verlauf aller Leistungsphasen nach HOAI 2013 [14]. Bereits bei der Vergabe von Planungsleistungen besteht die Möglichkeit mittels der zusätzlichen Vergabe von besonderen Leistungen der Nachhaltigkeit Rechnung zu tragen. In der Leistungsphase 2 der HOAI 2013 [14] können sowohl für die Planung von Ingenieurbauwerken wie auch für die Planung von Verkehrsanlagen Betrachtungen zur Nachhaltigkeit als besondere Leistungen ausgeschrieben werden. Sofern ein Auftraggeber diese beauftragen möchte, sollte er über die Anforderungen an Fortbildungen und/oder zu Referenzen den richtigen Auftragnehmer suchen.

Die Kriterien der Standortqualität wurden bereits in Kapitel 5.1 ausführlich beschrieben.

6 Herleitung der Methodik und Überarbeitung der Kriteriensteckbriefe

Im Folgenden werden die in Kapitel 4 beschriebenen Kriterien ausgestaltet sowie die Hintergründe für die Vorgehensweisen bei der Bewertung und weiterführende Überlegungen erläutert. Die Kriterien werden in ihrer Reihenfolge nach Hauptkriteriengruppen aufgeführt.

6.1 Ökologische Qualität

Kriterien 1.1 – 1.5 + 1.10 Ökobilanz

Die Ökobilanz ermöglicht die Umweltwirkungen und die Ressourceninanspruchnahme abzubilden. Hierzu sind detaillierte Kenntnisse zu Herstellung, Nutzung und Rückbau des Streckenzuges notwendig. Diese Informationen liegen in einer frühen Planungsphase häufig noch nicht in vollem Umfang vor. Daher ist für den Anwender eine Berechnungsmethode der Ökobilanz zu entwickeln, die folgende Kriterien erfüllt:

- Berechnung und Bewertung der Ökobilanz in den frühen Planungsphasen (Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung).
- Berechnung der Ökobilanz durch einen Planer ohne spezifische Kenntnisse in der Ökobilanzierung.
- Berechnung der Ökobilanz ohne zusätzliche Softwaretools wie z. B. GaBi, Umberto.
- Einheitliche Vorgabe von Variablen, die in den frühen Planungsphasen noch nicht definiert sind.
- Berechnung der Ökobilanzvarianten in einem wirtschaftlichen Zeitrahmen.

Um diese Ziele zu erreichen, erscheint zu einem frühen Planungszeitpunkt eine überschlägige Berechnung der Ökobilanz sinnvoll. Die detaillierte Berechnung der Ökobilanz mit einer dafür notwendigen Massen- und Mengenermittlung ist nicht praktikabel und wird daher verworfen. Dies gilt insbesondere, da während der Linienfindung mindestens drei Varianten untersucht werden müssen (vgl. HOAI), darüber hinaus aber weitere Varianten geprüft werden können. Aus diesem Grund wurde eine repräsentative Ökobilanz errechnet, deren Werte in einem Baukasten bereitgestellt werden, deren sich der Anwender bedienen kann.

Die Bewertung von Bundesfernstraßen umfasst Bundes- und Landes- bzw. Staatsstraßen sowie Bundesautobahnen. Grundsätzlich gelten für die Dimensionierung des Oberbaus die „Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht“ (RDO Asphalt) und die „Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Verkehrsflächen mit Betondecke“ (RDO Beton). Diese regeln die rechnerische Dimensionierung von Oberbauten für Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschichten und Betondecken sowohl für den Neubau als auch für Erneuerungsmaßnahmen öffentlicher Straßen. Mittels beider Richtlinien können die erforderlichen Schichtdicken innerhalb des frostsicheren Oberbaues unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung aus dem Schwerverkehr, der klimatischen Verhältnisse, der Lage der Verkehrsfläche im Gelände, örtlicher Verhältnisse, die sich durch die freie Strecke oder die geschlossene Ortslage ergeben und der Schicht- und Baustoffeigenschaften - im Gegensatz zur standardisierten Dimensionierung nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12)“ [35] exakt berechnet werden. Da diese

Vorgehensweise eine individuelle Betrachtung jedes Streckenzuges zur Folge hat, die Prüfung der Bewertung der Ökobilanz eines Streckenzuges hinsichtlich der Nachhaltigkeitsaspekte zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen jedoch vorerst einen pauschalen Ansatz erfordert, wird im Weiteren auf die Tafeln der RStO 12 [35] zurückgegriffen.

In der RStO 12 [35] wird in Abhängigkeit von der Belastungsklasse (Bk), welche auf Grundlage des zu erwartenden Schwerverkehranteils berechnet wird, eine standardisierte Oberbauweise für verschiedene Materialien vorgegeben. Die Belastungsklasse führt, abhängig von Untergrund und Befahrungintensität, zu unterschiedlichen Bauteilschichtenabfolgen. Insgesamt existieren sieben Belastungsklassen (Bk0,3 bis Bk100). Für Bundesfernstraßen sind die Belastungsklassen Bk10, Bk32 und Bk100 von Bedeutung, dabei werden die Belastungsklassen Bk10 und Bk32 eher für Bundes- und Landes- bzw. Staatsstraßen herangezogen. Bundesautobahnen werden mit der Belastungsklasse Bk100 geplant. Die nachfolgenden Bilder geben die vorgenommene Kategorisierung schematisch wieder.

Für die Berechnung der vereinfachten Ökobilanzbausteine wurden die durch die Belastungsklassen der RStO12 [35] vorgegebenen Materialien und Schichtdicken mit einem Datensatz aus der Datenbank ÖkoBauDat verknüpft. Die ÖkoBauDat ist eine Datenbank für Umweltwirkungen von Baumaterialien und -prozessen, die vom Bundesministerium des Innern, Bau und Heimat gepflegt und betrieben wird. Die Datenbank dient insbesondere der Berechnung von Ökobilanzen im Hochbau, z. B. im Rahmen der Bewertung nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB).

Für die folgende Betrachtung wird davon ausgegangen, dass je Streckenzug (gleichbedeutend mit einer Variante) eine Oberbauweise durchgehend verwendet wird.

Es wurden folgende Datensätze aus der ÖkoBauDat 2016 gewählt, die behelfsweise für eine überschlägige Ökobilanz integriert wurden:

- Gussasphalt
- Asphalttragschicht
- Zement (CEM II 42,5)
- Beton C 30/37
- PE/PP-Vlies

- Schotter 16/32
- Kies 2/32
- Splitt 2/16
- Sand 0/2

Die ÖkoBauDat enthält nicht alle für die Modellierung von Streckenzügen notwendigen Baumaterialien. Es wird daher empfohlen, die ÖkoBauDat um weitere Datensätze für den Straßenbau zu ergänzen. Beispielhaft können folgende Materialien genannt werden:

- Schotter, Sand, Kies und Splitt anderer Körnungen
- Muschelkalkschotter,
- Zement CEM I und V,
- für den Straßenbau geeignete Vliesstoffe,
- Recyclingbaustoffe aus Betonaufbruch,
- Recyclingbaustoffe aus Bitumenaufbruch,
- u. v. m.

Der ökobilanzielle Betrachtungszeitraum für jeden Streckenzug beträgt 100 Jahre. Dies bedeutet, dass über die Herstellung des Streckenzuges hinaus auch die Ersatzzyklen nach Ablauf der Nutzungsdauern der verschiedenen Bauteilschichten bilanziert werden sowie der Rückbau der Materialien eingerechnet wird. Tabelle 3 gibt die Nutzungsdauern im Straßenbau üblicher Materialien wieder.

Mithilfe der Standardoberbauten, der ÖkoBauDat-Datensätze und der zugehörigen Nutzungsdauern über den angenommenen Betrachtungszeitraum konnten erste Umweltwirkungen je Quadratmeter Fahrbahn errechnet werden.

Grundsätzlich ist nach Definition des Streckenzuges je Variante durchgängig ein Regelquerschnitt anzuwenden, sodass nur eine Fahrbahnbreite über den gesamten Streckenzug (vgl. Kapitel 2.2) angenommen werden kann. Aus diesem Grund werden die gerechneten ökobilanziellen Ergebniswerte für Landstraßen und Autobahnen auf die, in der RAL [7] und RAA [6] vorgegebenen, Regelquerschnitte der Entwurfsklassen hochgerechnet, sodass die daraus entstehenden Ergebniswerte pro laufenden Meter ausgegeben werden. Dies ermöglicht eine übersichtliche Ermittlung der ökologischen Wirkung der Varianten mit einer einfachen Multiplikation der Streckenlänge. Die Entwurfsklassen für Landstraßen sind in Bild 20 und für Autobahnen in Bild 21 dargestellt.

Asphalt

| Zeile | Belastungsklasse | Bk100 | | | | Bk32 | | | | Bk10 | | | |
|---|---|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|
| | B [Mio.] | > 32 | | | | > 10 - 32 | | | | > 3,2 - 10 | | | |
| Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾ | | 55 | 65 | 75 | 85 | 55 | 65 | 75 | 85 | 55 | 65 | 75 | 85 |
| 1 | Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 22 | | | | 18 | | | | 14 | | | |
| | Frostschuttschicht | 45 | | | | 45 | | | | 45 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | | 31 ¹⁾ 41 ¹⁾ 51 ¹⁾ 55 ¹⁾ | | | | 35 ¹⁾ 45 ¹⁾ 55 ¹⁾ 29 ¹⁾ | | | | 39 ¹⁾ 49 ¹⁾ 59 ¹⁾ | | | |
| 2.1 | Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 14 | | | | 10 | | | | 8 | | | |
| | Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | | 34 ¹⁾ 44 ¹⁾ | | | | 28 ¹⁾ 38 ¹⁾ 48 ¹⁾ | | | | 30 ¹⁾ 40 ¹⁾ 50 ¹⁾ | | | |
| 2.2 | Asphalttragschicht und Verfestigung auf Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 18 | | | | 14 | | | | 10 | | | |
| | Verfestigung | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | | 20 ¹⁾ 30 ¹⁾ 40 ¹⁾ | | | | 24 ¹⁾ 34 ¹⁾ 44 ¹⁾ | | | | 18 ¹⁾ 28 ¹⁾ 38 ¹⁾ 48 ¹⁾ | | | |
| 2.3 | Asphalttragschicht und Verfestigung auf Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 18 | | | | 14 | | | | 10 | | | |
| | Verfestigung | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | | 15 ¹⁾ 25 ¹⁾ 35 ¹⁾ | | | | 19 ¹⁾ 29 ¹⁾ 39 ¹⁾ 13 ¹⁾ | | | | 23 ¹⁾ 33 ¹⁾ 43 ¹⁾ | | | |
| 3 | Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 18 | | | | 14 | | | | 10 | | | |
| | Schottertragschicht ⁷⁾ E _{sd} ≥ 150(120) | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | | 30 ¹⁾ 40 ¹⁾ | | | | 34 ¹⁾ 44 ¹⁾ | | | | 28 ¹⁾ 38 ¹⁾ 48 ¹⁾ | | | |
| 4 | Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 18 | | | | 14 | | | | 10 | | | |
| | Kiestragschicht E _{sd} ≥ 150(120) | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | | 25 ¹⁾ 35 ¹⁾ | | | | 29 ¹⁾ 39 ¹⁾ | | | | 33 ¹⁾ 43 ¹⁾ | | | |
| 5 | Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| | Asphaltdecke | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| | Asphalttragschicht | 18 | | | | 14 | | | | 10 | | | |
| | Schotter- oder Kiestragschicht | 30 | | | | 30 ¹⁾ | | | | 30 ¹⁾ | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | | Ab 12 cm aus | | | | 15 ¹⁾ 25 ¹⁾ 35 ¹⁾ | | | | 15 ¹⁾ 25 ¹⁾ 35 ¹⁾ | | | |

Bild 18: Relevante Aufstellung der RStO12-Tafeln [35] für standardisierte Asphalt-Oberbauten nach Belastungsklassen kategorisiert nach Landstraßen gemäß RAL [7] und Autobahnen gemäß RAA [6]

Grundlegend ist festzuhalten, für welche Lebenszyklusphasen eine Ökobilanz erstellt werden kann:

A1 bis A3 (Produktionsstadium) sind laut Norm DIN EN 15804 verpflichtend zu bilanzieren. Es gilt somit zu klären, welche Datensätze für den Straßenbau in der ÖkoBauDat hinterlegt sind und ggf. Lücken aufzuzeigen, die geschlossen werden müssen.

Beton

| Belastungsklasse | Bk100 | | | | Bk32 | | | | Bk10 | | | |
|--|---|----|----|----|-------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
| B [Mio.] | > 32 | | | | > 10 - 32 | | | | > 3,2 - 10 | | | |
| Dicke des frostsch. Oberbaus | 55 | 65 | 75 | 85 | 55 | 65 | 75 | 85 | 55 | 65 | 75 | 85 |
| Tragschicht mit hydraulischen Bindemittel in auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Vliesstoff ^{fi} | 27 | | | | 26 | | | | 25 | | | |
| Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| Frostschuttschicht | 42 | | | | 41 | | | | 40 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | 33 | | | | 34 | | | | 35 | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Vliesstoff ^{fi} | 27 | | | | 26 | | | | 25 | | | |
| Verfestigung | 20 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| Schicht aus frostunempfindlichem Material | 47 | | | | 41 | | | | 40 | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | 18 | | | | 24 | | | | 25 | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Vliesstoff ^{fi} | 27 | | | | 26 | | | | 25 | | | |
| Verfestigung | 25 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| Schicht aus frostunempfindlichem Material | 52 | | | | 46 | | | | 45 | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | 13 | | | | 19 | | | | 20 | | | |
| Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Asphalttragschicht | 10 | | | | 10 | | | | 10 | | | |
| Frostschuttschicht | 36 | | | | 35 | | | | 34 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | 29 | | | | 30 | | | | 31 | | | |
| Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material | | | | | | | | | | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Schottertragschicht | 30 | | | | 30 ^{1b)} | | | | 30 ^{1b)} | | | |
| Schicht aus frostunempfindlichem Material | 59 | | | | 58 | | | | 57 | | | |
| Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material | Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere F | | | | | | | | | | | |
| Schottertragschicht auf Frostschuttschicht | | | | | | | | | | | | |
| Betondecke | | | | | | | | | | | | |
| Schottertragschicht | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| Frostschuttschicht | 49 | | | | 48 | | | | 47 | | | |
| Dicke der Frostschuttschicht | 26 | | | | 27 | | | | 28 | | | |

Bild 19: Relevante Aufstellung der RStO12-Tafeln [35] für standardisierte Beton-Oberbauten nach Belastungsklassen kategorisiert nach Landstraßen gemäß RAL [7] und Autobahnen gemäß RAA [6]

A4 (Transport zur Baustelle) und A5 (Einbau) können nicht vollumfänglich bilanziert werden, da diese sehr stark projektabhängig sind. Jedoch kann mittels der ÖkoBauDat-Datensätze zum Güter-Transport [t km] die Umweltwirkung durch Erdab- und -aufträge abgeschätzt werden, um für die Linienentwurfphase eine Transportpauschale zur vereinfachten Anwendung anzugeben.

| Bauteile/Baustoffe | Nutzungsdauer* [Jahre] |
|--|------------------------|
| Asphaltbeton (Deckschicht) | 12 |
| Spaltmastixasphalt (Deckschicht) | 15 |
| Gussasphalt (Deckschicht) | 19 |
| Asphaltbinderschicht | 26 |
| Asphalttragschicht | 55 |
| Beton (Deckschicht) | 26 |
| Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel | 60 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt | 55 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton | 45 |

*Quelle: BMVBS, 2011; FGSV, 2001 und ABV

Tab. 3: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe für die Bewertung von Streckenzügen [4]

Das Modul B1 Nutzung - hier im Sinne des auf dem Streckenzug entstehenden Verkehrs - findet im Rahmen der ökobilanziellen Betrachtung in diesem Kriterium keine Anwendung, wird jedoch in Kriterium 1.9 „Umweltwirkungen infolge Linienführung“ in abgewandelter Form (Abgas- und CO₂-Emissionen) aufgegriffen.

Erhaltungsszenarien, bestehend aus B2 (Instandhaltung), B4 (Ersatz) und B5 (Erneuerung), können anhand regelmäßiger Ersatzzyklen bilanziert werden, wenn das Lebensende eines Baustoffs bzw. einer Bauteilschicht erreicht ist.

B3 (Reparatur) ist schwer vorherzusehen, da diese Phase bedingt wird von Schäden nach Unfällen oder Extremwetterereignissen. B3 wird deshalb nicht berücksichtigt.

Trotz der Unsicherheiten bezüglich der Umwelteinflüsse des Transports, der Bauprozesse und der fehlenden Bauteile, die schwer im Einzelnen zu bilanzieren sind, werden pauschale Zuschlagsfaktoren mit den ökobilanziellen Werten der Herstellungsphase verrechnet. Hierfür wird Bezug auf die bereits festgelegten Faktoren des Forschungsprojekts „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] genommen. Diese sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Da eine Vielzahl von Bauteilen und Komponenten (z. B. Anschlüsse) zur Vereinfachung der Berechnung vernachlässigt werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{B,i}$ zu multiplizieren. Weiterhin sind auch keine Verkehrssicherungseinrichtungen berücksichtigt, da zum frühen Planungszeitpunkt noch nicht absehbar ist, in welchem Umfang sie

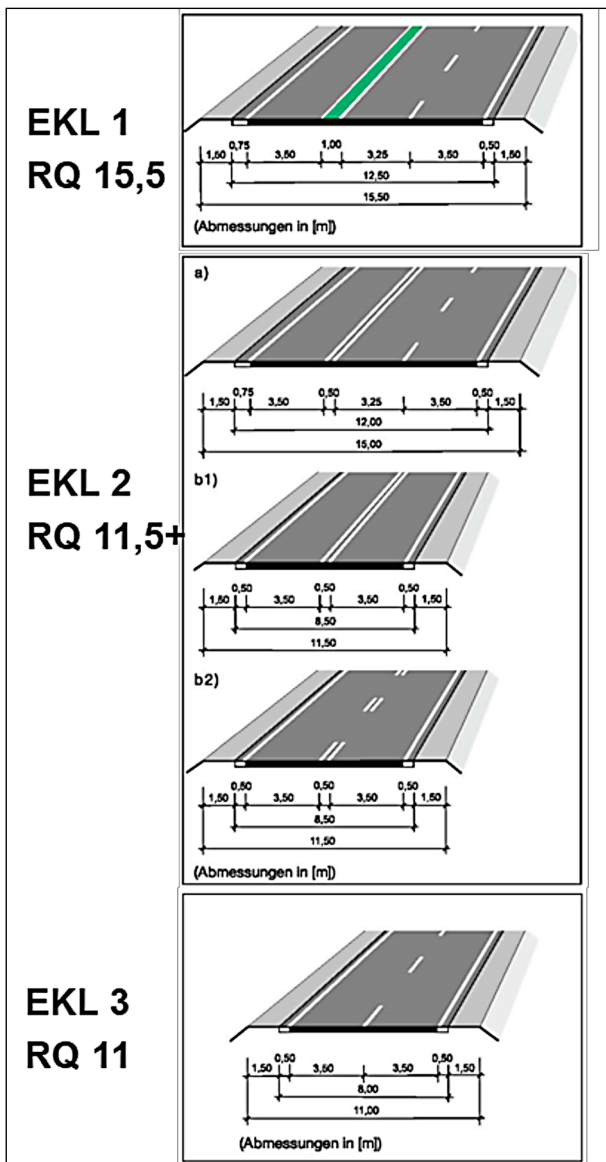


Bild 20: Abbildung der Entwurfsklassen für Landstraßen [7]

notwendig sind. Aus diesem Grund konnten sie weder in der Berechnung noch in den Zuschlagsfaktoren Berücksichtigung finden. Für spätere Bewertungszeitpunkte können und müssen sie jedoch eingerechnet werden.

Transporte der Baustoffe zur Baustelle sind im Allgemeinen standortabhängig zu berücksichtigen. Die Lage der Mineralstoff- und Mischwerke ist höchstwahrscheinlich nicht zum Zeitpunkt der Linienfindung bekannt. Es wird deshalb zum Bewertungszeitpunkt davon ausgegangen, dass diese Entfernungen noch nicht bekannt sind und erst zum Zeitpunkt der Vergabe (Leistungsphase 6) bekannt werden. Da folglich keine Datengrundlage zu Transportentfernungen und Transportmitteln vorhanden

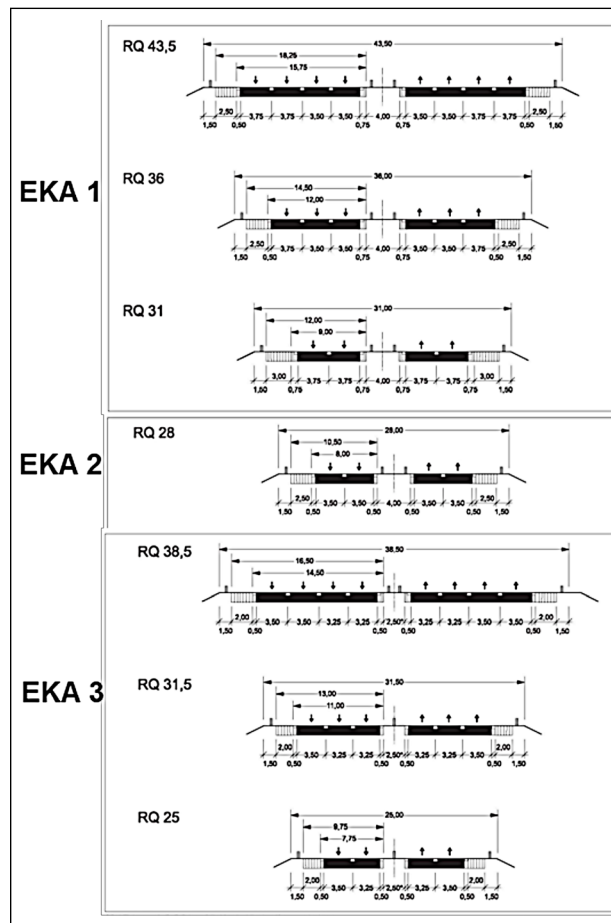


Bild 21: Abbildung der Entwurfsklassen für Autobahnen [6]

sind, wird alternativ das Ergebnis mit dem Faktor $f_{T,i}$ multipliziert.

Zur Erfassung von Bauprozessen, die während der Herstellung des Infrastrukturbauwerks entstehen und aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Prozessabläufe und fehlender Datengrundlagen nicht erfasst werden, ist das Ergebnis mit dem Faktor $f_{P,i}$ zu multiplizieren.

Die in Tabelle 4 zusammengestellten Zuschlagsfaktoren aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] für die freie Strecke finden Anwendung in der, im Kriterium als Baukasten dargestellten, überschlägigen Ökobilanz.

Die Zuschlagsfaktoren für Brücke und Tunnel werden der Vollständigkeit halber ebenfalls abgebildet, werden jedoch in der Berechnung nicht berücksichtigt und vorerst zurückgestellt. Im Hinblick auf die zukünftige Anwendung erscheinen die Zuschlagsfaktoren für Tunnel äußerst realitätsfern. Aus diesem Grund wird eine fundierte Evaluierung dieser Zuschlagsfaktoren empfohlen.

| Kriterium | freie Strecke | Brücke | Tunnel |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Treibhauspotenzial | $f_{B,GWP} = 1,01$ | $f_{B,GWP} = 1,05$ | $f_{B,GWP} = 1,05$ |
| | $f_{T,GWP} = 1,10$ | $f_{T,GWP} = 1,03$ | $f_{T,GWP} = 1,05$ |
| | $f_{P,GWP} = 1,01$ | $f_{P,GWP} = 1,05$ | $f_{P,GWP} = 1,05$ |
| Ozonschichtabbaupotenzial | $f_{B,ODP} = 1,01$ | $f_{B,ODP} = 1,05$ | $f_{B,ODP} = 1,05$ |
| | $f_{T,ODP} = 1,00$ | $f_{T,ODP} = 1,03$ | $f_{T,ODP} = 1,05$ |
| | $f_{P,ODP} = 1,01$ | $f_{P,ODP} = 1,05$ | $f_{P,ODP} = 1,05$ |
| Ozonbildungspotenzial | $f_{B,POCP} = 1,01$ | $f_{B,POCP} = 1,05$ | $f_{B,POCP} = 1,05$ |
| | $f_{T,POCP} = 1,30$ | $f_{T,POCP} = 1,07$ | $f_{T,POCP} = 1,05$ |
| | $f_{P,POCP} = 1,01$ | $f_{P,POCP} = 1,25$ | $f_{P,POCP} = 1,05$ |
| Versauerungspotenzial | $f_{B,AP} = 1,01$ | $f_{B,AP} = 1,05$ | $f_{B,AP} = 1,05$ |
| | $f_{T,AP} = 1,18$ | $f_{T,AP} = 1,07$ | $f_{T,AP} = 1,05$ |
| | $f_{P,AP} = 1,01$ | $f_{P,AP} = 1,10$ | $f_{P,AP} = 1,05$ |
| Überdüngungspotenzial | $f_{B,EP} = 1,01$ | $f_{B,EP} = 1,05$ | $f_{B,EP} = 1,05$ |
| | $f_{T,EP} = 1,20$ | $f_{T,EP} = 1,03$ | $f_{T,EP} = 1,05$ |
| | $f_{P,EP} = 1,01$ | $f_{P,EP} = 1,03$ | $f_{P,EP} = 1,05$ |
| Primärenergie | $f_{B,PE} = 1,01$ | $f_{B,PE} = 1,05$ | $f_{B,PE} = 1,05$ |
| | $f_{T,PE} = 1,10$ | $f_{T,PE} = 1,03$ | $f_{T,PE} = 1,05$ |
| | $f_{P,PE} = 1,01$ | $f_{P,PE} = 1,13$ | $f_{P,PE} = 1,05$ |

Tab. 4: Zuschlagsfaktoren für Herstellungsphase [4]

Es ist unerlässlich, Infrastrukturbauwerke in die Ökobilanz der Variantenuntersuchung der Vorplanungsphase zu bilanzieren, da sie die Umweltwirkungen der Ökobilanz eines Streckenzuges signifikant beeinflussen. Da je nach Variante die Anzahl und Art von Infrastrukturbauwerken (Brücke oder Tunnel) divergieren, sind hierfür ebenso überschlägige Ökobilanzwerte notwendig (idealerweise in einer funktionellen Einheit, die einfach hochgerechnet werden können). Tunnel und Brücke können zu dem frühen Bewertungszeitpunkt nicht im Einzelnen bilanziert werden, da diese sich zum Zeitpunkt der Linienfindung noch in der Grundlagenermittlung (Leistungsphase 1) befinden. Um der ökobilanziellen Vereinfachung für die freie Strecke gleichermaßen zu folgen, ist die Überlegung mit ebenso überschlägigen Pauschalwerten je nach Bauweise des Infrastrukturbauwerks zu rechnen.

Hinsichtlich der Brückenbauwerke kann die Dissertation „Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken – Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte“ von ZINKE am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) [37] zumindest für verschiedene Typen von Autobahnbrücken herangezogen werden. In Bild 22 werden die ökobilanziellen Ergebnisse der Autobahnbrücken je Quadratmeter und Jahr dargestellt.

Bei Tunnelbauwerken gestaltete sich die Findung von ökobilanziellen Betrachtungen als schwieriger. Zwar existiert ebenfalls eine Dissertation mit dem Titel „Ökologische Betrachtungen zur Nachhaltig-

keit von Tunnelbauwerken der Verkehrsinfrastruktur“ von JULIA SAUER an der Technischen Universität München [38], doch in dieser Arbeit wird ausschließlich das Treibhauspotenzial (GWP) bilanziert und reicht daher nicht für eine ganzheitliche Ökobilanz aus. Auch im Rahmen weiterer Forschungsprojekte wie beispielsweise „LCA for evaluating underground infra-structures like tunnels: potential environmental impacts of “Materials” von L. D’AIOLA SCHWARZENTRUBER [40] wurden ausschließlich Treibhauspotenziale bilanziert.

Für die Fortentwicklung dieses Kriteriums ist es daher notwendig, weitere Überlegungen für die ganzheitliche ökobilanzielle Betrachtung von Tunneln in ihren unterschiedlichen Durchmessern, Bauweisen und sonstigen Unterscheidungsmerkmalen sowie weiteren Brückenbauweisen wie beispielsweise für Brücken im Zuge von Planungen für Landstraßen nach der RAL [7] und weiteren maßgeblich zu differenzierende Bauweisen anzustellen.

Bevor folglich das vorliegende Forschungsprojekt in die Anwendung geht, sind die Datenlücken insbesondere hinsichtlich der Infrastrukturbauwerke zu ergänzen.

Die Bilder 22 bis 24 geben den ökobilanziellen Baukasten für die einzelnen Umweltwirkungen im Ganzen getrennt nach Landstraßen gemäß RAL [7] und Autobahnen gemäß RAA [6] wieder.

Kriterium 1.6**Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora**

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen. Zusätzlich wurden aus dem Forschungsprojekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] die auf Streckenzüge übertragbaren Checklisten-Fragen übernommen und entsprechend angepasst.

Kriterium 1.7**Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft**

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen. Zusätzlich wurden aus dem Forschungsprojekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] die auf Streckenzüge übertragbaren Checklisten-Fragen übernommen und entsprechend angepasst.

Kriterium 1.8**Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung**

Die Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigungen können in den frühen Planungsphasen nur mittels Annahmen für die Baustoffe bewertet werden. Das Verfahren des Forschungsprojekts „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] zur Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehremissionen infolge von Zeitverlust und Mehrkilometern wird deshalb übernommen, da mögliche Annahmen zur Wahl der Baustoffe sowie Angaben einer mikroskopischen Stauprognose es ermöglichen die beste Methode aufrecht zu erhalten.

Falls das Kriterium nicht bewertbar sein sollte, indem keine valide Annahmen zu treffen sind oder eine makroskopische Stauprognose vorliegt, die es nicht ermöglicht Staustunden abzuleiten, wird die Option eröffnet, einen allgemeinen Erläuterungsbericht zu verfassen, in dem mögliche Engpässe sowie potenzielle Gefahrenstellen festgestellt werden.

Kriterium 1.9**Umweltwirkungen infolge Linienführung**

Das Kriterium Umweltwirkungen infolge Linienführung wird im Bewertungssystem integriert, um die Umweltwirkungen aus der Nutzung des Streckenzuges abzubilden. Hierzu wurde erarbeitet, dass der signifikante Indikator für die Streckenführung der Kraftstoffverbrauch ist. Dieser wird beeinflusst durch die Längsneigung (Steigung/Gefälle), die Kurvigkeit, die Knotenpunktanzahl sowie die Streckenlänge.

Das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) [39] bietet hierfür Emissionsfaktoren, die ebenfalls Anwendung im Entwurf der Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS-Entwurf) [20] finden.

Die Emissionsfaktoren wurden mittels Emissionsmessungen an Fahrzeugen sowie Fahrverhaltensuntersuchungen ermittelt und können nach Schadstoffkomponenten, Fahrzeugkategorien, Bezugsjahren und Schadstoffen differenziert werden.

Betrachtete Schadstoffkomponenten sind NO₂ (Stickstoffdioxid), SO₂ (Schwefeldioxid), und PM10 (Feinstaubpartikel).

Der Entwurf der RWS [20] beinhaltet Emissionsfaktoren des HBEFA [39] in Tabellenform differenziert nach Art des Streckentyps nach Netzelement, Längsneigungsklassen und Verkehrszustandsstufen für Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV). Die Streckentypen nach Netzelementen werden im Kapitel 6.3 des Entwurfs der RWS [20] typisiert und können dort entsprechend nachgeschlagen werden.




| Kategorie | | Abbildungen | Treibhauspotenzial | Überdüngungspotenzial | Ozonabbau-potenzial | Ozonbildungs-potenzial | Versauerungs-potenzial | Primärenergie nichterneuerbar | Primärenergie erneuerbar |
|----------------|-----------------------------|---|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Bundesautobahn | Integralbrücke |  | 14,34 | 0,005662 | 9,38E-08 | 0,003966 | 0,03563 | 150,30 | 13,60 |
| | Zweifeld-Stahlverbundbrücke |  | 13,92 | 0,005352 | 6,91E-08 | 0,003861 | 0,03469 | 143,90 | 13,80 |
| | Zweifeld-Stahlbetonbrücke |  | 13,29 | 0,004960 | 2,41E-09 | 0,003045 | 0,03286 | 131,60 | 14,00 |

Bild 22: Ökobilanzielle Ergebnisse von betrachteten Autobahnbrücken aus der Dissertation „Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken – Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte“ von ZINKE [37]

Die Streckenzüge sind folglich in Abschnitte einer Längsneigung sowie nach Streckentypen zu unterteilen. Die Längsneigungsklassen werden im Entwurf der RWS [20] wie folgt unterteilt (vgl. RWS-Entwurf, Kapitel 6.4.2).

Die Verkehrszustandsstufen werden über den Auslastungsgrad nach Kategoriengruppen differenziert. Sie sind in Tabelle 6 abgebildet. Laut amtlicher Verkehrsstatistik wird die 50. Stunde der Dauerlinie als maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV) bezeichnet und dient in der Praxis insbesondere im Ausgangszustand zusammen mit dem durchschnittlich täglichen Verkehr (DTV) häufig als Basis für die Ermittlung der Bemessungsstärken [16]. Die jeweiligen Straßenbaulastträger legen die mindestens zu erreichende Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes fest. Häufig wird für den Leistungsfähigkeitsnachweis die Verkehrsqualitätsstufe D angestrebt.

Das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Teil A [16] bietet im Kapitel A3 Strecken eine Tabelle, in der die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes (QSV) in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad aufgezählt werden. Diese besagt, dass für die Qualitätsstufe D ein Auslastungsgrad x

$\leq 0,90$ gilt. Es ist folglich für die Ermittlung der Emissionsfaktoren von einer Verkehrszustandsstufe 2 (im Entwurf der RWS [20]) auszugehen, da hier ebenfalls der Auslastungsgrad bei $\leq 0,90$ liegt. Aus Vereinfachungsgründen wurde deshalb die Auslastung für einbahnige Landstraßen ebenfalls auf die Verkehrszustandsstufe 2 festgelegt.

Die im Entwurf der RWS [20] entwickelten Formeln werden dahingehend vereinfacht, eine überschlägige Ermittlung der Schadstoff- und Kohlenstoffdioxid-Emissionen mittels der festgesetzten Bemessungsklasse (= VZS 2) behelfsmäßig für das Jahr zu ermöglichen.

Die Formeln werden im Einzelnen in Anlage 2 aufgeführt.

Kriterium 1.11 Abwasseraufkommen

Das Kriterium Abwasseraufkommen wurde aus dem Forschungsprojekt Pre-Check [5] übernommen und auf die Belange der Planung von Streckenzügen angepasst.

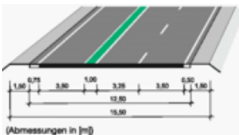
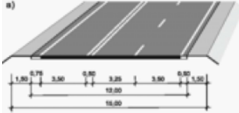
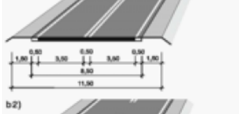
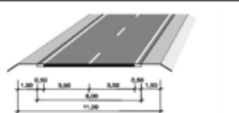
| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite (m) | Breite Bankett | Oberbauweise | Treibhauspotenzial (kg CO ₂ -Äqu.) | Überdüngungspotenzial (kg PO ₄ -Äqu.) | Ozonabbau-potenzial (kg R11-Äqu.) | Ozonbildungspotenzial (kg C ₂ H ₄ -Äqu.) | Versauerungspotenzial (kg SO _x -Äqu.) | Primärenergie nicht erneuerbar (MJ) | Primärenergie erneuerbar (MJ) |
|---------------------|---|--------------------------------|----------------|--------------|---|--|-----------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| EK 1 RQ 15,5 |  | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 3189,79 | 5,98E-08 | 0,5156 | 8,69 | 1,26 | 13033,19 | 2592,30 |
| | | | | Beton | 4036,13 | 1,01E-05 | 0,7714 | 6,88 | 1,15 | 24964,32 | 1940,27 |
| EK 2 RQ 11,5 | a)  | a) 12,0 | 3,0 | Asphalt | 3067,72 | 5,79E-08 | 0,4962 | 8,35 | 1,22 | 125199,87 | 2505,08 |
| | | | | Beton | 3880,25 | 9,71E-06 | 0,7418 | 6,62 | 1,11 | 23965,75 | 1862,67 |
| | b)  | b) 8,5 | 3,0 | Asphalt | 2213,24 | 4,43E-08 | 0,3607 | 6,03 | 0,88 | 89259,60 | 1894,61 |
| | | | | Beton | 2789,12 | 6,88E-06 | 0,5346 | 4,81 | 0,81 | 16975,76 | 1319,41 |
| EK 3 RQ 11 |  | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 2091,17 | 4,23E-08 | 0,3413 | 5,70 | 0,84 | 84125,28 | 1807,40 |
| | | | | Beton | 2633,24 | 6,47E-06 | 0,5051 | 4,55 | 0,76 | 15977,19 | 1241,80 |

Bild 23: Gesamtübersicht des entwickelten Baukastens für die öko-bilanziellen Kriterien zur Bewertung von Landstraßen

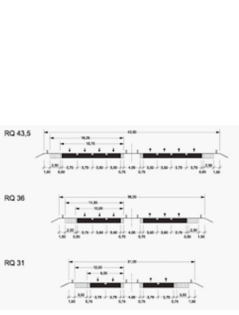
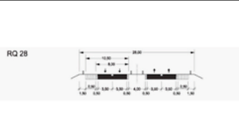
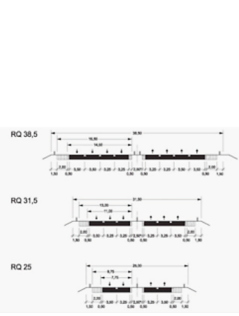
| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite (m) | Breite Bankett | Oberbauweise | Treibhauspotenzial (kg CO ₂ -Äqu.) | Überdüngungs-potenzial (kg PO ₄ -Äqu.) | Ozonabbaupotenzial (kg R11-Äqu.) | Ozonbildungspotenzial (kg C ₂ H ₄ -Äqu.) | Versauerungspotenzial (kg So _x -Äqu.) | Primärenergie nicht erneuerbar (MJ) | Primärenergie erneuerbar (MJ) |
|---------------------|---|--------------------------------|----------------|--------------|---|---|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| EKA 1 |  | 35 | 3,0 | Asphalt | 9444,29 | 1,59E-07 | 1,4215 | 25,49 | 3,68 | 393044,18 | 7037,39 |
| | | | | Beton | 11646,38 | 2,99E-05 | 2,2116 | 19,44 | 3,21 | 72344,21 | 5643,86 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 7451,17 | 1,27E-07 | 1,1239 | 20,12 | 2,91 | 309259,28 | 5620,88 |
| | | | | Beton | 9181,00 | 2,35E-05 | 1,7446 | 15,36 | 2,54 | 56841,88 | 4434,46 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 6122,43 | 1,06E-07 | 0,9255 | 16,54 | 2,40 | 253402,68 | 4676,54 |
| | | | | Beton | 7537,41 | 1,92E-05 | 1,4332 | 12,64 | 2,09 | 46506,99 | 3628,19 |
| EKA 2 |  | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 5553,44 | 1,04E-07 | 0,8479 | 15,02 | 2,19 | 226839,71 | 4489,04 |
| | | | | Beton | 6809,79 | 1,71E-05 | 1,2989 | 11,55 | 1,92 | 41339,55 | 3225,06 |
| EKA 3 |  | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 8694,73 | 1,50E-07 | 1,3133 | 23,48 | 3,40 | 360212,88 | 6613,12 |
| | | | | Beton | 10707,31 | 2,74E-05 | 2,0355 | 17,94 | 2,97 | 66143,28 | 5160,10 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 6786,80 | 1,17E-07 | 1,0247 | 18,33 | 2,65 | 281330,98 | 5148,71 |
| | | | | Beton | 8359,20 | 2,14E-05 | 1,5889 | 14,00 | 2,32 | 51674,44 | 4031,33 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 5059,43 | 8,95E-08 | 0,7667 | 13,67 | 1,98 | 208717,41 | 3921,07 |
| | | | | Beton | 6222,54 | 1,58E-05 | 1,1841 | 10,47 | 1,74 | 38239,08 | 2983,18 |

Bild 24: Gesamtübersicht des entwickelten Baukastens für die ökobilanziellen Kriterien zur Bewertung von Bundesautobahnen

Das Abwasseraufkommen von Infrastrukturbauwerken ergibt sich aus der Notwendigkeit, natürlich anfallende Wassermengen abzuleiten. Bei Straßen und Brückenbauwerken handelt es sich dabei hauptsächlich um Niederschlagswasser. Bei Tunnelbauwerken kann die Notwendigkeit bestehen, Bergwasser ableiten zu müssen. Da das Wasser durch den Kontakt mit den Verkehrsflächen verunreinigt wird, handelt es sich um Abwasser, welches fachgerecht abgeleitet und behandelt werden muss.

Die Bewertung erfolgt über eine Checkliste zum geplanten Entwässerungssystem.

Kriterium 1.12

Flächeninanspruchnahme

Ziel ist es, den Flächenverbrauch, das heißt die Umwandlung von Naturraum in Verkehrsfläche, zu reduzieren. Entsprechend ist die Flächeninanspruchnahme durch einen Streckenzug zu bewerten. Hierbei ist in die Betrachtung einzubeziehen, welche Art und Qualität die jeweilige Fläche für einen Streckenzug hat. Es stellen sich dabei mehrere Dimensionen ein. Diese sind:

| Längsneigungsklasse | Längsneigung s [%] |
|---------------------|----------------------|
| 1 | $-7 > s$ |
| 2 | $-7 \leq s \leq -5$ |
| 3 | $-5 \leq s \leq -3$ |
| 4 | $-3 \leq s \leq -1$ |
| 5 | $-1 \leq s \leq 1$ |
| 6 | $1 \leq s \leq 3$ |
| 7 | $3 \leq s \leq 5$ |
| 8 | $5 \leq s \leq 7$ |
| 9 | $s > 7$ |

Tab. 5: Längsneigungsklassen nach RWS-Entwurf [20]

| Verkehrszustandsstufe | Auslastungsgrad $x_{s,h}$ [-] | |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| | Autobahnen, zweibahnige Landstraßen | Einbahnige Landstraßen, anbaufreie und angebaute Hauptverkehrsstraßen |
| VZS 1 | $\leq 0,55$ | $\leq 0,40$ |
| VZS 2 | $\leq 0,90$ | $\leq 0,80$ |
| VZS 3 | $\leq 1,00$ | $\leq 1,00$ |
| VZS 4 | $\leq 1,15$ | $\leq 1,05$ |
| VZS 5 | $\leq 1,30$ | $\leq 1,15$ |
| VZS 6 | $> 1,30$ | $> 1,15$ |

Tab. 6: Verkehrszustandsstufen differenziert nach Kategoriengruppen in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad (aus dem Entwurf der RWS [20])

- die Art der Vornutzung der Flächen wie beispielsweise die Inanspruchnahme einer landwirtschaftlichen Ackerfläche,
- die Dauer der Beanspruchung wie beispielsweise die vorübergehende Inanspruchnahme einer Lagerfläche während der jeweiligen Bauzeiten zur Herstellung des betreffenden Infrastrukturbauwerks über 5 Jahre mit der Annahme, dass die selbe Lagerfläche zwei Mal über 5 Jahre genutzt wird, ergibt dann folglich 10 Jahre und
- die Nutzungsart nach Fertigstellung des Streckenzuges wie beispielsweise der Fahrstreifen nach Fertigstellung des Streckenzuges.

In Form einer gewichteten Flächenbilanz soll folglich mit den genannten Faktoren die Flächeninanspruchnahme eines jeden Streckenzuges aussagefähig in jeweils einer virtuellen Fläche repräsentieren. Hierbei wird nicht nur die Fahrbahn als solche betrachtet, sondern auch Flächen, die zur Herstellung des Streckenzuges benötigt werden (z. B. Böschungen, Baustelleneinrichtungsf lächen, Kopfbauwerke).

Der Vornutzungsfaktor wurde dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf

Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] entnommen. Die Vornutzungsfaktoren f_{VN} werden in Tabelle 7 dargestellt.

Die Flächen, die vorübergehend in Anspruch genommen werden, werden je nach Beanspruchungsdauer unterschiedlich gewichtet. Hierbei gilt, dass bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die Jahresanzahl n der Nutzungsdauer, die die vorübergehenden Flächen in Anspruch genommen werden, unterschiedlich gewichtet werden. Der Faktor f_{ND} wird folglich aus der Nutzungsdauer (in Jahren) bezogen auf den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren gebildet und anschließend mit den vorübergehend genutzten Flächen multipliziert. Alle Flächen sind einzubeziehen. Der Faktor für die Nutzungsdauer f_{ND} wird aus dem Quotienten der Nutzungsdauer der jeweiligen Fläche und dem gesamten Betrachtungsrahmen gebildet:

$$f_{ND} = \frac{\text{Nutzungsdauer } n}{100 a}$$

Weiterhin wird ein Faktor „Versiegelung“ f_V eingeführt, der in Tabelle 8 definiert wird. Versiegelte Straßenzüge sowie alle weiteren Flächen, die versiegelt werden, müssen folglich mit dem Faktor 1,0 verrechnet werden. Flächen die beispielsweise der Lagerung dienen werden multipliziert mit dem Faktor 0,75, da sie nicht gänzlich versiegelt sind, jedoch der Boden aufgrund des Lastverkehrs verdichtet wird und dieser Vorgang nicht rückgängig gemacht werden kann. Unter unversiegelter Oberfläche werden beispielsweise begrünte Böschungen (sowohl Auf- als auch Abböschungen) entlang des Streckenzuges verstanden. Hierbei ist die Fläche der Draufsicht zu berechnen. Zuletzt wird festgelegt, dass Tunnel ab dem Moment der vollständigen Überdeckung (wie beispielsweise Oberkante Portal) mit einem Faktor von 0,25 in die Flächenberechnung integriert werden, da zwar die Oberfläche nicht versiegelt wurde, der natürliche Wasserablauf in tieferen Schichten und der Verlauf des Grundwassers durch das Tunnelbauwerk jedoch verändert wurde.

Nach Einteilung der gesamten Teilflächen nach Vornutzung, Nutzungsdauer und Versiegelungsgrad nach Fertigstellung, werden sie mit den einzelnen Faktoren multipliziert und mit ihrer Gewichtung aufsummiert.

$$\sum_{i=1}^{i=n} A_i \cdot f_{VN,i} \cdot f_{ND,i} \cdot f_{V,i}$$

Die Variante mit der insgesamt geringsten Flächeninanspruchnahme (= kleinste Fläche) erhält die höchste Punktzahl im projektabhängigen Maßstab.

| Zeile | Vornutzungsart | Vornutzungs- faktor f_{VN} |
|-------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | Gebäude- und Freifläche | 0,9 |
| 2 | Betriebsfläche | 0,5 |
| 3 | Erholungsfläche | 1,3 |
| 4 | Verkehrsfläche | 0,0 |
| 5 | Landwirtschaftsfläche | 1,5 |
| 6 | Waldfläche | 1,5 |
| 7 | Wasserfläche | 1,5 |
| 8 | Flächen anderer Nutzung | 1,0 |

Tab. 7: Nutzungsarten und Nutzungsfaktoren [4]

Kriterium 1.14**Ressourcenschonung**

Zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen kann das Kriterium der Ressourcenschonung nur bedingt bewertet werden. Grund dafür ist, dass zu diesem frühen Zeitpunkt Baustoffe noch keine Relevanz haben. Jedoch kann variantenunabhängig ein Konzept zum Einsatz von Recyclingprodukten gefordert werden, um die Planer für die Thematik der Ressourcenschonung für den weiteren Fortgang der Planung zu sensibilisieren.

Dieses Konzept zum Einsatz von Recyclingprodukten soll in der Form erstellt werden, dass es in den weiteren Planungsphasen fortgeschrieben werden kann. Recyclingprodukte sind an dieser Stelle in zwei Dimensionen zu betrachten. Zum einen wird der Begriff in dem Kontext verwendet, dass möglichst bereits recycelte Baustoffe zum Einsatz kommen und zum anderen soll nach Möglichkeit der Einsatz von wiederverwendbaren Baustoffen geprüft werden.

Des Weiteren soll das Konzept unter anderem folgende Fragestellungen beinhalten:

- Dürfen Recyclingbaustoffe bezüglich der Streckzüge und zugehörigen Infrastrukturbauteile je Variante eingebaut werden? (siehe Bodengutachten)
- Wird der Einbau von Recyclingbaustoffen geplant und welche kommen dafür in Frage?
- Mit welchem prozentualen Anteil wird geplant Recyclingbaustoffe einzubauen?
- Welche Recyclingqualitäten können im Bauprojekt Anwendung finden?
 - Downcycling bedeutet beispielsweise die Wiederverwendung von Betonoberbauten, die nur einmal im Unterbau nach einer Aufbereitung wiederverwendet werden können,

| Zeile | Versiegelungsart | Versiegelungs- faktor f_V |
|-------|---|--------------------------------|
| 1 | Fahrstreifen | 1,0 |
| 2 | Lagerflächen, verdichteter Untergrund | 0,75 |
| 3 | „unversiegelte“ Oberfläche, Regenrückhaltebecken, Bankett | 0,5 |
| 4 | Überdeckte Flächen (Tunnel ab vollständiger Überdeckung) | 0,25 |

Tab. 8: Versiegelungsarten

- Closed Loop bedeutet, dass eingesetzte Baustoffe ohne eine qualitative Abwertung endlos wiederaufbereitet und verwendet werden können
- etc.

Zuletzt sollte, wenn möglich, bereits in den Bericht integriert werden, ob geplant wird, sekundäres oder primäres Material einzubauen. Unter sekundärem Material wird im Allgemeinen ein bereits verwendeter Baustoff oder ein Abfallprodukt wie beispielsweise Hausmüllverbrennungsschlacke verstanden. Primär bedeutet in diesem Zusammenhang Baumaterial, das nach der Rohstoffgewinnung und Ersterstellung zum ersten Mal Anwendung finden und somit mehr Ressourcen in Anspruch nimmt als beispielsweise sekundäres Material.

6.2 Ökonomische Qualität**Kriterium 2.1****Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus**

Die Lebenszykluskostenanalyse muss zum Zeitpunkt der Vorplanung anhand der zu erbringenden Kostenschätzung nach Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014) [17] erfolgen. Aufgrund verschiedener Randbedingungen, wie beispielsweise regionaler Kostenunterschiede, kann in diesem Kriterium keine Baukastenmethode wie bei den ökobilanziellen Kriterien angewandt werden.

Ursprünglich bestand die Überlegung dem Anwender über Pauschalwerte die Bearbeitung des Kriteriums zu erleichtern. Doch die Datenlage für Pauschalwerte von Infrastrukturbauteilen ist noch sehr lückenhaft. So liegen beispielsweise Lebenszykluskosten für Autobahnbrücken vor (vgl. Dissertation von ZINKE [37]), Lebenszykluskosten für weitere mögliche Bauweisen für Brücken und Tunnel jedoch nicht. Weiterhin empfiehlt ENGELHARDT in

seiner Dissertation zur Lebenszykluskostenanalyse von Tunnelbauwerken, für die „[...] Erstellung eines „Modulkataloges“ [...] [41] eine Erhebung von Daten realer Bauwerke. Für Tunnelbauwerke stellt er des Weiteren fest, dass „bislang nur unzureichende und zudem sehr unstrukturierte Datensätze“ existieren [41].

Aufgrund der unvollständigen Datenlage wurde auf die zu ermittelnden Größen der Kostenschätzung nach AKVS 2014 [17] zurückgegriffen, um mit den bis dahin zu ermittelnden Kostengrößen, die im Kriterium vorgegebene Kapitalwertmethode anzuwenden. Diese muss folglich für jede Variante durchgeführt werden, um schließlich die Lebenszykluskosten einer jeden Variante miteinander vergleichen zu können.

Die Formelsammlung zur Ermittlung der Straßenbedienstdienstkosten befindet sich hinter der anzuwendenden Kapitalwertmethode und soll insbesondere in die Planungsphasen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung einfließen.

Kriterium 2.2

Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Die externen Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigungen können in den Planungsstufen Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung nur mittels Annahmen für die Baustoffe bewertet werden. Das Verfahren des Forschungsprojekts „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] zur Ermittlung von externen Kosten infolge von Zeitverlust und Mehrkilometern wird deshalb übernommen, da mögliche Annahmen zur Wahl der Baustoffe sowie Angaben einer mikroskopischen Stauprognose es ermöglichen, die bestehende Methode aufrecht zu erhalten.

Falls das Kriterium nicht bewertbar sein sollte, indem keine valide Annahmen zu treffen sind oder eine Stauprognose vorliegt, die es nicht ermöglicht Staustunden abzuleiten, wird die Option eröffnet einen allgemeinen Erläuterungsbericht zu verfassen, in dem mögliche Engpässe sowie potenzielle Gefahrenstellen festgestellt werden.

Kriterium 2.3

Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Externe Kosten sind solche Kosten, die nicht von den Betreibern der sie verursachenden Infrastruk-

tureinrichtungen getragen werden, sondern der Gesellschaft bzw. Dritten aufgebürdet werden.

Ziel ist es, dass Kosten, die beim Nutzer eines Streckenzuges bzw. für die Volkswirtschaft entstehen, durch die Wahl der Linienführung optimiert werden. Der Entwurf der RWS [20] bietet hier einige Ansätze, wie die Ermittlung von Kraftstoffkosten, Unfallgeschehen sowie die Kosten für Lärm- und Schadstoffbelastung, die entsprechend übernommen werden.

Die berechneten Kosten für die Einzelparameter Kraftstoffkosten, Unfallkosten, Kosten aus Lärmemissionen und Schadstoffen sind je Planungsvariante zu vergleichen.

6.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriterium 3.1

Schutzgut Mensch, einschl. Gesundheit

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen. Zusätzlich wurden aus dem Forschungsprojekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] die auf Streckenzüge übertragbaren Checklisten-Fragen übernommen und entsprechend angepasst. Teilkriterien wie beispielsweise die Lärmbeeinträchtigung während Herstellung und Nutzung finden hier hauptsächlich Anwendung.

Kriterium 3.2

Schutzgut Landschaft

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen. Zusätzlich wurden aus dem Forschungsprojekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] die auf Streckenzüge übertragbaren Checklisten-Fragen übernommen und entsprechend angepasst. Behandelte Themen in diesem Kriterium sind Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit.

Kriterium 3.3

Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Ele-

mente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen und an die hiesige Thematik angepasst. Behandelte Themen sind Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmäler sowie Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte.

Kriterium 3.4

Komfort

Das Kriterium Komfort wurde im vorigen Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] entwickelt, um zu bewerten, welcher Komfort für die Nutzer einer Straße entsteht. Ziel dabei ist eine sichere und zugleich leistungsfähige Verkehrsabwicklung. Aspekte des Komforts sind

- Trassierung,
- Fahrbahnbeschaffenheit,
- optische Führung,
- Straßenausstattung und
- Sichtweite.

Da jedoch zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen einige dieser Teilkriterien nicht oder nur teilweise bekannt sind, wurde eine Reduzierung auf die bekannten Faktoren vorgenommen.

Das Teilkriterium Trassierung kann bereits komplett bewertet werden. Die Teilkriterien Fahrbahnbeschaffenheit und optische Führung können noch nicht bewertet werden, da genaue Festlegungen dazu erst im Rahmen der Ausführungsplanung getroffen werden. Das Teilkriterium Straßenausstattung wurde einerseits formell geändert in „Straßenraum“ und inhaltlich wurde der Blendschutz als noch nicht bewertbar gestrichen. Im Teilkriterium Sichtweite kann die Überholsichtweite bereits bewertet werden.

Für die bewertbaren Teilkriterien wurden entsprechend Checklisten-Fragen entwickelt.

Kriterium 3.5

Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Im Kriterium zur Sicherheit gegen Störfallrisiken gilt es abzuschätzen, ob eine Aktualisierung des aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] anhand des SKRIBT-Projekts [34] vor-

genommen werden sollte. Für das Kriterium 3.5 ergeben sich zwei Ergänzungen aus dem Verbundprojekt SKRIBT „Schutz kritischer Brücken und Tunnel im Zuge von Straßen“ [34]. Es wird zusätzlich abgefragt, ob sich Infrastrukturbauwerke eines Streckenzuges in einem Gefährdungsbereich befinden und ob es im Falle eines Störfalls verfügbare Alternativrouten gibt. Zusätzlich wurden aus dem Forschungsprojekt „Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke“ [5] die auf Streckenzüge übertragbaren Checklisten-Fragen übernommen und entsprechend angepasst.

Kriterium 3.6

Verkehrssicherheit (Safety)

Das Kriterium wurde in Gänze aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen.

6.4 Technische Qualität

Die Kriterien 4.1 Elektrische und mechanische Einrichtungen und 4.2 Konstruktive Qualität entfallen, da sie zum Zeitpunkt der frühen Planungsphase nicht relevant sind.

Kriterium 4.3

Erhaltung und Betriebsoptimierung

Ziel dieses Kriteriums ist es, die Planer bereits in der Planungsphase dafür zu sensibilisieren, eine integrative Arbeit zu leisten, indem sie betriebsdienstliche Fachbereiche in den Planungsprozess einbinden (sog. Mitzeichnungsverfahren). Dieses Vorgehen stellt sicher, dass die Planung bereits frühzeitig betriebsdienstlich optimiert wird, sodass nachhaltig die finanziellen Aufwendungen in späteren Lebenszyklusphasen verringert werden.

Dieses Kriterium dient der vorplanerischen Hebelwirkung und ist variantenunabhängig bewertbar.

Kriterium 4.4

Verkehrsentwicklung und -planung/Verstärkung und Erweiterbarkeit

Der Steckbrief 4.4 wurde teilweise inhaltlich aus dem Forschungsprojekt „Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel“ [4] übernommen. Das Teilkriterium Planung wurde erweitert um die Frage nach der Bemessungsstunde und um die Frage nach dem Zeithori-

zont der Restnutzbarkeit reduziert, da bei einer Neuplanung kein Bestand beurteilt werden muss. Das Teilkriterium Lasterhöhung wurde gänzlich gestrichen, da es zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen (Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung) noch nicht bewertbar ist. Das Teilkriterium Erweiterung wurde genau so belassen wie im vorigen Forschungsprojekt.

6.5 Prozessqualität

Die Bewertung der Prozessqualität entfällt komplett, da die Einzelkriterien zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen (Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung) nicht relevant sind.

Kriterium 5.1 mit den Indikatoren „Qualifikation Planungsingenieur/Planungsteam“ und „Sicherheitsaudits“ sind insofern nicht relevant, da zum Zeitpunkt der Vorplanung der Planungsauftrag bereits vergeben wurde und die Hebelwirkung lediglich im Rahmen der Ausschreibung der Planungsleistung zu finden ist. Bei der Planung von Streckenzügen für Außerortsstraßen sind regelmäßige Sicherheitsaudits verpflichtend und die Integration der „Mängel“ in die überarbeitete Planung nach zu weisen. Eine Hebelwirkung des Kriteriums 5.2 ist daher nicht gegeben. Die Kriterien 5.3 – 5.5 können frühestens zum Zeitpunkt der Ausführungsplanung bewertet werden und sind daher ebenfalls im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht relevant.

6.6 Standortqualität

Kriterium 6.1

Resilienz (Umfeldeinflüsse)

In diesem Kriterium sind die planbaren bzw. vorhersehbaren Indikatoren mittels statistischer Auswertungen beispielsweise des Deutschen Wetterdienstes abzufragen und zu bewerten. Dafür stehen für alle Indikatoren Eingangsdaten zur Verfügung. Für die nicht vorhersehbaren Indikatoren ist eine Checkliste (vgl. Anlage 2) auszufüllen und die Ergebnisse sind entsprechend zu bewerten. Dabei können zusätzliche Punkte verdient werden, sofern ein Streckenzug zwar in einem kritischen Bereich liegt, jedoch Kompensationsmaßnahmen vorgesehen und in der Planung berücksichtigt werden.

Kriterium 6.2

Resilienz (Verkehrsabwicklung)

Zur Bewertung der Resilienz von Streckenzügen werden die zwei Indikatoren:

1. Alternativrouten und
2. Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits

an. Die Teilkriterien werden über eine Checkliste abgefragt und bewertet.

Kriterium 6.3

Topografische Faktoren

Die Bewertung der topografischen Faktoren in der Hauptkriteriengruppe Standortqualität erfolgt über eine Checkliste.

Kriterium 6.4 Verkehrsanbindung

Für die Bewertung dieses Kriteriums werden drei Indikatoren bewertet.

1. Der Anschluss an die Region,
2. die Anzahl der Knotenpunkte und
3. die Ausgestaltung der Knotenpunkte.

Die Teilkriterien werden über eine Checkliste abgefragt. Dabei wurde die Bewertung der Förderziele aus dem Kriterium 3.7 in die Standortqualität verschoben, da sie im Gesamtkontext und aufbauend auf die Definition der Standortqualität an dieser Stelle sinnvoller erscheint.

7 Anpassung des Bewertungsverfahrens

Ursprünglich entstammt das Bewertungsschema dem Hochbau (vgl. Kapitel 3.2.1 DGNB). Seit 2018 werden die Hauptkriteriengruppen bei der DGNB wie in Bild 25 dargestellt gewichtet.

Es ist zu erkennen, dass die Gleichwertigkeit der drei „Säulen der Nachhaltigkeit“ Ökologie, Ökonomie und Soziales weiterhin gewährleistet wird. Die Technische Qualität geht mit 15 %, die Prozessqualität mit 12,5 % und die Standortqualität mit 5 % ein.

Bei den letzten drei Hauptkriteriengruppen wurde eine Verschiebung der Gewichtungen hin zur Prozess- und Standortqualität vorgenommen. Die

Standortqualität geht damit erstmals in die Gesamtbewertung ein.

Das Forschungsprojekt „Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur“, setzte zu einem frühen Zeitpunkt der Forschungsreihe die Hauptkriteriengruppen und die zugehörige Bewertungssystematik orientiert an der damaligen Gewichtung im Hochbau fest. Die Gewichtung in diesem Projekt lag bei je 22,5 % für die ökologische, ökonomische und soziokulturell-funktionale und technische Qualität sowie 10,0 % für die Prozessqualität.

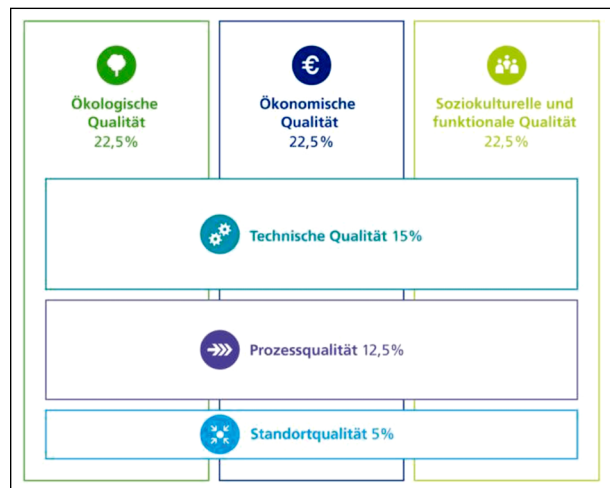


Bild 25: Bewertungsschema der DGNB 2018, Quelle: DGNB [43]

7.1 Neue Gewichtung

Zentraler Bestandteil der Linienfindung ist die Planung von verschiedenen Trassenvarianten. Gemäß HOAI [14] umfasst dies die Planung von mindestens drei Varianten. Das entwickelte Bewertungsverfahren zielt darauf ab, diese drei Varianten miteinander zu vergleichen, weswegen für die einzelnen Kriterien ein projektabhängiger Maßstab gewählt wird, der die Eigenschaften der verschiedenen Streckenzugvarianten miteinander vergleicht. Sofern mehr als drei Varianten im Rahmen der Linienfindung erarbeitet werden müssen, können auch diese mit dem entwickelten Bewertungsverfahren verglichen werden.

Für die Gewichtung der einzelnen Hauptkriteriengruppen wurde nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit festgeschrieben, dass die drei ersten Hauptkriteriengruppen Ökologie, Ökonomie und Soziales immer gleich gewichtet sein müssen und werden hier mit je 20 % angesetzt. Die übrigen 40 % können je nach Bedeutung für die frühen Planungsphasen auf die verbleibenden zwei Hauptkriteriengruppen Technische und Standortqualität aufgeteilt werden. Da für die Technische Qualität zum betrachteten Zeitpunkt nur zwei der sechs Teilkriterien bewertet werden können, scheint eine geringere Gewichtung entsprechend Bild 25 naheliegend zu sein. Betrachtet man jedoch die Inhalte der Teilkriterien (4.3 Erhaltung und Betriebsoptimierung, 4.4 Verkehrsentwicklung und -planung/Verstärkung und Erweiterbarkeit) und die damit einhergehenden Auswirkungen auf den gesamten Lebenszyklus, ist gerade beim Vergleich der drei Trassenvarianten im Rahmen der Vorplanung die Hebelwirkung am größten.

Wie bereits in Kapitel 5.1 hergeleitet, können insbesondere oder vielleicht sogar ausschließlich bei der Betrachtung des Streckenzuges die Einzelkriterien der Standortqualität bewertet werden. Essentieller Bestandteil bei der Linienfindung ist die Positionierung des Streckenzuges innerhalb des Entwurfskorridors, sodass die Qualität des Streckenzugs mit den Standortfaktoren korreliert. Zum Zeitpunkt der frühen Planungsphasen können die Standortfaktoren also noch maßgeblich durch die konkrete Wahl der Vorzugstrasse beeinflusst werden. Daher kann dieses Hauptkriterium nicht, in Anlehnung an Bild 25 mit lediglich 5 % gewichtet werden, sondern sollte gleichbedeutend mit den drei ersten Hauptkriteriengruppen ebenfalls mit 20 % in die Gesamtgewichtung eingehen. Daraus resultiert die Gewichtung der Technischen Qualität mit 20 %.

Das hier vorliegende Forschungsprojekt knüpft grundsätzlich weiterhin an die aus dem Hochbau stammende Systematik an (vgl. Kapitel 1), schlägt aber abweichend vom ursprünglichen Ansatz vorangegangener Forschungsvorhaben für die Nachhaltigkeitsbewertung der Straßeninfrastruktur eine gleichstarke Gewichtung aller relevanten Hauptkriteriengruppen vor (vgl. Bild 26).

7.2 Festlegung der Bedeutungsfaktoren

Aufgrund der Beeinflussbarkeit von Eigenschaften und der Differenzierbarkeit von Trassenvarianten im Rahmen der Linienfindung sowie der unterschiedlichen Tiefe der Planungsdetails für die Vorzugsvariante in der Entwurfsplanung kann auf eine unter-

| Hauptkriterien- gruppe | Nr. | Kriterium |
|---|------------|--|
| 20% | | |
| Ökologische Qualität | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) |
| | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) |
| | 1.3 | Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP) |
| | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) |
| | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) |
| | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) |
| | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) |
| | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 1.9 | Umweltwirkungen infolge Linienführung |
| | 1.10 | Primärenergiebedarf |
| | 1.11 | Abwasseraufkommen |
| | 1.12 | Flächeninanspruchnahme |
| | 1.14 | Ressourcenschonung |
| | 20% | |
| Ökonomische Qualität | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus |
| | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung |
| 20% | | |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit |
| | 3.2 | Schutzgut Landschaft |
| | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter |
| | 3.4 | Komfort |
| | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) |
| | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) |
| 20% | | |
| Technische Qualität | 4.3 | Erhaltung und Betriebsoptimierung |
| | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit |
| 0% | | |
| Prozessqualität | 5.1 | Qualifikation des Planungsteams und Qualität der Planung |
| | 5.2 | Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung |
| 20% | | |
| Standortqualität | 6.1 | Resilienz (Umfeldinflüsse) |
| | 6.2 | Resilienz (Verkehrsabwicklung) |
| | 6.3 | Topografische Faktoren |
| | 6.4 | Verkehrsanbindung |

Bild 26: Neue Gewichtung

schiedliche Hebelwirkung der Einzelkriterien für die Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte zu den drei Planungszeitpunkten

- Vorplanung,
- Entwurfsplanung und
- Genehmigungsplanung

geschlossen werden. Daher sind sowohl die Anpassung einzelner Bedeutungsfaktoren im Vergleich zum bisherigen Bewertungssystem sowie die erstmalige Festlegung der Bedeutung von bisher nicht relevanten Kriterien notwendig.

Für die Ökologische Qualität wurden die Bedeutungsfaktoren beibehalten und um den Bedeutungsfaktor für das Kriterium 1.9 ergänzt. Dieses Kriterium kann zwar nur für die Bewertung von Streckenzügen herangezogen werden, hat aber in dieser Planungsphase eine hohe Hebelwirkung und

wird daher mit einem Bedeutungsfaktor von 4 bewertet.

Für die Ökonomische Qualität wird der Bedeutungsfaktor für das Kriterium 2.2 auf 1 herabgesetzt und für das Kriterium 2.3 erstmals mit 2 festgelegt, um die Wirkungen verschiedener Korridore und zu späteren Zeitpunkten Trassenvariante besser abzubilden.

Der Bedeutungsfaktor der Kriterien 3.1 - 3.6 der soziokulturellen und funktionalen Qualität wurde bis auf Kriterium 3.4 (Komfort) von 1 auf 2 angehoben. Durch die Betrachtung unterschiedlicher Trassenvarianten können die Ergebnisse der Bewertung der Einzelkriterien stark voneinander abweichen und haben eine sehr viel höhere Hebelwirkung als bei der Bewertung der Einzelelemente zu späteren Zeitpunkten.

Entsprechend der Argumentation der neuen Gewichtung für die Technische Qualität wurde der Bedeutungsfaktor für das Kriterium 4.3 um zwei Punkte angehoben, da die Ergebnisse dieses Kriteriums maßgeblichen Einfluss auf den Lebenszyklus des Streckenzuges haben.

Für die Standortqualität wurden die Bedeutungsfaktoren erstmalig festgelegt. Aus dem Punktwert können Rückschlüsse auf die Bedeutung der Einzelkriterien innerhalb der Hauptkriterien-Gruppe gezogen werden.

Da die Bedeutung der Einzelkriterien jedoch nicht nur innerhalb der Hauptkriterien-Gruppen, sondern auch hinsichtlich des Betrachtungszeitpunktes variiert, sollte die Hebelwirkung der maßgeblich relevanten Kriterien zusätzlich auf die jeweilige Planungsphase bezogen werden.

7.2.1 Vorplanung

Den größten Einfluss hinsichtlich der Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen hat sicherlich die Vorplanung. Zu diesem Zeitpunkt werden in einem festgelegten Entwurfskorridor mindestens drei Varianten erarbeitet und geprüft. Ergebnis bzw. Abschluss der Vorplanung bilden die Wahl der Vorzugsvariante und das darauf abgestimmte Raumordnungsverfahren nach §§ 13, 17 ROG auf Landesebene oder die Linienbestimmung nach § 16 FStrG auf Bundesebene. Auch wenn es sich bei den Verfahren nicht um einen Verwaltungsakt mit enteignender Vorwirkung wie bei der Planfeststellung handelt, wird im Rahmen dieser Genehmi-

| Hauptkriterien- gruppe | Gewichtung | Nr. | Kriterium | Be- deutungs- faktor Strecken- zug gesamt |
|--|------------|------|---|--|
| Ökologische Qualität | 20% | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) | 3 |
| | | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) | 1 |
| | | 1.3 | Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP) | 1 |
| | | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) | 1 |
| | | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) | 1 |
| | | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltschädlichkeit (Teil A - Flora und Fauna) | 1 |
| | | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltschädlichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) | 1 |
| | | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 3 |
| | | 1.9 | Umweltwirkungen infolge Linienführung | 4 |
| | | 1.10 | Primärenergiebedarf | 4 |
| | | 1.11 | Abwasseraufkommen | 1 |
| | | 1.12 | Flächeninanspruchnahme | 1 |
| | | 1.13 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 1.14 | Ressourcenschonung | 1 |
| Ökonomische Qualität | 20% | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | 3 |
| | | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 1 |
| | | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 2 |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 20% | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit | 2 |
| | | 3.2 | Schutzgut Landschaft | 2 |
| | | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | 2 |
| | | 3.4 | Komfort | 1 |
| | | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) | 2 |
| | | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) | 2 |
| | | 3.7 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| Technische Qualität | 20% | 4.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 4.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 4.3 | Erhaltung und Betriebsoptimierung | 3 |
| | | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | 1 |
| | | 4.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 4.6 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| Prozessqualität | 0% | 5.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 5.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 5.3 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 5.4 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| | | 5.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | |
| Standortqualität | 20% | 6.1 | Resilienz (Umfeldinflüsse) | 3 |
| | | 6.2 | Resilienz (Verkehrsentwicklung) | 3 |
| | | 6.3 | Topografische Faktoren | 1 |
| | | 6.4 | Verkehrsanbindung | 2 |

Bild 27: Bedeutungsfaktoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen

gungsverfahren die weiter zu verfolgende Vorzugsvariante fixiert. Daraus können weiterführende, zwingend zu berücksichtigende Auflagen hervorgehen und haben damit ein anderes Gewicht im Abstimmungsprozess als beispielsweise die Besprechungsergebnisse der Planungsrunden. Der Detaillierungsgrad der Planung jeder einzelnen Variante lässt die Bewertung aller in Kapitel 6 hergeleiteten Kriterien mittels der zugehörigen Steckbriefe zu. Die Hebelwirkung ist im Vergleich mit den folgenden Planungsphasen beim Variantenvergleich in der Vorplanung in fast allen Fällen am größten.

Der Unterschied zwischen den drei Varianten (Bild 15) betrifft augenscheinlich nicht nur die drei Hauptsäulen der Nachhaltigkeit, sondern auch die Kriterien der Technischen und Standortqualität. Variante 1 beispielsweise nimmt sich zwar dem

Ziel der Bündelung der Verkehrswege an, ist ausreichend weit vom Siedlungsgebiet (rosa Fläche), Waldgebiet (dunkelgrüne Fläche) und einer Bodenschutzzone (braune Fläche) im Sinne beispielsweise der sozial/funktionalen Qualität entfernt, aber Variante 3 kommt dafür ohne Brückenbauwerk aus und trägt dem Ziel „Anschluss an die Region“ Rechnung. Bei der Umsetzung der Variante 2 würde eine geringstmögliche Flächenneuersiegelung stattfinden, jedoch würden betriebliche Aspekte sowie die Resilienz und Sicherheit gegenüber Störfallrisiken für die Variante 3 am besten bewertet werden.

Zusammenfassend entfaltet die Bewertung der grün hinterlegten Kriterien in Bild 28 beim Variantenvergleich zum Zeitpunkt der Vorplanung die größte Wirkung und sollte daher mit einem entsprechend höheren prozentualen Anteil in die Gesamtbewertung eingehen.

7.2.2 Entwurfsplanung

Einige wenige Kriterien entfalten jedoch erst zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung ihre größte Hebelwirkung. Mit der vertiefenden Weiterbearbeitung der Vorzugsvariante ändern sich der Detaillierungsgrad und auch die Aussagefähigkeit von einzelnen Eingangsdaten.

Beispielsweise können sehr viel genauere Aussagen hinsichtlich Entwässerung und Flächeninanspruchnahme, aber auch für die direkten Bauwerksbezogenen Kosten im Lebenszyklus oder den Komfort getroffen werden. Insbesondere im Zusammenspiel mit den Eingangsdaten zu Ingenieurbauwerken ändert sich der Wirkhebel. Zum Zeitpunkt der Vorplanung liegen allenfalls überschlägige Bauwerksberechnungen vor. Konkrete Brücken- oder Tunnelvarianten werden erst nach der Festlegung der Vorzugsvariante vom Fachplaner geliefert.

7.2.3 Genehmigungsplanung

Zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung kann keine allgemeingültige Bewertung der Einzelkriterien erfolgen. Diese Planungsphase dient lediglich der Zusammenstellung aller für ein Planfeststellungsverfahren erforderlichen Unterlagen, die bereits in den beiden vorangegangenen Planungsphasen erarbeitet wurden. Es ändern sich also zuerst keine Planungsdetails. Der Ausgang der Planfeststellung ist insofern ungewiss, als dass das Planfeststellungsverfahren:

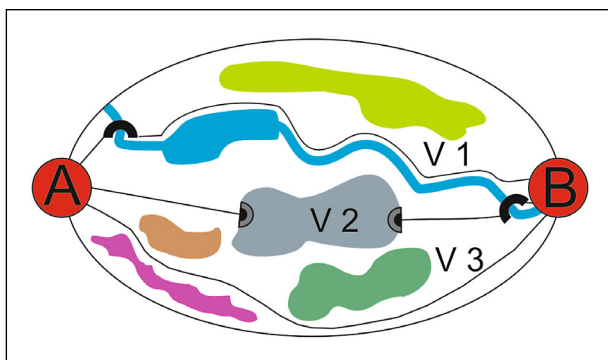


Bild 15: Variantenvergleich innerhalb eines Entwurfskorridors

| Hauptkriterien-gruppe | Gewichtung | Nr. | Kriterium | Be-deutungs-faktor Strecken-zug gesamt | Anteil Bedeutungs-faktor Vor-planung |
|--|------------------------------------|------|--|--|--------------------------------------|
| Ökologische Qualität | 20% | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) | 3 | |
| | | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) | 1 | |
| | | 1.3 | Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCP) | 1 | |
| | | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) | 1 | |
| | | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) | 1 | |
| | | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) | 1 | |
| | | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) | 1 | |
| | | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 3 | |
| | | 1.9 | Umweltwirkungen infolge Linienführung | 4 | |
| | | 1.10 | Primärenergiebedarf | 4 | |
| | | 1.11 | Abwasseraufkommen | 1 | |
| | | 1.12 | Flächeninanspruchnahme | 1 | |
| | | 1.13 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 1.14 | Ressourcenschonung | 1 | |
| Ökonomische Qualität | 20% | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | 3 | |
| | | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 1 | |
| | | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 2 | |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 20% | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit | 2 | |
| | | 3.2 | Schutzgut Landschaft | 2 | |
| | | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | 2 | |
| | | 3.4 | Komfort | 1 | |
| | | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) | 2 | |
| | | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) | 2 | |
| 3.7 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | |
| Technische Qualität | 20% | 4.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 4.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 4.3 | Erhaltung und Betriebsoptimierung | 3 | |
| | | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | 1 | |
| 4.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | |
| 4.6 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | |
| Prozessqualität | 0% | 5.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 5.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 5.3 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 5.4 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| | | 5.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | |
| Standortqualität | 20% | 6.1 | Resilienz (Umfeldinflüsse) | 3 | |
| | | 6.2 | Resilienz (Verkehrsbwicklung) | 3 | |
| | | 6.3 | Topografische Faktoren | 1 | |
| | | 6.4 | Verkehrsanbindung | 2 | |

Bild 28: Wirkhebel einzelner Kriterien zum Zeitpunkt der Vorplanung

- Ohne zusätzliche Auflagen durchlaufen werden kann und sich damit direkt die Ausführungsplanung anschließt.
- Mit Auflagen durchlaufen wird oder
- der Baurechtsbeschluss abgelehnt wird.

Werden im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Auflagen gefordert, folgt daraus praktisch die Anpassung/Überarbeitung der Vorzugsvariante und

| Hauptkriterien-gruppe | Gewichtung | Nr. | Kriterium | Be-deutungs-faktor Strecken-zug gesamt | Anteil Bedeutungs-faktor Vor-planung | Anteil Bedeutungs-faktor Ent-wurfs-planung |
|--|------------------------------------|------|--|--|--------------------------------------|--|
| Ökologische Qualität | 20% | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) | 3 | | |
| | | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) | 1 | | |
| | | 1.3 | Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCP) | 1 | | |
| | | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) | 1 | | |
| | | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) | 1 | | |
| | | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) | 1 | | |
| | | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/ lokale Umweltverträglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) | 1 | | |
| | | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 3 | | |
| | | 1.9 | Umweltwirkungen infolge Linienführung | 4 | | |
| | | 1.10 | Primärenergiebedarf | 4 | | |
| | | 1.11 | Abwasseraufkommen | 1 | | |
| | | 1.12 | Flächeninanspruchnahme | 1 | | |
| | | 1.13 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 1.14 | Ressourcenschonung | 1 | | |
| Ökonomische Qualität | 20% | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | 3 | | |
| | | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 1 | | |
| | | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 2 | | |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 20% | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit | 2 | | |
| | | 3.2 | Schutzgut Landschaft | 2 | | |
| | | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | 2 | | |
| | | 3.4 | Komfort | 1 | | |
| | | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) | 2 | | |
| | | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) | 2 | | |
| 3.7 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | | |
| Technische Qualität | 20% | 4.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 4.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 4.3 | Erhaltung und Betriebsoptimierung | 3 | | |
| | | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | 1 | | |
| 4.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | | |
| 4.6 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | | | |
| Prozessqualität | 0% | 5.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.3 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.4 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| Standortqualität | 20% | 6.1 | Resilienz (Umfeldinflüsse) | 3 | | |
| | | 6.2 | Resilienz (Verkehrsbwicklung) | 3 | | |
| | | 6.3 | Topografische Faktoren | 1 | | |
| | | 6.4 | Verkehrsanbindung | 2 | | |

Bild 29: Wirkhebel einzelner Kriterien zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung

würde eine erneute Bewertung der Kriterien zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung nach sich ziehen. Wird das Vorhaben nicht planfestgestellt, ist es somit gescheitert und kann in der vorgelegten Form nicht weiterbearbeitet werden und die Bewertung erübrigt sich.

7.3 Angepasste Bewertungsmatrix

Zusammenfassend ist eine Bewertung der Kriterien der Hauptkriteriengruppen lediglich zum Zeitpunkt der Vorplanung für mindestens drei Varianten (es können auch mehr Varianten miteinander verglichen werden) und zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung für die Vorzugsvariante sinnvoll. Nicht relevante Kriterien werden ausgeschaltet und die Prozessqualität mit 0 % gewichtet. Um nicht zu stark von der Gesamtsystematik des Bewertungssystems aus den vorangegangenen Forschungsvorhaben abzuweichen bzw. eine Aufteilung des Moduls 1 in zwei vollwertige und damit einen zusätzlichen Bewertungszeitpunkt zu vermeiden, ist es sinnvoll die Nachhaltigkeit der Streckenzüge insgesamt über eine festgelegte Gewichtung (hier: je relevante

Hauptkriteriengruppe mit 20 %) und die prozentuale Verteilung der Bedeutungsfaktoren auf die beiden frühen Planungsphasen entsprechend ihrer Hebelwirkung zu bewerten.

Die Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen erfolgt also nach dem Schema:

1. Schritt: Bewertung aller Einzelkriterien für alle drei Trassenvarianten (z. B. Ergebnis der Bewertung der Varianten für das Kriterium 4.4: Variante 1 = 50 CP, Variante 2 = 35 CP, Variante 3 = 30 CP) zum Zeitpunkt der Vorplanung
2. Schritt: Multiplikation der Ergebnisse mit dem prozentualen Anteil des Bedeutungsfaktors (z. B. für das Kriterium 4.4: Variante 1 = 50 CP x 66,67 % x 3, Variante 2 = 35 CP x 66,67 % x 3, Variante 3 = 30 CP x 66,67 % x 3)
3. Schritt: Gewichtung der Berechnungen jeweils mit 20 %
4. Schritt: Ermittlung der Vorzugsvariante aus dem Vergleich der Berechnungen aller drei Varianten zum Zeitpunkt der Vorplanung inkl. Gewichtung
5. Schritt: Bewertung aller Einzelkriterien für die Vorzugsvariante (z. B. für das Kriterium 4.4: Vorzugsvariante = 50 CP x 33,33 % x 3) zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung
6. Schritt: Gewichtung der Berechnungen jeweils mit 20 %

8 Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurde aufbauend auf dem letztmalig 2015 angepassten Bewertungssystem für Straßeninfrastrukturen grundlegend weiterentwickelt. Der Anpassungsbedarf wurde dabei hauptsächlich aus den Besonderheiten und dem Alleinstellungsmerkmal bei der Bewertung von Streckenzügen abgeleitet:

- Ein Streckenzug erstreckt sich über einen längeren Planungsabschnitt und ist begrenzt auf Abschnitte der gleichen Entwurfsklasse, wobei die Änderung der Entwurfsklasse ausschließlich an Knotenpunkten, nie aber auf der freien Strecke, erfolgen darf.
- Ein Streckenzug ist die Gesamtheit aller Einzel-elemente – Freie Strecke mit Knotenpunkten, Tunnel und/oder Brücken. Die Abfolge bzw. Aneinanderkettung dieser Einzelelemente ist direkt

abhängig von den vorherrschenden Randbedingungen im Planungskorridor (z. B. Geologie, Geografie etc.)

- Zum Zeitpunkt der Vorplanung werden verschiedene Trassenvarianten erarbeitet. Diese können dann bewertet und miteinander verglichen werden. Die Hebelwirkung der meisten Bewertungskriterien ist hier am größten.
- Auf Grundlage der Bewertung der Vorplanung kann die Vorzugsvariante abgeleitet werden. Diese wird in der Entwurfsplanung konkretisiert und erneut bewertet.
- Einzelne Bewertungskriterien entfalten erst bei der Bewertung nach Fertigstellung der Entwurfsplanung ihre größte Hebelwirkung, da erst dann detaillierte Eingangsdaten vorliegen (überschlägige Bauwerks- oder Knotenpunktmaßstabmessung werden durch konkrete Varianten ersetzt).
- Für die Bewertung eines Streckenzuges, insbesondere für den Vergleich der verschiedenen Planungsvarianten in der Vorplanung, war die erstmalige Definition der Standortqualität zwingend notwendig.

Zusätzlich zur Neuerarbeitung der Hauptkriteriengruppe „Standortqualität“ mit den Einzelkriterien

- 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse),
- 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung),
- 6.3 Topografische Faktoren und
- 6.4 Verkehrsanbindung,

wurden ebenfalls erstmalig die zurückgestellten bzw. zu anderen Bewertungszeitpunkten nicht relevanten Kriterien (Kriterium 1.9 und 2.3) angewendet. Dafür wurden die Steckbriefdeckblätter, die Bewertungs- und Berechnungsmethodik sowie die Ausgestaltung der Kriteriensteckbriefe erarbeitet. Um die Nachhaltigkeitsbewertung auf die Besonderheiten eines Streckenzuges abzustellen, mussten zudem fast alle Bewertungs- und Berechnungsmethoden geprüft und angepasst werden.

Mit Abschluss des vorliegenden Forschungsprojektes liegt nun ein Systempaket für die Bewertung von Streckenzügen in den Leistungsphasen 2 – 4 vor. Es kann sowohl eine Bewertung der Planungsvarianten in der Leistungsphase 2 (Vorplanung) durchgeführt werden, als auch für die Vorzugsvariante am Ende der Leistungsphase 3 (Entwurfsplanung). Hauptaugenmerk liegt jedoch darauf, dass das bisherige Nachhaltigkeitsbewertungssystem in seiner Grundstruktur beibehalten werden konnte.

| Hauptkriterien- gruppe | Gewichtung | Nr. | Kriterium | Bedeutungs- faktor Streckenzug gesamt | Anteil Bedeutungs- faktor Vorplanung | Anteil Bedeutungs- faktor Ent- wurfsplanung |
|---|------------|------|--|--|---|---|
| Ökologische Qualität | 20 % | 1.1 | Globales Erwärmungspotenzial (GWP) | 3 | 66,67 % | 33,33 % |
| | | 1.2 | Abbaupotential der stratosphärischen Ozon- schicht (ODP) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.3 | Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCP) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.4 | Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.5 | Eutrophierungspotenzial (EP) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.6 | Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltver- träglichkeit (Teil A - Flora und Fauna) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.7 | Risiken für die lokale Umwelt/lokale Umweltver- träglichkeit (Teil B - Boden, Wasser, Luft) | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 1.8 | Umweltwirkungen infolge von baubedingter Ver- kehrsbeeinträchtigung | 3 | 75 % | 25 % |
| | | 1.9 | Umweltwirkungen infolge Linienführung | 4 | 75 % | 25 % |
| | | 1.10 | Primärenergiebedarf | 4 | 50 % | 50 % |
| | | 1.11 | Abwasseraufkommen | 1 | 25 % | 75 % |
| | | 1.12 | Flächeninanspruchnahme | 1 | 25 % | 75 % |
| | | 1.13 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 1.14 | Ressourcenschonung | 1 | 25 % | 75 % |
| Ökonomische Qualität | 20 % | 2.1 | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebens- zyklus | 3 | 33,33 % | 66,67 % |
| | | 2.2 | Externe Kosten infolge von baubedingter Ver- kehrsbeeinträchtigung | 1 | 25 % | 75 % |
| | | 2.3 | Externe Kosten infolge von streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 2 | 75 % | 25 % |
| Soziokulturelle und funktio- nale Qualität | 20 % | 3.1 | Schutzgut Mensch, einschließlich menschliche Gesundheit | 2 | 75 % | 25 % |
| | | 3.2 | Schutzgut Landschaft | 2 | 75 % | 25 % |
| | | 3.3 | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | 2 | 75 % | 25 % |
| | | 3.4 | Komfort | 1 | 25 % | 75 % |
| | | 3.5 | Sicherheit gegenüber Störfallrisiken (Security) | 2 | 75 % | 25 % |
| | | 3.6 | Verkehrssicherheit (Safety) | 2 | 25 % | 75 % |
| | | 3.7 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| Technische Qualität | 20 % | 4.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 4.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 4.3 | Erhaltung und Betriebsoptimierung | 3 | 66,67 % | 33,33 5 |
| | | 4.4 | Verkehrsentwicklung und -planung/Verstärkung und Erweiterbarkeit | 1 | 25 % | 75 % |
| | | 4.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 4.6 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| Prozessqualität | 0 % | 5.1 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.2 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.3 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.4 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| | | 5.5 | → keine Anwendung für Streckenzüge | | | |
| Standort- qualität | 20 % | 6.1 | Resilienz (Umfeldebeflüsse) | 3 | 66,67 % | 33,33 % |
| | | 6.2 | Resilienz (Verkehrsabwicklung) | 3 | 66,67 % | 33,33 % |
| | | 6.3 | Topografische Faktoren | 1 | 75 % | 25 % |
| | | 6.4 | Verkehrsanbindung | 2 | 50 % | 50 % |

Die Nachhaltigkeitsbewertung für den Streckenzug setzt zu einem Zeitpunkt an, zu dem bereits vielfältige Aspekte der Nachhaltigkeit betrachtet worden sind. Im Rahmen der Bedarfsplanung werden zur Festlegung des Planungskorridors die Umweltverträglichkeitsstudie erstellt, Strategische Ziele zur Förderung regionaler Standorte, erste Zielvorgaben zur Verkehrsqualität wie auch zur Sicherheit zusammengetragen und sorgfältig gegeneinander abgewogen. Ebenfalls werden schon zu diesem Zeitpunkt Kostenschätzungen und Kosten-Nutzen-Analysen erstellt. Die Ergebnisse dieses Prozesses gehen als feste Randbedingungen in die Grundlagenermittlung im Vorfeld zur Vorplanung ein und sind damit die Basis für weiterführende, detailliertere Gutachten bei der Variantenfindung. Die Einzelkriterien der Nachhaltigkeitsbewertung für den Streckenzug wurden so formuliert, dass sie zu den unterschiedlichen Planungszeitpunkten immer dann beantwortet werden, sofern weiterführende Erkenntnisse aufgrund zusätzlicher Gutachten bzw. Erläuterungsberichte vorliegen. Ergeben sich keine neuen Eingangsgrößen, werden diese Einzelkriterien nicht erneut betrachtet und sind damit ausgeschaltet. Eine Doppelbewertung einzelner Kriterien kann damit ausgeschlossen werden.

Die Planungsrealität in Deutschland zeigt jedoch, dass sich die Eingangsfestlegungen aus der Bedarfsplanung, die wiederum die Eingangsdaten für die Variantenfindung sind, von Planungsschritt zu Planungsschritt verändern, da sie während des Planungsprozesses spezifischer betrachtet werden. Die Umweltverträglichkeitsstudie wird beispielsweise zur Umweltverträglichkeitsprüfung fortgeschrieben und kann für die einzelnen Varianten unterschiedlich ausfallen. Auch die Kosten können im Rahmen der Variantenprüfung sehr viel genauer berechnet werden, z. B. können bei der Berechnung der Unfall- und Staukosten auf Grundlage verschiedener Trassenvarianten auch unterschiedliche Ergebnisse erzielt und damit miteinander verglichen werden. Gleiches gilt für die Berechnung der Verkehrsqualität und die Bewertung der sicherheitsrelevanten Gesichtspunkte.

Die hier erarbeitete Nachhaltigkeitsbewertung bietet erstmalig ein Instrument, um bereits in den frühen Planungsphasen alle relevanten Einzelkriterien zur Bewertung eines Streckenzuges über den gesamten Lebenszyklus hinweg zusammen- und für unterschiedliche Varianten gegenüberzustellen. Es können damit die bereits hinreichend bekannten Prüfmechanismen aus der gelebten Planungspra-

xis mit weiterführenden, umfassenden Betrachtungen und Berechnungen innerhalb der Hauptkriterienengruppen zur Bewertung der Nachhaltigkeit zusammengeführt werden. Der Bewertungsprozess erfolgt kontinuierlich, parallel zum Planungsfortschritt und die Ergebnisse zu den unterschiedlichen Bewertungszeitpunkten sollten die Argumentationsgrundlage für den Abwägungsprozess im Rahmen der Linienfindung und/oder bei der Ausgestaltung der Vorzugsvariante bilden. Diese neue, Gesamthafte Dokumentation verschafft sowohl dem Planer wie auch dem Nutzer und Betreiber ein hohes Maß an Transparenz und Nachvollziehbarkeit.

Vor der Praxiseinführung des Systems müssen die Referenzwerte noch festgelegt und die Qualität der realen Eingangsdaten in einer Pilotanwendung ermittelt werden. Des Weiteren muss die Bewertungsmethodik anhand dieser Realdaten überprüft und gegebenenfalls angepasst werden, mit dem Ziel im Anschluss eine vollständige und praxistaugliche Bewertungssystematik zur Verfügung stellen zu können. Mit der Bewertung der Streckenzüge kann die Nachhaltigkeit der einzelnen Trassenvarianten prognostiziert werden und sollte bei der Entscheidungsfindung für die Festlegung einer Vorzugsvariante maßgeblichen Einfluss erhalten.

Literatur

- [1] GRAUBNER, C.-A. et al.: Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur (FE 09.0162/2011/HRB). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 126, Bergisch Gladbach, März 2016
- [2] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 2012). FGSV-Verlag, Köln, 2013
- [3] GRAUBNER, C.-A. et al.: Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit (FE 15.0494/2010/FRB), Berichte . der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 126, Bergisch Gladbach, März 2016
- [4] FISCHER, O. et al.: Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinf-

- rastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel (FE 09.0164/2011/LRB). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Straßenbau Heft S 97, Bergisch Gladbach, Mai 2016
- [5] GRAUBNER, C.-A. et al.: Pre-Check der Nachhaltigkeitsbewertung für Brückenbauwerke (FE 15.589/2012/RRB), Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 132, Bergisch Gladbach, Juni 2016
- [6] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA 08). FGSV-Verlag, Köln, 2008
- [7] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). FGSV-Verlag, Köln, 2013
- [8] BRUNDTLAND, G. H. et al.: Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development, United Nations 1987
- [9] Homepage der Vereinten Nationen. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.un.org/en/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> Abrufdatum: 31.01.2018
- [10] Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt, 1998, S. 16 ff
- [11] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2014): Umweltverträglicher Verkehr 2050: Argumente für eine Mobilitätsstrategie für Deutschland. Dessau-Roßlau.
- [12] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für integrierte Netzgestaltung (RIN). FGSV-Verlag, Köln 2008
- [13] Fernstraßenbaugesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Januar 2005 (BGBl. I S. 201), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3354) geändert worden ist zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808) m.W.v. 29.07.2017
- [14] HOAI: Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen, Ausgabe 2013
- [15] Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28.06.2007 (BGBl. I S. 1206), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808) m.W.v. 29.07.2017
- [16] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). FGSV-Verlag, Köln, 2015
- [17] BMVI Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS 2014). Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Bonn, 2015
- [18] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. September 2017 (BGBl. I S. 3370) geändert worden ist
- [19] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung (M UVS). FGSV, 2001
- [20] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS). Entwurfsstand Februar 2016
- [21] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. FGSV, 2010
- [22] Bundeshaushaltsordnung vom 19. August 1969 (BGBl. I S. 1284), die zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122) geändert worden ist
- [23] Haushaltsgrundsätzegesetz vom 19. August 1969 (BGBl. I S. 1273), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122) geändert worden ist
- [24] Handbuch der Systemvariante LEED v4 for NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT, 2018, Veröffentlicht im WWW. Auf: https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20ND_01.5.18_current.pdf Abrufdatum: 31.01.2018
- [25] Homepage des LEED- Zertifizierungssystems. Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://new.usgbc.org/leed>

- [26] Homepage des Schweizer Bundesamtes für Straßen ASTRA, Erklärung des NISTRA-Systems, Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/fachleute/dokumente-nationalstrassen/fachdokumente/nistra.html>
- [27] Homepage des Greenroads Rating Systems. Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://www.greenroads.org>
- [28] Homepage des Envision Rating Systems, Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://sustainableinfrastructure.org/envision/>
- [29] Homepage des CEEQUAL Rating Systems, Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.ceequal.com/>
- [30] Homepage des ISCA Rating Systems, Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://isca.org.au/is-rating-scheme/is-rulings>
- [31] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Bekanntmachung über die Nutzung und die Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen. In: Bundesanzeiger vom 7. Mai 2010, Nr. 70, S. 1642-1644, Berlin 2010
- [32] Homepage Gabler Wirtschaftslexikon, Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/standortfaktoren.html>
- [33] Homepage der Zukunft Mobilität, Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://www.zukunft-mobilitaet.net/40882/analyse/resilienz-infrastruktur-stadt-wirtschaft-zukunft-resiliente-infrastrukturen/>
- [34] SKRIBT „Schutz kritischer Brücken und Tunnel im Zuge von Straßen“, Öffentliche Fassung
- [35] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO12). FGSV-Verlag, Köln, 2012
- [36] MIELECKE, T. et al.: Grundlagen für einen Leitfaden „Nachhaltige Straßeninfrastrukturen“ – Anforderungen an Baustoffe, Bauwerke und Realisierungsprozesse der Straßeninfrastrukturen im Hinblick auf Nachhaltigkeit (FE 09.0179/2011/MRB). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 131, Bergisch Gladbach, Juni 2016
- [37] ZINKE, T.: Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken – Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte, Dissertation am Karlsruher Institut für Technologie, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, 2016
- [38] SAUER, J.: Ökologische Betrachtungen zur Nachhaltigkeit von Tunnelbauwerken der Verkehrsinfrastruktur, Dissertation an der Technischen Universität München, 2016
- [39] Homepage des HBEFA, Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.hbefa.net/e/index.html> HBEFA
- [40] D’AIOLA SCHWARZENTRUBER, L.: LCA for evaluating underground infra-structures like tunnels: potential environmental impacts of “Materials”
- [41] ENGELHARDT, S.: Lebenszykluskosten von Tunnelbauwerken – Modulares Prozessmodell zur ökonomischen Optimierung von Straßentunneln, Dissertation an der Universität der Bundeswehre München, 2015
- [42] FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Begriffsbestimmungen; Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb. FGSV, 2012
- [43] Homepage des DGNB, Veröffentlicht im WWW. Auf: <https://www.dgnb-sytem.de/de/system/zertifizierungssystem/index.php>

Bilder

- Bild 1: Bewertungsansatz der deutschen Nachhaltigkeitsbewertungssysteme im Hochbau [1]
- Bild 2: Elemente eines Streckenzuges [1]
- Bild 3: Bild 1: Streckenzüge und Netzabschnitte im Zuge einer Verbindung; RAL [7]
- Bild 4: Schematischer Ablauf zur RE 2012
- Bild 5: Planungsschritte der Umweltverträglichkeitsstudie
- Bild 6: Auszug aus der aktuellen AKVS 2014 [17]
- Bild 7: Systematischer Aufbau NISTRA [26]

- Bild 8: Das Greenroads Bewertungssystem auf einen Blick [27]
- Bild 9: Modularer Aufbau der Nachhaltigkeitsbewertung für Infrastruktur [1]
- Bild 10: Kriterienübersicht des vorhergehenden Forschungsprojekts zu Straße und Tunnel [4]
- Bild 11: Kriterienübersicht zum Forschungsprojekt Pre-Check [5]
- Bild 12: Zusammenhang Einzelelemente - Streckenzug
- Bild 13: Eistage
- Bild 14: Heiße Tage
- Bild 15: Variantenvergleich innerhalb eines Entwurfskorridors
- Bild 16: Bauliche Grundformen von Knotenpunkten, RAL [7]
- Bild 17: Schematischer Planungsablauf nach RE 2012 mit Gegenüberstellung der äquivalenten Leistungsphase nach HOAI 2013 mit erforderlichen Prüfungen und Unterlagen (vgl. Bild 4)
- Bild 18: Relevante Aufstellung der RStO12-Tafeln [35] für standardisierte Asphalt-Oberbauten nach Belastungsklassen kategorisiert nach Landstraßen gemäß RAL [7] und Autobahnen gemäß RAA [6]
- Bild 19: Relevante Aufstellung der RStO12-Tafeln [35] für standardisierte Beton-Oberbauten nach Belastungsklassen kategorisiert nach Landstraßen gemäß RAL [7] und Autobahnen gemäß RAA [6]
- Bild 20: Abbildung der Entwurfsklassen für Landstraßen [7]
- Bild 21: Abbildung der Entwurfsklassen für Autobahnen [6]
- Bild 22: Ökobilanzielle Ergebnisse von betrachteten Autobahnbrücken aus der Dissertation „Nachhaltigkeit von Infrastrukturbauwerken – Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken unter besonderer Berücksichtigung externer Effekte“ von ZINKE [37]
- Bild 23: Gesamtübersicht des entwickelten Baukastens für die ökobilanziellen Kriterien zur Bewertung von Landstraßen
- Bild 24: Gesamtübersicht des entwickelten Baukastens für die ökobilanziellen Kriterien zur Bewertung von Bundesautobahnen
- Bild 25: Bewertungsschema der DGNB 2018, Quelle: DGNB [43]
- Bild 26: Neue Gewichtung
- Bild 27: Bedeutungsfaktoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Streckenzügen
- Bild 28: Wirkhebel einzelner Kriterien zum Zeitpunkt der Vorplanung
- Bild 29: Wirkhebel einzelner Kriterien zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung

Tabellen

- Tab. 1: Zuordnung Entwurfsklassen zur Straßenkategorie, RAL [7]
- Tab. 2: Prüfung der EKL auf Grundlage der Verkehrsnachfrage, RAL [7]
- Tab. 3: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe für die Bewertung von Streckenzügen [4]
- Tab. 4: Zuschlagsfaktoren für Herstellungsphase [4]
- Tab. 5: Längsneigungsklassen nach RWS-Entwurf [20]
- Tab. 6: Verkehrszustandsstufen differenziert nach Kategoriengruppen in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad (aus dem Entwurf der RWS [20])
- Tab. 7: Nutzungsarten und Nutzungsfaktoren [4]
- Tab. 8: Versiegelungsarten

Anhang

- Anlage 1 Steckbriefdeckblätter für Modul 1 (Linienentwurf)
- Anlage 2 Berechnungs- und Bewertungsmethoden für Modul 1 (Linienentwurf)
- Anlage 3 Steckbriefe für Modul 1 (Linienentwurf) zum Zeitpunkt der Vor- und Entwurfsplanung

Anlage 1 Steckbriefdeckblätter für Modul 1 (Linienentwurf)

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Ökologische Qualität | 80 |
| 1.1 Treibhauspotenzial (GWP)..... | 80 |
| 1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)..... | 82 |
| 1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)..... | 83 |
| 1.4 Versauerungspotenzial (AP)..... | 84 |
| 1.5 Überdüngungspotenzial (EP)..... | 85 |
| 1.6 Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora..... | 86 |
| 1.7 Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft..... | 87 |
| 1.8 Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 88 |
| 1.9 Umweltwirkungen infolge Linienführung..... | 90 |
| 1.10 Primärenergiebedarf..... | 91 |
| 1.11 Abwasseraufkommen | 93 |
| 1.12 Flächeninanspruchnahme..... | 95 |
| 1.14 Ressourcenschonung | 97 |
| Ökonomische Qualität..... | 98 |
| 2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | 98 |
| 2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung..... | 99 |
| 2.3 Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 101 |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 102 |
| 3.1 Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | 102 |
| 3.2 Schutzgut Landschaft | 104 |
| 3.3 Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter..... | 105 |
| 3.4 Komfort | 106 |
| 3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)..... | 107 |
| 3.6 Verkehrssicherheit (Safety)..... | 108 |
| Technische Qualität | 109 |
| 4.3 Erhaltung und Betriebsoptimierung | 109 |
| 4.4 Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit..... | 111 |
| Standortqualität..... | 112 |
| 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse) | 112 |
| 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung)..... | 112 |
| 6.3 Topografische Faktoren..... | 114 |
| 6.4 Verkehrsanbindung | 115 |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Treibhauspotenzial (GWP) | Kriterien-Nr.: 1.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die drohende Klimaänderung stellt eine enorme Herausforderung für die Menschheit dar. Deutschland hat sich aus diesem Grunde mit dem Kyoto Protokoll (VEREINTE NATIONEN, 1997) verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Im Jahr 2006 erklärte die Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Reduktion um 40% (gegenüber 1990) anzustreben (BMU, 2007). Baumaßnahmen im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur bieten ein großes Einspar- und Lenkungspotential. Darüber hinaus kann die öffentliche Hand im Rahmen der Finanzierungs- und Vergabepaxis eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung konkreter Zielvorgaben einnehmen. |
| Beschreibung & Kommentar: | Das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten, d.h. zum so genannten Treibhauseffekt. Der Beitrag eines Stoffes wird als GWP ₁₀₀ -Wert relativ zum Treibhauspotenzial des Stoffes Kohlendioxid (CO ₂), gemittelt über einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren, angegeben. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | Es wird das Treibhauspotenzial (kg CO ₂ -Äquivalent) über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung / Unterhaltung / Instandsetzung und Abbruch und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen. Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden. |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt über die Relation des an der Verkehrsanlage erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger der Wert des CO ₂ -Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Wirkung auf die globale Erwärmung und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| <i>Dokumente, Rechenhilfen, ...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Ökobilanz“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) | Kriterien-Nr.: 1.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

Allgemeine Informationen:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Um einer weiteren Zerstörung der Ozonschicht entgegenzuwirken, wurde in Folge des Montreal-Protokolls (VEREINTE NATIONEN; 2000) in Deutschland der Einsatz bestimmter Stoffe beschränkt und Regelungen zur Rückgewinnung und Rücknahme dieser Stoffe sowie zur Emissionsvermeidung bei Betrieb, Wartung, Außerbetriebnahme und Entsorgung erlassen. Ziel ist es, die Einträge ozonschichtschädigender Stoffe in die Erdatmosphäre zu mindern.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastrukturen werden in der Regel keine derartigen Stoffe eingesetzt und es entstehen planmäßig keine direkten Emissionen. Jedoch können in den Vorketten zur Herstellung von Baustoffen und Energieträgern Emissionen entstehen.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Das Ozonschichtabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential, ODP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zum Abbau der Ozonschicht. Es wird in kg R11-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Ozonschicht nimmt durch Absorption von UV-Strahlung in der Atmosphäre eine wichtige Schutzfunktion für Menschen, Tiere und Pflanzen ein.</p> |

Bewertung:

| | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es wird das Ozonschichtabbaupotenzial (kg R11-Äquivalent) über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung / Unterhaltung / Instandsetzung und Abbruch und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen.</p> <p>Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des an der Verkehrsanlage erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger der Wert des R11-Äquivalents ist, desto geringer ist die potentielle Zerstörung der Ozonschicht und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

Hinweise:

| | |
|---|--|
| Dokumente, Recherchenhilfen, ... | <p>zugehörige systemspezifische Anlage</p> <p>Methodensteckbrief „Ökobilanz“</p> <p>Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“</p> |
| Anmerkungen | |

1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ozonbildungspotenzial (POCP) | Kriterien-Nr.: 1.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

Allgemeine Informationen:

| | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Verkehrsanlage und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Das Ozonbildungspotenzial (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Bildung von bodennahem Ozon. Es wird in kg C₂H₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Ozon, das in der Stratosphäre eine wichtige Schutzfunktion einnimmt, wirkt in bodennahen Luftschichten human- und ökotoxisch. Als „Sommersmog“ bezeichnet, greift es Atmungsorgane an und schädigt Pflanzen und Tiere.</p> |

Bewertung:

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es wird das Ozonbildungspotenzial (kg C₂H₄-Äquivalent) über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung / Unterhaltung / Instandsetzung und Abbruch und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen.</p> <p>Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des an der Verkehrsanlage erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger der Wert des C ₂ H ₄ -Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu Sommersmog und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

Hinweise:

| | |
|---|--|
| Dokumente, Recherchenhilfen, ... | <p>zugehörige systemspezifische Anlage</p> <p>Methodensteckbrief „Ökobilanz“</p> <p>Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“</p> |
| Anmerkungen | |

1.4 Versauerungspotenzial (AP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Versauerungspotenzial (AP) | Kriterien-Nr.: 1.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon. Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Verkehrsanlage und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial. |
| Beschreibung & Kommentar: | Das Versauerungspotenzial (Acidification Potential, AP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Versauerung von Luft, Wasser und Boden. Es wird in kg SO ₂ -Äquivalent angegeben. Schwefel- und stickstoffhaltige Emissionen reagieren in der Luft zu „Saurem Regen“, der Böden, Gewässer, Lebewesen und Bauwerke schädigt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | Es wird das Versauerungspotenzial (kg SO ₂ -Äquivalent) über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung sowie Rückbau und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen. Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden. |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt über die Relation des an der Verkehrsanlage erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger der Wert des SO ₂ -Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zu saurem Regen und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Ökobilanz“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

1.5 Überdüngungspotenzial (EP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Überdüngungspotenzial (EP) | Kriterien-Nr.: 1.5 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

Allgemeine Informationen:

| | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Um der Emission von Luftschadstoffen entgegenzuwirken und Menschen und Umwelt vor den Wirkungen der jeweiligen Verursacherquellen zu schützen, wurde das Multikomponentenprotokoll (VEREINTE NATIONEN, 1999) verabschiedet. Inhalt sind u.a. Festlegungen zur Reduzierung von Versauerung, Überdüngung und bodennahem Ozon.</p> <p>Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur entsteht ein Großteil der direkten Emissionen durch den Straßenverkehr. Aber auch bei der Verwendung der Baustoffe für die Verkehrsanlage und Auswahl der Bauprozesse besteht ein Reduktionspotenzial.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Das Überdüngungspotenzial (Eutrophication Potential, EP) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Überdüngung von Böden und Gewässern. Es wird in kg PO₄-Äquivalent angegeben.</p> <p>Die Zufuhr von Nährstoffen, insbesondere Phosphor- und Stickstoffverbindungen wirkt sich z.B. in Gewässern nachteilig durch eine vermehrte Algenbildung aus, die u.a. Fischsterben zur Folge haben kann.</p> |

Bewertung:

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es wird das Überdüngungspotenzial (kg PO₄-Äquivalent) über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung sowie Rückbau und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen.</p> <p>Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des an der Verkehrsanlage erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger der Wert des PO ₄ -Äquivalents ist, desto geringer ist der potentielle Beitrag zur Überdüngung und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

Hinweise:

| | |
|-------------------------------------|--|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | <p>zugehörige systemspezifische Anlage</p> <p>Methodensteckbrief „Ökobilanz“</p> <p>Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“</p> |
| Anmerkungen | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora | Kriterien-Nr.: 1.6 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet. |
| Beschreibung & Kommentar: | Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.7, 3.1, 3.2 und 3.3 behandelt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die im systemspezifischen Anhang zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste bzw. des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je geringer die Beeinträchtigung von Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

1.7 Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft | Kriterien-Nr.: 1.7 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

Allgemeine Informationen:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Risiken und schädigende Einflüsse durch Eingriffe und Veränderungen auf die lokale Umwelt zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Die Relevanz der Straßeninfrastruktur für dieses Thema liegt in der Umwelterheblichkeit größerer Bauvorhaben begründet. |
| Beschreibung & Kommentar: | Betrachtet werden hier Schutzgüter der Umweltverträglichkeitsprüfung, nämlich Boden, Wasser, Luft und Kleinklima. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6, 3.1, 3.2 und 3.3 behandelt. |

Bewertung:

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die im systemspezifischen Anhang zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je geringer die Beeinträchtigung von Boden, Wasser, Luft und Kleinklima, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

Hinweise:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

1.8 Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 1.8 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

Allgemeine Informationen:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Baumaßnahmen bei Neubau, Unterhalt und Erhaltung derart zu gestalten, dass Verkehrsbeeinträchtigungen, die zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch und infolgedessen zu Mehremissionen führen, reduziert werden. Wird die Verkehrsanlage bereits in der Planung optimiert, so können die Verkehrsbeeinträchtigungen über den Lebenszyklus erheblich reduziert werden. |
| Beschreibung & Kommentar: | Die Häufigkeit und Dauer von Verkehrsbeeinträchtigungen wird beeinflusst durch die Lebensdauern der verwendeten Baustoffe und Konstruktionen, die erforderliche Verkehrsführung je nach Baumaßnahme sowie die vorhandene Verkehrsbelastung und die Verkehrsprognose. Die Emissionen des nutzenden Verkehrs im „Normalzustand“ können nicht durch die Verkehrsanlage beeinflusst werden und werden daher nicht bewertet. Ungünstige Verkehrszustände infolge Baumaßnahmen sind jedoch zu vermeiden. |

Bewertung:

| | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehremissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern. |
| Beschreibung der Methode: | Die Mehrbelastung der Umwelt wird anhand der Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge eines Kraftstoffmehrverbrauchs bewertet. Die zu erwartenden Mehremissionen werden anhand der Zeitverzögerungen und der Mehrkilometer sowie spezifischer Emissionsfaktoren berechnet. Berücksichtigt werden sowohl Zeitverzögerungen infolge von Stauereignissen als auch Verlängerungen des Fahrtweges infolge von Umfahrungen, die durch die Baumaßnahmen, auch auf kreuzenden Strecken, entstehen. Es sind alle Baumaßnahmen im Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen (Neubau, Erhaltung, Rückbau und Entsorgung, ggf. zu Maßnahmenpaketen gebündelt). |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt, bezogen auf eine Bezugsgröße, über die Relation des am Bauwerk erzielten Werts zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |
| Interpretationshinweise: | Je geringer die Verkehrsbeeinträchtigung infolge von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen ist, desto geringer ist die zusätzliche Umweltbelastung und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu beurteilen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|--|
| <i>Dokumente, Rechenhilfen, ...</i> | Methodensteckbrief „Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Umweltwirkungen infolge Linienführung | Kriterien-Nr.: 1.9 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, Umweltwirkungen, die aufgrund der Streckenführung entstehen, zu bilanzieren. Die Umweltwirkungen werden von möglichen Einflussfaktoren wie Längs- und Querneigung, Anzahl der Knotenpunkte sowie der Streckenlänge beeinflusst. Wird die Streckenführung durch einen Variantenvergleich bereits in der Vorplanung optimiert, so kann die Bilanzierung über den Lebenszyklus eine Aussage liefern, welche Variante erhebliche Reduktionen liefern. |
| Beschreibung & Kommentar: | In diesem Kriterium werden die Schadstoffe NO ₂ (Stickstoffdioxid), SO ₂ (Schwefeldioxid) und PM _{2,5} , PM ₁₀ (Feinstaubpartikel) sowie CO ₂ -Emissionen infolge Linienführung bewertet. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bilanzierung der Abgasemissionen anhand von längsneigungsabhängigen Emissionsfaktoren und Streckenlänge |
| Beschreibung der Methode: | Der Entwurf der RWS beinhaltet Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren im Straßenverkehr (HBEFA) in Tabellenform differenziert nach Art des Streckentyps nach Netzelement, Längsneigungsklassen und Verkehrszustandsstufen für Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV). Die Streckentypen nach Netzelementen werden im Kapitel 6.3 der RWS typisiert und können dort entsprechend nachgeschlagen werden. Die Streckenzüge sind folglich in Abschnitte einer Längsneigung sowie nach Streckentypen zu unterteilen. |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt, bezogen auf eine Bezugsgröße, über die Relation des am Bauwerk erzielten Werts zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |
| Interpretationshinweise: | Je geringer die Abgas- und CO ₂ -Emissionen sind, desto geringer ist die zusätzliche Umweltbelastung und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu beurteilen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|--|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | Methodensteckbrief „Umweltwirkungen infolge Linienführung“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

1.10 Primärenergiebedarf

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Primärenergiebedarf | Kriterien-Nr.: 1.10 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Die Senkung des Energiebedarfs zählt zu den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung.</p> <p>Der Gesamtprimärenergiebedarf in Deutschland ist leicht rückläufig. So sank der Verbrauchswert über alle Wirtschaftsbereiche im Jahre 2006 gegenüber dem Jahr 1990 um 7,5 %. Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.</p> <p>Neben der Senkung des Gesamtprimärenergiebedarfs ist es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Ziel der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien zu erhöhen und damit gleichzeitig den Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern zu senken.</p> <p>Da große Mengen an Energie für die Baustoffherstellung und Verarbeitung benötigt werden, ist hier ein großes Einsparpotential vorhanden.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Mit dem Gesamtprimärenergiebedarf wird der Ressourcenverbrauch an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern bewertet. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen u.a. Biomasse, Sonnenstrahlung, Erdwärme, Wasser- und Windkraft. Zu den nicht erneuerbaren Energieträgern, die sich im menschlichen Zeithorizont nicht regenerieren, zählen z.B. Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Uran.</p> <p>Der Primärenergiebedarf berücksichtigt dabei auch Verluste bei der Gewinnung, Verteilung und Nutzung der Energieträger. Er wird in MJ angegeben.</p> |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es wird der Gesamtprimärenergiebedarf sowie der erneuerbare Primärenergiebedarf über den Lebenszyklus der Baumaßnahme ermittelt, der die Prozesse Herstellung, Erhaltung sowie Rückbau und Entsorgung umfasst. Dabei sind insbesondere die Bereitstellung der Baustoffe und Bauprodukte, Transportprozesse für die Erdmassen und Entsorgungsprozesse zu berücksichtigen.</p> <p>Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Ökobilanz, indem die Baustoffmengen der Massenermittlung mit Datensätzen der jeweils aktuellsten Version der Datenbank "Ökobau.dat" verknüpft werden.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Bewertung bei messbaren Kriterien ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes des Gesamtprimärenergiebedarfs zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> <p>Zusätzlich wird der prozentuale Anteil der erneuerbaren Primärenergie am Gesamtprimärenergiebedarf mit einer Zielvorgabe verglichen.</p> |

| | |
|---------------------------------------|---|
| <i>Interpretations- hinweise:</i> | Je niedriger der Wert des Gesamtprimärenergiebedarfs bei gleichzeitig hohem Anteil erneuerbarer Energien ist, desto geringer ist die Inanspruchnahme von nicht erneuerbaren Ressourcen und dementsprechend besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |
|---------------------------------------|---|

| | |
|--|---|
| Hinweise: | |
| <i>Dokumente, Re- chenhilfen,...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Ökobilanz“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

1.11 Abwasseraufkommen

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Abwasseraufkommen | Kriterien-Nr.: 1.11 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Wasser, das durch den Kontakt mit den Infrastrukturbauwerken, insbesondere mit den Verkehrsflächen, verunreinigt wurde, muss fachgerecht abgeleitet und als Abwasser entsprechend behandelt werden. Aus Sicht der Nachhaltigkeit besteht das Ziel darin, mit möglichst geringen Aufwand (geringe Kosten, geringer Wartungsaufwand) die negative Beeinträchtigung der Umwelt bestmöglich zu minimieren. |
| Beschreibung & Kommentar: | Anders als im Hochbau, wo sich Wasserbedarf und Abwasseraufkommen eines Gebäudes hauptsächlich durch die Nutzung ergeben (Gebäudereinigung, Sanitäranlagen, Trinkwasserkonsum etc.), besteht für Straßeninfrastrukturbauwerke faktisch kein Wasserbedarf während der Nutzungsphase. Das Abwasseraufkommen von Infrastrukturbauwerken ergibt sich aus der Notwendigkeit, natürlich anfallende Wassermengen abzuleiten. Bei Straßen und Brückenbauwerken handelt es sich dabei hauptsächlich um Niederschlagswasser. Bei Tunnelbauwerken kann die Notwendigkeit bestehen, Bergwasser ableiten zu müssen. Da das Wasser durch den Kontakt mit den Bauwerken, insbesondere mit den Verkehrsflächen, verunreinigt wird, handelt es sich um Abwasser, welches fachgerecht abgeleitet und behandelt werden muss. Der Wasserbedarf und das Abwasseraufkommen während der Bauwerkserstellung werden in diesem Kriterium nicht behandelt. Die Kosten für Bau, Betrieb und Unterhaltung der Abwasserableitung und -behandlung sind in der Hauptkriteriengruppe 2 bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten zu berücksichtigen. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) und/oder Bewertung bei messbaren Kriterien |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Dabei können sowohl Methoden zur Bewertung von nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) als auch Methoden zur Bewertung von messbaren Kriterien zum Einsatz kommen (auch in Kombination). Einzelheiten sind in der jeweiligen systemspezifischen Anlage geregelt. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe einer Checkliste bzw. eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Quantitativ be- |

| | |
|--|--|
| | wertbare Teilkriterien können zur Bewertung hinzugezogen werden. Je geringer die negative Beeinflussung der Umwelt hinsichtlich des lokalen Wasserhaushaltes und der erforderliche Aufwand für die Ableitung und Behandlung des Abwassers sind, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |
|--|--|

| | |
|------------------------------------|---|
| Hinweise: | |
| <i>Dokumente, Rechenhilfen,...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

1.12 Flächeninanspruchnahme

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Flächeninanspruchnahme | Kriterien-Nr.: 1.12 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Die anhaltend hohe Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (ca. 66 ha pro Tag im Jahr 2015) stellt ein großes Defizit für eine nachhaltige Entwicklung dar. Ziel der Bundesregierung ist es deshalb, die Inanspruchnahme neuer Flächen bis zum Jahr 2020 auf 30 ha pro Tag zu begrenzen. Die Straßenverkehrsfläche hat hieran einen bedeutenden Anteil (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006).</p> <p>Die größte Lenkungsmöglichkeit besteht zwar im Zuge Linienbestimmung, das Kriterium ist aber auch für spätere Planungsphasen (z.B. Baustelleneinrichtung) noch relevant.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Die Umwandlung von naturnahen Flächen beeinträchtigt zum einen die ökologischen Funktionen des Bodens und geht zum anderen mit Zersiedelung und Landschaftszerschneidung einher. Dies wird auch in der Umweltverträglichkeitsprüfung mit dem Schutzgut „Landschaft“ angesprochen.</p> <p>Fläche wird zum einen dauerhaft durch die Verkehrsanlage und zum anderen vorübergehend während der Baumaßnahmen beansprucht. Die dauerhafte Flächeninanspruchnahme ist vor allem vor der Linienbestimmung relevant. Hier wird nur die vorübergehende Flächeninanspruchnahme betrachtet. Darüber hinaus beansprucht auch die Mineralstoffgewinnung der Baustoffe Flächen. Diese wird nicht berücksichtigt.</p> |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Flächeninanspruchnahme |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | <p>Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste bzw. des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden.</p> <p>Je niedriger die Flächeninanspruchnahme ist, umso besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten.</p> |

| Hinweise: | |
|--|---|
| <i>Dokumente, Re- chenhilfen,...</i> | Methodensteckbrief „Flächeninanspruchnahme“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

1.14 Ressourcenschonung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ressourcenschonung | Kriterien-Nr.: 1.14 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist der Ressourcenbedarf insgesamt zu minimieren. Im Infrastrukturbereich werden große Mengen Gesteinskörnungen (Splitt, Schotter, Sand, Kies etc.) eingesetzt, unter den nichtmineralischen Ressourcen ist insbesondere Bitumen für die Fahrbahndecke relevant. Erneuerbare Ressourcen spielen im Straßeninfrastrukturbereich derzeit kaum eine Rolle. |
| Beschreibung & Kommentar: | Eine Verringerung des Bedarfs kann durch "sparsame" Konstruktionen, den Einsatz von Recyclingbaustoffen, sowie in begrenztem Maße durch Substitution mit nachwachsenden Rohstoffen erreicht werden. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) und/oder Ökobilanz |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Dabei können sowohl Methoden zur Bewertung von nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) als auch Methoden zur Bewertung von messbaren Kriterien (Ökobilanz) zum Einsatz kommen (auch in Kombination). Einzelheiten sind in der jeweiligen systemspezifischen Anlage geregelt. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste bzw. des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Mithilfe einer Ökobilanz kann der im Lebenszyklus stattfindende abiotische Ressourcenverbrauch dargestellt werden. Je geringer der Ressourcenbedarf, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | Kriterien-Nr.: 2.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Verkehrsinfrastrukturen verursachen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg Kosten. Dies bezieht sich sowohl auf die Herstellung der Infrastrukturanlage als auch auf deren Nutzung bzw. Erhaltung.</p> <p>Im Sinne eines wirtschaftlichen Umgangs mit finanziellen Ressourcen ist es Ziel, die Lebenszykluskosten zu minimieren und Entscheidungen nicht wie bisher üblich vorrangig an den einmaligen Investitionskosten auszurichten, sondern die Erhaltungskosten sowie Rückbau- und Entsorgungskosten mit einzubeziehen.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Planung und Qualität des Streckenzuges und den späteren Kosten in der Nutzungsphase.</p> <p>Insbesondere die zyklisch auftretenden Erhaltungsmaßnahmen können durch gezielte Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit einzelner Bauteile und Konstruktionen bereits in der Planungsphase optimiert werden.</p> |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert) |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es werden die Lebenszykluskosten der Baumaßnahme über den vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren ermittelt.</p> <p>Berücksichtigt werden Herstellungs-, Erhaltungs- sowie Rückbau- und Entsorgungskosten einschließlich der Kosten für planmäßige Instandsetzungen sowie für bauliche und betriebliche Unterhaltung.</p> <p>Die Kosten werden dabei auf einen einheitlichen Zeitpunkt diskontiert und zum sogenannten Kapitalwert aufsummiert.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger die ermittelten Kosten sind, desto besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|--|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | <p>Methodensteckbrief „Lebenszykluskostenrechnung“</p> <p>Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“</p> |
| Anmerkungen | |

2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Staus und Zeitverzögerungen im Straßenverkehr sind nicht nur ärgerlich für die Nutzer, sie verursachen auch große volkswirtschaftliche Kosten.</p> <p>Relevant für die Bewertung von Infrastrukturbauwerken sind hier vor allem Verkehrsbeeinträchtigungen an Baustellen, da diese bereits in der Planungsphase minimiert werden können.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Die Zeitkosten, die durch Verkehrsbeeinträchtigungen entstehen, sind sogenannte externe Kosten, da sie nicht beim Bauherren oder Betreiber des Infrastrukturbauwerks, sondern bei den Nutzern anfallen.</p> <p>Bisher werden diese externen Kosten nur indirekt berücksichtigt. Bei der Abwicklung von Erhaltungsmaßnahmen wird z. B. versucht, Staus durch die Wahl einer günstigen Verkehrsführung oder einen beschleunigten Bauablauf zu minimieren.</p> <p>Bereits im Rahmen der Planung eines Streckenzuges können die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen und damit die externen Kosten maßgeblich beeinflusst werden.</p> |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Ermittlung externer Kosten infolge von Zeitverlusten und Mehrkilometern. |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die zu erwartenden externen Kosten werden anhand der Zeitverzögerungen und der Mehrkilometer sowie spezifischer Zeitkosten- und Kilometerfaktoren berechnet. Berücksichtigt werden sowohl Zeitverzögerungen infolge von Stauereignissen als auch Verlängerungen des Fahrtweges infolge von Umfahrungen, die durch die Baumaßnahmen, auch auf kreuzenden Stecken, entstehen.</p> <p>Es sind alle Baumaßnahmen im Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen (Neubau, Erhaltung, Rückbau und Entsorgung, ggf. zu Maßnahmenpaketen gebündelt).</p> <p>Die Kosten werden dabei auf einen einheitlichen Zeitpunkt diskontiert und zum sogenannten Kapitalwert aufsummiert.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert.</p> |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger die ermittelten Kosten sind, desto besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| <i>Dokumente, Rechenhilfen, ...</i> | Methodensteckbrief „Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

2.3 Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Kosten, die beim Nutzer eines Streckenzuges bzw. der Volkswirtschaft entstehen, sollen durch die Wahl der Linienführung minimiert werden. |
| Beschreibung & Kommentar: | Die volkswirtschaftlichen Kosten werden über die Methode infolge des Kraftstoffverbrauchs und fahrleistungsbezogene Abnutzung, Unfallkosten, Lärm- und Schadstoffbelastung ermittelt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ermittlung externer Kosten infolge Kraftstoffverbrauch, Unfallgeschehen, Lärm- und Schadstoffbelastung |
| Beschreibung der Methode: | Die zu erwartenden externen Kosten werden berechnet. Berücksichtigt wird dabei der erhöhte Kraftstoffverbrauch infolge von streckenbedingten Verkehrsbeeinträchtigungen. |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |
| Interpretationshinweise: | Je niedriger die externen Kosten sind, desto besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|---|--|
| Dokumente, Recherchenhilfen, ... | Methodensteckbrief „Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigungen“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

Soziokulturelle und funktionale Qualität

3.1 Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | Kriterien-Nr.: 3.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, schädigende Einflüsse und Risiken für den Menschen zu vermeiden bzw. zu minimieren und eine hohe Lebensqualität für die Bevölkerung zu erreichen. Vor allem der Verkehrslärm wird von den anliegenden Bewohnern als besonders störend empfunden und kann in vielfältiger Weise deren Lebensbedingungen beeinträchtigen. |
| Beschreibung & Kommentar: | Lärmbelästigungen werden vor allem durch die Störung der Kommunikation, der Erholung und Entspannung, einschließlich des Nachtschlafes, hervorgerufen. Lärm beeinträchtigt das Wohlbefinden und kann darüber hinaus bei dauerhaft hoher Belastung zu einem Stressfaktor und Risiko für die Gesundheit werden. Bei der Bauwerksplanung kann den Geräuschemissionen des Verkehrs durch Schallschutzmaßnahmen entgegengewirkt werden. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens werden zwar die zu erfüllenden Lärmschutzmaßnahmen vorgeschrieben, im Sinne des nachhaltigen Bauens soll jedoch ein Anreiz geschaffen werden, diesen Mindeststandard zu übertreffen. Betrachtet werden auch weitere Aspekte zum Schutzgut „Mensch“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Andere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6, 1.7, 3.2 und 3.3 behandelt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je geringer die Beeinträchtigung des Menschen, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|---|---|
| <i>Dokumente, Re- chenhilfen, ...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Landschaft | Kriterien-Nr.: 3.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Bauwerke der Straßeninfrastruktur haben allein aufgrund ihrer Größe eine Auswirkung auf die Landschaft, in der sie sich befinden. Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf die Landschaft zu vermeiden bzw. zu minimieren. |
| Beschreibung & Kommentar: | Betrachtet wird hier das Schutzgut „Landschaft“ aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6, 1.7, 3.1 und 3.3 behandelt. Die Straßeninfrastruktur kann mit prägnanten Einzelbauwerken eine Landschaft gestalten oder sich unauffällig in die Umgebung einfügen. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je geringer die Beeinträchtigung der Landschaft, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|---|---|
| Dokumente, Recherchenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

3.3 Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | Kriterien-Nr.: 3.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Die Zielsetzung des Kriteriums besteht darin, negative Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter zu vermeiden bzw. zu minimieren. |
| Beschreibung & Kommentar: | Betrachtet werden hier Kulturgüter und sonstige Sachgüter aus der Umweltverträglichkeitsprüfung. Weitere Schutzgüter werden in den Steckbriefen Nr. 1.6, 1.7, 3.1 und 3.2 behandelt. Wesentliche Entscheidungen werden vor der Linienbestimmung getroffen, doch auch im Rahmen der Planung der Einzelbauwerke bestehen noch Einflussmöglichkeiten. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je geringer die Beeinträchtigung der Schutzgüter, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Komfort | Kriterien-Nr.: 3.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Ziel ist es, Streckenzüge so zu planen, dass sie den Anforderungen an den Komfort bestmöglich genügen. Der Komfort stellt eine Anforderung an die Funktionalität der Straßeninfrastruktur dar, der aus Sicht der Nutzer sehr bedeutend ist, da er direkt wahrgenommen wird. |
| Beschreibung & Kommentar: | Der Komfort beschreibt die Funktionserfüllung des Streckenzuges aus Sicht des individuellen Nutzers. Diese stellen bewusst und unbewusst Anforderungen an die Verkehrsanlage, die sich je nach Nutzer und Bauwerksart unterscheiden. Ein gut geplantes Infrastrukturbauwerk trägt zum Wohlbefinden der Nutzer bei. Häufig wirken sich Aspekte des Kriteriums Komfort, wie z.B. Übersichtlichkeit, auch positiv auf die Sicherheit (Kriterium Nr. 3.6) aus. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je besser der Komfort bewertet wird, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security) | Kriterien-Nr.: 3.5 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Ziel ist es, durch Risikomanagement Gefahren zu vermeiden und mögliche Schäden zu minimieren. Je nach Lage und Exposition der Infrastrukturanlage können unterschiedliche Gefahren wie Erdbeben, Überschwemmungen, Starkregen, Havarien, Verkehrsunfälle, etc. relevant sein. |
| Beschreibung & Kommentar: | Ein gezieltes Risikomanagement kann dazu beitragen, Mensch und Umwelt sowie Sachgüter zu schützen und Ressourcen sinnvoll einzusetzen und ist insofern als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung zu betrachten. Die Berücksichtigung einer exponierten Lage hinsichtlich Naturkatastrophen in der Phase der Planung, ermöglicht dem Betrachter eine Bewertung hinsichtlich der Resilienz des Streckenzuges auf Grundlage derer gezielte Maßnahmen- bzw. Szenarienkataloge für mögliche Gefahren erarbeitet werden können. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je sinnvoller das Risikomanagement, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

3.6 Verkehrssicherheit (Safety)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Verkehrssicherheit (Safety) | Kriterien-Nr.: 3.6 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Ziel ist es, durch die Ausgestaltung der Infrastrukturanlage eine möglichst hohe Verkehrssicherheit anzustreben und somit Unfälle zu vermeiden. Die Zahl der Unfälle und Verunglückten im Straßenverkehr, insbesondere die Zahl der Schwerverletzten und Getöteten weist einen über die letzten Jahre anhaltenden rückläufigen Trend auf. Der hohe Standard der baulichen Verkehrssicherheit ist weiter auszubauen und zu erhalten. |
| Beschreibung & Kommentar: | Betrachtet wird in diesem Kriterium nur der Einfluss des Streckenzuges auf die Verkehrssicherheit. Eine hohe Verkehrssicherheit kann die Zahl der Getöteten und Verletzten im Straßenverkehr, Sachschäden und Umweltschäden verringern und ist daher als Strategie einer Nachhaltigen Entwicklung anzusehen. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste und Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste und des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Je besser die Verkehrssicherheit einzuschätzen ist, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

Technische Qualität

4.3 Erhaltung und Betriebsoptimierung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Technische Qualität | |
| Kriterium: | Erhaltung und Betriebsoptimierung | Kriterien-Nr.: 4.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Im Umfeld der Verkehrswege fallen ganzjährig vielfältige Arbeiten an, die für den reibungslosen Betrieb des Verkehrsnetzes Voraussetzung sind. Hinzu kommen regelmäßige und unregelmäßige Instandsetzungsmaßnahmen, die oft nicht ohne erhebliche Verkehrsbeeinträchtigung bzw. -beeinflussung ausgeführt werden können.</p> <p>Ziel ist es, durch eine geeignete Planung und Umsetzung die Instandhaltungsfreundlichkeit der Infrastrukturanlage zu erhöhen und den Betrieb zu optimieren, sodass Arbeiten seltener anfallen oder einfacher durchgeführt werden können. Dies trägt nicht nur zur Sicherheit der Arbeiter bei, sondern stellt auch eine finanzielle Entlastung der Betreiber (z.B. Straßenbauverwaltungen der Länder) sowie eine Reduzierung der Nutzerbeeinträchtigung dar.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | <p>Unter "Erhaltung" im Sinne dieses Steckbriefes werden alle Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, die ordnungsgemäße Funktion des Streckenzuges zu erhalten. Wartung, Pflege und Instandsetzung etc. sind darin inbegriffen. Unter „Betrieb“ im Sinne dieses Steckbriefes werden alle regelmäßigen Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, die Verkehrsanlage zu betreiben.</p> <p>Die betrachteten Arbeiten werden von den Meistereien (z.B. Straßen- bzw. Autobahnmeistereien) durchgeführt und beinhalten u.a. den Winterdienst, die Grün- und Gehölzpflege, die Abfallbeseitigung sowie das Reinigen von Fahrbahn, Oberflächen und Entwässerungseinrichtungen. Die Optimierung von Erhaltung und Betrieb erfolgen durch Planungsdetails.</p> |

| Bewertung | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | <p>Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe der Checkliste bzw. des Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden.</p> <p>Je geeigneter der Betrieb bereits in der Planung berücksichtigt wird, umso besser ist die Verkehrsanlage einzustufen.</p> |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| <i>Dokumente, Rechenhilfen, ...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | Vermutlich wird nicht für alle drei Planungsphasen die gleiche Qualität und Detailtiefe der Eingangsdaten vorliegen. Die Beurteilung dessen findet erst im nächsten Arbeitspaket statt. Ein Abgleich der Steckbriefdeckblätter ist im letzten Arbeitsschritt geplant. |

4.4 Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Technische Qualität | |
| Kriterium: | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | Kriterien-Nr.: 4.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Ziel ist es, die Zukunftsfähigkeit der Infrastrukturanlage für verschiedene künftige Verkehrsszenarien zu beurteilen. Dabei spielen vor allem mögliche erhöhte Verkehrsaufkommen und erhöhte Lasten eine Rolle. |
| Beschreibung & Kommentar: | Eine maßgebende Auslegungsgröße für Bauwerke der Straßeninfrastruktur ist das Verkehrsaufkommen. Dieses bestimmt zum einen die aufzunehmenden Lasten und zum anderen die notwendigen Fahrspuren und deren Breite. Neubauten werden bereits auf ein prognostiziertes Verkehrsaufkommen hin ausgelegt. Hier wird nur die grundsätzliche Anpassbarkeit überprüft, da eine Vorhaltung von Reserven über die Prognose hinaus nicht sinnvoll ist. Für Bestandsbauten werden auch die vorhandenen Reserven bewertet. |

| Bewertung | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Im Erläuterungsbericht können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges dargestellt werden. Je adaptiver die Verkehrsanlage ist, umso besser ist er einzustufen. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

Standortqualität

6.1 Resilienz (Umfeldeinflüsse)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Resilienz (Umfeldeinflüsse) | Kriterien-Nr.: 6.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Ziel des Kriteriums ist es, alle Einflüsse zu betrachten, die die Verkehrsanlage, sowohl als Einzelelement betrachtet, wie auch den Streckenzug als Gesamtheit, im Laufe des Lebenszyklus beeinträchtigen und während der Planung bereits Berücksichtigung finden können. |
| Beschreibung & Kommentar: | Die Teilkriterien bzw. Indikatoren für die Bewertung der Umfeldeinflüsse werden in „planbare“ über ihre statistischen Häufigkeiten berechenbare Indikatoren als auch in nicht vorhersehbare, also auch nicht berechenbare, Indikatoren unterteilt. Für die planbaren Indikatoren können über statistische Auswertungen Eintrittswahrscheinlichkeiten dargestellt und bewertet werden. Für die unvorhersehbaren Indikatoren kann die Bewertung qualitativ nach kritischen oder weniger kritischen Netzabschnitten erfolgen. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) und/oder Bewertung bei messbaren Kriterien. |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Dabei können sowohl Methoden zur Bewertung von nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) als auch Methoden zur Bewertung von messbaren Kriterien zum Einsatz kommen (auch in Kombination). Einzelheiten sind in der jeweiligen systemspezifischen Anlage geregelt. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe einer Checkliste bzw. eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Quantitativ bewertbare Teilkriterien können zur Bewertung hinzugezogen werden. Je geringer negative Umfeldeinflüsse ausfallen, umso besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|--|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | Methodensteckbrief „Umfeldeinflüsse“ Methodensteckbrief „Bewertung bei messbaren Kriterien“ Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Resilienz (Verkehrsabwicklung) | Kriterien-Nr.: 6.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | Für die Resilienz des Streckenzuges können bereits zum Zeitpunkt der Planung Maßnahmen berücksichtigt werden, die im Ernstfall Störungen verhindern oder deren Folgen minimieren. Es bietet sich an die Teilkriterien bzw. Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> – Alternativrouten, – Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits zu bewerten. |
| Beschreibung & Kommentar: | Mögliche Alternativrouten sollten in einem ganzheitlichen Verkehrskonzept beachtet und in einem Umleitungssystem integriert werden, um Staus im Falle von Unfällen oder Havarien, aber auch aufgrund von Baustellen zu reduzieren. Der Eingang und die Berücksichtigung planerischer Aspekte mittels der Ergebnisse der Verkehrsprognose können einen Streckenzug im Verlauf seines gesamten Lebenszyklus widerstandsfähig gegenüber einer sich verändernden Verkehrsnachfrage machen. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht). |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe einer Checkliste bzw. eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Quantitativ bewertbare Teilkriterien können zur Bewertung hinzugezogen werden. Je geringer der Anteil von Abschnitten mit schlechter QSV, desto besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

6.3 Topografische Faktoren

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Topografische Faktoren | Kriterien-Nr.: 6.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|---|
| Zielsetzung & Relevanz: | Im Rahmen der Linienfindung werden unterschiedliche Varianten eines Streckenzuges innerhalb eines vorgegebenen Entwurfskorridors geprüft und gegeneinander abgewogen. Dabei können sich die unterschiedlichen Varianten hinsichtlich der Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten, insbesondere in topografisch bewegtem Gelände, erheblich voneinander unterscheiden. Aber auch im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung kann die Vorzugsvariante durch die Überprüfung des Einflusses der topografischen Faktoren auf die Trassierung hinsichtlich der Nachhaltigkeit optimiert werden. |
| Beschreibung & Kommentar: | Bewertet werden können dabei die Abweichung der Trasse vom Geländeniveau und der Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte der grundsätzlichen Gestaltungsmerkmale, die maßgeblich Einfluss auf die erreichbare Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes (QSV) der freien Strecke haben. Dafür wird der Streckenzug in Abschnitte gleicher Qualitätsstufen eingeteilt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht). |
| Beschreibung der Methode: | Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe einer Checkliste bzw. eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Quantitativ bewertbare Teilkriterien können zur Bewertung hinzugezogen werden. Je geringer der Anteil von Abschnitten mit schlechter QSV, desto besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten. |

| Hinweise: | |
|-------------------------------------|---|
| Dokumente, Rechenhilfen, ... | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| Anmerkungen | |

6.4 Verkehrsanbindung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Verkehrsanbindung | Kriterien-Nr.: 6.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Allgemeine Informationen: | |
|--------------------------------------|--|
| Zielsetzung & Relevanz: | <p>Für die Beurteilung der Verkehrsanbindung eines Streckenzuges bzw. seiner möglichen Varianten innerhalb des Entwurfskorridors müssen die Indikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> – der Anschluss an die Region, – die Anzahl der Knotenpunkte und – die Ausgestaltung der Knotenpunkte <p>beurteilt bzw. bewertet werden. Dabei spielt nicht nur die Überprüfung der Realisierung vorgegebener regionaler (Förder-)Ziele aus dem BVWP eine Rolle, sondern ebenfalls die Einhaltung der Vorgaben aus dem Regelwerk hinsichtlich minimaler Abstände zwischen zwei Knotenpunkten sowie der maximal zulässigen Anzahl von Knotenpunkten. Beide Aspekte sind entscheidend sowohl für den Eingriff in die Umgebung, die Gewährleistung der Verkehrssicherheit wie auch der Verkehrsqualität. Zudem unterscheiden sich auch die Planungs- wie auch Baukosten erheblich je nach Anzahl geplanter bzw. gebauter Knotenpunkte.</p> |
| Beschreibung & Kommentar: | Zwei der drei Teilkriterien werden über eine Checkliste abgefragt. Bei der Bewertung des 3. Teilkriteriums wird die erreichbare Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) für die geplanten Knotenpunkte nach den Verfahren des HBS [19] bewertet. Dabei wird auch der Anschluss an den Bestand berücksichtigt. |

| Bewertung: | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind. Dabei können sowohl Methoden zur Bewertung von nicht messbaren Kriterien (Checkliste bzw. Erläuterungsbericht) als auch Methoden zur Bewertung von messbaren Kriterien zum Einsatz kommen (auch in Kombination). Einzelheiten sind in der jeweiligen systemspezifischen Anlage geregelt.</p> <p>Die Qualität des Streckenzuges hinsichtlich dieser Teilkriterien ist darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | Der Maßstab ist der systemspezifischen Anlage zu entnehmen. |
| Interpretationshinweise: | <p>Es ist keine eingeführte, anerkannte oder genormte Berechnungsmethode vorhanden. Mit Hilfe einer Checkliste bzw. eines Erläuterungsberichts können positive wie negative Aspekte des Streckenzuges abgefragt werden. Quantitativ bewertbare Teilkriterien können zur Bewertung hinzugezogen werden.</p> <p>Je besser die Verkehrsanbindung ist, umso besser ist die Verkehrsanlage zu bewerten.</p> |

| Hinweise: | |
|------------------------------------|---|
| <i>Dokumente, Rechenhilfen,...</i> | zugehörige systemspezifische Anlage Methodensteckbrief „Bewertung bei nicht messbaren Kriterien“ |
| <i>Anmerkungen</i> | |

Anlage 2 Berechnungs- und Bewertungsmethoden

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Berechnungs-/ Bewertungsmethoden | 118 |
| Flächeninanspruchnahme | 118 |
| Bewertung bei messbaren Kriterien | 120 |
| Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | 123 |
| Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | 124 |
| Abwasseraufkommen | 126 |
| Lebenszykluskostenrechnung | 127 |
| Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 134 |
| Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 144 |
| Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | 148 |
| Verkehrssicherheit (Safety) | 149 |
| Resilienz (Umfeldeinflüsse) | 150 |
| Systemspezifische Anlagen | 159 |
| Ökobilanz | 159 |
| Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 171 |
| Umweltwirkungen infolge Linienführung | 182 |
| Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora | 185 |
| Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft | 187 |
| Ressourcenschonung | 189 |
| Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | 190 |
| Schutzgut Landschaft | 192 |
| Komfort | 193 |
| Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security) | 195 |
| Erhaltung und Betriebsoptimierung | 198 |
| Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | 199 |
| Resilienz (Verkehrsabwicklung) | 201 |
| Topografische Faktoren | 203 |
| Verkehrsanbindung | 205 |
| Literatur | 207 |
| Literaturanhang Auszug aus RWS-Entwurf | 209 |

BERECHNUNGS-/ BEWERTUNGSMETHODEN

Flächeninanspruchnahme

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Methodensteckbrief: | Flächeninanspruchnahme | |
| Kriterium: | Flächeninanspruchnahme | Kriterien-Nr.: 1.12 |

| Methode: | Ermittlung der Flächeninanspruchnahme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|---|-------------------------|-----|---|----------------|-----|---|-----------------|-----|---|----------------|-----|---|-----------------------|-----|---|------------|-----|---|--------------|-----|---|-------------------------|-----|
| Teilkriterien: | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die zur Herstellung der Verkehrsanlage erforderliche</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorübergehende und - dauerhafte Flächeninanspruchnahme <p>quantifiziert und bezogen auf die Bezugsgröße bewertet wird.</p> <p><u>Quantifizierung der Flächeninanspruchnahme</u></p> <p>Bei der Ermittlung der vorübergehenden bzw. dauerhaften Flächeninanspruchnahme ist eine gewichtete Flächenbilanz zu erstellen. Die zur Herstellung der betrachteten Verkehrsfläche vorübergehend oder dauerhaft benötigten Flächen (Grunderwerbsplan) werden hinsichtlich ihrer Größe [m²] und ihrer Beschaffenheit, d.h. der vor Durchführung der Baumaßnahme bestehenden Nutzungsart, bewertet.</p> <p>Die vor Durchführung der Baumaßnahme bestehende Nutzungsart wird in einem vereinfachten Verfahren mit einem Nutzungsfaktor nach Tabelle 1 belegt:</p> <p>Tabelle 1: Nutzungsarten und Nutzungsfaktoren</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Zeile</th> <th style="width: 65%;">Vornutzungsart</th> <th style="width: 30%;">Vornutzungsfaktor f_{VN}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Gebäude- und Freifläche</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>2</td><td>Betriebsfläche</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>3</td><td>Erholungsfläche</td><td>1,3</td></tr> <tr><td>4</td><td>Verkehrsfläche</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>5</td><td>Landwirtschaftsfläche</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>6</td><td>Waldfläche</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>7</td><td>Wasserfläche</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>8</td><td>Flächen anderer Nutzung</td><td>1,0</td></tr> </tbody> </table> <p>Die Flächen, die vorübergehend in Anspruch genommen werden, werden je nach Beanspruchungsdauer unterschiedlich gewichtet. Hierbei gilt, dass bei einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die Jahresanzahl n, die die vorübergehenden Flächen in Anspruch genommen werden, unterschiedlich gewichtet werden. Der Faktor f_{ND} wird folglich aus der Nutzungsdauer (in Jahren) bezogen auf Betrachtungszeitraum von 100 Jahren gebildet und anschließend mit den vorübergehend genutzten Flächen multipliziert. Alle Flächen sind einzubeziehen.</p> $f_{ND} = \frac{\text{Nutzungsdauer } n}{100 a}$ | Zeile | Vornutzungsart | Vornutzungsfaktor f _{VN} | 1 | Gebäude- und Freifläche | 0,9 | 2 | Betriebsfläche | 0,5 | 3 | Erholungsfläche | 1,3 | 4 | Verkehrsfläche | 0,0 | 5 | Landwirtschaftsfläche | 1,5 | 6 | Waldfläche | 1,5 | 7 | Wasserfläche | 1,5 | 8 | Flächen anderer Nutzung | 1,0 |
| Zeile | Vornutzungsart | Vornutzungsfaktor f _{VN} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Gebäude- und Freifläche | 0,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Betriebsfläche | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Erholungsfläche | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Verkehrsfläche | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Landwirtschaftsfläche | 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Waldfläche | 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Wasserfläche | 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Flächen anderer Nutzung | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Der Faktor „Versiegelung“ f_v , der in folgender Tabelle definiert wird. Versiegelte Straßenzüge sowie alle weiteren Flächen, die versiegelt werden, müssen folglich mit dem Faktor 1,0 verrechnet werden. Flächen die beispielsweise der Lagerung dienen werden multipliziert mit dem Faktor 0,75, da sie nicht gänzlich versiegelt sind, jedoch der Boden aufgrund des Lastverkehrs verdichteter ist. Unter unversiegelter Oberfläche werden beispielsweise begrünte Böschungen (sowohl Auf- als auch Abböschungen) entlang des Streckenzuges verstanden. Hierbei ist die Fläche der Draufsicht zu berechnen. Zuletzt wird festgelegt, dass Tunnel ab dem Moment der vollständigen Überdeckung (wie beispielsweise Oberkante Portal) mit einem Faktor von 0,25 in die Flächenberechnung integriert wird, da sie zwar Untertage verlaufen und somit keine sichtbare Fläche in Anspruch nehmen, jedoch trotzdem andere Abflusswerte haben, sodass der Faktor niedrig angesetzt wird.

| Zeile | Versiegelungsart | Versiegelungsfaktor f_v |
|-------|---|---------------------------|
| 1 | Fahrstreifen | 1,0 |
| 2 | Lagerflächen, verdichteter Untergrund | 0,75 |
| 3 | „unversiegelte“ Oberfläche, Regenrückhaltebecken, Bankett | 0,5 |
| 4 | Überdeckte Flächen (Tunnel ab vollständiger Überdeckung) | 0,25 |

Für die Einteilung der Flächen ist stets darauf zu achten, dass die Breite der Flächen der Grundrissperspektive anzuwenden ist.

Nach Einteilung der gesamten Teilflächen nach Vornutzung, Nutzungsdauer und Versiegelungsgrad nach Fertigstellung, werden sie mit den einzelnen Faktoren multipliziert und mit ihrer Gewichtung aufsummiert.

$$\sum_{i=1}^{i=n} A_i \cdot f_{VN,i} \cdot f_{ND,i} \cdot f_{V,i}$$

Bewertungsmaßstab:

Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden.

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei messbaren Kriterien | |
| zugehöriges Kriterium: | diverse Kriterien der ökologischen und ökonomischen Qualität | Nr.: 1.1-1.5, 1.8 - 1.10, 1.12, 2.1 - 3 |

| | |
|------------------------------|---|
| Methode: | Bewertung eines erreichten Ist-Werts anhand eines vorgegebenen oder festzulegenden Bewertungsmaßstabs |
| Bewertungsvorschrift: | <p>Die Bewertungsmethode ist für alle Kriterien mit einer messbaren Bewertungsgröße anzuwenden. Dies trifft auf folgende Kriterien zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treibhauspotenzial GWP (Nr. 1.1), - Ozonschichtabbaupotenzial ODP (Nr. 1.2), - Ozonbildungspotenzial POCP (Nr. 1.3), - Versauerungspotenzial AP (Nr. 1.4), - Überdüngungspotenzial EP (Nr. 1.5), - Primärenergiebedarf (Nr. 1.10) - Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung (Nr. 1.8) - Umweltwirkungen infolge Linienführung (Nr. 1.9) - Flächeninanspruchnahme (Nr. 1.12) - Lebenszykluskostenrechnung (Nr. 2.1) - Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus (Nr. 2.2) - externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung (Nr. 2.3) <p>Die Bewertungsgröße wird nach den im Kriteriensteckbrief angegebenen Berechnungsmethoden ermittelt und muss danach mit einem Bewertungsmaßstab verglichen werden.</p> <p>In der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief wird angegeben, ob der Bewertungsmaßstab fest vorgegeben oder projektabhängig zu ermitteln ist. Dies kann je nach Bewertungsobjekt (freie Strecke, Tunnel, Brücke) unterschiedlich sein. Es kommen drei Verfahren zur Festlegung des Bewertungsmaßstabs in Betracht:</p> <p>Level 1: vorgegebener („absoluter“) Bewertungsmaßstab</p> <p>Level 2: relativer Bewertungsmaßstab, der aus einem Datenpool ausgewählter Vergleichsprojekte ermittelt wird</p> <p>Level 3: relativer Bewertungsmaßstab, der aus Variantenstudien ermittelt wird</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p><i>Ziel bei der Entwicklung des Bewertungssystems für Straßenverkehrsinfrastruktur war es, soweit möglich absolute Bewertungsmaßstäbe vorzugeben. Wo jedoch die mangelnde Datenlage oder die Unterschiedlichkeit der Projektandbedingungen dies nicht zulässt, können/müssen relative Bewertungsmaßstäbe verwendet werden. Ein relativer Bewertungsmaßstab aus Variantenstudien soll nur angewendet werden, wenn kein ausreichender Datenpool von Vergleichsprojekten vorhanden ist.</i></p> <p>Level 1:</p> <p>Der Bewertungsmaßstab wird in der systemspezifischen Anlage des Kriteriums i als Zielwert Z_i, Referenzwert R_i und Grenzwert G_i angegeben und mit dem für das Kriterium erzielten Wert K_i verglichen.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage nichts anderes angegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> |

Tabelle 1: Punktzuordnung von Grenz-, Referenz- und Zielwert

| Bewertungspunkte | Beschreibung |
|--|---|
| 10,0 | Erreichen des Zielwerts: $K_i = Z_i$ |
| 5,0 | Erreichen des Referenzwerts: $K_i = R_i$ |
| 1,0 | Einhaltung des Grenzwerts: $K_i = G_i$ |
| 0 | Überschreitung des Grenzwerts: $K_i > G_i$ bzw. Unterschreitung des Grenzwerts: $K_i < G_i$ |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig. | |

Level 2:

Der relative Bewertungsmaßstab wird projektspezifisch mit statistischen Methoden ermittelt.

Hierzu wird ein Datenpool geeigneter Referenzprojekte gebildet. Bei der Auswahl sind Projekte mit identischen bzw. ähnlichen Randbedingungen heranzuziehen. Der Datenpool wird entweder durch den Auftraggeber vorgegeben oder ist zu Beginn der Untersuchung festzulegen. Die Wahl der Referenzprojekte ist schriftlich darzulegen und zu begründen. Es ist auf eine ausreichende Anzahl an Referenzprojekten zu achten, um die Signifikanz sicherzustellen.

Die Werte, die die Referenzprojekte sowie das betrachtete Bauwerk im betrachteten Kriterium erzielen, werden statistisch ausgewertet. Über Fraktilwerte werden die Bewertungspunkte zugeordnet.

Sofern in der systemspezifischen Anlage nichts anderes angegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 2. Begründete projektspezifische Abweichungen bei der Zuordnung der Fraktilwerte sind erlaubt.

Tabelle 2: Punktzuordnung zu Fraktilwerten

| Bewertungspunkte | Beschreibung |
|--|-----------------------|
| 10,0 | 10%-Fraktile |
| 5,0 | 50%-Fraktile (Median) |
| 0 | 90%-Fraktile |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig. | |

Anmerkung:

Falls die Werte der Referenzprojekte normalverteilt sind, gilt für die Fraktilewerte **p**:

$$p = \bar{x} \pm s \cdot k \tag{1}$$

mit

Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{2}$

Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{3}$

- x_i Stichprobenwert
- n Umfang der Stichproben
- k Fraktilefaktor

| | | | | | | |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| p% | 50 | 20 | 10 | 5 | 2,5 | 1,0 |
| k | 0 | 0,842 | 1,282 | 1,645 | 1,960 | 2,326 |

Level 3:

Sofern kein geeigneter Datenpool von Referenzprojekten besteht, darf der relative Bewertungsmaßstab durch Vergleich mit den Variantenstudien zum betrachteten Bauwerk festgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der Werte, die von allen betrachteten Bauwerksvarianten erzielt wurden, werden ein Grenzwert und ein Zielwert projektspezifisch festgelegt. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Bei der Festlegung des Maßstabs ist folgendes zu beachten: Es genügt in der Regel nicht, die beste Projektvariante mit dem Zielwert (10 Bewertungspunkte) und die schlechteste Projektvariante mit dem Grenzwert (0 Bewertungspunkte) gleichzusetzen. Bei kleiner Streuung der Varianten kommt es hierdurch dazu, dass die Variantenunterschiede überbewertet werden. Auch kann der Effekt entstehen, die beste Variante überzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet schwach abschneiden, bzw. die schlechteste Variante unterzubewerten, wenn alle Varianten absolut betrachtet sehr stark sind. Ein Bauwerk, das dem durchschnittlichen Baustandard entspricht, sollte 5 Bewertungspunkte erzielen.

Hinweis:

Der gewählte Maßstab sollte grafisch dargestellt werden und die Ergebnisse der Varianten sollten darin eingetragen werden, um die oben genannten Effekte erkennen zu können.

Die Bewertung ergibt sich nach Tabelle 3:

Tabelle 3: Punktzuordnung zu Grenz- und Zielwert

| Bewertungspunkte | Beschreibung |
|--|--------------|
| 10,0 | Zielwert |
| 0 | Grenzwert |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Extrapolation (mehr als 10 Bewertungspunkte bzw. weniger als 0 Bewertungspunkte) ist nicht zulässig. | |

Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|----------------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | diverse Kriterien der ökologischen, technischen Qualität, Prozess- und Standortqualität | Nr.: 1.11, 4.4, 6.1 – 6.4 |

| Methode: | Nachweis der Erfüllung von Teilkriterien | | | | | | | | |
|------------------------------|--|------------------|----------------|------|------|-----|-----|---|----|
| Bewertungsvorschrift: | <p>Die Bewertungsmethode ist für alle Kriterien mit einer nicht messbaren Bewertungsgröße anzuwenden, für die in der systemspezifischen Anlage eine Checkliste vorgegeben ist.</p> <p>Die Bewertung erfolgt anhand eines Fragekatalogs (Checkliste) zu verschiedenen Teilkriterien. Anhand der Checkliste ist die am Bauwerk vorhandene Lösung der Zahl der damit erreichten Checklistenpunkte (CPs) zuzuordnen.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CP zu den erreichbaren (möglichen) CP. Z.B. entspricht ein Erfüllungsgrad von 100% der bestmöglichen Bewertung.</p> <p>Die Erfüllung der einzelnen Anforderungen ist zu dokumentieren und mit entsprechenden Nachweisen, Produktdatenblättern, Messergebnissen, etc. zu belegen. Alternative, nicht in der Checkliste vorgesehene Lösungen können bei nachvollziehbarer und belegbarer Begründung anerkannt werden.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td style="text-align: center;">50%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> | Bewertungspunkte | Erfüllungsgrad | 10,0 | 100% | 5,0 | 50% | 0 | 0% |
| Bewertungspunkte | Erfüllungsgrad | | | | | | | | |
| 10,0 | 100% | | | | | | | | |
| 5,0 | 50% | | | | | | | | |
| 0 | 0% | | | | | | | | |

Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | diverse Kriterien der ökologischen und soziokulturellen/funktionalen Qualität, Prozessqualität | Nr.: 1.6, 1.7, 1.14, 3.1 – 3.6, 4.3 |

| Methode: | Argumentative Einordnung in Qualitätsklassen | | | | | | | | |
|------------------------------|---|------------------|----------------|------|------|-----|-----|---|----|
| Bewertungsvorschrift: | <p>Die Bewertungsmethode ist für alle Kriterien mit einer nicht messbaren Bewertungsgröße anzuwenden, für die laut der systemspezifischen Anlage ein Erläuterungsbericht zu erstellen ist.</p> <p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die in den systemspezifischen Anlagen angegebenen Teilkriterien erörtert und beurteilt werden. Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p>In der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief wird angegeben, ob der Bewertungsmaßstab fest vorgegeben oder projektabhängig zu ermitteln ist. Dies kann je nach Bewertungsobjekt (freie Strecke, Tunnel, Brücke) unterschiedlich sein.</p> <p>vorgegebener Maßstab:</p> <p>Bei fest vorgegebenem Maßstab sind zu jedem Teilkriterium Qualitätsklassen vorgegeben, in die das Bauwerk einzuordnen ist. Über die jeweilige Klasse wird eine erreichte Punktzahl (CP) für das Teilkriterium zugeordnet.</p> <p>Die Bewertung erfolgt über den Erfüllungsgrad, das heißt das Verhältnis der erreichten CPs zu den erreichbaren (möglichen) CPs.</p> <p>Kann ein Teilkriterium nicht auf das Bauwerk angewendet werden, ist es aus der Bewertung auszuschließen. Die erreichbaren Punkte des Teilkriteriums betragen in diesem Fall 0 CP. Der Ausschluss von Teilkriterien ist nachvollziehbar durch geeignete Nachweise zu belegen.</p> <p>Werden zu einem Teilkriterium keine schlüssigen Dokumentationen und plausiblen Nachweise erbracht, führt dies zu einer Bewertung mit 0 CP.</p> <p>Sofern in der systemspezifischen Anlage kein anderer Maßstab vorgegeben ist, ergibt sich die Bewertung nach Tabelle 1.</p> <p>Tabelle 1: Punktzuordnung zum Erfüllungsgrad</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Bewertungspunkte</th> <th>Erfüllungsgrad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5,0</td> <td style="text-align: center;">50%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.</p> | Bewertungspunkte | Erfüllungsgrad | 10,0 | 100% | 5,0 | 50% | 0 | 0% |
| Bewertungspunkte | Erfüllungsgrad | | | | | | | | |
| 10,0 | 100% | | | | | | | | |
| 5,0 | 50% | | | | | | | | |
| 0 | 0% | | | | | | | | |

projektabhängiger Maßstab:

Ist kein Maßstab vorgegeben, so sind die Qualitätsklassen für jedes Teilkriterium projektabhängig zu definieren. Ebenso ist die mit einer Klasse verknüpfte Punktzahl (CPs) zu definieren. Alle Annahmen sind schriftlich darzulegen und zu begründen.

Die Klassen können aus der Auswertung von Variantenstudien für das betrachtete Projekt abgeleitet werden.

Bei der Festlegung der CPs ist darauf zu achten, dass sich durch die Festlegung der maximal erreichbaren CPs für ein Teilkriterium sofort die Gewichtung der Kriterien untereinander ergibt.

Die Bewertung erfolgt über einen projektspezifischen, relativen Maßstab, in dem die erreichten CPs der damit erreichten Bewertungspunktzahl zugeordnet werden. Bei der Festlegung des Maßstabs sind die Vorgaben der Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 2: Punktzurordnung zur Qualität

| Bewertungspunkte | erreichte Qualität |
|--|--------------------------------|
| 10,0 | sehr gut |
| 7,5 | gut |
| 5,0 | durchschnittlicher Baustandard |
| 2,5 | schlecht |
| 0 | sehr schlecht |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|----------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | Abwasseraufkommen | Kriterien-Nr.: 1.11 |

| | |
|----------------------------------|--|
| Methode: | Checkliste |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die folgenden Punkte der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden. Hierzu sind jeweils die vor- und Nachteile verschiedener Entwässerungseinrichtungen zu bewerten. Auf Grundlage des Erläuterungsberichtes sind die folgenden Checklistenfragen zu beantworten.</p> <p>Für die Wahl geeigneter Entwässerungseinrichtungen muss zwingend im ersten Schritt der zu behandelnde Oberflächenabfluss gemäß RAS-EW berechnet werden.</p> $Q [l/s] = r_{D,h} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} A_{Ei} \cdot \Psi_{Si}$ <p>mit</p> <p>Q...Oberflächenabfluss r ...Regenwasserspende A ...Einzugsfläche Ψ...Abflussbeiwert</p> <p><u>Geplante Entwässerung</u></p> <p>1.) Konstruktion nach befestigter Fläche Werden die Varianten mit geringstmöglicher befestigter Fläche geplant?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ja = 10 CP - Nein = 0 CP <p>2.) Welche Gradienten werden gewählt?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beidseitiger Abfluss (Dachprofil) in beide Richtungen = 10 CP - Einseitiger Abfluss (Pultprofil), = 5 CP - Beidseitiger Abfluss (Dachprofil), aber minimale Längsneigung = 5 CP - Einseitiger Abfluss (Pultprofil) und minimale Längsneigung = 2 CP <p>3.) Welche Art der Entwässerungseinrichtung ist geplant?</p> <ul style="list-style-type: none"> - breitflächige Entwässerung über bewachsenen Oberboden (setzt regelmäßige Säuberung der Verkehrsfläche voraus) = 10 CP - Rigolenversickerung (Oberfläche) = 5 CP - Rigolenversickerung (Tiefrigole) = 3 CP - Regenwasserkanal = 0 CP |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief | Lebenszykluskostenrechnung | |
| zugehöriges Kriterium: | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | Kriterien-Nr.: 2.1 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert) |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Nach der folgenden Bewertungsmethode werden die Lebenszykluskosten als direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus ermittelt. Genauere Verfahren sind zulässig, sofern sie für alle Vergleichsvarianten identisch angewendet werden.</p> <p>Die Bewertung der Lebenszykluskosten erfolgt durch eine Ermittlung der Lebenszykluskosten mit der Kapitalwertmethode [€ / Bezugsgröße].</p> <p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>In die Lebenszykluskostenanalyse sind folgende Teile der Herstell- und Erhaltungskosten einzubeziehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellungskosten des Infrastrukturbauwerks bis zur Verkehrsübergabe - Kosten für regelmäßige Erhaltung (betriebliche Erhaltung, bauliche Unterhaltung) [RE] - Kosten für unregelmäßige Erhaltung (bauliche Instandsetzung und Erneuerung) [UE] - Kosten für Verkehrssicherung: z.B. bei eingeschränkter/ veränderter Nutzung oder bei Vollsperrung <p>Die Planungs- sowie die Rückbaukosten der Verkehrsanlage sind in der Berechnung zu vernachlässigen.</p> <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsfläche) angegeben.</p> <p>Bezugsfläche = Verkehrsfläche (Nutzfläche des Infrastrukturbauwerks), d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung der Verkehrsanlage hergestellte Fahrbahnfläche zuzüglich Mittel- und Randstreifen und Banketten in Anlehnung an RAA (FGSV, 2008) und RAL (FGSV, 2012)</p> <p>Die Maßeinheit ist € / m².</p> <p><u>Mengenermittlung</u></p> <p>Die Berechnung erfolgt auf Grundlage einer Mengenermittlung aller relevanten Bauteile des Roh- und Ausbaus. Die Anlagenteile sind über ihre Geometrie zu spezifizieren. (Hinweis: Die relevanten Bauteile für Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung sind nicht zwingend deckungsgleich).</p> <p>Die Mengenermittlung ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - gemäß der Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen (AKVS, 2014) - auf der Grundlage von Entwurfsunterlagen nach den Richtlinien zum Planungsprozess und für die Gestaltung von einheitlichen Entwurfsunterlagen im Straßenbau – RE (FGSV, 2012) <p>Diese ist gemäß nachfolgend aufgeführter Gliederung getrennt nach Herstellung und Erhaltung darzustellen und zu dokumentieren:</p> |

Es sind folgende Hauptgruppen der Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen - AKVS (AKVS, 2014) zu verwenden:

- aus Hauptgruppe 4: Erdbau
- aus Hauptgruppe 5: Oberbau
- aus Hauptgruppe 8: Ausstattung

Bauteile bzw. Bauteilgruppen wie Dübel und Anker bei Betonfahrbahnen usw. dürfen bei der Mengenermittlung vernachlässigt und über Zuschlagsfaktoren erfasst werden.

Vereinfachte Lebenszykluskostenrechnung

Die Bewertung erfolgt in Form einer vereinfachten Lebenszykluskostenrechnung nach der Kapitalwertmethode.

Die Angabe aller Kosten erfolgt netto und wird auf die Bezugsgröße bezogen.

Die Summe der Herstellungskosten sowie der auf das Erstellungsjahr abgezinsten Folgekosten wird als Kapitalwert der Lebenszykluskosten K_{KW} [€] bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$K_{KW} = H + \sum_{t=1}^{td} \frac{H * f_{Re} * (1 + p)^t}{(1 + i)^t} + \sum_{t=1}^{td} \frac{UE_t * (1 + p)^t}{(1 + i)^t} \quad (1)$$

mit

K_{KW} Kapitalwert [€]

H Herstellungskosten [€]

t das zu betrachtende Jahr

t_d Betrachtungszeitraum von 100 Jahren

f_{RE} Erhaltungsfaktor für regelmäßige Erhaltung (Wartung, Inspektion und Ver- bzw. Ausbesserungen) [%]

UE_t Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen im Jahr t

i Kalkulationszins: 3%

p Preissteigerungsrate: 2%

A: Herstellungskosten

Für die Herstellungskosten H ist eine Kostenermittlung oder -feststellung für das Jahr der Bauwerksfertigstellung vorzunehmen. Ggf. sind die Kosten auf den entsprechenden Preisstand umzurechnen.

B: Folgekosten in der Nutzungsphase

Die Ermittlung der Folgekosten für die Nutzungsphase basiert auf einem Erhaltungsszenario. Das Erhaltungsszenario wird für die Erhaltung des Infrastrukturbauwerks gemäß den nachfolgenden Vorgaben ermittelt. Hierbei ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen. Das Erhaltungsszenario muss für die Ökobilanz, die Lebenszykluskostenrechnung und die Zeitverluste übereinstimmen.

Die Erhaltung setzt sich grundsätzlich aus regelmäßigen, meist jährlich anfallenden Maßnahmen (z.B. Straßenreinigung, Wartungen und Inspektionen am Bauwerk), und unregelmäßigen, meist in größeren Intervallen anfallenden Maßnahmen (z.B. Fugenpflege, Erneuerung der Markierung, griffigkeitsverbessernde Maßnahmen), zusammen.

Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen, deren Nutzungsdauer weniger als 100 Jahre beträgt, sind eine bzw. mehrere Erhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Diese Maßnahmen bestehen in der Regel aus einem kompletten Austausch des Bauteils oder einer Erneuerung der Oberfläche.

Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden nicht berücksichtigt.

Die Kosten der Instandhaltung dürfen über einen Faktor f_{RE} als prozentualer Anteil der Herstellungskosten ermittelt werden. Es gilt:

$$f_{RE} = 1\%$$

Für die Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind in Maßnahmenpakete zusammenzufassen.

Die Intervalle für die Erhaltungsmaßnahmen sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/ Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/ Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen. Die Kosten sind nach AKS (AKVS, 2014) und RSA (FGSV, 1995) zu kalkulieren.

Tabelle 1: Intervalle für Erhaltungsmaßnahmen für den Straßenoberbau

| Bauteile/Baustoffe | Nutzungsdauer* [Jahre] | Instandsetzungs- und Erhaltungsintervalle [Jahre] |
|--|---------------------------|---|
| Asphaltbeton (Deckschicht) | 12 | 12, 25, 37, 50, 62, 75, 87 |
| Splittmastixasphalt (Deckschicht) | 15 | 15, 30, 45, 60, 75, 90 |
| Gussasphalt (Deckschicht) | 19 | 20, 40, 60, 80 |
| Asphaltbinderschicht | 26 | 25, 50, 75 |
| Asphalttragschicht | 55 | 55 |
| Beton (Deckschicht) | 26 | 25, 50, 75 |
| Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel | 60 | 60 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt | 55 | 55 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton | 45 | 40, 80 |

* (FGSV, 2001) und ABBV

Für Brücken gilt:

Der regelmäßige Unterhalt darf über einen Faktor f_{RE} als prozentualer Anteil der Herstellungskosten ermittelt werden. Es gilt: $f_{RE} = 2\%$

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind in Maßnahmenpakete zusammenzufassen. Zur Ermittlung der Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tab. 3 und dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011) sowie der ABBV zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/ Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen. Die Kosten **UE** (unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen) dürfen vereinfacht nach Tab. 3 veranschlagt werden. Eine genauere Ermittlung ist zulässig, wobei gegenüber den Herstellungskosten die Erschwernis der Arbeiten am bestehenden Bauwerk zu berücksichtigen ist.

Tabelle 3: Intervalle und Kosten für unregelm. Erhaltungsmaßnahmen für Brücken

| Bauteile / Baustoffe | N (Nutzungsdauer)* Jahre | t _u (Erhaltungsintervalle) Jahre | UE (Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen), Stand 2010 [€/ m ² Bezugsfläche] |
|--|------------------------------------|---|---|
| <u>Überbau</u> | | | |
| Beton Erhaltung (Bestandsbauwerke) | 25 | 25, 50, 75 | 180 |
| Beton Erhaltung (Bauwerke bemessen nach DINFB) | 50 | 50 | 180 |
| Bewitterter Korrosions- schutz | 35 | 35, 70 | 402 |
| <u>Unterbau</u> | | | |
| Beton Erhaltung (Bestandsbauwerke) | 25 | 25, 50, 75 | 180 |
| Beton Erhaltung (Bauwerke bemessen nach DIN FB) | 50 | 50 | 180 |
| Bewitterter Korrosions- schutz | 35 | 35, 70 | 92 |
| Kappen | 25 | 25, 50, 75 | 82 |
| Brückenlager (Kalottenlager) | 40 | 40, 80 | 37 |
| Brückenlager (Elastomer) | 50 | 50 | 37 |
| Brückenlager (Gleitlager) | 25 | 25, 50, 75 | 37 |
| Brückenlager (Topflager) | 25 | 25, 50, 75 | 37 |
| Brückenlager (Kipplager) | 40 | 40, 80 | 37 |
| Brückenlager (sonstige Lager) | 40 | 40, 80 | 37 |
| Abdichtungen (inkl. Beläge und Markie- rungen) | 25 | 25, 50, 75 | 38 |
| Fahrbahnbeläge (inkl. Markierungen) | 25 | 25, 50, 75 | 38 |
| Fahrbahnübergänge | 25 | 25, 50, 75 | 90 |
| Betonschutzwände | 25 | 25, 50, 75 | 180 |
| Entwässerungen | 25 | 25, 50, 75 | 27 |
| Schutz- und Leiteinrichtun- gen | 25 | 25, 50, 75 | 27 |
| Sonstiges (Leitern, Ein- stiegstüren, Stege, elektri- sche Anlagen etc.) | 25 | 25, 50, 75 | Herstellungskosten des Bauteils auf den Zeitpunkt der Instandset- zung mit der oben angegebenen Preissteigerungsrate anpassen. |

* (BMVBS, 2011; BAST)

Für Tunnel gilt:

Der regelmäßige Unterhalt darf über einen Faktor f_{RE} als prozentualer Anteil der Herstellungskosten ermittelt werden.

Für Tunnel in geschlossener Bauweise gilt:

Undrainiert: 300.000 € < $f_{RE} = 0,4\%$ < 600.000 €
 Drainiert: 525.000 € < $f_{RE} = 0,7\%$ < 1.050.000 €

Für Tunnel in offener Bauweise gilt:

300.000 € < $f_{RE} = 0,4\%$ < 600.000 €

Für die unregelmäßige Erhaltung sind alle Bauteile aus der Mengenermittlung zu berücksichtigen und danach zu gliedern. Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind in Maßnahmenpakete zusammenzufassen. Zur Ermittlung der Nutzungsdauern sind die Angaben aus Tab. 4 und dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011) zu verwenden. Eine längere Nutzungsdauer der Bauteile ist durch Gutachten/Versuche zu bestätigen und eine Anerkennung/ Akzeptanz seitens des Baulastträgers zu erbringen. Die Kosten **UE** für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen dürfen vereinfacht nach Tabelle 4 veranschlagt werden. Eine genauere Ermittlung ist zulässig, wobei gegenüber den Herstellungskosten die Erschwernis der Arbeiten am bestehenden Bauwerk zu berücksichtigen ist.

Tabelle 4: Intervalle und Kosten für unregelm. Erhaltungsmaßnahmen für Tunnel

| Bauteile / Baustoffe | N (Nutzungsdauer) Jahre | t_u (Erhaltungsintervalle) Jahre | UE (Kosten für unregelmäßige Erhaltungsmaßnahmen)** p [v. H.] |
|--|-------------------------------|--|--|
| Herstellung in geschlossener Bauweise - mit Entwässerungsanlagen (drainiert) - ohne Entwässerungsanlagen (undrainiert) | 100 | 40, 80* | 0,9 |
| | 100 | 40, 80* | 0,6 |
| Herstellung in offener Bauweise | 100 | 40, 80* | 0,6 |
| Betriebstechnische und verkehrstechnische Ausstattung (Beleuchtung, Lüftung, Sicherheitseinrichtung, zentrale Anlagen) | 20 | 20, 40, 60, 80, 100 | 0,2 |
| Fahrbahn | siehe freie Strecke Tabelle 2 | | |

* abgeleitet aus vorliegenden Projekten der Autobahndirektion Südbayern

** nach ABBV

Für die Ermittlung von Straßenbetriebsdienstkosten kann für die ausgewählte Vorzugsvariante in der Entwurfsplanung mit den Formeln des RWS-Entwurfs gerechnet werden.

Die streckenbedingten Kosten der Straßenbetriebsdienste sind je nach Streckenart gesondert zu ermitteln. Es gilt folgende Gleichung.

$$KL_{BD,S} = KS_{BD,S} \cdot L_S$$

mit

$KL_{BD,S}$ jährliche streckenbezogene Kosten des Straßenbetriebsdienstes für die Strecke

$KS_{BD,S}$ Kostensatz für streckenbezogene Kosten für den Straßenbetriebsdienst nach Tabelle 146 bis 148 und Tabelle 151 bis 153

| | |
|--|---|
| | <p>L_S Länge der Strecke</p> <p>Die Betriebsdienstkosten für Brücken sind zusätzlich nach folgender Formel zu ermitteln.</p> $KL_{BD,Br} = KS_{BD,Br} \cdot L_{Br}$ <p>mit</p> <p>$KL_{BD,Br}$ jährliche Kosten für eine Brücke</p> <p>$KS_{BD,Br}$ Kostensatz für Kosten des Straßenbetriebsdienstes für Brückenbauwerke (kann pauschal mit 10.600€/km a) angesetzt werden und bezieht sich auf den laufenden Kilometer einer Strecke auf einer Brücke (in eine Fahrtrichtung))</p> <p>L_{Br} Länge der Brücke</p> <p>Liegen keine Angaben zu den Flächen der Rastanlagen und zur Anzahl der WC-Anlagen in unbewirtschafteten Rastanlagen vor, können die Kosten näherungsweise in die streckenbezogenen Kosten eingerechnet werden. Es ergibt sich für Bundesautobahn und Landstraße folgende Gleichung:</p> $KL_{BS,S,R} = (KS_{BD,S,RA1} + KS_{BD,S,RA2}) \cdot L_S$ <p>mit</p> <p>$KL_{BD,S,RA}$ jährliche Kosten für kostenintensive Leistungen in Rastanlagen bezogen auf die Strecke</p> <p>$KS_{BD,S,RA1}$ Kostensatz für streckenbezogene Umlegung der Kosten des Straßenbetriebsdienstes für das Einsammeln und Entsorgen von Abfällen und Müllablagerungen in Rastanlagen (kann nach RWS-Entwurf mit 1000€/km a) angesetzt werden</p> <p>$KS_{BD,S,RA2}$ Kostensatz für streckenbezogene Umlegung der Kosten des Straßenbetriebsdienstes für das Reinigen von WC-Anlagen in unbewirtschafteten Rastanlagen (kann nach RWS-Entwurf mit 900€/km a) angesetzt werden</p> <p>L_S Länge der Strecke</p> <p>Für Geh- und Radwege an Landstraßen kann folgende Gleichung angesetzt werden:</p> $KL_{BD,GR} = KS_{BD,GR} \cdot L_{S(GR)}$ <p>Mit</p> <p>$KL_{BD,GR}$ jährliche streckenbezogene Kosten des Straßenbetriebsdienstes für die Strecke</p> <p>$KS_{BD,GR}$ Kostensatz für streckenbezogene Kosten für den Straßenbetriebsdienst nach Tabelle 146 bis 148 und Tabelle 151 bis 153</p> <p>$L_{S,GR}$ Länge der Strecke, an der sich der straßenbegleitende Geh- und Radweg befindet</p> <p>Für die Kosten für plangleiche Knotenpunkte an Landstraßen gilt die Gleichung.</p> $KL_{BD,K(LSA)} = KS_{BD,K(LSA)}$ <p>mit</p> <p>$KL_{BD,K(LSA)}$ jährliche Kosten des Straßenbetriebsdienstes für plangleichen Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage</p> <p>$KS_{BD,K(LSA)}$ Kostensatz für Kosten des Straßenbetriebsdienstes für plangleichen Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage nach Tabelle 155</p> |
|--|---|

| | |
|----------------------------------|--|
| | <p>Die Gesamtkosten für Straßenbetriebsdienst im Untersuchungsnetz können folglich mit den Einzelsummen der vorig berechneten Einzelkosten aufsummiert werden.</p> $KL_{BD,N} = \sum_{i=1}^{n_S} KL_{BD,S,i} + \sum_{b=1}^{n_{Br}} KL_{BD,Br,b} + \sum_{r=1}^{n_{RA}} KL_{BD,RA,r} + \sum_{g=1}^{n_{S(GR)}} KL_{BD,GR,g} + \sum_{k=1}^{n_{K(LSA)}} KL_{BD,K(LSA),k}$ <p>mit</p> <p>$KL_{BD,S,i}$ jährliche Streckenbezogene Kosten für Strecke i</p> <p>n_S Anzahl Strecken</p> <p>$KL_{BD,Br,b}$ jährliche Kosten für ein Brückenbauwerk</p> <p>n_{Br} Anzahl Brückenbauwerke</p> <p>$KL_{BD,RA,r}$ jährliche Kosten für kostenintensive Leistungen in der Rastanlage r</p> <p>n_{RA} Anzahl der Rastanlagen</p> <p>$KL_{BD,GR,g}$ jährliche streckenbezogenen Kosten für straßenbegleitenden Geh- und Radweg g</p> <p>$n_{S(GR)}$ Anzahl der Strecken mit straßenbegleitenden Geh- und Radweg</p> <p>$KL_{BD,K(LSA),k}$ jährliche Kosten des Straßenbetriebsdienstes für plangleichen Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage k</p> <p>$n_{K(LSA)}$ Anzahl der plangleichen Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage</p> |
| <p>Bewertungsmaßstab:</p> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | |
| zugehöriges Kriterium: | Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.2 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ermittlung externer Kosten infolge von Zeitverlusten und Mehrkilometern. |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder - eine Vollsperrung mit Umleitung. <p>Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.</p> <p>Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.</p> <p>Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Stauumfahrung.</p> <p><u>Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung</u></p> <p>Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.</p> <p>Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastropheneignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.</p> <p>Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.</p> |

Für freie Strecken sind die Nutzungsdauern aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfaden Nachhaltiges Bauen" (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeiträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

| Bauteile/Baustoffe | Nutzungsdauer* [Jahre] |
|--|---------------------------|
| Asphaltbeton (Deckschicht) | 12 |
| Splittmastixasphalt (Deckschicht) | 15 |
| Gussasphalt (Deckschicht) | 19 |
| Asphaltbinderschicht | 26 |
| Asphalttragschicht | 55 |
| Beton (Deckschicht) | 26 |
| Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel | 60 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt | 55 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton | 45 |

*(FGSV, 2001) und ABBV

Die Nutzungsdauern sind anhand valider Abschätzungen mit der oben aufgeführten Tabelle zu Baustoffnutzungsdauern anzunehmen und für jede Variante zu übertragen.

Die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen und die zugehörigen Verkehrsführungen sind individuell zu ermitteln. Bei der Erhaltungsplanung ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zusammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeitdauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

| Regelplan ¹⁾ | Verkehrsführung ¹⁾ | Baustellenabgewandte Fahrtrichtung | Baustellenzugewandte Fahrtrichtung |
|-------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| C I / 1 2 | Ohne und mit geringer Einengung der FB | 1400 ²⁾ | 1400 ²⁾ |
| C I / 3 | Verkehrsführung über Behelfsfahstreifen | 1400 ²⁾ | 1330 (Ü) ²⁾³⁾ |
| C I / 4 u.6 | FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. VZ | 500 ²⁾ | |
| C I / 5 | FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. LSA | 1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾ | |
| C I / 7 | 3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri | 1400 ²⁾ | 1400 ²⁾ |
| C I / 8 | 3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri | 1330 (Ü) ²⁾³⁾ | 1400 ²⁾ |

¹⁾ nach RSA 95 (FGSV, 1995)

²⁾ (SCHMUCK, 1984)

³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)

⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | Baustellenabgewandte Fahrtrichtung | | Baustellenzugewandte Fahrtrichtung | |
|-----------|------------------------|------------|------------------------------------|----------|------------------------------------|------------|
| D I/1 | 2n+2 | 40,5 | 1830 | 1830 | 1830 | 1830 |
| | | | 3660 | | 3600 | |
| | 2n+2 Arbeiten am MS | | 1830 | 1830 | 1739 | 1830 |
| | | | 3660 | | 3569 | |
| D I/2 | 2n+2 | 1830 | 1830 | 1739 (B) | 1830 | |
| | | | 3360 | | 3569 | |
| D II/2 | 4s+0 | 29,4 | 1830 | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1739 (Ü) |
| | | | 3569 | | 3391 | |
| D II/3 | 2+0 | 11,0 | 1739 (W) | | | 1652 (Ü,W) |
| | | | 1739 | | 1652 | |
| D I/3 | 2n+1 | 7,8 | 1830 | 1830 | | 1739 (Ü) |
| | | | 3660 | | 1739 | |
| D II/1 | 3s+1 | 7,6 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (Ü) | 1830 |
| | | | 3569 | | 3569 | |
| - | 1+1 | 2,5 | 1739 (W) | | | 1739 (W) |
| | | | 1739 | | 1739 | |
| D II/4 | 3s+0 | 1,1 | 1830 | 1739 (B) | | 1652 (Ü,W) |
| | | | 3569 | | 1652 | |

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | baustellenabgewandte Fahrtrichtung | | | baustellenzugewandte Fahrtrichtung | | |
|-----------|-----------------|------------|------------------------------------|------------|----------|------------------------------------|--------------|----------|
| | | | | | | | | |
| D I/5 | 3n+3 | 27,5 | 1830 | 1830 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1830 |
| | | | 5490 | | | 5308 | | |
| D I/6 | 3n+2 | 25,8 | 1830 | 1830 | 1830 | | 1652 (B,W) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 3482 | | |
| D II/5 | 4s+2 | 11,7 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1739 (Ü) | 1739 (B) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5308 | | |
| D II/7 | 4+0 | 11,7 | 1830 | 1652 (B,W) | | | 1569 (B,Ü,W) | 1739 (Ü) |
| | | | 3482 | | | 3308 | | |
| - | 2+2 | 9,2 | 1830 | 1652 (B,W) | | | 1652 (B,W) | 1830 |
| | | | 3482 | | | 3482 | | |
| D II/6 | 5s+1 | 5,8 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1652 (B,Ü) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5134 | | |
| - | 6s+0 | 3,3 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1652 (B,Ü) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5043 | | |
| D II/8 | 5s+0 | 3,3 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | | 1569 (B,Ü,W) | 1739(Ü) |
| | | | 5308 | | | 3308 | | |
| - | 3+1 | 1,7 | 1830 | 1739 (W) | | | 1652 (Ü,W) | 1830 |
| | | | 3569 | | | 3482 | | |

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | baustellenzugewandte Fahrtrichtung | |
|------------------------------|-------------------------------------|------------|------------------------------------|-------------|
| D II/2b | 2n+1, Wegfall LFS | 25 | 1652 (TB,W) | |
| | | | 1652 | |
| D III/2b, D III/3a, D III/3b | 2n+1, Wegfall ÜFS | 8 | | 1652 (TB,W) |
| | | | 1652 | |
| D III/4 | 2n+s | 29 | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 3130 | |
| D III/7 | 2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen | 38 | 1739 (TB) | 1739 (TB) |
| | | | 3478 | |

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | baustellenzugewandte Fahrtrichtung | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| analog D III/1, D III/2a und 2b | 3n+2, Wegfall LFS | 26 | 1739 (TB) | 1652 (TB,W) | |
| | | | 3391 | | |
| analog D III/1, DIII/3a und 3b | 3n+2, Wegfall 2. ÜFS | 33 | | 1652 (TB,W) | 1739 (TB) |
| | | | 3391 | | |
| analog D III/4 | 3n+3s | 0 | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 4695 | | |
| DIII/5 | 3n+1 | 1 | 1652 (TB,W) | | |
| | | | 1652 | | |
| D III/6 | 3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen | 2 | | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 3130 | | |
| analog D III/7 | 3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen | 38 | 1830 | 1830 | 1830 |
| | | | 5490 | | |

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

| | Faktoren | |
|----|--|------|
| B | Unterschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite | 0,95 |
| Ü | Überleitung auf die Gegenfahrbahn | 0,95 |
| W | Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens | 0,95 |
| TB | einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen | 0,95 |
| V | Verschwenkung | 0,90 |
| ÜV | vorwiegender Urlaubsverkehr | 0,90 |
| AB | bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen | 0,95 |
| n | die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrsführung in Anspruch genommen | |
| s | der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt | |

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden. Zum Zeitpunkt der Vorplanung kann diese jedoch nur ermittelt werden, wenn ein mikroskopischer Ansatz der Stauprognosen gewählt wurde.

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder saison-spezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [h*KFZ] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

| | |
|---------------|--|
| $T_{j,t,m}$ | Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t |
| t | betrachtetes Jahr (von 1 bis 100) |
| j | betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken) |
| m | betrachtete Erhaltungsmaßnahme |
| l | Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr |
| q | betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.) |
| i | betrachtete Stunde (1-24) |
| $h_{i,q,j,m}$ | Stautunden aller KFZ [h * KFZ] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2) |

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

| | |
|-------------------------|---|
| $\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ | Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R1$ nach Gl. (3) |
| $\text{GrL}_{j,R1}$ | Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R1$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6 |
| $\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ | Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R2$ nach Gl. (3) |
| $\text{GrL}_{j,R2}$ | Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R2$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6 |
| n | Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h] Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen. |
| $h_{i-1,q,j,m}$ | Stautunden der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ] |
| i | betrachtete Stunde |
| j | betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken) |
| m | betrachtete Erhaltungsmaßnahme |

Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:

$$KFZ_{j,q,R1/2,i} = \text{Anteil DTV} \cdot DTV_j / 2 \quad (3)$$

mit

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [Kfz/d] auf der Fahrstrecke j

Anteil DTV nach Tab. 7

Anmerkung:

Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: $KFZ_{R,i} - GrL_R \text{ muss} > 0$ sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird **nicht** berücksichtigt.

Hat sich in der untersuchten Vorstunde $i-1$ bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn $h_{i-1} > 0$ darf $h_i < 0$ sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

| Std. | Anteil DTV (%) | | | | |
|------------------------------------|---|------------|-------|-------|-------|
| | (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*) | | | | |
| Wochentag | Mo | Di, Mi, Do | Fr | Sa | So |
| Vorgeschlagener Tagesganglinientyp | Typ C | Typ C | Typ C | Typ A | Typ A |
| 0-1 | 1,683 | 1,183 | 0,983 | 1,844 | 2,283 |
| 1-2 | 1,253 | 0,944 | 0,724 | 1,339 | 1,718 |
| 2-3 | 1,070 | 0,875 | 0,643 | 1,028 | 1,207 |
| 3-4 | 1,238 | 0,973 | 0,723 | 0,914 | 0,951 |
| 4-5 | 1,948 | 1,445 | 1,163 | 1,083 | 0,850 |
| 5-6 | 3,645 | 2,939 | 2,743 | 1,810 | 0,999 |
| 6-7 | 5,669 | 5,025 | 5,019 | 2,532 | 1,232 |
| 7-8 | 6,477 | 6,181 | 6,070 | 3,635 | 1,805 |
| 8-9 | 6,420 | 6,282 | 5,623 | 5,197 | 3,029 |
| 9-10 | 6,191 | 6,059 | 5,359 | 6,429 | 4,582 |
| 10-11 | 6,031 | 5,784 | 5,459 | 6,976 | 5,913 |
| 11-12 | 5,922 | 5,661 | 5,734 | 6,973 | 6,517 |
| 12-13 | 5,779 | 5,707 | 6,406 | 6,874 | 6,511 |
| 13-14 | 5,818 | 5,982 | 6,896 | 7,102 | 6,854 |
| 14-15 | 5,969 | 6,259 | 7,008 | 7,121 | 7,263 |
| 15-16 | 6,268 | 6,646 | 7,028 | 6,534 | 7,056 |
| 16-17 | 6,644 | 7,031 | 6,952 | 6,374 | 7,211 |
| 17-18 | 6,355 | 6,861 | 6,671 | 6,358 | 7,662 |
| 18-19 | 5,576 | 6,211 | 6,213 | 6,144 | 7,507 |
| 19-20 | 4,457 | 5,061 | 5,259 | 5,273 | 6,704 |
| 20-21 | 3,461 | 3,927 | 4,093 | 4,121 | 5,619 |
| 21-22 | 2,725 | 3,073 | 3,116 | 3,277 | 4,506 |
| 22-23 | 2,176 | 2,449 | 2,535 | 2,924 | 3,697 |
| 23-24 | 1,552 | 1,773 | 1,908 | 2,469 | 2,650 |

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr

(Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahresganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{Uml,j,t}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^I d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

I Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Ermittlung externer Kosten

Die externen Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die externen Kosten werden anhand des Kapitalwerts der Zeit- und Kilometerkosten bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten bzw. Mehrkilometern und den Kostenfaktoren nach Tabelle 8 mit der Kapitalwertmethode zu berechnen.

Tabelle 8: Kostenfaktoren (GRAUBNER, 2010)

| Faktor | Wert | Einheit |
|---------------|-------|----------------|
| $WT_{PKW,h}$ | 7,40 | € / (h * PKW) |
| $WT_{SV,h}$ | 28,26 | € / (h * SV) |
| $WT_{PKW,km}$ | 0,12 | € / (km * PKW) |
| $WT_{SV,km}$ | 0,47 | € / (km * SV) |

Es werden die zu erwartenden externen Kosten durch PKW und SV als gesamte Kosten K_{EK_G} [€ / (DTV)] aller betroffenen Fahrstrecken wie folgt berechnet:

$$K_{EK_G} = EK_P + \sum_{a=v}^w EK_{s,a} \quad (5)$$

| | |
|-------------------------|---|
| mit | |
| K_{EK_G} | Externe Kosten gesamt [€ / (DTV)] |
| EK_p | Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6) |
| EK_s | Externe Kosten der betroffenen Fahrzeuge auf einer sekundären (z.B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke in Bezug auf den DTV [€ / (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6) |
| a | die zu betrachtende Verkehrsstrecke |
| v | erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg |
| w | letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg |

Die externen Kosten auf den einzelnen Fahrstrecken **EK_j** [€ / DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$EK_j = \sum_{t=1}^{td} \left[(EK_{Stau,j,t} + EK_{Uml,j,t}) * \frac{(1+p)^t}{(1+i)^t} \right] \quad (6)$$

| | |
|------------------------------|---|
| mit | |
| EK_j | Externe Kosten auf der Fahrstrecke j [€ / DTV] |
| EK_{Stau,j,t} | Externe Kosten durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [€ / DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7) |
| EK_{Uml,j,t} | Externe Kosten infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [€ / DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8) |
| t_d | Betrachtungszeitraum von 100 Jahren |
| t | das zu betrachtende Jahr |
| p | Preissteigerungsrate (2 %) |
| i | Kalkulationszinssatz (3 %) |

Die externen Kosten durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke **EK_{Stau,j,t}** [€ / DTV] im betrachteten Jahr werden wie folgt ermittelt:

$$EK_{Stau,j,t} = \frac{\sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \left(WT_{PKW,h} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right)}{DTV_{ges,j}} \quad (7)$$

| | |
|-------------------------------|--|
| mit | |
| h_{Stau,j,t,m} | prognostizierte gesamte Stautunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m |
| WT_{PKW,h} | Kostenfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8 |
| WT_{SV,h} | Kostenfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8 |
| DTV_{Ges,j,t} | für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d] |
| DTV_{SV,j,t} | für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz / d] |
| m | die betrachtete Maßnahme |
| k | erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr |
| l | letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr |

| | |
|----------------------------------|--|
| | <p>Die externen Kosten infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke $EK_{Uml,j,t}$ [€ / DTV] werden wie folgt ermittelt:</p> $EK_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * \left(WT_{PKW,km} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + WT_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) \quad (8)$ <p>mit</p> <p>$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t</p> <p>$DTV_{Ges,j}$ prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>$DTV_{SV,j}$ prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>$WT_{PKW,km}$ Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>$WT_{SV,km}$ Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen</p> <p><i>Hinweis: Sollte es in diesem Kriterium Schwierigkeiten bezüglich der Annahmen geben oder eine makroskopische Stauprognose vorliegen, die keine Aussage über mögliche Stautunden tätigt, ist ein Erläuterungsbericht über mögliche Engpässe und Gefahrenstellen zu erstellen (äquivalent Kriterium 1.8).</i></p> |
| <p>Bewertungsmaßstab:</p> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | |
| zugehöriges Kriterium: | Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.3 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Ermittlung externer Kosten infolge Kraftstoffverbrauch, Unfallgeschehen, Lärm- und Schadstoffbelastung |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es sind Kraftstoffkosten, Kosten für Unfallgeschehen, Kosten für Lärm- und Schadstoff getrennt voneinander für jede Variante zu ermitteln. Die entsprechende Vorgehensweise ist in den jeweiligen Unterkapiteln beschrieben.</p> <p>Kraftstoffkosten</p> <p>Der Kraftstoffverbrauch einer Fahrzeuggruppe und Kraftstoffart auf einer Strecke in den Stunden mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe ergibt sich nach folgender Gleichung:</p> $KV_{FzG,(KA),S,VZS} = \sum_{h(VZS)=1}^{n_h(VZS)} q_{FzG,S,h(VZS)} \cdot L_S \cdot f_{KV,FzG(KA),VZS} \cdot 10^{-6}$ <p>mit</p> <p>$n_h(VZS)$ Anzahl der Stunden mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe im betrachteten Jahr</p> <p>$q_{FzG,S,h(VZS)}$ Verkehrsstärke der Fahrzeuggruppe auf einer Strecke in der Stunde h mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe</p> <p>L_S Länge der Strecke</p> <p>$f_{KV,SK,FzG(KA),VZS}$ spezifischer Kraftstoffverbrauchsfaktor der Fahrzeuggruppe und Kraftstoffart für die betrachtete Verkehrszustandsstufe nach Tabelle 64 bis 67 in den RWS-Entwurf</p> <p>Der jährliche Kraftstoffverbrauch der betrachteten Fahrzeuggruppe und Kraftstoffart auf einer Strecke ergibt sich nach folgender Gleichung:</p> $KV_{FzG(KA),S} = \sum_{z=1}^6 KV_{FzG(KA),S,VZS=z}$ <p>mit</p> <p>$KV_{FzG(KA),S}$ Kraftstoffverbrauch der betrachteten Fahrzeuggruppe auf einer Strecke im betrachteten Jahr</p> <p>$KV_{FzG(KA),S,VZS=z}$ Kraftstoffverbrauch der betrachteten Fahrzeuggruppe auf einer Strecke in den Stunden der Verkehrszustandsstufe z im betrachteten Jahr (siehe Kriterium 1.9)</p> <p>Die fahrleistungsbezogenen Kosten beinhalten die fahrleistungsabhängige Abschreibung, Kosten für Instandhaltung und Wartung der Kraftfahrzeuge sowie Kosten für Reifenverschleiß und Schmierstoffe</p> <p>Die folgende Tabelle gibt die fahrleistungsbezogenen Kostensätze für die beiden Fahrzeuggruppen (Leicht- und Schwerverkehr) an</p> |

Tabelle 1: Fahrleistungsbezogene Kostensätze aus RWS-Entwurf (müssen noch abschließend geprüft und angepasst werden)

| Fahrzeuggruppe | Fahrleistungskostensatz $KS_{B,FzG}$ [€/100 Kfz · km] |
|----------------|--|
| LV | 12,64 |
| SV | 31,73 |

Die Formel für die Ermittlung der fahrleistungsbezogenen Kosten der jeweiligen Fahrzeuggruppe lautet:

$$KL_{B,FzG} = 365 \cdot DTV_{FzG,S} \cdot L_S \cdot KS_{B,FzG}$$

Die Kraftstoffkostensätze für die beiden Kraftstoffarten (Benzin und Diesel) sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Massebezogene umgerechnete Kraftstoffkostensätze

| Kraftstoffart | Kraftstoffkostensatz $KS_{K,FzG(KA)}$ [€/kg] |
|---------------|---|
| Benzin | 1,04 |
| Diesel | 1,01 |

Die Kraftstoffkosten je Fahrzeuggruppe und Kraftstoffart sind nach folgender Formel zu ermitteln und anschließend miteinander aufzusummieren.

$$KL_{K,FzG(KA)} = KS_{K,FzG(KA)} \cdot KV_{FzG(KA),S,VZS=2}$$

Zuletzt sind die ermittelten kraftstoffbezogene Kostensätze zu Gesamtkosten zusammen zu addieren.

Unfallgeschehen

Unfallkosten auf Strecke

$$UK_S = 365 \cdot UKR_S \cdot f_{UzB,KG} \cdot DTV_S \cdot L_S \cdot 10^{-3}$$

mit

UK_S Unfallkosten auf der Strecke im betrachteten Jahr

UKR_S Unfallkostenrate der Strecke nach Tabelle 72 bis 82 (RWS-Entwurf)

$f_{UzB,KG}$ Faktor zur Berücksichtigung der Kostenanteile aus Zahlungsbereitschaft für Bundesautobahnen = 1,45 und für Landstraßen = 1,68

DTV_S durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des gesamten Kfz-Verkehrs auf der Strecke im betrachteten Jahr

L_S Länge der Strecke

Unfallkosten auf Knotenpunkten sind für den hiesigen Bewertungsmaßstab nur für Landstraßen zu rechnen.

$$UK_K = 365 \cdot UKR_K \cdot f_{UZB,KG} \cdot DTV_K \cdot 10^{-3}$$

mit

| | |
|--------------|---|
| UK_K | Unfallkosten auf der Strecke im betrachteten Jahr |
| UKR_K | Unfallkostenrate des plangleichen Knotenpunkts nach Tabelle 83 bis 85 (RWS-Entwurf) |
| $f_{UZB,KG}$ | Faktor zur Berücksichtigung der Kostenanteile aus Zahlungsbereitschaft für Bundesautobahnen = 1,45 und für Landstraßen = 1,68 |
| DTV_K | durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des gesamten Kfz-Verkehrs auf der Strecke im betrachteten Jahr |

Plangleiche Knotenpunkte haben einen Einfluss auf die freie Strecke, insofern, dass die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten an Knotenpunkten in der Regel niedriger reglementiert sind. Aus diesem Grund ist eine Abminderung auf den jeweiligen Knotenpunkt bezogene Unfallkostenrate anzusetzen. Die jährliche Abminderung der Unfallkosten werden mit folgender Formel errechnet.

$$\Delta UK_{KE} = 365 \cdot UKR_{KE} \cdot f_{UZB,KG} \cdot 2 \cdot DTV_K \cdot L_{KE} \cdot 10^{-3}$$

mit

| | |
|------------------|---|
| ΔUK_{KE} | auf den Knotenpunkt bezogene Abminderung der Unfallkosten im Einflussbereich des Knotenpunkts im betrachteten Jahr |
| UKR_K | Abminderung der Unfallkostenrate im Einflussbereich des Knotenpunkts nach Tabelle 92 (RWS-Entwurf) |
| $f_{UZB,KG}$ | Faktor zur Berücksichtigung der Kostenanteile aus Zahlungsbereitschaft für Bundesautobahnen = 1,45 und für Landstraßen = 1,68 |
| DTV_K | durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des gesamten Kfz-Verkehrs auf der Strecke im betrachteten Jahr |
| L_{KE} | Länge des Einflussbereichs (kann pauschal mit 0,5km angesetzt werden) |

Die jährlichen Unfallkosten werden mit folgender Formel zusammengeführt:

$$UK_N = \sum_{i=1}^{n_S} UK_{S,i} + \sum_{k=1}^{n_K} UK_{K,k} + \sum_{k=1}^{n_K} \Delta UK_{KE,k}$$

mit

| | |
|------------------|--|
| UK_N | Unfallkosten im Untersuchungsnetz im betrachteten Jahr |
| $UK_{S,i}$ | Unfallkosten auf der Strecke i im betrachteten Jahr |
| n_S | Anzahl der Strecken |
| $UK_{K,k}$ | Unfallkosten im Knotenpunkt k im betrachteten Jahr |
| n_K | Anzahl der plangleichen Knotenpunkte |
| ΔUK_{KE} | auf den Knotenpunkt bezogene Abminderung der Unfallkosten im Einflussbereich des Knotenpunkts im betrachteten Jahr |

Kostensätze für Lärmbelastung

Für die Ermittlung der Kostensätze für Lärmbelastungen ist die Tabelle 109 für außerörtliche Streckenzüge dem Kapitel 8.5.5 des RWS-Entwurfs zu entnehmen.

| | |
|---------------------------|--|
| | Kostensätze für Schadstoffbelastungen Für die Ermittlung der Kostensätze für Schadstoffbelastungen sind die Tabellen 138 und 139 des Kapitel 8.6.4 des RWS-Entwurfs zu entnehmen. |
| <i>Bewertungsmaßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben. Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | Kriterien-Nr.: 3.3 |
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung | |
| Teilkriterien: | <u>Kulturgüter und sonstige Sachgüter</u> Die Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmalen, Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten. | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Zur Bewertung dieses Kriteriums ist insbesondere die Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmalen und Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitendem Planungsstand weiterzuentwickeln.</p> | |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Verkehrssicherheit (Safety) | Kriterien-Nr.: 3.6 |
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage des Sicherheitsaudits | |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Unfallbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage 2. Belastungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Charakteristik der Verkehrsbelastung, Verteilung Spitzenbelastung (Ganglinien der Verkehrsbelastung)) 3. Sichtfelder | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Ergebnisse des Sicherheitsaudits für die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden. Das Sicherheitsaudit ist auf der Grundlage der Empfehlungen für das Sicherheitsaudit an Straßen (ESAS) durchzuführen.</p> <p>Ist kein Sicherheitsaudit vorhanden, so ist das Kriterium <u>mit 0 Punkten</u> zu bewerten.</p> | |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Resilienz (Umfeldeinflüsse)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Umfeldeinflüsse | |
| zugehöriges Kriterium: | Resilienz (Umfeldeinflüsse) | Kriterien-Nr.: 6.1 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Methode: | Checkliste |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. planbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schneelawinen, → Sturm, → Hochwasser / Sturmflut, → Starkregen, → Erdbeben / Felsabgänge, → Erdbeben, → Bodensenkungen, → Besondere Klimaextreme, → Waldbrände 2. unvorhersehbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schlammlawinen, → Brände verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Explosionen verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Kontamination, → (spontane) Überflutung |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der Anlage Resilienz (Umfeldeinflüsse) zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Standortqualität ist hinsichtlich dieser Teilkriterien darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen.</p> <p>Es ist die folgende Checkliste auszufüllen und die Eintrittswahrscheinlichkeit der jeweiligen Indikatoren zu bewerten.</p> |

Indikator Schnee

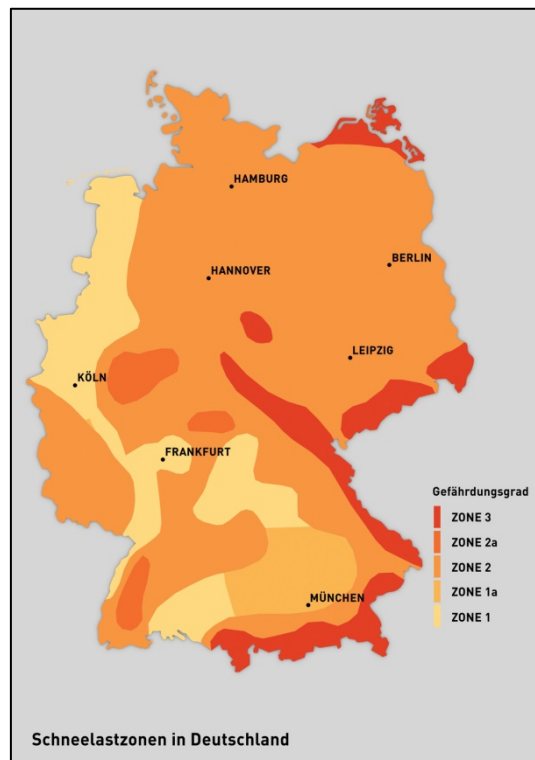


Abbildung 1: Schneelastzonen in Deutschland (BBK Bund, 2018)

Der Streckenzug weist keine Lawinengefahr (Zone 1 und 1a) auf oder lawinengefährdete Abschnitte sind durch Tunnel, Galerien oder andere Maßnahmen geschützt. 10 CP

Der Streckenzug weist eine niedrige bis mittlere Lawinengefahr (Zone 2 und 2a) auf. 5 CP

Der Streckenzug weist eine hohe Lawinengefahr (Zone 3) auf. 0 CP

Kompensationsmaßnahmen

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. 10 CP

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind nur teilweise und nicht für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. 5 CP

Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. 0 CP

| | | |
|---|--|-------|
| | <u>Indikator Sturm</u> | |
| | Sofern keine eigenen/internen und detaillierten Prognosen vorhanden sind, ist die Überprüfung dieses Indikators mittels des öffentlich zugänglichen Links | |
| | http://cedim.gfz-potsdam.de/riskexplorer/ | |
| | möglich. | |
| | Windgeschwindigkeiten Wintersturm, 100 Jahres Ereignis < 35 m/s | 10 CP |
| | Windgeschwindigkeiten Wintersturm, 100 Jahres Ereignis > 35 und < 40 m/s | 5 CP |
| | Windgeschwindigkeiten Wintersturm, 100 Jahres Ereignis > 40 m/s | 0 CP |
| | Zusätzliches Gefährdungspotenzial | |
| | Plötzliche Wechsel von geschützten zu ungeschützten Bereichen z.B. auf Brücken, in/an Waldgebieten, an Tunnelausfahrten, am Ende von längsgerichteten Schutzmaßnahmen (z.B. Lärmschutzwand) liegen nicht vor. | 5 CP |
| | Plötzliche Wechsel von geschützten zu ungeschützten Bereichen z.B. auf Brücken, in/an Waldgebieten, an Tunnelausfahrten, am Ende von längsgerichteten Schutzmaßnahmen (z.B. Lärmschutzwand) liegen vor. | 0 CP |
| | <i>Kompensationsmaßnahmen</i> | |
| | Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. | 10 CP |
| | Es sind keine baulichen Maßnahmen eingeplant, aber frühzeitige Vorwarnrichtungen bei Gefahrenlagen für die Nutzer des Streckenzuges sind geplant. | 5 CP |
| | Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. | 0 CP |
| | <u>Indikator Hochwasser/Sturmflut</u> | |
| | Sofern keine eigenen/internen und detaillierten Prognosen vorhanden sind, ist die Überprüfung dieses Indikators mittels des öffentlich zugänglichen Links | |
| | http://cedim.gfz-potsdam.de/riskexplorer/ | |
| | möglich. | |
| | Der Streckenzug weist keine Hochwasser- und/oder Sturmflutgefahr auf oder liegt in ausreichender Höhe zum Gewässer | 10 CP |
| | Der Streckenzug weist eine niedrige bis mittlere Hochwasser- und/oder Sturmflutgefahr auf. | 5 CP |
| Der Streckenzug weist eine hohe Hochwasser- und/oder Sturmflutgefahr auf. | 0 CP | |

Kompensationsmaßnahmen

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. 10 CP

Es sind keine baulichen Maßnahmen eingeplant, aber frühzeitige Vorwarnrichtungen bei Gefahrenlagen für die Nutzer des Streckenzuges sind geplant 5 CP

Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. 0 CP

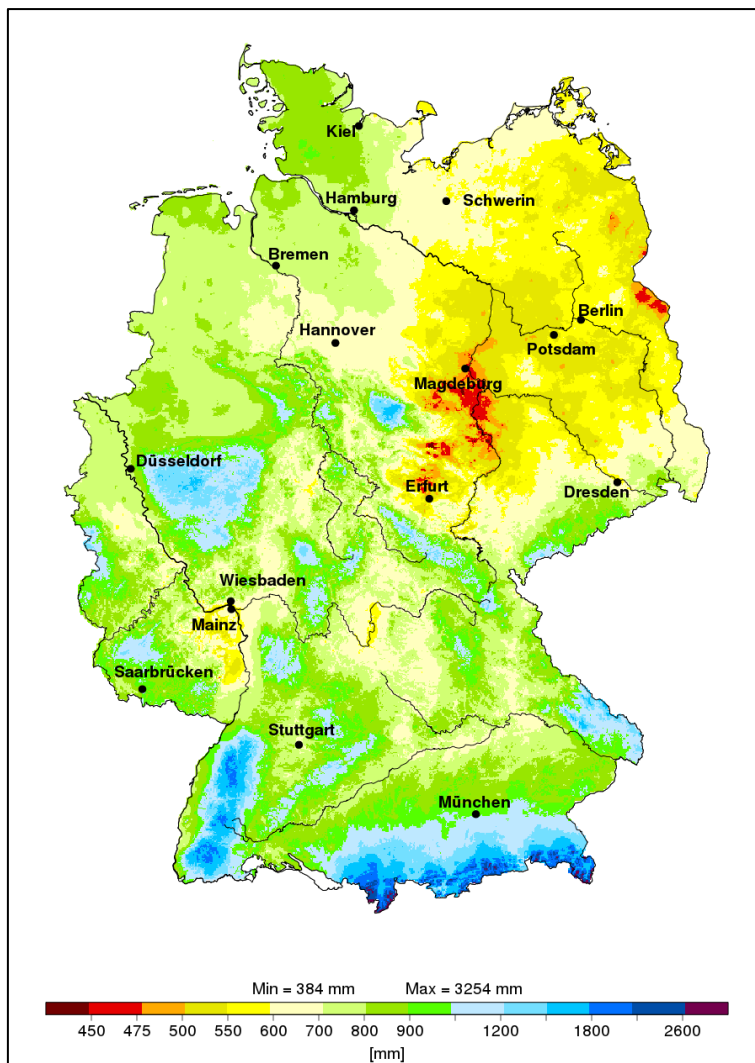
Indikator Starkregen

Abbildung 2: Regeneignisse Deutschland im Jahresmittel Normalwerte 1961 – 1990 (DWD, 2018)

Jahresmittel mit einer Niederschlagshöhe < 600 mm 10 CP

Jahresmittel mit einer Niederschlagshöhe \geq 600 mm < 1000 mm 5 CP

Jahresmittel mit einer Niederschlagshöhe \geq 1000 mm < 2000 mm 2 CP

Jahresmittel mit einer Niederschlagshöhe > 2000 mm 0 CP

Kompensationsmaßnahmen

| | | |
|--|---|-------|
| | Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. | 10 CP |
| | Es sind keine baulichen Maßnahmen eingeplant, aber frühzeitige Vorwarnrichtungen bei Gefahrenlagen für die Nutzer des Streckenzuges sind geplant. | 5 CP |
| | Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. | 0 CP |
| | <u>Indikator Erdbeben / Felsabgänge</u> | |
| | Erkenntnisse zur Gefahrenlage hinsichtlich möglicher Erdbeben und/oder Felsabgänge sind den geotechnischen Untersuchungen zu entnehmen. | |
| | Entlang des gesamten Streckenzugs liegen keine Gefährdungen vor. | 10 CP |
| | Entlang des Streckenzugs sind Hanglagen mit einer Neigung von mehr als 20 Grad vorhanden, aber es liegen keine Gefährdungen laut geotechnischer Untersuchung vor. | 5 CP |
| | Laut geotechnischer Untersuchung liegen Gefahrenbereiche in Abschnitten des Streckenzuges vor. | 2 CP |
| | Laut geotechnischer Untersuchung liegen Gefahrenbereiche entlang des gesamten Streckenzuges vor. | 0 CP |
| | <i>Kompensationsmaßnahmen</i> | |
| | Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. | 10 CP |
| | Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. | 0 CP |
| | <u>Indikator Erdbeben</u> | |

Sofern keine eigenen/internen und detaillierten Prognosen vorhanden sind, ist die Überprüfung dieses Indikators mittels des öffentlich zugänglichen Links

<http://cedim.gfz-potsdam.de/riskexplorer/>

möglich.

Der gesamte Streckenzug liegt in Bereichen mit einer Stärke < 5 10 CP

Teile des Streckenzugs liegen in Bereichen mit einer Stärke zwischen 5 und 7 5 CP

Teile des Streckenzugs liegen in Bereichen mit einer Stärke > 7 und/oder Ingenieurbauwerke zwischen 5 und 7 0 CP

Kompensationsmaßnahmen

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant 10 CP

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind nur teilweise und nicht für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant 5 CP

Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant 0 CP

Indikator Bodensenkungen

Erkenntnisse zu Gefährdungsbereichen (Moorböden, Torf etc.) möglicher Bodensenkungen sind den geotechnischen Untersuchungen zu entnehmen.

Entlang des gesamten Streckenzugs liegen keine Gefährdungen vor. 10 CP

Laut geotechnischer Untersuchung liegt in Teilbereichen des Streckenzuges eine Gefährdung vor. 5 CP

Laut geotechnischer Untersuchung liegen entlang des gesamten Streckenzuges Gefährdungsbereiche vor. 0 CP

Kompensationsmaßnahmen

Nachweislich wirksame bauliche Kompensationsmaßnahmen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. 10 CP

Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. 0 CP

Indikator Klimaextreme

| | | |
|--|--|-------|
| | Für den Bereich des Streckenzuges sind: | |
| | Weniger als 15 Eistage | 10 CP |
| | Zwischen 15 und 34 Eistagen | 5 CP |
| | Zwischen 35 und 44 Eistagen | 2 CP |
| | Mehr als 44 Eistage | 0 CP |
| | zu erwarten. | |
| | <i>Kompensationsmaßnahmen</i> | |
| | Nachweislich wirksame Kompensationsmaßnahmen z.B. Taumittelsprühanlagen auf Brücken bzw. ein auf die besondere Gefahrenlage abgestimmtes Betriebsdienstkonzept (optimierte Winterdienstplanung) sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. | 10 CP |
| | Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. Ein stimmiges Betriebsdienstkonzept liegt nicht vor. | 0 CP |
| | Für den Bereich des Streckenzuges sind: | |
| | Weniger als acht heiße Tage oder liegt im Tunnel | 10 CP |
| | Zwischen acht und zehn heiße Tage | 5 CP |
| | Mehr als zehn heiße Tage | 0 CP |
| | zu erwarten. | |
| <i>Kompensationsmaßnahmen</i> | | |
| Nachweislich wirksame Kompensationsmaßnahmen z.B. Kühlvorrichtungen sind für alle gefährdeten Abschnitte eingeplant. | 10 CP | |
| Kompensationsmaßnahmen sind nicht geplant. | 0 CP | |
| <u>Indikator Waldbrand</u> | | |

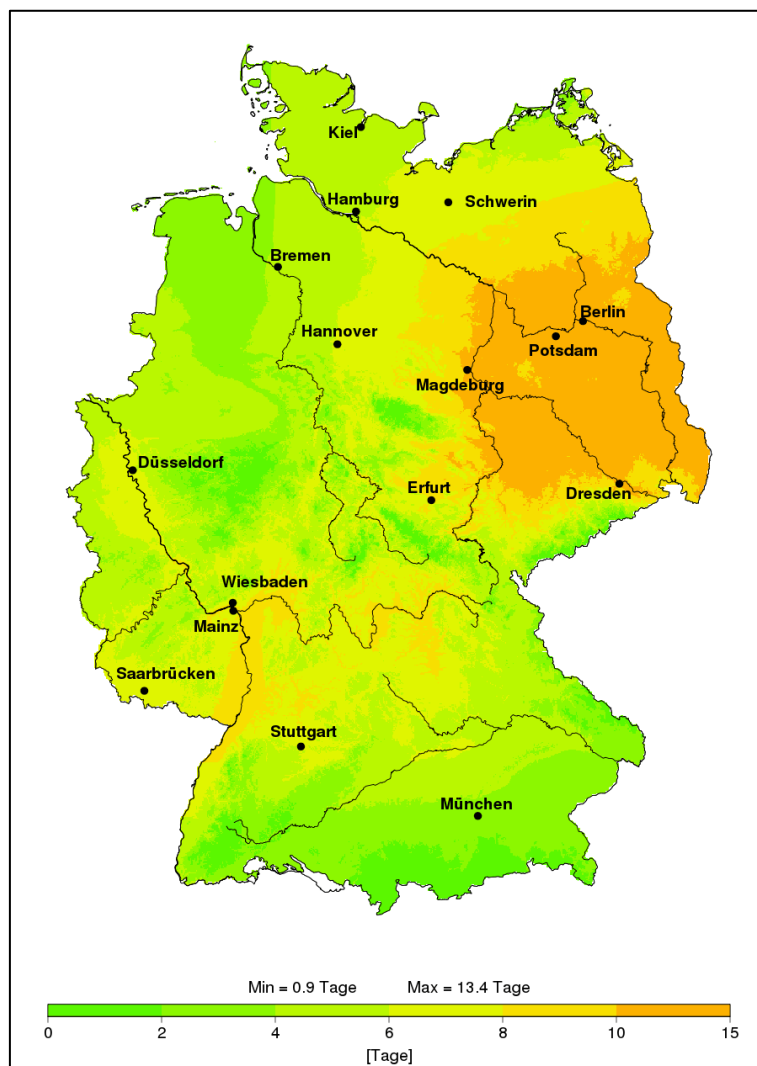


Abbildung 3: Waldbrandindex für den Monat Juli Normalwerte 1961 – 1990 (DWD, 2018)

Der Streckenzug verläuft durch Waldgebiete, die weniger als sechs Tage Gefahr aufweisen. 10 CP

Der Streckenzug verläuft durch Waldgebiete, die nicht mehr als zehn Tage Gefahr aufweisen. 5 CP

Der Streckenzug verläuft durch Waldgebiete, die mehr als zehn Tage Gefahr aufweisen. 0 CP

Für die Beurteilung des 2. Teilkriteriums ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die genannten Indikatoren untersucht und der Streckenzug hinsichtlich kritischer Abschnitte mit einem hohen Risiko des Eintritts eines oder mehrerer Indikatoren überprüft, dargestellt und bewertet werden.

Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitendem Planungsstand weiterzuentwickeln.

Bewertungsmaßstab:

Zur Bewertung des 1. Teilkriteriums ist die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" anzuwenden.

| | |
|--|--|
| | <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den zutreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> <p>Zur Bewertung des Erläuterungsberichtes für das 2. Teilkriterium ist die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) anzuwenden.</p> <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Gesamtbewertung des Kriteriums ergibt sich aus der Addition der innerhalb der Teilkriterien erzielten Bewertungspunkte.</p> |
|--|--|

SYSTEMSPEZIFISCHE ANLAGEN

Ökobilanz

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|-------------------|
| Methodensteckbrief: | Ökobilanz | |
| zugehöriges Kriterium: | diverse Kriterien der ökologischen Qualität | Nr. 1.1-1.5, 1.10 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|--------|--------|-------------|-------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------------|---|---|---|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------|--------|----------------------|--------|
| Methode: | Ökobilanz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorgehen / Berechnungsvorschrift: | <p>Mit Hilfe der Ökobilanz werden folgende Kriterien nach einheitlichen Vorgaben und Randbedingungen ermittelt (Angabe des zugehörigen Steckbriefs in Klammern):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treibhauspotenzial GWP (Nr. 1.1), - Ozonschichtabbaupotenzial ODP (Nr. 1.2), - Ozonbildungspotenzial POCP (Nr. 1.3), - Versauerungspotenzial AP (Nr. 1.4), - Überdüngungspotenzial EP (Nr. 1.5), - Gesamtprimärenergie PE_{ges}, erneuerbare Primärenergie PE_e, nicht erneuerbare Primärenergie PE_{ne} (Nr. 1.10) <p><u>Betrachtungsrahmen und funktionelle Einheit</u></p> <p>Die Ökobilanz für das Bauwerk ist für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu ermitteln und muss folgende Lebensphasen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung - Erhaltung und Betrieb - Rückbau und Entsorgung <p>Das Ergebnis wird bezogen auf die funktionelle Einheit (Bezugsgröße des Bauwerks) als durchschnittlicher Jahreswert über den Betrachtungszeitraum angegeben. Die Maßeinheiten für die einzelnen Kriterien sind in Tabelle 1 vorgegeben.</p> <p>Tabelle 1: Maßeinheiten</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Einheiten</th> <th style="width: 25%;">Streckenzug</th> <th style="width: 25%;">Brücke</th> <th style="width: 25%;">Tunnel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bezugsgröße</td> <td>Verkehrsfläche und Jahr</td> <td>Brückenfläche und Jahr</td> <td>Tunnellänge und Jahr</td> </tr> <tr> <td>Treibhauspotenzial</td> <td>kg CO₂-Äq./m·a</td> <td>kg CO₂-Äq./m²·a</td> <td>kg CO₂-Äq./m·a</td> </tr> <tr> <td>Ozonschichtabbaupotenzial</td> <td>kg R11-Äq./m·a</td> <td>kg R11-Äq./m²·a</td> <td>kg R11-Äq./m·a</td> </tr> <tr> <td>Ozonbildungspotenzial</td> <td>kg C₂H₄-Äq./m·a</td> <td>kg C₂H₄-Äq./m²·a</td> <td>kg C₂H₄-Äq./m·a</td> </tr> <tr> <td>Versauerungspotenzial</td> <td>kg SO₂-Äq./m·a</td> <td>kg SO₂-Äq./m²·a</td> <td>kg SO₂-Äq./m·a</td> </tr> <tr> <td>Überdüngungspotenzial</td> <td>kg PO₄-Äq./m·a</td> <td>kg PO₄-Äq./m²·a</td> <td>kg PO₄-Äq./m·a</td> </tr> <tr> <td>Primärenergie</td> <td>MJ/m·a</td> <td>MJ/m²·a</td> <td>MJ/m·a</td> </tr> </tbody> </table> | Einheiten | Streckenzug | Brücke | Tunnel | Bezugsgröße | Verkehrsfläche und Jahr | Brückenfläche und Jahr | Tunnellänge und Jahr | Treibhauspotenzial | kg CO ₂ -Äq./m·a | kg CO ₂ -Äq./m ² ·a | kg CO ₂ -Äq./m·a | Ozonschichtabbaupotenzial | kg R11-Äq./m·a | kg R11-Äq./m ² ·a | kg R11-Äq./m·a | Ozonbildungspotenzial | kg C ₂ H ₄ -Äq./m·a | kg C ₂ H ₄ -Äq./m ² ·a | kg C ₂ H ₄ -Äq./m·a | Versauerungspotenzial | kg SO ₂ -Äq./m·a | kg SO ₂ -Äq./m ² ·a | kg SO ₂ -Äq./m·a | Überdüngungspotenzial | kg PO ₄ -Äq./m·a | kg PO ₄ -Äq./m ² ·a | kg PO ₄ -Äq./m·a | Primärenergie | MJ/m·a | MJ/m ² ·a | MJ/m·a |
| Einheiten | Streckenzug | Brücke | Tunnel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bezugsgröße | Verkehrsfläche und Jahr | Brückenfläche und Jahr | Tunnellänge und Jahr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Treibhauspotenzial | kg CO ₂ -Äq./m·a | kg CO ₂ -Äq./m ² ·a | kg CO ₂ -Äq./m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ozonschichtabbaupotenzial | kg R11-Äq./m·a | kg R11-Äq./m ² ·a | kg R11-Äq./m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ozonbildungspotenzial | kg C ₂ H ₄ -Äq./m·a | kg C ₂ H ₄ -Äq./m ² ·a | kg C ₂ H ₄ -Äq./m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Versauerungspotenzial | kg SO ₂ -Äq./m·a | kg SO ₂ -Äq./m ² ·a | kg SO ₂ -Äq./m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Überdüngungspotenzial | kg PO ₄ -Äq./m·a | kg PO ₄ -Äq./m ² ·a | kg PO ₄ -Äq./m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Primärenergie | MJ/m·a | MJ/m ² ·a | MJ/m·a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | <p>Für die <u>freie Strecke</u> gilt: Bezugsfläche = Länge des Streckenzuges, d.h. die zur bestimmungsgemäßen Nutzung Länge des Regelquerschnitts einer Variante exklusive Mittel- und Randstreifen und Bankette</p> <p>Für <u>Brücken</u> gilt: Bezugsfläche = Gesamte Länge zwischen den Flügelenden der Widerlager * Breite zwischen den Geländern des Bauwerks</p> <p>Für <u>Tunnel</u> gilt: Bezugslänge = Gesamte Länge zwischen den Tunnelportalen</p> <p>Bei der freien Strecke gilt überschlägig folgende Darstellung als überschlägige Maßgabe für die Bilanzierung. Die angegebenen Einheiten der Umweltwirkungen gelten pro m Streckenabschnitt und können somit auf die Streckenlänge der einzelnen Varianten hochgerechnet werden.</p> <p>Der Baukasten inkludiert bereits alle ökobilanziell relevanten Lebenszyklen (Herstellung, Ersatz und Rückbau) sowie notwendige Zuschlagsfaktoren für Bauteile, Transporte sowie weitere Bauprozesse, sodass es insbesondere für den Variantenvergleich, repräsentative Datensätze verwendet wurden, um dem Anwender die Bilanzierung möglichst einfach zu ermöglichen.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--------------------------------|----------------|--------------------------------|---|--------------|---|------------------|--|------|-----|---------|---------|-------|---------|-------------------|---|----|------|-----|---------|---------|--|--|--|-------|---------|----|-----|-----|---------|---------|--|--|--|-------|---------|----------------|--|-----|-----|---------|---------|-------|---------|
| <p>Kriterien-Nr.: 1.1</p> | <p>Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium das Treibhauspotenzial mit der Einheit kg CO₂-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge multipliziert werden.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">RAL-Entwurfsklassen</th> <th style="width: 30%;">Abbildungen</th> <th style="width: 10%;">maßgebliche Fahrbahnbreite [m]</th> <th style="width: 10%;">Breite Bankett</th> <th style="width: 10%;">Oberbauweise</th> <th style="width: 10%;">Treibhauspotenzial [kg CO₂-Äqu.]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">EKL 1 RQ 15,5</td> <td rowspan="2"> 4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach dem Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge ansonsten </td> <td rowspan="2">12,5</td> <td rowspan="2">3,0</td> <td>Asphalt</td> <td>3189,79</td> </tr> <tr> <td>Beton</td> <td>4036,13</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">EKL 2 RQ 11,5+</td> <td rowspan="4"> Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrszugel mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden. Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholstrecke) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht. </td> <td>a)</td> <td>12,0</td> <td>3,0</td> <td>Asphalt</td> <td>3067,72</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Beton</td> <td>3880,25</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>8,5</td> <td>3,0</td> <td>Asphalt</td> <td>2213,24</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Beton</td> <td>2789,12</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">EKL 3 RQ 11</td> <td rowspan="2"> Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender </td> <td rowspan="2">8,0</td> <td rowspan="2">3,0</td> <td>Asphalt</td> <td>2091,17</td> </tr> <tr> <td>Beton</td> <td>2633,24</td> </tr> </tbody> </table> | RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -Äqu.] | EKL 1 RQ 15,5 | 4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach dem Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge ansonsten | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 3189,79 | Beton | 4036,13 | EKL 2 RQ 11,5+ | Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrszugel mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden. Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholstrecke) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht. | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 3067,72 | | | | Beton | 3880,25 | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 2213,24 | | | | Beton | 2789,12 | EKL 3 RQ 11 | Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 2091,17 | Beton | 2633,24 |
| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -Äqu.] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EKL 1 RQ 15,5 | 4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach dem Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge ansonsten | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 3189,79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Beton | 4036,13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EKL 2 RQ 11,5+ | Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrszugel mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden. Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholstrecke) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht. | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 3067,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Beton | 3880,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 2213,24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Beton | 2789,12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EKL 3 RQ 11 | Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 2091,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Beton | 2633,24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium das Treibhauspotenzial mit der Einheit kg CO₂-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge multipliziert werden.


| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -Äqu.] |
|---------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|--------------|---|
| EKA 1 | | 35 | 3,0 | Asphalt | 9444,29 |
| | | | | Beton | 11646,38 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 7451,17 |
| | | | | Beton | 9181,00 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 6122,43 |
| | | | | Beton | 7537,41 |
| EKA 2 | | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 5553,44 |
| | | | | Beton | 6809,79 |
| EKA 3 | | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 8694,73 |
| | | | | Beton | 10707,31 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 6786,80 |
| | | | | Beton | 8359,20 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 5059,43 |
| | | | | Beton | 6222,54 |

Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden. Auch in den nachfolgenden Planungsphasen (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) ist nur eine grobe Massenbilanz vorhanden, die jedoch nicht für eine aussagekräftige Ökobilanz der Infrastrukturbauwerke Tunnel und Brücke ausreicht.

Kriterien-Nr.: 1.2

Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium das Ozonabbaupotenzial mit der Ein-

heit kg R11-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge multipliziert werden.

| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Ozonabbau-potenzial [kgR11-Äqu.] | |
|---------------------|--|--------------------------------|----------------|--------------|----------------------------------|--------|
| EKL 1 RQ 15,5 | <p>4.3 Regelquerschnitte</p> <p>Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach den Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge eines anderen</p> | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 0,5156 | |
| | | | | Beton | 0,7714 | |
| EKL 2 RQ 11,5+ | <p>Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2</p> <p>Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden.</p> <p>Die beiden Fahrrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholstrecke) unterzogen werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrrichtungen durch eine doppelte Leitlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht.</p>  | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 0,4962 |
| | | | | | Beton | 0,7418 |
| | | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 0,3607 |
| | | | | | Beton | 0,5346 |
| EKL 3 RQ 11 | <p>Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrsicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender</p> | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 0,3413 | |
| | | | | Beton | 0,5051 | |

Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium das Ozonabbau-potenzial mit der Einheit kg R11-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls be-

reits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge multipliziert werden.


| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Ozonabbau-potenzial [kgR11-Äqu.] |
|---------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------------|
| EKA 1 | | 35 | 3,0 | Asphalt | 1,4215 |
| | | | | Beton | 2,2116 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 1,1239 |
| | | | | Beton | 1,7446 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 0,9255 |
| | | | | Beton | 1,4332 |
| EKA 2 | | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 0,8479 |
| | | | | Beton | 1,2989 |
| EKA 3 | | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 1,3133 |
| | | | | Beton | 2,0355 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 1,0247 |
| | | | | Beton | 1,5889 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 0,7667 |
| | | | | Beton | 1,1841 |

Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden. Auch in den nachfolgenden Planungsphasen (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) ist nur eine grobe Massenbilanz vorhanden, die jedoch nicht für eine aussagekräftige Ökobilanz der Infrastrukturbauwerke Tunnel und Brücke ausreicht.

Kriterien-Nr.: 1.3

Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium das Ozonbildungspotenzial mit der Einheit kg C₂H₄-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Stre-

ckenlänge multipliziert werden.

| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Ozonbildungspotenzial [kgC ₂ H ₄ -Äqu.] | |
|---------------------|--|--------------------------------|----------------|--------------|---|------|
| EKL 1 RQ 15,5 | <p>4.3 Regelquerschnitte</p> <p>Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach den Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann in Zügen ansonsten</p> | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 8,69 | |
| | | | | Beton | 6,88 | |
| EKL 2 RQ 11,5+ | <p>Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2</p> <p>Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden.</p> <p>Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z.B. unzureichende Überhollichtweiten) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht.</p>  | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 8,35 |
| | | | | | Beton | 6,62 |
| | | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 6,03 |
| | | | | | Beton | 4,81 |
| EKL 3 RQ 11 | <p>Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich, ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender</p> | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 5,70 | |
| | | | | Beton | 4,55 | |

Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium das Ozonbildungspotenzial mit der Einheit kg C₂H₄-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen


| Streckenlänge multipliziert werden. | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|--------------|---|
| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Ozonbildungspotenzial [kgC ₂ H ₄ -Äqu.] |
| EKA 1 | | 35 | 3,0 | Asphalt | 25,49 |
| | | | | Beton | 19,44 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 20,12 |
| | | | | Beton | 15,36 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 16,54 |
| | | | | Beton | 12,64 |
| EKA 2 | | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 15,02 |
| | | | | Beton | 11,55 |
| EKA 3 | | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 23,48 |
| | | | | Beton | 17,94 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 18,33 |
| | | | | Beton | 14,00 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 13,67 |
| | | | | Beton | 10,47 |

Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden. Auch in den nachfolgenden Planungsphasen (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) ist nur eine grobe Massenbilanz vorhanden, die jedoch nicht für eine aussagekräftige Ökobilanz der Infrastrukturbauwerke Tunnel und Brücke ausreicht.

Kriterien-Nr.: 1.4

Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium das Versauerungspotenzial mit der Einheit kg SO_x-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Stre-


ckenlänge multipliziert werden.

| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Versauerungspotenzial [kg Sox-Äqu.] | |
|---------------------|---|--------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------|------|
| EKL 1 RQ 15,5 | <p>4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach den Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann in Zügen ansonsten</p> | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 1,26 | |
| | | | | Beton | 1,15 | |
| EKL 2 RQ 11,5+ | <p>Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bld 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen ist in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden.</p> <p>Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z.B. unzureichende Überhollichtweiten) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht.</p>  | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 1,22 |
| | | | | | Beton | 1,11 |
| | | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 0,88 |
| | | | | | Beton | 0,81 |
| EKL 3 RQ 11 | <p>Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich, ist eine hinreichende Anzahl von Überholabschnitten nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender Länge – Überholabschnitte</p> | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 0,84 | |
| | | | | Beton | 0,76 | |

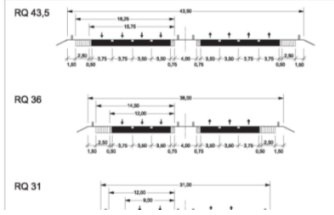

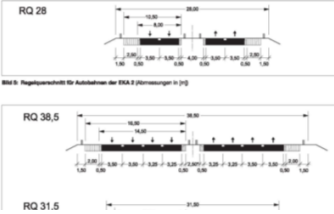
Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium das Versauerungspotenzial mit der Einheit kg SOx-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen

| Streckenlänge multipliziert werden. | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------------|
| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Versauerungspotenzial [kg Sox-Äqu.] |
| EKA 1 | | 35 | 3,0 | Asphalt | 3,68 |
| | | | | Beton | 3,21 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 2,91 |
| | | | | Beton | 2,54 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 2,40 |
| | | | | Beton | 2,09 |
| EKA 2 | | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 2,19 |
| | | | | Beton | 1,92 |
| EKA 3 | | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 3,40 |
| | | | | Beton | 2,97 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 2,65 |
| | | | | Beton | 2,32 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 1,98 |
| | | | | Beton | 1,74 |
| Kriterien-Nr.: 1.5 | <p>Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden.</p> <p>Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium das Überdüngungspotenzial mit der Einheit kg PO4-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Stre-</p> | | | | |


ckenlänge multipliziert werden.

| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Überdüngungspotenzial [kgPO4-Äqu.] |
|---------------------|--|--------------------------------|----------------|--------------|------------------------------------|
| EKL 1 RQ 15,5 | <p>4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach den Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge ansonsten</p> | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 5,98E-08 |
| | | | | Beton | 1,01E-05 |
| EKL 2 RQ 11,5+ | <p>Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholfahrstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitebenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden. Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholmöglichkeiten) untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Leitlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht.</p>  | a) 12,0 | 3,0 | Asphalt | 5,79E-08 |
| | | Beton | | 9,71E-06 | |
| | | b) 8,5 | 3,0 | Asphalt | 4,43E-08 |
| | | Beton | | 6,88E-06 | |
| EKL 3 RQ 11 | <p>Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden, höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholfahrstreifen nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit ausreichender Länge – Überholabschnitte gebildet werden können.</p> | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 4,23E-08 |
| | | | | Beton | 6,47E-06 |

Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium das Überdüngungspotenzial mit der Einheit kg PO4-Äquivalente des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen

| Streckenlänge multipliziert werden. | | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------|--------------|------------------------------------|
| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Überdüngungspotenzial [kgPO4-Aqu.] |
| EKA 1 |  | 35 | 3,0 | Asphalt | 1,59E-07 |
| | | | | Beton | 2,99E-05 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 1,27E-07 |
| | | | | Beton | 2,35E-05 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 1,06E-07 |
| | | | | Beton | 1,92E-05 |
| EKA 2 |  | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 1,04E-07 |
| | | | | Beton | 1,71E-05 |
| EKA 3 |  | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 1,50E-07 |
| | | | | Beton | 2,74E-05 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 1,17E-07 |
| | | | | Beton | 2,14E-05 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 8,95E-08 |
| | | | | Beton | 1,58E-05 |
| <p>Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden.</p> | | | | | |
| Kriterien-Nr.: 1.10 | <p>Im Falle von Landstraßen muss in diesem Kriterium die Primärenergie mit der Einheit Megajoule des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge multipliziert</p> | | | | |

werden.

| RAL-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett | Oberbauweise | Primärenergie nicht erneuerb. [MJ] | Primärenergie erneuerbar [MJ] | |
|---------------------|---|--------------------------------|----------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------|---------|
| EKL 1 RQ 15,5 | <p>4.3 Regelquerschnitte Für jede Entwurfsklasse ist ein einbahniger Regelquerschnitt festgelegt. Ergibt der Nachweis nach den Verfahren des HBS (vgl. Abschnitt 4.4), dass der einbahnige Regelquerschnitt keine ausreichende Verkehrsqualität gewährleistet, kann im Zuge ansonsten</p> | 12,5 | 3,0 | Asphalt | 130334,19 | 2592,30 | |
| | | | | Beton | 24964,32 | 1940,27 | |
| EKL 2 RQ 11,5+ | <p>Regelquerschnitt für Straßen der EKL 2 Der Regelquerschnitt RQ 11,5+ (Bild 6) ist ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt, der in einzelnen Abschnitten für eine Fahrtrichtung durch einen zusätzlichen Überholfahrstreifen auf drei Fahrstreifen aufgeweitet ist (abschnittsweise dreistreifige Straße). Das Überholen soll in diesen verkehrstechnisch gesicherten Abschnitten gebündelt werden, um Überholvorgänge bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich zu vermeiden. Die beiden Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrschwellenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Das gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken (z. B. unzureichende Überholstrecke) unterzagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Lattlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt. Die Querschnittsmaße ändern sich dadurch nicht.</p>  | a) | 12,0 | 3,0 | Asphalt | 125199,87 | 2505,08 |
| | | | | | Beton | 23965,75 | 1862,67 |
| | | b) | 8,5 | 3,0 | Asphalt | 89259,60 | 1894,61 |
| | | | | | Beton | 16975,76 | 1319,41 |
| EKL 3 RQ 11 | <p>Durch eine ausreichend dichte Folge von Überholabschnitten sollen für jede Fahrtrichtung auf etwa 20 % der Streckenlänge oder mehr gesicherte Überholmöglichkeiten geschaffen werden. Höhere Anteile sind für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholstrecken nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in zweistreifigen Abschnitten – insbesondere mit zusätzl-</p> | 8,0 | 3,0 | Asphalt | 84125,28 | 1807,40 | |
| | | | | Beton | 15977,19 | 1241,80 | |

Im Falle von Bundesautobahnen muss in diesem Kriterium die Primärenergie mit der Einheit Megajoule des jeweilig gewählten Regelquerschnitts sowie, falls bereits bekannt, die Ausführungsweise des Oberbaus pro Meter Strecke mit der jeweiligen Streckenlänge mul-

| RAA-Entwurfsklassen | Abbildungen | maßgebliche Fahrbahnbreite [m] | Breite Bankett [m] | Oberbauweise | Primärenergie nicht erneuerb. [MJ] | Primärenergie erneuerbar [MJ] |
|--|---|--------------------------------|--------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------|
| EKA 1 | | 35 | 3,0 | Asphalt | 393044,18 | 7037,39 |
| | | | | Beton | 72344,21 | 5643,86 |
| | | 27,5 | 3,0 | Asphalt | 309259,28 | 5620,88 |
| | | | | Beton | 56841,88 | 4434,46 |
| | | 22,5 | 3,0 | Asphalt | 253402,68 | 4676,54 |
| | | | | Beton | 46506,99 | 3628,19 |
| EKA 2 | | 20,0 | 5,0 | Asphalt | 226839,71 | 4489,04 |
| | | | | Beton | 41339,55 | 3225,06 |
| EKA 3 | | 32,0 | 4,0 | Asphalt | 360212,88 | 6613,12 |
| | | | | Beton | 66143,28 | 5160,10 |
| | | 25,0 | 3,0 | Asphalt | 281330,98 | 5148,71 |
| | | | | Beton | 51674,44 | 4031,33 |
| | | 18,5 | 3,0 | Asphalt | 208717,41 | 3921,07 |
| | | | | Beton | 38239,08 | 2983,18 |
| <p>tipuliziert werden.</p> | | | | | | |
| <p>Für Infrastrukturbauwerke (Brücke und Tunnel) kann zum Zeitpunkt der Entwicklung dieses Kriteriums noch keine adäquate Rechnung vorgenommen werden, da zum Zeitpunkt der Vorplanung die Planung der Infrastrukturbauwerke noch in der Grundlagenermittlung sind. Da die Anzahl und Größe der Infrastrukturbauwerke jedoch eine signifikante Einflussnahme haben, müssen diese für eine ganzheitliche Bewertung noch entwickelt werden.</p> <p>Für die Gesamtbewertung des Kriteriums ist eine Gewichtung von 50% für die Gesamtprimärenergie ($P_{ges} = P_{Ene} + P_{Ee}$), 30% für die nicht-erneuerbare Primärenergie (P_{Ene}), 20% für den Quotienten aus erneuerbarer Primärenergie zu Gesamtprimärenergiebedarf vorzusehen.</p> | | | | | | |
| Bewertungsmaßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben. Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> | | | | | |

Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

| | | |
|-------------------------------|--|-----------------|
| Methodensteckbrief: | Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | |
| zugehöriges Kriterium: | Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Nr.: 1.8 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|--|
| Methode: | Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehremissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Zeitverluste und Mehrkilometer infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Es sind alle relevanten Baumaßnahmen (Neubau, Unterhaltung, Instandsetzung und Erhaltung) im vorgegebenen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren zu berücksichtigen. Übersteigt der prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) 50% der Tageskapazität der geplanten Verkehrsanlage ist ab diesem Zeitpunkt diese maximale Belastung als konstanter Wert bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes zu verwenden. Um Häufigkeit und Dauer der Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst gering zu halten, werden die Erhaltungsmaßnahmen entsprechend den vorgegebenen Zyklen in Maßnahmenpakete zusammengefasst.</p> <p>Die Bewertung ist abhängig von der Verkehrsdichte der untersuchten Strecke und erfolgt nur für Strecken mit einem durchschnittlichen täglichen Gesamtverkehr (DTV_{Ges}) von min. 5.000 Kfz/d. Bei Verkehrsstrecken mit einem DTV_{Ges} unterhalb von 5.000 Kfz/d kann die Verkehrsbeeinträchtigung vernachlässigt werden. Das Kriterium wird in diesem Fall mit 10 Punkten bewertet.</p> <p>Es sind Auswirkungen der Baumaßnahmen auf primäre Fahrstrecken (durch das Bauwerk gebildet) und sekundäre Fahrstrecken (das Bauwerk kreuzend) einzubeziehen.</p> <p>Es werden folgende vereinfachte Annahmen zugrunde gelegt:</p> <p>Die Auswirkungen auf eine primäre oder sekundäre Fahrstrecke sind entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Änderung der Verkehrsführung (Baustellenverkehrsführung) oder - eine Vollsperrung mit Umleitung. <p>Falls eine Baumaßnahme auf eine bestimmte Fahrstrecke keine Auswirkungen hat, so ist dies darzulegen.</p> <p>Im Falle einer Baustellenverkehrsführung werden die Zeitverluste infolge von Stau ermittelt. Im Falle einer Vollsperrung wird die Verlängerung des Fahrtweges durch die Umleitung ermittelt.</p> <p>Stau auf Umleitungsstrecken wird ebenso vernachlässigt, wie Mehrkilometer infolge Stauumfahrung.</p> <p><u>Zusammenstellung aller Baumaßnahmen mit Verkehrsbeeinträchtigung</u></p> <p>Die Verkehrsbeeinträchtigungen im Lebenszyklus des Bauwerks sind aus dem Erhaltungsszenario zu ermitteln. Für die Ökobilanz (Kriterien 1.1 – 1.5, 1.10), die Lebenszykluskostenrechnung (Kriterium 2.1) und die Zeitverluste (Kriterien 1.8, 2.1, 2.2) muss ein einheitliches Erhaltungsszenario zugrunde gelegt werden.</p> <p>Für die Ermittlung der Verkehrsbeeinträchtigung sind nur Maßnahmen mit Arbeitsstellen längerer Dauer (AID) relevant. Maßnahmen an Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) dürfen vernachlässigt werden. Unvorhersehbare Erhaltungsmaßnahmen, etwa infolge Schäden nach Katastrophenereignissen, werden ebenfalls vernachlässigt.</p> <p>Für Materialien und Bauteile bzw. Oberflächen mit einer Nutzungsdauer von weniger als 100 Jahren sind die Erhaltungsmaßnahmen im vorgegebenen Intervall zu berücksichtigen.</p> <p>Für freie Strecken sind die Nutzungsdauern aus Tabelle 1 und ergänzend aus dem "Leitfa-</p> |

den Nachhaltiges Bauen“ (BMVBS, 2011), der Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) (FGSV, 2001) sowie der „Ablösungsbeiträge-Berechnungsverordnung - ABBV“ zu verwenden.

Tabelle 1: Nutzungsdauern der Bauteile/Baustoffe

| Bauteile/Baustoffe | Nutzungsdauer* [Jahre] |
|--|---------------------------|
| Asphaltbeton (Deckschicht) | 12 |
| Splittmastixasphalt (Deckschicht) | 15 |
| Gussasphalt (Deckschicht) | 19 |
| Asphaltbinderschicht | 26 |
| Asphalttragschicht | 55 |
| Beton (Deckschicht) | 26 |
| Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel | 60 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Asphalt | 55 |
| Tragschicht ohne Bindemittel unter Beton | 45 |

*(FGSV, 2001) und ABBV

Die Nutzungsdauern sind anhand valider Abschätzungen mit der oben aufgeführten Tabelle zu Baustoffnutzungsdauern anzunehmen und für jede Variante zu übertragen.

Die Zeitdauern der unregelmäßigen Erhaltungsmaßnahmen und die zugehörigen Verkehrsführungen können individuell ermittelt werden.

Bei der Erhaltungsplanung ist zu beachten, dass die technischen und die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung der Erhaltung so realistisch wie möglich gerechnet werden. Dies gilt vor allem für die Zugänglichkeit von Bauteilen/Schichten, an denen gegebenenfalls weitere Schichten ausgebaut und erneuert werden müssen.

Die anfallenden Erhaltungsmaßnahmen sind zeitlich in Maßnahmenpakete zusammenzufassen und die Dauer der Erhaltungsarbeiten in den entsprechenden Intervallen zu berechnen. Dabei ist auf volle Tage aufzurunden. Bei einer Überschreitung von 52 Bauwochen im betrachteten Jahr sind die übrigen Bauwochen auf das darauffolgende Jahr zu übertragen. Eine genauere Ermittlung der Zeitdauern für die Erhaltungsmaßnahmen ist zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert wird.

Erhaltungsmaßnahmen sind gegebenenfalls in den Maßnahmenpaketen parallel auszuführen, um die Dauer der Verkehrsbeeinträchtigung zu reduzieren. Dies ist ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren.

Nicht in den Tabellen angegebene Maßnahmen (Bauteile) und deren Verkehrsbeeinträchtigungsszenarien sind separat zu ermitteln und nachvollziehbar zu dokumentieren. Abweichende Verkehrsführungen sind nur zulässig, wenn sie ausreichend und nachvollziehbar dokumentiert sind.

Die Grenzleistungsfähigkeit für ausgewählte Streckengrößen ist in den Tabellen 2-6 angegeben. Für nicht aufgeführte Streckengrößen sind die Kapazitäten nach (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008) gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren. Dabei ist von einer Grundkapazität von 1.830 KFZ pro Fahrstreifen (bei einstreifigen Verkehrsstrecken von 1.570 KFZ) auszugehen und diese mit den in der Legende hinterlegten Faktoren an die Fahrstrecke anzupassen.

Tabelle 2: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für Landstraßen

| Regelplan ¹⁾ | Verkehrsführung ¹⁾ | Baustellenabgewandte Fahrtrichtung | Baustellenzugewandte Fahrtrichtung |
|-------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| C I / 1 2 | Ohne und mit geringer Einengung der FB | 1400 ²⁾ | 1400 ²⁾ |
| C I / 3 | Verkehrsführung über Behelfsfahrstreifen | 1400 ²⁾ | 1330 (Ü) ²⁾³⁾ |
| C I / 4 u.6 | FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. VZ | 500 ²⁾ | |
| C I / 5 | FB halbseitig gesperrt; Verkehrsregelung d. LSA | 1450 Pkw-E/h Grünzeit ⁴⁾ | |
| C I / 7 | 3-streifige FB; Sperrung re. FS der 2-streifigen Ri | 1400 ²⁾ | 1400 ²⁾ |
| C I / 8 | 3-streifige FB; Sperrung der 1-streifigen Ri | 1330 (Ü) ²⁾³⁾ | 1400 ²⁾ |

- ¹⁾ nach RSA 95 (FGSV, 1995)
- ²⁾ (SCHMUCK, 1984)
- ³⁾ (BECKMANN, 2001), (HELLMANN, 2008)
- ⁴⁾ (STAADT, 1979)

Tabelle 3: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 2-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | Baustellenabgewandte Fahrtrichtung | | Baustellenzugewandte Fahrtrichtung | |
|-----------|------------------------|------------|------------------------------------|----------|------------------------------------|------------|
| D II/1 | 2n+2 | 40,5 | 1830 | 1830 | 1830 | 1830 |
| | | | 3660 | | 3600 | |
| | 2n+2 Arbeiten am MS | | 1830 | 1830 | 1739 | 1830 |
| D II/2 | 2n+2 | 29,4 | 3660 | | 3569 | |
| | | | 1830 | 1830 | 1739 (B) | 1830 |
| D II/2 | 4s+0 | 29,4 | 3360 | | 3569 | |
| | | | 1830 | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1739 (Ü) |
| D II/3 | 2+0 | 11,0 | 1739 (W) | | | 1652 (Ü,W) |
| | | | 1739 | | 1652 | |
| D I/3 | 2n+1 | 7,8 | 1830 | 1830 | | 1739 (Ü) |
| | | | 3660 | | 1739 | |
| D II/1 | 3s+1 | 7,6 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (Ü) | 1830 |
| | | | 3569 | | 3569 | |
| - | 1+1 | 2,5 | 1739 (W) | | | 1739 (W) |
| | | | 1739 | | 1739 | |
| D II/4 | 3s+0 | 1,1 | 1830 | 1739 (B) | | 1652 (Ü,W) |
| | | | 3569 | | 1652 | |

Tabelle 4: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) für 3-streifige BAB (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Re- | Ver- | Anteil | baustellenabgewandte Fahrtrich- | baustellenzugewandte Fahrtrich- |
|-----|------|--------|---------------------------------|---------------------------------|
|-----|------|--------|---------------------------------|---------------------------------|

| gel-plan | kehrsführung | [%] | tung | | | tung | | |
|----------|--------------|------|------|------------|----------|------------|--------------|----------|
| | | | | | | | | |
| D I/5 | 3n+3 | 27,5 | 1830 | 1830 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1830 |
| | | | 5490 | | | 5308 | | |
| D I/6 | 3n+2 | 25,8 | 1830 | 1830 | 1830 | | 1652 (B,W) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 3482 | | |
| D II/5 | 4s+2 | 11,7 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1739 (Ü) | 1739 (B) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5308 | | |
| D II/7 | 4+0 | 11,7 | 1830 | 1652 (B,W) | | | 1569 (B,Ü,W) | 1739 (Ü) |
| | | | 3482 | | | 3308 | | |
| - | 2+2 | 9,2 | 1830 | 1652 (B,W) | | | 1652 (B,W) | 1830 |
| | | | 3482 | | | 3482 | | |
| D II/6 | 5s+1 | 5,8 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1652 (B,Ü) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5134 | | |
| - | 6s+0 | 3,3 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | 1652 (B,Ü) | 1652 (B,Ü) | 1830 |
| | | | 5308 | | | 5043 | | |
| D II/8 | 5s+0 | 3,3 | 1830 | 1739 (B) | 1739 (B) | | 1569 (B,Ü,W) | 1739(Ü) |
| | | | 5308 | | | 3308 | | |
| - | 3+1 | 1,7 | 1830 | 1739 (W) | | | 1652 (Ü,W) | 1830 |
| | | | 3569 | | | 3482 | | |

Tabelle 5: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 2-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | baustellenzugewandte Fahrtrichtung | |
|------------------------------|-------------------------------------|------------|------------------------------------|-------------|
| D II/2b | 2n+1, Wegfall LFS | 25 | 1652 (TB,W) | |
| | | | 1652 | |
| D III/2b, D III/3a, D III/3b | 2n+1, Wegfall ÜFS | 8 | | 1652 (TB,W) |
| | | | 1652 | |
| D III/4 | 2n+s | 29 | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 3130 | |
| D III/7 | 2n+2 Arbeiten auf Seitenstreifen | 38 | 1739 (TB) | 1739 (TB) |
| | | | 3478 | |

Tabelle 6: Fahrtrichtungsbezogene Kapazitäten (Grenzleistungsfähigkeit) von 3-streifige BAB, für Baustellen kurzer Dauer (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008)

| Regelplan | Verkehrsführung | Anteil [%] | baustellenzugewandte Fahrtrichtung | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| analog D III/1, D III/2a und 2b | 3n+2, Wegfall LFS | 26 | 1739 (TB) | 1652 (TB,W) | |
| | | | 3391 | | |
| analog D III/1, DIII/3a und 3b | 3n+2, Wegfall 2. ÜFS | 33 | | 1652 (TB,W) | 1739 (TB) |
| | | | 3391 | | |
| analog D III/4 | 3n+3s | 0 | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 4695 | | |
| DIII/5 | 3n+1 | 1 | 1652 (TB,W) | | |
| | | | 1652 | | |
| D III/6 | 3n+3, Arbeiten auf Seitenstreifen | 2 | | 1565 (TB,V) | 1565 (TB,V) |
| | | | 3130 | | |
| analog D III/7 | 3n+3 Arbeiten auf Seitenstreifen | 38 | 1830 | 1830 | 1830 |
| | | | 5490 | | |

Legende (BECKMANN, 2001; HELLMANN, 2008):

| | Faktoren |
|----|--|
| B | Unterschreiten der kritischen Fahrstreifenbreite 0,95 |
| Ü | Überleitung auf die Gegenfahrbahn 0,95 |
| W | Wegfall eines benachbarten Fahrstreifens 0,95 |
| TB | einfachere Ausstattung von Tagesbaustellen 0,95 |
| V | Verschwenkung 0,90 |
| ÜV | vorwiegender Urlaubsverkehr 0,90 |
| AB | bei Lage des Streckenabschnitts außerhalb von Ballungsräumen 0,95 |
| n | die Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn werden nicht durch die Baustellenverkehrsführung in Anspruch genommen |
| s | der Verkehr wird unter Mitbenutzung des Standstreifens geführt |

A: Ermittlung der Zeitverluste

Die Staudauer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks darf unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden. Zum Zeitpunkt der Vorplanung kann diese jedoch nur ermittelt werden, wenn ein mikroskopischer Ansatz der Stauprognosen gewählt wurde.

Stau entsteht, wenn die Verkehrsbelastung innerhalb einer betrachteten Stunde die Kapazität der Fahrstrecke übersteigt. In diesem Fall wird die gesamte Zeitverzögerung in der betrachteten Stunde aus der zugehörigen Gesamtverkehrsüberlastung und einer anzusetzenden Verzögerung je Fahrzeug ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge, deren Nachfrage in der betrachteten Stunde nicht bedient werden konnte, wird zur Verkehrsnachfrage der Folgestunde hinzuaddiert.

Im vereinfachten Verfahren wird die stündliche Verkehrsbelastung, d.h. die Anzahl der Fahrzeuge, die in der betrachteten Stunde die Fahrstrecke passieren, anhand des prognostizierten DTV über typisierte Tagesganglinien für die repräsentative Bauwoche ermittelt. Ein genaueres Verfahren ist zulässig, z.B. die Verwendung streckenspezifischer oder saison-spezifischer Tagesganglinien, oder die Verwendung von Tagesganglinien aus Verkehrsmessungen bei Bestandsbauwerken.

Die Stautunden $h_{\text{Stau},j,t}$ [h*KFZ] sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j wie folgt zu ermitteln:

$$h_{\text{Stau},j,t} = \sum_{m=1}^l T_{j,t,m} \cdot \sum_{q=1}^7 \sum_{i=1}^{24} h_{i,q,j,m} \quad (1)$$

mit

- $T_{j,t,m}$ Dauer T [Wo] der jeweiligen Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j in dem betrachteten Jahr t
- t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)
- j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)
- m betrachtete Erhaltungsmaßnahme
- l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr
- q betrachteter Tag Wochentag (1-7, Mo. bis So.)
- i betrachtete Stunde (1-24)
- $h_{i,q,j,m}$ Stautunden aller KFZ [h * KFZ] in der betrachteten Stunde i am betrachteten Wochentag q auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m , zu ermitteln nach Gleichung (2)

Die Stautunden $h_{i,q,j,m}$ aller KFZ in der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m werden wie folgt ermittelt:

$$h_{i,q,j,m} = n \cdot \left(\text{KFZ}_{j,q,R1,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R1,i} - 2\text{GrL}_{j,R1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i-1} + \text{KFZ}_{j,q,R2,i} - 2\text{GrL}_{j,R2} \right) + h_{i-1,q,j,m} \quad (2)$$

mit

- $\text{KFZ}_{j,q,R1,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R1$ nach Gl. (3)
- $\text{GrL}_{j,R1}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R1$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6
- $\text{KFZ}_{j,q,R2,i}$ Prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge [KFZ] während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j in Richtung $R2$ nach Gl. (3)
- $\text{GrL}_{j,R2}$ Grenzleistungsfähigkeit [KFZ] der Fahrstrecke j in Fahrtrichtung $R2$, je nach Beeinträchtigung der Verkehrsführung durch die jeweilige Maßnahme nach Tab. 2-6
- n Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge [h]
Im vereinfachten Verfahren ist mit einer Stauaufenthaltsdauer der Fahrzeuge von 0,5 h zu rechnen.
- $h_{i-1,q,j,m}$ Stautunden der Vorstunde zu der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j [h * KFZ]
- i betrachtete Stunde
- j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)
- m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

Die prognostizierte Anzahl der Fahrzeuge während der betrachteten Stunde i auf der betrachteten Fahrstrecke j für die Richtungen 1 und 2 ergeben sich wie folgt:

$$\text{KFZ}_{j,q,R1/2,i} = \text{Anteil DTV} \cdot \text{DTV}_j / 2 \quad (3)$$

mit

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [Kfz/d] auf der Fahrstrecke j

Anteil DTV nach Tab. 7

Anmerkung:

Die betrachtete Stunde i muss eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) der Fahrstrecke vorweisen, um eine Stausituation entstehen zu lassen und in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: **KFZ_{R,i} - GrL_R muss > 0** sein, ansonsten entsteht keine Stausituation und die aktuell betrachtete Stunde wird **nicht** berücksichtigt.

Hat sich in der untersuchten Vorstunde i-1 bereits eine Überschreitung der Grenzleistungsfähigkeit (GrL) ergeben, so kann die aktuell betrachtete Stunde i auch eine Unterschreitung der Grenzleistungsfähigkeit vorweisen, um in der Berechnung berücksichtigt zu werden. D.h.: Wenn **h_{i-1} > 0** darf **h_i < 0** sein, da sich die Stausituation wieder auflöst.

Tabelle 7: Tagesganglinien (repräsentative Bauwoche, vereinfachtes Verfahren) (HELLMANN, 2008)

| Std. | Anteil DTV (%) (Tagesganglinie für repräsentative Bauwoche*) | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|------------|-------|-------|-------|
| | Wochentag | Mo | Di, Mi, Do | Fr | Sa | So |
| Vorgeschlagener Tagesganglinientyp | Typ C | Typ C | Typ C | Typ A | Typ A | Typ A |
| 0-1 | 1,683 | 1,183 | 0,983 | 1,844 | 2,283 | |
| 1-2 | 1,253 | 0,944 | 0,724 | 1,339 | 1,718 | |
| 2-3 | 1,070 | 0,875 | 0,643 | 1,028 | 1,207 | |
| 3-4 | 1,238 | 0,973 | 0,723 | 0,914 | 0,951 | |
| 4-5 | 1,948 | 1,445 | 1,163 | 1,083 | 0,850 | |
| 5-6 | 3,645 | 2,939 | 2,743 | 1,810 | 0,999 | |
| 6-7 | 5,669 | 5,025 | 5,019 | 2,532 | 1,232 | |
| 7-8 | 6,477 | 6,181 | 6,070 | 3,635 | 1,805 | |
| 8-9 | 6,420 | 6,282 | 5,623 | 5,197 | 3,029 | |
| 9-10 | 6,191 | 6,059 | 5,359 | 6,429 | 4,582 | |
| 10-11 | 6,031 | 5,784 | 5,459 | 6,976 | 5,913 | |
| 11-12 | 5,922 | 5,661 | 5,734 | 6,973 | 6,517 | |
| 12-13 | 5,779 | 5,707 | 6,406 | 6,874 | 6,511 | |
| 13-14 | 5,818 | 5,982 | 6,896 | 7,102 | 6,854 | |
| 14-15 | 5,969 | 6,259 | 7,008 | 7,121 | 7,263 | |
| 15-16 | 6,268 | 6,646 | 7,028 | 6,534 | 7,056 | |
| 16-17 | 6,644 | 7,031 | 6,952 | 6,374 | 7,211 | |
| 17-18 | 6,355 | 6,861 | 6,671 | 6,358 | 7,662 | |
| 18-19 | 5,576 | 6,211 | 6,213 | 6,144 | 7,507 | |
| 19-20 | 4,457 | 5,061 | 5,259 | 5,273 | 6,704 | |
| 20-21 | 3,461 | 3,927 | 4,093 | 4,121 | 5,619 | |
| 21-22 | 2,725 | 3,073 | 3,116 | 3,277 | 4,506 | |
| 22-23 | 2,176 | 2,449 | 2,535 | 2,924 | 3,697 | |
| 23-24 | 1,552 | 1,773 | 1,908 | 2,469 | 2,650 | |

* Nach Empfehlung werden die Tagesganglinientypen mit relativ ausgeglichenem Verkehr (Typ C und Typ A) vorgegeben. Diese sind mit dem Umrechnungsfaktor zur Ermittlung der repräsentativen Bauwoche multipliziert worden – unter Verwendung der empfohlenen Jahrganglinie Typ B, die eine weitgehend ausgeglichenen Verlauf mit leichten Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen aufweist. (HELLMANN, 2008)

B: Ermittlung der Mehrkilometer

Beim vereinfachten Verfahren dürfen die Mehrkilometer im gesamten Lebenszyklus des Bauwerks anhand des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV unter folgenden vereinfachten Annahmen ermittelt werden:

Bei einer Vollsperrung einer Fahrstrecke mit Einrichtung einer Umleitungsstrecke werden die Mehrkilometer auf der Umleitungsstrecke ersatzweise mit dem Verkehrsaufkommen der gesperrten Strecke berücksichtigt.

Werden mehrere Umleitungen eingerichtet, auf die sich der Verkehr verteilt, so sind die Mehrkilometer anteilig zu wichten.

Die gesamten Mehrkilometer aller KFZ $L_{Uml,j,t}$ sind für jedes betrachtete Jahr t und jede Fahrstrecke j nach Gl. (4) zu ermitteln.

$$L_{Uml,j,t} = \sum_{m=1}^l d_{m,j,t} \cdot UML_{m,j,t} \cdot DTV_j \quad (4)$$

mit

$L_{Uml,j,t}$ Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$d_{m,j,t}$ Dauer der Sperrung [d] infolge der Maßnahme m der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

$UML_{m,j,t}$ Länge [km] der Umleitungsstrecke unter der Erhaltungsmaßnahme m für die betrachtete Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t

DTV_j durchschnittlicher täglicher Verkehr [KFZ / d] für die betrachtete Fahrstrecke j

t betrachtetes Jahr (von 1 bis 100)

j betrachtete Fahrstrecke (primäre Fahrstrecke und alle betroffenen sekundären Fahrstrecken)

m betrachtete Erhaltungsmaßnahme

l Gesamtzahl der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen im betrachteten Jahr

C: Bilanzierung der Treibhausgasemissionen

Die Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung dürfen nach dem folgenden vereinfachten Verfahren ermittelt werden.

Die Umweltwirkungen werden anhand der Treibhausgasemissionen bewertet. Sie sind aus den Zeitverlusten und den Mehrkilometern und den Emissionsfaktoren nach Tabelle 8 zu berechnen.

Tabelle 8: CO₂-Belastung (GRAUBNER, 2010)

| Faktor | Wert | Einheit |
|---------------|-------|-------------------------------------|
| $CB_{PKW,h}$ | 1,35 | kg CO ₂ Äqu./ (h * PKW) |
| $CB_{SV,h}$ | 17,56 | kg CO ₂ Äqu./ (h * SV) |
| $CB_{PKW,km}$ | 0,19 | kg CO ₂ Äqu./ (km * PKW) |
| $CB_{SV,km}$ | 0,74 | kg CO ₂ Äqu./ (km * SV) |

Es werden die zu erwartenden Mehremissionen durch die PKW und SV- als gesamte Mehremissionen K_{MBV_G} [kg CO₂-Äqu./ (DTV)] wie folgt berechnet:

$$K_{MBV_G} = MBV_P + \sum_{a=v}^w MBV_{s,a} \quad (5)$$

mit

- K_{MBV_G}** Mehremissionen gesamt [kg CO₂-Äqu./ (DTV)]
- MBV_P** Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der primären (durch das Bauwerk gebildete) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kgCO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)
- MBV_s** Mehremissionen durch die vom Stau betroffenen KFZs auf der sekundären (z.B. das Bauwerk kreuzende oder unterführende) Fahrstrecke, über den für die Bewertung angesetzten Betrachtungszeitraum von 100 Jahren in Bezug auf den DTV in [kg CO₂-Äqu./ (DTV)], zu ermitteln nach Gleichung (6)
- a** die zu betrachtende Verkehrsstrecke
- v** erster durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg
- w** letzter durch die Baumaßnahme betroffener sekundärer Verkehrsweg

Die Mehremissionen auf den einzelnen Fahrstrecken **MBV_j** [kg CO₂-Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:

$$MBV_j = \sum_{t=1}^{t_d} (MBV_{Stau,j,t} + MBV_{Uml,j,t}) \quad (6)$$

mit

- MBV_j** Mehremissionen auf der Fahrstrecke j [kg CO₂-Äqu./ DTV]
- MBV_{Stau,j,t}** Mehremissionen durch Zeitverlust auf der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (7)
- MBV_{Uml,j,t}** Mehremissionen infolge Umfahrung der Fahrstrecke j im Jahr t [kg CO₂-Äqu./ DTV], zu ermitteln nach Gleichung (8)
- t_d** Betrachtungszeitraum von 100 Jahren
- t** das zu betrachtende Jahr

Die Mehremissionen durch Zeitverluste auf der betrachteten Fahrstrecke **MBV_{Stau,j,t}** [kg CO₂-Äqu./ DTV] im betrachteten Jahr wird wie folgt ermittelt:

$$MBV_{Stau,j,t} = \sum_{m=k}^l h_{Stau,j,t,m} * \frac{(EM_{PKW,h} * (1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}}) + EM_{SV,h} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}})}{DTV_{Ges,j}} \quad (7)$$

mit

- h_{Stau,j,t,m}** prognostizierte gesamte Stautunden [h * KFZ] aller KFZ im betrachteten Jahr infolge der betrachteten Erhaltungsmaßnahme m
- EM_{PKW,h}** Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8
- EM_{SV,h}** Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8
- DTV_{Ges,j,t}** für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Gesamtverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
- DTV_{SV,j,t}** für das betrachtete Jahr t prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der betrachteten Fahrstrecke j [Kfz/ d]
- m** die betrachtete Maßnahme
- k** erste durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr
- l** letzte durchzuführende Erhaltungsmaßnahme in dem betrachtenden Jahr

Die Mehremissionen infolge Umfahrung der betrachteten Fahrstrecke **MBV_{Uml,j,t}** [kg CO₂-

| | |
|----------------------------------|---|
| | <p>Äqu./ DTV] werden wie folgt ermittelt:</p> $MBV_{Uml,j,t} = L_{Uml,j,t} * \left(EM_{PKW,km} * \left(1 - \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) + EM_{SV,km} * \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{Ges,j}} \right) \quad (8)$ <p>mit</p> <p>L_{Uml,j,t} Mehrkilometer aller KFZ [km * KFZ] der betrachteten Fahrstrecke j im betrachteten Jahr t</p> <p>DTV_{Ges,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>DTV_{SV,j} prognostizierte durchschnittliche tägliche Schwerverkehrsmenge auf der gesperrten Fahrstrecke [Kfz/ d]</p> <p>EM_{PKW,km} Emissionsfaktor für gewerblich und privat genutzte PKW bis 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>EM_{SV,km} Emissionsfaktor für SV-Fahrzeuge ab 2,8 t nach Tabelle 8</p> <p>Werden PKW- und Schwerverkehr auf verschiedene Umleitungen aufgeteilt, so sind die Mehrkilometer getrennt zu ermitteln und entsprechend zuzuweisen.</p> <p><i>Hinweis: Sollte es in diesem Kriterium Schwierigkeiten bezüglich der Annahmen geben oder eine makroskopische Stauprognose vorliegen, die keine Aussage über mögliche Stautunden tätigt, ist ein Erläuterungsbericht über mögliche Engpässe und Gefahrenstellen zu erstellen.</i></p> |
| <p>Bewertungsmaßstab:</p> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Umweltwirkungen infolge Linienführung | |
| zugehöriges Kriterium: | Umweltwirkungen infolge Linienführung | Kriterien-Nr.: 1.9 |

Systemspezifische Anlage Streckenzug

Methode: Bilanzierung der Abgasemissionen anhand von längsneigungsabhängigen Emissionsfaktoren und Streckenlänge

Teilkriterien: -

Beschreibung der Methode: Der RWS-Entwurf beinhaltet Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren im Straßenverkehr (HBEFA) in Tabellenform differenziert nach Art des Streckentyps nach Netzelement, Längsneigungsklassen und Verkehrszustandsstufen für Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV). Die Streckentypen nach Netzelemente werden im Kapitel 6.3 der RWS-Entwurf typisiert und können dort entsprechend nachgeschlagen werden.
Die Streckenzüge sind folglich in Abschnitte einer Längsneigung sowie nach Streckentypen zu unterteilen.
Die Längsneigungsklassen werden in der RWS wie folgt unterteilt (vgl. RWS-Entwurf Kapitel 6.4.2).

Tabelle 3: Längsneigungsklassen nach RWS

| Längsneigungs-klasse | Längsneigung s [%] |
|----------------------|--------------------|
| 1 | -7 > s |
| 2 | -7 ≤ s ≤ -5 |
| 3 | -5 ≤ s ≤ -3 |
| 4 | -3 ≤ s ≤ -1 |
| 5 | -1 ≤ s ≤ 1 |
| 6 | 1 ≤ s ≤ 3 |
| 7 | 3 ≤ s ≤ 5 |
| 8 | 5 ≤ s ≤ 7 |
| 9 | s > 7 |

Vereinfachend wird für dieses Kriterium angenommen, dass die Verkehrszustandsstufe 2 für das gesamte Jahr anzunehmen ist.

Die Formel zur Ermittlung der Abgasemissionen der einzelnen Schadstoffkomponenten einer Fahrzeuggruppe (LV bzw. SV) auf einer Strecke in den Stunden eines Jahres mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe lautet wie folgt :

$$AE_{SK,FzG,S,VZS} = \sum_{h(VZS)=1}^{n_h(VZS)} q_{FzG,S,h(VZS)} \cdot L_S \cdot f_{AE,SK,FzG,VZS} \cdot 10^{-6}$$

mit

$n_{h(VZS)}$ Anzahl der Stunden mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe im betrachteten Jahr

$Q_{FzG,S,h(VZS)}$ Verkehrsstärke der Fahrzeuggruppe auf einer Strecke in der Stunde h mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe

L_S Länge der Strecke

$f_{AE,SK,FzG,VZS}$ spezifischer Emissionsfaktor der betrachteten Schadstoffkomponente und Fahrzeuggruppe für die betrachtete Verkehrszustandsstufe nach Tabelle 110 bis 113 (Leichtverkehr) bzw. Tabelle 114 bis 117 (Schwerverkehr) im RWS-Entwurf (siehe Literaturanhang)

Die Formel zur Ermittlung der Abgasemissionen der einzelnen Schadstoffkomponenten einer Fahrzeuggruppe (LV bzw. SV) auf einer Strecke in den Stunden eines Jahres mit einer bestimmten Verkehrszustandsstufe lautet wie folgt:

$$AE_{SK,FzG,S,VZS=2} = 365 \cdot DTV_{FzG,S} \cdot L_S \cdot f_{AE,SK,FzG,VZS=2} \cdot 10^{-6}$$

mit

$DTV_{FzG,S}$ Durchschnittlicher Tagesverkehr der Fahrzeuggruppe auf einer Strecke

L_S Länge der Strecke

$f_{AE,SK,FzG,VZS=2}$ spezifischer Emissionsfaktor der betrachteten Schadstoffkomponente und Fahrzeuggruppe für die betrachtete Verkehrszustandsstufe 2 nach Tabelle 110 bis 113 (Leichtverkehr) bzw. Tabelle 114 bis 117 (Schwerverkehr) im RWS-Entwurf (siehe Literaturanhang)

Die Abgasemissionen der jeweiligen Schadstoffkomponenten sind für jede Längsneigungs-kategorie und Fahrzeuggruppe zu ermitteln und anschließend in ihrer jeweiligen Schadstoffgruppe aufzusummieren. Bei den Schadstoffkomponenten PM_{2,5}, PM₁₀ sind zusätzlich die nicht-motorbedingten Emissionen zu ermitteln.

Nicht-motorbedingte Emissionen werden zusätzlich für die Schadstoffkomponenten PM_{2,5} und PM₁₀ betrachtet

$$NE_{PM,FzG,S,VZS=2} = 365 \cdot DTV_{FzG,S} \cdot L_S \cdot f_{NE,PM,FzG,VZS=2} \cdot 10^{-9}$$

mit

$NE_{PM,FzG,S,VZS=2}$ nicht-motorbedingte PM_{2,5} bzw. PM₁₀-Emissionen der betrachteten Fahrzeuggruppe auf einer Strecke im betrachteten Jahr

$DTV_{FzG,S}$ Durchschnittlicher Tagesverkehr der Fahrzeuggruppe auf einer Strecke

L_S Länge der Strecke

$f_{NE,PM,FzG,VZS=2}$ spezifischer Emissionsfaktor für PM_{2,5} bzw. PM₁₀ der betrachteten Fahrzeuggruppe und Verkehrszustandsstufe 2 nach Tabelle 119 bis 126 (RWS-Entwurf) (siehe Literaturanhang)

| | |
|----------------------------------|--|
| | <p>Die CO₂-Belastung ist gesondert zu ermitteln. Hierfür wird für die Ermittlung der CO₂-Emissionen einer Fahrzeuggruppe auf einer Strecke eines Jahres der Verkehrszustandsstufe 2 mit folgender Gleichung errechnet.</p> $CB_{S,FzG,S,VZS=2} = 365 \cdot DTV_{FzG,S} \cdot L_S \cdot f_{AE,FzG,VZS=2,CO_2} \cdot 10^{-6}$ <p>mit</p> <p>$CB_{S,FzG,VZS=2}$ CO₂-Emissionen der Fahrzeuggruppen auf einer Strecke im betrachteten Jahr</p> <p>$DTV_{FzG,S}$ Durchschnittlicher Tagesverkehr der Fahrzeuggruppe auf einer Strecke</p> <p>L_S Länge der Strecke</p> <p>$f_{AE,SK,FzG,VZS=2}$ spezifischer Emissionsfaktor für CO₂ der betrachteten Fahrzeuggruppe für Verkehrszustandsstufe 2 nach Tabelle 140 bis 143 (RWS-Entwurf) (siehe Literaturanhang)</p> <p>Die CO₂-Belastung ist für jede Längsneigungsklasse und Fahrzeuggruppe zu ermitteln und anschließend miteinander aufzusummieren.</p> <p>Die Abgas- und CO₂-Emissionen sind schließlich variantenabhängig darzustellen und gegenüberzustellen.</p> |
| <p>Bewertungsmaßstab:</p> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora | Kriterien-Nr.: 1.6 |

Systemspezifische Anlage Streckenzug

| | |
|------------------------------|--|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Teilkriterien: | <p><u>Sukzessionslenkung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Behinderung von Wildwechsel während Herstellung und Nutzung <p><u>Lärmbeeinträchtigung der Fauna während der Herstellung und der Nutzung, z.B.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit → erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer |
| Vorgehen / Kriterien: | <p>Es ist ein stichpunktartiger Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften, wie TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (BMU, 1998)).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitender Planungsphase weiter zu erfassen.</p> <p>Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten:</p> <p><u>Sukzessionslenkung</u></p> <p>Sukzessionslenkung - Behinderung von Wildwechsel während der Nutzung: Wird ein Wildwechsel im Regelbetrieb voraussichtlich durch den Streckenzug behindert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Streckenzug befindet sich in einem Gebiet ohne Wildwechsel. 10 CP - Ja, der Wildwechsel wird durch den Streckenzug eingeschränkt, ist jedoch bedingt möglich. 5 CP - Ja, ein Wildwechsel wird durch den Streckenzug vollständig unterbunden. 0 CP <p>Werden Baumaßnahmen in der Planung berücksichtigt, die einen Wildwechsel fördern (z.B. Grünbrücken)</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja 10 CP Nein 0 CP |

| | |
|--|---|
| | <p><u>Vogelschutz</u></p> <p>Besteht nach dem vorliegenden Planungsstand voraussichtlich eine Gefahr für Vögel durch eine Lärmschutzwand?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nein, es ist keine Lärmschutzwand oder keine transparente Lärmschutzwand oder eine transparente Lärmschutzwand mit Vogelschutzstreifen bzw. -aufklebern geplant. 10 CP - Ja, es ist eine transparente Lärmschutzwand ohne Vogelschutzmaßnahmen geplant. 0 CP |
| | <p><u>Sonstige Beeinträchtigungen</u></p> <p>Besteht nach dem vorliegenden Planungsstand die Gefahr, dass die Fauna und die Flora über die zuvor genannten Aspekte hinaus (z.B. hinsichtlich Artenvielfalt, Störung von Brut und Nistplätzen, etc.) beeinträchtigt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nein, es wird voraussichtlich keine Beeinträchtigung auftreten. 10 CP - Ja, es wird voraussichtlich eine Beeinträchtigung auftreten. Es liegt jedoch ein detailliertes Kompensationskonzept vor, welches mehr Ausgleichsmaßnahmen vorsieht als gesetzlich gefordert sind. 5 CP - Ja, es wird voraussichtlich eine Beeinträchtigung auftreten. Es ist jedoch nur das gesetzlich geforderte Mindestmaß an Kompensationsmaßnahmen vorgesehen. 2 CP - Ja, es wird voraussichtlich eine Beeinträchtigung auftreten. Das gesetzlich geforderte Mindestmaß der Kompensationsmaßnahmen wird jedoch voraussichtlich nicht erreicht oder es sind gar keine Kompensationsmaßnahmen geplant. 0 CP |
| | <p><u>Allgemeine Lärmbeeinträchtigung während der Nutzung</u></p> <p>Wie kann die erwartete Lärmbeeinträchtigung durch von dem Streckenzug ausgehenden Verkehrslärm generell beurteilt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufgrund des Verlaufs des Streckenzuges besteht keine Lärmbeeinträchtigung der Fauna. 10 CP - Aufgrund des Verlaufs des Streckenzuges ist eine Lärmbeeinträchtigung zu erwarten, wird aber durch Kompensationsmaßnahmen, wie z.B. Troglage, Lärmschutzwände bzw. Lärmschutzwälle etc., reduziert. 5 CP - Aufgrund des Verlaufs des Streckenzuges ist eine Lärmbeeinträchtigung zu erwarten und wird nicht kompensiert. 0 CP |
| | <p><i>Bewertungsmaßstab:</i></p> |
| | <p>Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden.</p> |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft | Kriterien-Nr.: 1.7 |

Systemspezifische Anlage Streckenzug

| | |
|------------------------------|---|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Teilkriterien: | <p><u>Grundwasser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Vermischung von Grundwasserschichten → Veränderungen des Grundwasserstroms <p><u>Erschütterungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Folgeschäden durch Herstellung oder Nutzung <p><u>Bodenaushub, Erdbewegungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → größere Mengen an Bodenbewegungen <p><u>Bauverfahrens- oder nutzungsbedingte Risiken zur Verunreinigungen der lokalen Umwelt</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → z.B. bei Bodenverbesserungsmaßnahmen etc. <p><u>Naturschutz-/Wasserschutzgebiete</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinträchtigungen → Ausgleichsmaßnahmen <p><u>Umwelteinwirkungen durch Staubeentwicklung während der Herstellung der Verkehrsanlage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Erfassung und Entsorgung von Stäuben während der Baumaßnahme → Verhinderung der Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Flächen <p><u>Kleinklima</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinflussung des Kleinklimas im Bereich des Verkehrsweges <p><u>Hochwasserschutz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Behinderung des Hochwasserabflusses durch Einbauten |
| Vorgehen / Kriterien: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die folgenden Punkte der ökologischen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften, wie TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (BMU, 2002)).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitender Planungsphase weiter zu erfassen.</p> |

| | | |
|--|---|-------|
| | Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten: | |
| | <u>Grundwasser</u> | |
| | Ist nach dem vorliegenden Planungsstand damit zu rechnen, dass es durch den Streckenzug oder im Zuge der Baumaßnahme zu einer Vermischung der Grundwasserschichten oder einer dauerhaften Veränderung des Grundwasserstroms kommen wird? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | <u>Erschütterungen</u> | |
| | Ist nach dem vorliegenden Planungsstand damit zu rechnen, dass während der Nutzung vom Streckenzug in besonderem Maße Erschütterungen ausgehen bzw. weitergeleitet werden, die die lokale Umwelt beeinträchtigen? (z.B. aufgrund der Konstruktionsweise, der Boden-Bauwerks-Interaktion oder der örtlichen Baugrundbeschaffenheit etc.) | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | <u>Bodenbewegungen</u> | |
| | Ist ein Konzept zur Optimierung von Bodenaushub und Aushubverwendung geplant, welches sich an folgenden Prinzipien orientiert? (z.B. Reduzierung der Aushubmenge, Maximierung der Wiederverwendung in der eigenen Baumaßnahme, Minimierung des zu deponierenden Bodens) | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | <u>Naturschutzgebiete</u> | |
| Wird nach dem vorliegenden Planungsstand voraussichtlich ein Naturschutz-/ Wasserschutzgebiet durch den Streckenzug beeinträchtigt werden? | | |
| Ja | 10 CP | |
| Nein | 0 CP | |
| <u>Kleinklima</u> | | |
| Wird das Kleinklima voraussichtlich durch den Streckenzug beeinträchtigt werden? | | |
| Ja | 10 CP | |
| Nein | 0 CP | |
| <u>Hochwasserschutz</u> | | |
| Besteht nach dem vorliegenden Planungsstand trotz Beachtung des anerkannten Standes der Technik ein Restrisiko der Behinderung des Hochwasserabflusses durch den Streckenzug oder durch Bauwerksteile (z.B. einzelne Pfeiler)? | | |
| Ja | 10 CP | |
| Nein | 0 CP | |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|----------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Ressourcenschonung | Kriterien-Nr.: 1.14 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|---|
| Methode: | Erläuterungsbericht |
| Teilkriterien: | - |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem beantwortet werden sollte, ob Recyclingbaustoffe bzgl. der Streckenzüge und zugehörigen Infrastrukturbauwerke je Variante eingebaut werden dürfen und wenn ja, ob Recyclingbaustoffe geplant werden eingebaut zu werden und mit welchem prozentualen Anteil sowie welche Recyclingqualität (Downcycling, closed loop, etc.) geplant wird angewandt zu werden. Zuletzt sollte, wenn möglich bereits in den Bericht integriert werden, ob sekundäres oder primäres Material geplant wird eingebaut zu werden. Der Bericht ist mit fortschreitendem Planungsstand detaillierter fortzuschreiben.</p> <p><u>Argumentative Einordnung in Kategorien</u></p> <p>Der Erläuterungsbericht ist variantenunabhängig zu verfassen.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | Kriterien-Nr.: 3.1 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|--|
| Methoden: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Teilkriterien: | <p><u>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Herstellung</u></p> <p style="margin-left: 20px;">→ z.B. Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit</p> <p><u>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Nutzung</u></p> <p style="margin-left: 20px;">→ z.B. erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer</p> <p><u>Weitere Beeinträchtigung von Menschen</u></p> <p style="margin-left: 20px;">→ Entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität des Menschen haben die Wohn- und Wohnumfeldfunktionen sowie Erholungs- und Freizeitfunktionen. Das Schutzgut Mensch steht in enger Wechselbeziehung zu den übrigen Schutzgütern, vor allem zu denen des Naturhaushaltes.</p> |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden und mit fortschreitendem Planungsstand weiterzuentwickeln.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Maßgebend sind die zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassenen Durchführungsverordnungen (BImSchV). Sofern in den Durchführungsverordnungen keine Grenzwerte für Emissionen bzw. Immissionen festgelegt sind, gelten die Werte aus den bundeseinheitlichen Verwaltungsvorschriften wie TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (BMU, 1998)).</p> <p>Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten:</p> <p><u>Immissionsgrenzwerte</u></p> <p>Werden nach dem vorliegenden Planungsstand nach der Berechnung des Lärmpegels nach RLS 90 die Grenzwerte der 16. BImSchV um min. 3 dB(A) in den nächstgelegenen bebauten Gebiete unterschritten? (Werte nach 16. BImSchV: z.B. Wohngebiet Tag 59 dB(A) / Nacht 49 dB(A))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Ja, die Mindestanforderungen werden entsprechend übererfüllt. 10 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Nein, die gesetzlichen Mindestanforderungen werden jedoch erfüllt. 5 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> - Nein, selbst die gesetzlichen Mindestanforderungen werden nicht erfüllt. <i>(gesonderte Begründung notwendig, warum eine Abweichung vom gesetzlichen Standard zulässig ist. Sonst Abwertung des gesamten Kriteriums auf Null CP)</i> 0 CP |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| | <p><u>Dauerhaftigkeit der Lärminderungsmaßnahmen</u></p> <p>Wird nach dem vorliegenden Planungsstand bei der Auslegung der Lärmschutzmaßnahmen eine zukünftige Erhöhung des Lärmpegels durch eine steigende Verkehrsbelastung berücksichtigt?</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Ja, die Verkehrsprognosen werden berücksichtigt. Auch bei einer Zunahme der Verkehrsbelastung im Rahmen der vorliegenden Prognosen ist die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte dauerhaft gewährleistet. Gegenüber dem höchsten Wert der prognostizierten Verkehrsbelastung bestehen hinsichtlich der vorgesehenen Lärmschutzmaßnahmen immer noch Reserven. 10 CP | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Hinsichtlich der Auslegung der Lärmschutzmaßnahmen sind gegenüber der aktuellen Verkehrsbelastung gewisse Reserven vorgesehen, die jedoch voraussichtlich durch eine steigende Verkehrsbelastung innerhalb des Prognosezeitraums aufgezehrt werden. 5 CP | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Nein, die Auslegung der Lärmschutzmaßnahmen ist nur nach der aktuellen Verkehrsbelastung vorgesehen. Es bestehen keinerlei Reserven bezüglich einer steigenden Verkehrsbelastung. 0 CP | |
| | <p>Allgemeine Lärmbeeinträchtigung während der Nutzung: Wie kann die erwartete Lärmbeeinträchtigung durch den vom Streckenzug ausgehenden Verkehrslärm generell beurteilt werden?</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Aufgrund der Lage des Streckenzuges besteht keine Lärmbeeinträchtigung des Menschen 10 CP | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Der Mensch wird durch den Verkehrslärm des Streckenzuges voraussichtlich beeinträchtigt werden. Aufgrund von Lage, Bauart und Ausführung sind die auf den Menschen einwirkenden Lärmimmissionen, die von dem Streckenzug ausgehen werden, dabei voraussichtlich... <ul style="list-style-type: none"> - geringer 10 CP - genauso stark 5 CP - stärker 0 CP | |
| | <p>Werden nach dem vorliegenden Planungsstand die Wohn- und Wohnfeldfunktionen sowie die Erholungs- und Freizeitfunktion durch den Streckenzug voraussichtlich außer durch Lärm auf eine sonstige Weise negativ beeinträchtigt?</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Nein, es wird voraussichtlich keine Beeinträchtigung auftreten. 10 CP - Ja, es wird voraussichtlich eine Beeinträchtigung auftreten. Es liegt jedoch ein detailliertes Kompensationskonzept vor, welches mehr Ausgleichsmaßnahmen vorsieht, als gesetzlich gefordert sind. 5 CP - Ja, es wird voraussichtlich eine Beeinträchtigung auftreten. Es ist jedoch nur das gesetzlich geforderte Mindestmaß an Kompensationsmaßnahmen vorgesehen. 0 CP | |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Schutzgut Landschaft | Kriterien-Nr.: 3.2 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|--|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Teilkriterien: | <u>Landschaft</u> Der Begriff der Landschaft ist synonym zum Begriff Landschaftsbild zu sehen und beschreibt damit einen sinnlich wahrnehmbaren Landschaftsausschnitt. Beurteilt werden unter anderem Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit der Landschaft. |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die folgenden Punkte der soziokulturellen und funktionalen Qualität erörtert und beurteilt werden.</p> <p>Hierzu sind jeweils die Beurteilungen aus der Umweltverträglichkeitsprüfung heranzuziehen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen auf die in § 2 UVPG genannten Schutzgüter sind in einem Belastungsszenario bzw. Risikoprofil für das Schutzgut darzustellen und zu bewerten.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitendem Planungsstand weiterzuentwickeln.</p> <p>Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten:</p> <p>Werden alternative Entwürfe untersucht?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ja, es wurden mindestens zwei sich wesentlich unterscheidende Alternativen betrachtet. 10 CP - Nein, zu dem ausgeführten Entwurf standen keine Alternativen zur Auswahl. 0 CP |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Komfort

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Komfort | Kriterien-Nr.: 3.4 |

Systemspezifische Anlage Streckenzug

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------|-------|------------------|------|-----------------|------|-----------|------|-----------|-------|------------------|------|-----------------|------|-----------|------|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage von objektiven Nutzerkriterien | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | <u>Trassierung</u> <ul style="list-style-type: none"> → Anteil mit Mindestradien → Anteil der Steigungsstrecken (> 4 % /km) → Erwartete Qualität des Verkehrsablaufes <u>Sichtweite</u> <ul style="list-style-type: none"> → Überholsichtweite | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die herzustellende Verkehrsanlage soll eine aus Sicht der Straßennutzer sichere und leistungsfähige Verkehrsabwicklung gewährleisten.</p> <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die genannten Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen und mit fortschreitendem Planungsstand weiterzuentwickeln.</p> <p>Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten:</p> <p><u>Trassierung</u></p> <p>Wie groß ist der Anteil an der Gesamtstrecke, der mit Mindestradien trassiert wurde?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- x < 10%</td> <td style="text-align: right;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- 10 % < x < 30%</td> <td style="text-align: right;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- 30% < x < 50%</td> <td style="text-align: right;">2 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- x > 50%</td> <td style="text-align: right;">0 CP</td> </tr> </table> <p>Wie hoch ist der Anteil der Steigungsstrecken in der räumlichen Linienführung mit mehr als 4% / km?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- x < 10%</td> <td style="text-align: right;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- 10 % < x < 30%</td> <td style="text-align: right;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- 30% < x < 50%</td> <td style="text-align: right;">2 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- x > 50%</td> <td style="text-align: right;">0 CP</td> </tr> </table> | - x < 10% | 10 CP | - 10 % < x < 30% | 5 CP | - 30% < x < 50% | 2 CP | - x > 50% | 0 CP | - x < 10% | 10 CP | - 10 % < x < 30% | 5 CP | - 30% < x < 50% | 2 CP | - x > 50% | 0 CP |
| - x < 10% | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 10 % < x < 30% | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 30% < x < 50% | 2 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - x > 50% | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - x < 10% | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 10 % < x < 30% | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - 30% < x < 50% | 2 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - x > 50% | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| | Welche Qualität des Verkehrsablaufes über den gesamten Streckenzug wird voraussichtlich erwartet? | |
| | - Verkehrsqualität C oder D | 10 CP |
| | - Verkehrsqualität B oder E | 5 CP |
| | - Verkehrsqualität A oder F | 0 CP |
| | Hinweis: Die Berechnung muss nach HBS erfolgen. | |
| | <u>Sichtweite</u> | |
| | Ist über den gesamten Streckenverlauf die Überholsichtweite berücksichtigt? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| <i>Bewertungsmaßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security) | Kriterien-Nr.: 3.5 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|-------|------|------|----|-------|------|------|----|-------|------|------|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Risikoprofils | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Witterungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Regen, Eis, Schnee) 2. Anlagebedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Geomorphologische Lage der Verkehrsanlage in ebenem bis stark bewegten Gelände (z.B. Verwehungen, Steinschläge)) 3. Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage durch externe Störungen 4. Störfallmanagement (z.B. Aktivierung von Umleitungsstrecken) 5. Einschätzung des Grades des Gefährdungsbereichs des Streckenzuges 6. Einschätzung über mögliche Alternativroutenverfügbarkeit | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem das Risikoprofil der Verkehrsanlage für die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet wird.</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen.</p> <p>Auf Grundlage des Erläuterungsberichtes sind folgende Fragen zu beantworten und zu bewerten.</p> <p>Des Weiteren sind folgende Checklisten-Fragen zu beantworten:</p> <p><u>Witterungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage</u></p> <p style="padding-left: 20px;">1.) Regen</p> <p>Ist für den gesamten Streckenzug dafür gesorgt, dass bei Starkregenereignissen keine Gefahr durch Überschwemmung besteht?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Ja</td> <td style="text-align: right;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Nein</td> <td style="text-align: right;">0 CP</td> </tr> </table> <p>Sind die Entwässerungseinrichtungen entsprechend gerüstet?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Ja</td> <td style="text-align: right;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Nein</td> <td style="text-align: right;">0 CP</td> </tr> </table> <p>Besteht Gefahr hinsichtlich Aquaplaning?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Ja</td> <td style="text-align: right;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">Nein</td> <td style="text-align: right;">0 CP</td> </tr> </table> | Ja | 10 CP | Nein | 0 CP | Ja | 10 CP | Nein | 0 CP | Ja | 10 CP | Nein | 0 CP |
| Ja | 10 CP | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 0 CP | | | | | | | | | | | | |
| Ja | 10 CP | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 0 CP | | | | | | | | | | | | |
| Ja | 10 CP | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 0 CP | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|-------|
| | 2.) Gefahr von Eisglätte | |
| | Ist auf der geplanten Streckenzug eine besondere Gefahr von plötzlicher Eisglätte zu erwarten (z.B. aufgrund der Baukonstruktion und der Baustoffe sowie der Lage)? | |
| | - Nein, es ist keine besondere Gefahr zu erwarten. | 10 CP |
| | - Die Entschärfung einer potenziellen Gefahr durch geeignete Glättevermeidungsmaßnahmen ist vorgesehen. Art, Umfang und Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen müssen sich dabei anhand der vorliegenden Planung plausibel nachvollziehen lassen. | 10 CP |
| | - Ja, es ist eine besondere Gefahr zu erwarten und Glättevermeidungsmaßnahmen sind nicht vorgesehen. | 0 CP |
| | 3.) Gefahr durch Seitenwind | |
| | Ist auf der geplanten Strecke eine besondere Gefahr durch Seitenwind zu erwarten, da der Streckenzug z.B. über ein hohes Tal oder flaches Land führt oder der Nutzer von einem windgeschützten Bereich (z.B. Einschnitt oder Tunnel) auf einen ungeschützten Bereich mit starkem Seitenwind wechselt? | |
| | - Nein, anhand der vorliegenden Planung lässt sich nachvollziehbar begründen, dass aufgrund von Lage und baulicher Ausführung des Streckenzuges für den Nutzer keine besondere Gefahr durch Seitenwind zu erwarten ist. | 10 CP |
| | - Ja, es ist eine Gefahr durch Seitenwind zu erwarten, es ist aber vorgesehen, den Nutzer durch Hinweis- und Warnmaßnahmen zu sensibilisieren (Windsack, etc.). | 5 CP |
| | - Ja, es besteht eine Gefahr durch Seitenwind, besondere Schutz-oder Warnvorkehrungen sind jedoch nicht vorhanden. | 0 CP |
| | <u>Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage durch externe Störungen</u> | |
| | Gibt es auf dem Streckenzug kritische Bereiche hinsichtlich Sondergefahren, wie Brand, Explosion oder Kontamination? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| <u>Störfallmanagement</u> | | |
| Anmerkung: Hier werden prinzipielle Möglichkeiten der Verkehrsführung nach Unfällen, Katastrophenfällen oder sonstigen unvorhergesehenen Schadensfällen abgefragt. Die Frage, inwieweit es bei Teil- oder Vollsperrungen zu Stauereignissen oder Mehrkilometern durch Umleitungen kommt, und deren ökologische und ökonomische Auswirkungen werden in den Hauptkriteriengruppen "Ökologie" und "Ökonomie" behandelt. | | |
| Kann bei einer erforderlichen Teilspernung des Streckenzuges, ggf. auch unter Einbeziehung vorhandener Standstreifen oder Fahrstreifen der Gegenrichtung, der Verkehr in beide Fahrtrichtungen gleichzeitig aufrechterhalten werden | | |
| - Ja, in Summe sind mehr als zwei Fahrstreifen vorhanden, sodass bei der erforderlichen Sperrung eines Fahrstreifens auf den verbleibenden Fahrstreifen der Verkehr in beide Fahrtrichtungen aufrechterhalten werden kann. | 10 CP | |
| - Nein, sobald ein Fahrstreifen gesperrt werden muss, kann der Streckenzug nicht mehr gleichzeitig in beiden Fahrtrichtungen genutzt werden. | 0 CP | |
| <u>Einschätzung des Grades des Gefährdungsbereiches des Streckenzuges</u> | | |

| | | |
|---|---|-------|
| | Wurde eine Einteilung in kritische und nicht kritische Abschnitte (in Anlehnung an SKRIBT) vorgenommen? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | <u>Einschätzung über mögliche Alternativroutenverfügbarkeit</u> | |
| | Wurde während der Planung bereits Alternativrouten in Betracht gezogen? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | Bestehen Umleitungsmöglichkeiten für den Streckenzug? | |
| | Ja | 10 CP |
| | Nein | 0 CP |
| | <u>Umgang mit einer exponierten Lage hinsichtlich Sondergefahren in der Planung</u> | |
| | Es liegt ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen und Eingreifzeitpunkten sowie Festlegungen zur Rufbereitschaft und Dringlichkeit für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer akuten Gefahrenlage vor. | 10 CP |
| | Es liegt ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen und Eingreifzeitpunkten sowie Festlegungen zur Rufbereitschaft und Dringlichkeit für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer akuten Gefahrenlage für kritische Abschnitte des Streckenzuges, insbesondere für Abschnitte mit Ingenieurbauwerken, vor. | 5 CP |
| | Die exponierte Lage hinsichtlich Sondergefahren, wie Brand, Explosion und Kontamination findet keinen Eingang in die Planung. | 0 CP |
| <u>Umgang mit einer exponierten Lage hinsichtlich Naturkatastrophen in der Planung</u> | | |
| Es liegt ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen und Eingreifzeitpunkten sowie Festlegungen zur Rufbereitschaft und Dringlichkeit für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer akuten Gefahrenlage vor. | 10 CP | |
| Es liegt ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen und Eingreifzeitpunkten sowie Festlegungen zur Rufbereitschaft und Dringlichkeit für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer akuten Gefahrenlage für kritische Abschnitte des Streckenzuges, insbesondere für Abschnitte mit Ingenieurbauwerken, vor. | 5 CP | |
| Die exponierte Lage hinsichtlich Naturkatastrophen findet keinen Eingang in die Planung. | 0 CP | |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. | |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Erläuterungsbericht) | |
| zugehöriges Kriterium: | Erhaltung und Betriebsoptimierung | Kriterien-Nr.: 4.3 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|--|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Betriebskonzepts |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauart- bzw. Bauweisen spezifische Hinweise des Betriebsdienstes für die Nutzungsphase der Verkehrsanlage innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren. 2. Optimierungen wie unterhaltungsfreundliches Entwerfen, verfügbarkeitsoptimierte Erhaltungsstrategie u.ä. |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist nachzuweisen, dass alle betriebsdienstlichen Fachbereiche in die Planung integriert wurden und entsprechende Hinweise Eingang fanden.</p> <p>Wurde betriebsdienstlichem Fachbereiche (Grünflächenamt, Arbeitssicherheit, Betriebsdienst etc.) in Planung integriert?</p> <p>Ist ein Mitzeichnungsverfahren mit anderen Fachbereichen geplant?</p> <p>Haben in dem Mitzeichnungsverfahren alle Fachbereiche die Pläne gesehen und mitgezeichnet?</p> <p>Wurden Einwände / Kritiken in der Planung berücksichtigt?</p> <p>Die im Protokoll getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen. Möglichkeiten der Berücksichtigung zum Zeitpunkt der Vorplanung können sein:</p> <p>Freie Strecke</p> <ul style="list-style-type: none"> – Seitenstreifenausbau für Betriebsdienst – Verlegung Leerrohre – Berücksichtigung der betriebsdienstlichen Pflage Tätigkeiten an Böschungen, Dämmen und Einschnitten – etc. <p>Infrastrukturbauwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wegebreite für Betriebsdiensttätigkeiten – Deckenvorrichtung – Auf- und Abgänge – etc. <p>Wird kein Nachweis erbracht, so ist das Kriterium <u>mit 0 Punkten</u> zu bewerten.</p> |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | Kriterien-Nr.: 4.4 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | |
|---|---|
| Methode: | Checkliste |
| Teilkriterien: | 1. Planung bzw. Dimensionierung 2. Erweiterung |
| Beschreibung der Methode: | <p>Es ist ein Erläuterungsbericht zu erstellen, in dem die Teilkriterien untersucht, dargestellt und bewertet werden. Es wird die nachträgliche Erweiterbarkeit bzw. Verstärkung zur Aufnahme größerer Verkehrslasten und Verkehrsmengen untersucht. Der Bericht für Kriterium 4.4 erläutert in kurzen Absätzen die nötigen Unterkriterien. (Maximal 2 DIN A4 Seiten).</p> <p>Die im Bericht getroffenen Aussagen sind durch entsprechend fundierte Unterlagen / Nachweise zu belegen. Auf Grundlage des Erläuterungsberichtes sind die folgenden Checklistenfragen zu beantworten.</p> <p><u>Planung</u></p> <p style="margin-left: 20px;">1.) Zukunftsplanung/Prognosehorizont</p> <p>Existieren für den Infrastrukturabschnitt infrastrukturelle Zukunftsplanungen (z.B. Bedarfspläne des BMVBS) und wurden diese in der Realisierung der Straße berücksichtigt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Planung existiert und wurde berücksichtigt 10 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Planung existiert und wurde größtenteils berücksichtigt 5 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> - Planung existiert, aber nicht berücksichtigt 0 CP <p style="margin-left: 20px;">2.) Dimensionierung</p> <p>Nach welcher Stunde der Dauerganglinie wurde der Streckenzug bemessen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Nach der 50. Bemessungsstunde 10 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-bottom: 10px;"> - Nach der n-ten zwischen der 30. und 300. Bemessungsstunde 5 CP <li style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> - Nach einer anderen Bemessungsstunde 0 CP <p><i>Hinweis: Wenn begründeterweise eine andere Bemessungsstunde zur Dimensionierung des Streckzuges sinnvoller ist, können diese im Erläuterungsbericht argumentiert und ebenfalls 10 Punkte veranschlagt werden.</i></p> |

| | |
|---------------------------|--|
| | <p><u>Konzept</u></p> <p>Liegen Planungsüberlegungen für eine nachträgliche Erweiterbarkeit bzw. Verstärkung des Streckenzuges vor?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ja, ein zukunftsfähiges Konzept zur Erweiterbarkeit mit geringen Zusatzmaßnahmen (z.B. Fahrbahnbreite ermöglicht zusätzliche Fahrstreifen, Flächen wurden bereits präventiv enteignet) wurde erstellt 10 CP - ja, ein zukunftsfähiges Konzept zur Erweiterbarkeit mit mäßigen Zusatzmaßnahmen (z.B. Erweiterung von Bauwerken) wurde erstellt 5 CP - Planungsüberlegungen für eine nachträgliche Erweiterbarkeit liegen nicht vor 0 CP <p><i>Anmerkung: Falls kein Konzept vorliegt, so ist der Steckbrief insgesamt mit 0 Bewertungspunkten zu bewerten.</i></p> <p><u>Erweiterung</u></p> <p>1.) <u>Unterbau/Untergrund</u></p> <p>Inwiefern ist aufgrund der Bodenverhältnisse und der Gründungsart eine Erweiterung um zusätzliche Fahrstreifen möglich?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich 10 CP - Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich 5 CP - Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich 0 CP <p>2.) <u>Straßenoberbau</u></p> <p>Inwiefern ist aufgrund des Straßenaufbaus (z.B. lichter Raum, vorhandene Breite, getrennte Richtungsfahrbahnen, Entwässerung etc.) eine Erweiterung um zusätzliche Fahrstreifen möglich?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung ohne Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich 10 CP - Erweiterung mit mäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich 5 CP - Erweiterung nur mit unverhältnismäßigen Zusatzmaßnahmen an der Konstruktion des Überbaus und Verkehrseinschränkungen möglich / unmöglich 0 CP |
| <i>Bewertungsmaßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Resilienz (Verkehrsabwicklung)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | Resilienz (Verkehrsabwicklung) | Kriterien-Nr.: 6.2 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------|---|------|---|------|--|------|--|------|--|-------|---|------|---|------|
| Methoden: | Checkliste | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Alternativrouten, 2. Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Standortqualität ist hinsichtlich dieser Teilkriterien darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. Die Angaben zur Verkehrsprognose und zum Modal Split sind den Nachweisen, die der jeweiligen Planungsphase zu Grunde liegen, zu entnehmen.</p> <p>Es ist die folgende Checkliste auszufüllen und zu bewerten.</p> <p><u>Alternativrouten</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Für den gesamten Streckenzug liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Für kritische Abschnitte des Streckenzuges, insbesondere für Abschnitte mit Ingenieurbauwerken liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Es gibt für den Streckenzug keine Alternativrouten.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> <p><u>Kompensationsmaßnahmen</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Es liegt ein Umleitungsnetz und ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer Sperrung vor.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Es liegt ein Umleitungsnetz für den Fall einer Sperrung vor.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">2 CP</td> </tr> </table> <p><u>Eingang der Verkehrsprognose und des Modal Splits</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden vollumfänglich bei der Dimensionierung des Streckenzuges berücksichtigt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nur bei der Dimensionierung auf der freien Strecke oder der Dimensionierung der Ingenieurbauwerke oder der Dimensionierung der Knotenpunkte berücksichtigt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nicht berücksichtigt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> | Für den gesamten Streckenzug liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor. | 10 CP | Für kritische Abschnitte des Streckenzuges, insbesondere für Abschnitte mit Ingenieurbauwerken liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor. | 5 CP | Es gibt für den Streckenzug keine Alternativrouten. | 0 CP | Es liegt ein Umleitungsnetz und ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer Sperrung vor. | 5 CP | Es liegt ein Umleitungsnetz für den Fall einer Sperrung vor. | 2 CP | Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden vollumfänglich bei der Dimensionierung des Streckenzuges berücksichtigt. | 10 CP | Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nur bei der Dimensionierung auf der freien Strecke oder der Dimensionierung der Ingenieurbauwerke oder der Dimensionierung der Knotenpunkte berücksichtigt. | 5 CP | Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nicht berücksichtigt. | 0 CP |
| Für den gesamten Streckenzug liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Für kritische Abschnitte des Streckenzuges, insbesondere für Abschnitte mit Ingenieurbauwerken liegen im Falle einer Sperrung Alternativrouten vor. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Es gibt für den Streckenzug keine Alternativrouten. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Es liegt ein Umleitungsnetz und ein Szenarienkatalog mit Handlungsanweisungen für die Operatoren, wie Betriebsdienstler und Einsatzdienste, für den Fall einer Sperrung vor. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Es liegt ein Umleitungsnetz für den Fall einer Sperrung vor. | 2 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden vollumfänglich bei der Dimensionierung des Streckenzuges berücksichtigt. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nur bei der Dimensionierung auf der freien Strecke oder der Dimensionierung der Ingenieurbauwerke oder der Dimensionierung der Knotenpunkte berücksichtigt. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die Verkehrsprognose sowie Vorgaben aus dem Verkehrsentwicklungsplan zum Modal Split wurden nicht berücksichtigt. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|----------------------------------|--|
| | <p><i>Kompensationsmaßnahmen</i></p> <p>Mögliche Erweiterungs- und Herstellungsf lächen werden im Rahmen der Genehmigungsplanung berücksichtigt und vorgehalten.</p> <p>5 CP</p> |
| <p><i>Bewertungsmaßstab:</i></p> | <p>Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden.</p> |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | Topografische Faktoren | Kriterien-Nr.: 6.3 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-------|--|------|--|------|---|-------|--|------|--|------|---|------|--|------|
| Methode: | Checkliste | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | 1. Abweichung der Trasse vom Geländeniveau 2. Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Standortqualität ist hinsichtlich dieser Teilkriterien darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. Die Angaben zur Qualität des Verkehrsablaufes sind den Leistungsfähigkeitsnachweisen, die der jeweiligen Planungsphase zu Grunde liegen, zu entnehmen.</p> <p>Es ist die folgende Checkliste auszufüllen und zu bewerten.</p> <p><u>Abweichung der Trasse vom Geländeniveau</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">100% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">90% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">80% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> <p><u>Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">100% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">90% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">80% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist nur eine minimale Anpassung des Geländes nötig.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist keine umfassende Anpassung des Geländes nötig.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">2 CP</td> </tr> </table> | 100% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 10 CP | 90% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 5 CP | 80% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 0 CP | 100% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 10 CP | 90% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 5 CP | 80% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 0 CP | Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist nur eine minimale Anpassung des Geländes nötig. | 5 CP | Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist keine umfassende Anpassung des Geländes nötig. | 2 CP |
| 100% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80% der freien Strecke sind aus Standartraumelementen zusammengesetzt. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80% der freien Strecke sind ohne Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter geplant worden. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist nur eine minimale Anpassung des Geländes nötig. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auf Grund der Planung unter Ausnutzung der Mindest- und/oder Maximalgrenzen der Planungsparameter ist keine umfassende Anpassung des Geländes nötig. | 2 CP | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---------------------------|---|
| | <p>Auf Grund der Planung und unter Berücksichtigung der Angaben für die beiden Teilkriterien gilt für den Streckenzug:</p> <p>Kein Abschnitt der freien Strecke weist eine QSV von E oder F auf 2 CP</p> <p>Teilabschnitte des Streckenzuges können eine QSV von E oder F ausweisen. 0 CP</p> |
| <i>Bewertungsmaßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Methodensteckbrief: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien (Checkliste) | |
| zugehöriges Kriterium: | Verkehrsanbindung | Kriterien-Nr.: 6.4 |

| Systemspezifische Anlage Streckenzug | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------|---|------|---|------|--|------|--|-------|--|------|---|-------|--|------|--|------|
| Methode: | Checkliste | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teilkriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Anschluss an die Region 2. Anzahl der Knotenpunkte 3. Ausgestaltung der Knotenpunkte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beschreibung der Methode: | <p>Die Bewertung erfolgt anhand von Teilkriterien, die in der systemspezifischen Anlage zum Steckbrief vorgegeben sind.</p> <p>Die Standortqualität ist hinsichtlich dieser Teilkriterien darzustellen und anschließend der erreichten Punktzahl zuzuordnen. Die Angaben zur Qualität des Verkehrsablaufes sind den Leistungsfähigkeitsnachweisen, die der jeweiligen Planungsphase zu Grunde liegen, zu entnehmen.</p> <p>Es ist die folgende Checkliste auszufüllen und zu bewerten.</p> <p><u>Anschluss an die Region</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Überregionale <u>und</u> regionale Förderziele wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Nur die Förderziele des BVWP wie Engpassbeseitigung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Nur die regionalen Förderziele wie Stärkung ländlicher Regionen, Ausbau des Radwegenetzes, verbesserte Gewerbeanbindung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Keine Förderziele fanden Eingang in der Planung.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> <p><u>Anzahl der Knotenpunkte</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Die minimale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Die maximale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> <p><u>Ausgestaltung der Knotenpunkte</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Alle Knotenpunkte wurden mit einer Mindest-QSV von D dimensioniert.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">10 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Nur ein Knotenpunkt weist eine QSV von E oder F auf.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">5 CP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Mehrere Knotenpunkte weisen eine QSV von E oder F auf.</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">0 CP</td> </tr> </table> | Überregionale <u>und</u> regionale Förderziele wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 10 CP | Nur die Förderziele des BVWP wie Engpassbeseitigung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 5 CP | Nur die regionalen Förderziele wie Stärkung ländlicher Regionen, Ausbau des Radwegenetzes, verbesserte Gewerbeanbindung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 5 CP | Keine Förderziele fanden Eingang in der Planung. | 0 CP | Die minimale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt. | 10 CP | Die maximale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt. | 0 CP | Alle Knotenpunkte wurden mit einer Mindest-QSV von D dimensioniert. | 10 CP | Nur ein Knotenpunkt weist eine QSV von E oder F auf. | 5 CP | Mehrere Knotenpunkte weisen eine QSV von E oder F auf. | 0 CP |
| Überregionale <u>und</u> regionale Förderziele wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nur die Förderziele des BVWP wie Engpassbeseitigung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nur die regionalen Förderziele wie Stärkung ländlicher Regionen, Ausbau des Radwegenetzes, verbesserte Gewerbeanbindung wurden berücksichtigt und in der Planung des Streckenzuges umgesetzt. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Keine Förderziele fanden Eingang in der Planung. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die minimale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die maximale Anzahl von Knotenpunkten innerhalb des Streckenzuges wurde gewählt. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alle Knotenpunkte wurden mit einer Mindest-QSV von D dimensioniert. | 10 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nur ein Knotenpunkt weist eine QSV von E oder F auf. | 5 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mehrere Knotenpunkte weisen eine QSV von E oder F auf. | 0 CP | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| | Die QSV der Knotenpunkte entspricht der QSV der freien Strecke und weist an keiner Stelle eine QSV von E oder F auf. | 10 CP |
| | Die QSV der Knotenpunkte entspricht der QSV der freien Strecke und weist nur an einer Stelle eine QSV von E oder F auf. | 5 CP |
| | Durch die schlechtere QSV der Knotenpunkte im Vergleich mit der freien Strecke entstehen bereits zum Zeitpunkt der Planung vorhersehbare Engpässe. | 0 CP |
| | Bei der Planung der neuen Knotenpunkte ist der Anschluss an den Bestand inklusive erforderliche Erweiterungsmaßnahmen zur Erhaltung der besseren QSV geplant. | 10 CP |
| | Bei der Planung der neuen Knotenpunkte ist der Anschluss an den Bestand nur hinsichtlich baulicher Aspekte berücksichtigt. | 0 CP |
| Bewertungsmaßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. | |

Literatur

- AKVS: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 9/2015: Anweisung zur Kostenermittlung und zur Veranschlagung von Straßenbaumaßnahmen – AKVS 2014; Abteilung Straßenbau, Bonn, den 7. April 2015
- BBK Bund (2018): Umweltzonen für Wind und Schneelast. Abgerufen am 02.07.2018 von https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Bilderstrecken/BBK/DE/2017/Sturmsicher_bei_Unwetter/PM_Sturmsich_bei_Unwetter.htm
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/talaerm.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002 (GMBI.2002, Heft 25 – 29, S.511 – 605), Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BMU: Bundesministerium: Klimaagenda 2020: Klimapolitik der Bundesregierung nach den Beschlüssen des Europäischen Rates vom 26.04.2007. Veröffentlicht im WWW. Auf: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-imort/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_klimaagenda.pdf, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- BECKMANN, A.; ZACKOR, H.: Untersuchung und Eichung von Verfahren zur aktuellen Abschätzung von Staudauer und Staulängen infolge von Tages- und Dauerbaustellen auf Autobahnen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 808, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn, 2001
- BMVBS Leitfaden Nachhaltiges Bauen. überarbeitete und erweiterte 2. Auflage. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bonn, 2011
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Ökobau.dat 2011. Stand September 2012, Veröffentlicht im WWW. Auf: www.nachhaltigesbauen.de, Überprüfungsdatum: 29.01.2013
- CEDIM (2010): CEDIM Risk Explorer. Abgerufen am 02.07.2018 von <http://cedim.gfz-potsdam.de/riskexplorer/>
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: Schallschutz im Städtebau – DIN 18005. Beuth, Berlin 2002
- DEUTSCHER WETTERDIENST: Deutscher Klimaatlas. Abgerufen am 02.07.2018 von https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA 95). FGSV-Verlag, Köln, 1995
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßenbau (RE 2012). FGSV-Verlag, Köln, 2013
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01). FGSV Nr. 988, FGSV-Verlag, Köln, 2001
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA 08). FGSV Nr. 202, FGSV-Verlag, Köln, 2008
- FGSVa Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht (RDO Asphalt 09). FGSV-Verlag, Köln, 2009

- FGSVb Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen (RDO Beton 09). FGSV-Verlag, Köln, 2009
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL).
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12). FGSV-Verlag, Köln, 2012
- FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS). Entwurfsstand Februar 2016
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturprojekte im Hinblick auf Nachhaltigkeit (FE 15.0494/2010/FRB), Berichte . der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 126, Bergisch Gladbach, März 2016
- GRAUBNER, C.-A. et al.: Konzeptionelle Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Lebenszyklus von Elementen der Straßeninfrastruktur (FE 09.0162/2011/HRB). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Schriftenreihe Brücken- und Ingenieurbau Heft B 126, Bergisch Gladbach, März 2016
- HELLMANN, L. RÜBENSAM, J.: Erarbeitung eines Verfahrens zur Minimierung der baustellenbedingten Nutzerkosten für das Erhaltungsmanagement (PMS). Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 988, Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 2008
- SCHMUCK, A.; BECKER, H.: Untersuchungen über Einflüsse auf baustellenbedingte geschwindigkeitsabhängige Anteile an den Straßennutzerkosten. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 421, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1984
- STAADT, H.: Untersuchung des Verkehrsablaufs an Engstellen mit Lichtsignalanlage. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 268, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1979
- STATISTISCHES BUNDESAMT: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht, 2006
- VEREINTE NATIONEN: Rahmenabkommen der Vereinten Nationen zum Klimaschutz: Protokoll von Kyoto. 1997. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013
- VEREINTE NATIONEN: The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone. 1999. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>, Überprüfungsdatum 27.01.2013
- VEREINTE NATIONEN: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. 2000. Veröffentlicht im WWW. Auf: <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>, Überprüfungsdatum: 23.01.2013

Literaturanhang Auszug aus RWS-Entwurf

Auszug aus „Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (RWS). Entwurfsstand Februar 2016

Tabelle 110: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Leichtverkehr auf Strecken von Autobahnen in Abhängigkeit von der Längsneigungsklasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| ST1.11.211 ST1.11.221 ST1.11.311 ST1.11.411 | 1+2 | 1 | 0,11778608 | 0,03565896 | 0,000261819 | 0,02751887 | 0,002774523 |
| | | 2 | 0,08568307 | 0,02542783 | 0,000228553 | 0,02751887 | 0,002341075 |
| | | 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 |
| | | 4 | 0,07736411 | 0,02364936 | 0,000231156 | 0,01299556 | 0,001688502 |
| | | 5 | 0,19206855 | 0,05975045 | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | 3 | 1 | 0,17094324 | 0,05330494 | 0,000421581 | 0,02751887 | 0,003511799 |
| | | 2 | 0,12233125 | 0,03766611 | 0,000385030 | 0,02751887 | 0,002762560 |
| | | 3 | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 |
| | | 4 | 0,10505027 | 0,03236231 | 0,000332826 | 0,01299556 | 0,002050561 |
| | | 5 | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | 4 | 1 | 0,25205437 | 0,07833332 | 0,000611657 | 0,02751887 | 0,004518734 |
| | | 2 | 0,18445843 | 0,05745101 | 0,000562320 | 0,02751887 | 0,003480229 |
| | | 3 | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 |
| | | 4 | 0,14464564 | 0,04485369 | 0,000480861 | 0,01299556 | 0,002622738 |
| | | 5 | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| | 5 | 1 | 0,38911634 | 0,12186679 | 0,000815499 | 0,02751887 | 0,005545943 |
| | | 2 | 0,29777522 | 0,09357146 | 0,000759794 | 0,02751887 | 0,004437114 |
| | | 3 | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 |
| | | 4 | 0,20787173 | 0,06509189 | 0,000668583 | 0,01299556 | 0,003483559 |
| | | 5 | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,59036580 | 0,18709768 | 0,001033776 | 0,02751887 | 0,007277431 |
| | | 2 | 0,48732831 | 0,15521521 | 0,000965881 | 0,02751887 | 0,005878632 |
| | | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 |
| | | 4 | 0,30321285 | 0,09583866 | 0,000868384 | 0,01299556 | 0,004574288 |
| | | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,92369319 | 0,29366061 | 0,001259251 | 0,02751887 | 0,009280587 |
| | | 2 | 0,84027049 | 0,26668904 | 0,001198894 | 0,02751887 | 0,007740676 |
| | | 3 | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|--|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | 4 | 0,44062725 | 0,14016700 | 0,001085283 | 0,01299556 | 0,005874929 | |
| | | 5 | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 | |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| | 8+9 | 1 | 1,31669173 | 0,41769085 | 0,001486300 | 0,02751887 | 0,012186618 | |
| | | 2 | 1,18005447 | 0,37356839 | 0,001445462 | 0,02751887 | 0,010528105 | |
| | | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 | |
| | | 4 | 0,60830284 | 0,19372318 | 0,001318192 | 0,01299556 | 0,007397428 | |
| | | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 | |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 | |
| | ST1.11.212 ST1.11.222 ST1.11.312 ST1.11.412 | 1+2 | 1 | 0,08308165 | 0,02447142 | 0,000217735 | 0,02751887 | 0,002338220 |
| | | | 2 | 0,06368013 | 0,01852088 | 0,000187213 | 0,02751887 | 0,002020865 |
| | | | 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 |
| 4 | | | 0,07736411 | 0,02364936 | 0,000231156 | 0,01299556 | 0,001688502 | |
| 5 | | | 0,19206855 | 0,05975045 | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 | |
| 6 | | | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | |
| 3 | | 1 | 0,11767243 | 0,03609887 | 0,000373714 | 0,02751887 | 0,002734868 | |
| | | 2 | 0,09187977 | 0,02775971 | 0,000328735 | 0,02751887 | 0,002339114 | |
| | | 3 | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 | |
| | | 4 | 0,10505027 | 0,03236231 | 0,000332826 | 0,01299556 | 0,002050561 | |
| | | 5 | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 | |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 | |
| 4 | | 1 | 0,17664991 | 0,05490973 | 0,000553281 | 0,02751887 | 0,003432372 | |
| | | 2 | 0,14449441 | 0,04457938 | 0,000501825 | 0,02751887 | 0,002945676 | |
| | | 3 | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 | |
| | | 4 | 0,14464564 | 0,04485369 | 0,000480861 | 0,01299556 | 0,002622738 | |
| | | 5 | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 | |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| 5 | | 1 | 0,28090936 | 0,08830095 | 0,000751735 | 0,02751887 | 0,004380045 | |
| | | 2 | 0,23921201 | 0,07545133 | 0,000698547 | 0,02751887 | 0,003807579 | |
| | | 3 | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 | |
| | | 4 | 0,20787173 | 0,06509189 | 0,000668583 | 0,01299556 | 0,003483559 | |
| | | 5 | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 | |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 | |
| 6 | 1 | 0,47223119 | 0,15097707 | 0,000959401 | 0,02751887 | 0,005710976 | | |
| | 2 | 0,42268148 | 0,13466100 | 0,000919455 | 0,02751887 | 0,005102772 | | |
| | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 | | |
| | 4 | 0,30321285 | 0,09583866 | 0,000868384 | 0,01299556 | 0,004574288 | | |
| | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 | | |
| | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 | | |
| 7 | 1 | 0,82361728 | 0,26151253 | 0,001198111 | 0,02751887 | 0,007486561 | | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | 2 | 0,67028608 | 0,21246375 | 0,001162739 | 0,02751887 | 0,006892637 | |
| | | 3 | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 | |
| | | 4 | 0,44062725 | 0,14016700 | 0,001085283 | 0,01299556 | 0,005874929 | |
| | | 5 | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 | |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| | | 8+9 | 1 | 1,18695170 | 0,37562281 | 0,001441719 | 0,02751887 | 0,009865449 |
| | | 8+9 | 2 | 0,95305435 | 0,30212765 | 0,001385292 | 0,02751887 | 0,008698662 |
| | | | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 |
| | | | 4 | 0,60830284 | 0,19372318 | 0,001318192 | 0,01299556 | 0,007397428 |
| | | | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 |
| | | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| | | | ST1.11.213 ST1.11.214 ST1.11.215 ST1.11.223 ST1.11.224 ST1.11.313 ST1.11.314 ST1.11.315 ST1.11.413 ST1.11.414 | 1+2 | 1 | 0,04760278 | 0,01376216 | 0,000135171 |
| 2 | 0,04880657 | 0,01441038 | | | 0,000134154 | 0,02751887 | 0,001486790 | |
| 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | | | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 | |
| 4 | 0,07736411 | 0,02364936 | | | 0,000231156 | 0,01299556 | 0,001688502 | |
| 5 | 0,19206855 | 0,05975045 | | | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 | |
| 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | | | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | |
| 3 | 3 | 1 | | 0,06818502 | 0,02018705 | 0,000255955 | 0,02751887 | 0,001874909 |
| | | 2 | | 0,07217770 | 0,02176487 | 0,000244036 | 0,02751887 | 0,001755851 |
| | | 3 | | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 |
| | | 4 | | 0,10505027 | 0,03236231 | 0,000332826 | 0,01299556 | 0,002050561 |
| | | 5 | | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 |
| | | 6 | | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| 4 | 4 | 1 | | 0,10769707 | 0,03312943 | 0,000422306 | 0,02751887 | 0,002446243 |
| | | 2 | | 0,11322257 | 0,03492847 | 0,000404344 | 0,02751887 | 0,002292371 |
| | | 3 | | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 |
| | | 4 | | 0,14464564 | 0,04485369 | 0,000480861 | 0,01299556 | 0,002622738 |
| | | 5 | | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 |
| | | 6 | | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| 5 | 5 | 1 | | 0,19548416 | 0,06178761 | 0,000614052 | 0,02751887 | 0,003317470 |
| | | 2 | | 0,19287482 | 0,06057238 | 0,000606771 | 0,02751887 | 0,003258265 |
| | | 3 | | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 |
| | | 4 | | 0,20787173 | 0,06509189 | 0,000668583 | 0,01299556 | 0,003483559 |
| | | 5 | | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 |
| | | 6 | | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| 6 | 6 | 1 | 0,32732857 | 0,10263590 | 0,000858889 | 0,02751887 | 0,004566076 | |
| | | 2 | 0,30578601 | 0,09647141 | 0,000846587 | 0,02751887 | 0,004526245 | |
| | | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 | |
| | | 4 | 0,30321285 | 0,09583866 | 0,000868384 | 0,01299556 | 0,004574288 | |
| | | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|--|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} | |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 | |
| | | 7 | 1 | 0,50356236 | 0,15936583 | 0,001100364 | 0,02751887 | 0,006432142 |
| | 2 | | 0,47355566 | 0,15101893 | 0,001057719 | 0,02751887 | 0,006073213 | |
| | 3 | | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 | |
| | 4 | | 0,44062725 | 0,14016700 | 0,001085283 | 0,01299556 | 0,005874929 | |
| | 5 | | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 | |
| | 6 | | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| | 8+9 | 1 | 0,74246197 | 0,23754331 | 0,001322459 | 0,02751887 | 0,008344560 | |
| | | 2 | 0,70767291 | 0,22684064 | 0,001270772 | 0,02751887 | 0,007837556 | |
| | | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 | |
| | | 4 | 0,60830284 | 0,19372318 | 0,001318192 | 0,01299556 | 0,007397428 | |
| | | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 | |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 | |
| | ST1.12.213 ST1.12.223 ST1.12.313 ST1.13.100 ST1.13.200 ST1.14.101 ST1.14.102 ST1.14.103 ST1.14.201 ST1.14.202 ST1.14.203 | 1+2 | 1 | 0,04554243 | 0,01350043 | 0,000113669 | 0,02751887 | 0,001389111 |
| | | | 2 | 0,05003202 | 0,01505097 | 0,000129837 | 0,01413337 | 0,001293498 |
| | | | 3 | 0,07469053 | 0,02283017 | 0,000212543 | 0,01413337 | 0,001595240 |
| | | | 4 | 0,08970560 | 0,02755365 | 0,000263079 | 0,01299556 | 0,001843696 |
| | | | 5 | 0,19481111 | 0,06061807 | 0,000616837 | 0,00503087 | 0,003582890 |
| 6 | | | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | |
| 3 | | 1 | 0,06743505 | 0,02037325 | 0,000208000 | 0,02751887 | 0,001605508 | |
| | | 2 | 0,06904757 | 0,02097377 | 0,000222818 | 0,01413337 | 0,001566214 | |
| | | 3 | 0,10389518 | 0,03205861 | 0,000314611 | 0,01413337 | 0,001962709 | |
| | | 4 | 0,11891809 | 0,03676829 | 0,000365714 | 0,01299556 | 0,002216096 | |
| | | 5 | 0,22407850 | 0,06973605 | 0,000723435 | 0,00503087 | 0,003989802 | |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 | |
| 4 | | 1 | 0,09870605 | 0,03006936 | 0,000366904 | 0,02751887 | 0,002133770 | |
| | | 2 | 0,10063272 | 0,03091684 | 0,000380441 | 0,01413337 | 0,002050524 | |
| | | 3 | 0,14582735 | 0,04542246 | 0,000466761 | 0,01413337 | 0,002549057 | |
| | | 4 | 0,16010328 | 0,04984278 | 0,000516515 | 0,01299556 | 0,002797300 | |
| | | 5 | 0,26003478 | 0,08078502 | 0,000864790 | 0,00503087 | 0,004535003 | |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| 5 | | 1 | 0,15679622 | 0,04867057 | 0,000592586 | 0,02751887 | 0,003070754 | |
| | | 2 | 0,15635556 | 0,04862708 | 0,000572044 | 0,01413337 | 0,002938038 | |
| | | 3 | 0,20942645 | 0,06547021 | 0,000654317 | 0,01413337 | 0,003427682 | |
| | | 4 | 0,22170029 | 0,06924166 | 0,000701728 | 0,01299556 | 0,003647629 | |
| | | 5 | 0,30761719 | 0,09564181 | 0,001033600 | 0,00503087 | 0,005187258 | |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 | |
| 6 | | 1 | 0,26061121 | 0,08302617 | 0,000790796 | 0,02751887 | 0,004193946 | |
| | | 2 | 0,24329541 | 0,07719193 | 0,000776376 | 0,01413337 | 0,003982632 | |
| | | 3 | 0,29988443 | 0,09545344 | 0,000847492 | 0,01413337 | 0,004462227 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | | | | | |
| ST1.21.211 ST1.21.221 ST1.21.311 ST1.21.411 | 7 | 4 | 0,30858001 | 0,09793922 | 0,000897024 | 0,01299556 | 0,004651175 |
| | | 5 | 0,36944910 | 0,11533961 | 0,001243754 | 0,00503087 | 0,005973810 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | | 1 | 0,41593271 | 0,13311287 | 0,000993493 | 0,02751887 | 0,005282830 |
| | | 2 | 0,38291302 | 0,12134933 | 0,000996630 | 0,01413337 | 0,005054068 |
| | | 3 | 0,44027645 | 0,14079547 | 0,001041438 | 0,01413337 | 0,005682811 |
| | 8+9 | 4 | 0,44154129 | 0,14083634 | 0,001094259 | 0,01299556 | 0,005859067 |
| | | 5 | 0,45039517 | 0,14112245 | 0,001464004 | 0,00503087 | 0,007092859 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | | 1 | 0,60544928 | 0,19160899 | 0,001276916 | 0,02751887 | 0,006982431 |
| | | 2 | 0,54343660 | 0,17200129 | 0,001255785 | 0,01413337 | 0,006671141 |
| | | 3 | 0,60952952 | 0,19443737 | 0,001262627 | 0,01413337 | 0,007212450 |
| | 1+2 | 4 | 0,60295355 | 0,19229120 | 0,001312355 | 0,01299556 | 0,007371952 |
| | | 5 | 0,55692174 | 0,17726802 | 0,001660447 | 0,00503087 | 0,008488470 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| | | 1 | 0,11350516 | 0,03438944 | 0,000283895 | 0,02751887 | 0,002699171 |
| | | 2 | 0,07128004 | 0,02103494 | 0,000208280 | 0,02751887 | 0,002130943 |
| | | 3 | 0,06907285 | 0,02108815 | 0,000195374 | 0,01413337 | 0,001601071 |
| 3 | 4 | 0,08464969 | 0,02598584 | 0,000247627 | 0,01299556 | 0,001848944 | |
| | 5 | 0,19368757 | 0,06026966 | 0,000613403 | 0,00503087 | 0,003584057 | |
| | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | |
| | 1 | 0,16812044 | 0,05228865 | 0,000435557 | 0,02751887 | 0,003285330 | |
| | 2 | 0,10391849 | 0,03166820 | 0,000348948 | 0,02751887 | 0,002490018 | |
| | 3 | 0,09812048 | 0,03026043 | 0,000297415 | 0,01413337 | 0,001927767 | |
| 4 | 4 | 0,11372087 | 0,03514993 | 0,000350238 | 0,01299556 | 0,002184648 | |
| | 5 | 0,22292357 | 0,06937642 | 0,000719996 | 0,00503087 | 0,003982813 | |
| | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 | |
| | 1 | 0,25098526 | 0,07846398 | 0,000616146 | 0,02751887 | 0,004173556 | |
| | 2 | 0,16267459 | 0,05061741 | 0,000521680 | 0,02751887 | 0,003124429 | |
| | 3 | 0,13703167 | 0,04249179 | 0,000442376 | 0,01413337 | 0,002482782 | |
| 5 | 4 | 0,15218716 | 0,04720518 | 0,000494568 | 0,01299556 | 0,002737653 | |
| | 5 | 0,25827564 | 0,08019889 | 0,000859913 | 0,00503087 | 0,004521748 | |
| | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| | 1 | 0,37490140 | 0,11817200 | 0,000809684 | 0,02751887 | 0,005284287 | |
| | 2 | 0,26782549 | 0,08451028 | 0,000713069 | 0,02751887 | 0,004055154 | |
| | 3 | 0,20079370 | 0,06272436 | 0,000640037 | 0,01413337 | 0,003351851 | |
| 6 | 4 | 0,21393081 | 0,06677039 | 0,000688875 | 0,01299556 | 0,003579381 | |
| | 5 | 0,30589064 | 0,09509264 | 0,001030744 | 0,00503087 | 0,005172092 | |
| 6 | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 | |
| | 1 | 0,57976739 | 0,18452039 | 0,001009555 | 0,02751887 | 0,006839816 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | 2 | 0,44346336 | 0,14140658 | 0,000928792 | 0,02751887 |
| | | 3 | 0,29941076 | 0,09509588 | 0,000825466 | 0,01413337 | 0,004354713 |
| | | 4 | 0,30815371 | 0,09761741 | 0,000877202 | 0,01299556 | 0,004554412 |
| | | 5 | 0,36935436 | 0,11526810 | 0,001239349 | 0,00503087 | 0,005952307 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,98308568 | 0,31151983 | 0,001249808 | 0,02751887 | 0,008819723 |
| | | 2 | 0,72443764 | 0,22975347 | 0,001166429 | 0,02751887 | 0,007227932 |
| | | 3 | 0,44677754 | 0,14261248 | 0,001036129 | 0,01413337 | 0,005663685 |
| | | 4 | 0,44739227 | 0,14247165 | 0,001089480 | 0,01299556 | 0,005841853 |
| | | 5 | 0,45169539 | 0,14148585 | 0,001462943 | 0,00503087 | 0,007089034 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | 8+9 | 1 | 1,24403277 | 0,39488706 | 0,001448688 | 0,02751887 | 0,011581600 |
| | | 2 | 1,00704352 | 0,31973325 | 0,001393989 | 0,02751887 | 0,009454281 |
| | | 3 | 0,61742075 | 0,19654452 | 0,001274491 | 0,01413337 | 0,007259238 |
| | | 4 | 0,61005566 | 0,19418764 | 0,001323032 | 0,01299556 | 0,007414061 |
| | | 5 | 0,55849999 | 0,17768945 | 0,001662820 | 0,00503087 | 0,008497827 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| ST1.21.212 ST1.21.222 ST1.21.312 ST1.21.412 | 1+2 | 1 | 0,08370509 | 0,02493951 | 0,000238300 | 0,02751887 | 0,002330526 |
| | | 2 | 0,05840912 | 0,01711417 | 0,000179284 | 0,02751887 | 0,001869567 |
| | | 3 | 0,06907285 | 0,02108815 | 0,000195374 | 0,01413337 | 0,001601071 |
| | | 4 | 0,08464969 | 0,02598584 | 0,000247627 | 0,01299556 | 0,001848944 |
| | | 5 | 0,19368757 | 0,06026966 | 0,000613403 | 0,00503087 | 0,003584057 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | 3 | 1 | 0,12581859 | 0,03855984 | 0,000382830 | 0,02751887 | 0,002731258 |
| | | 2 | 0,08563839 | 0,02583559 | 0,000310400 | 0,02751887 | 0,002180011 |
| | | 3 | 0,09812048 | 0,03026043 | 0,000297415 | 0,01413337 | 0,001927767 |
| | | 4 | 0,11372087 | 0,03514993 | 0,000350238 | 0,01299556 | 0,002184648 |
| | | 5 | 0,22292357 | 0,06937642 | 0,000719996 | 0,00503087 | 0,003982813 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | 4 | 1 | 0,19066409 | 0,05941975 | 0,000558629 | 0,02751887 | 0,003456674 |
| | | 2 | 0,13675418 | 0,04229871 | 0,000476038 | 0,02751887 | 0,002759219 |
| | | 3 | 0,13703167 | 0,04249179 | 0,000442376 | 0,01413337 | 0,002482782 |
| | | 4 | 0,15218716 | 0,04720518 | 0,000494568 | 0,01299556 | 0,002737653 |
| | | 5 | 0,25827564 | 0,08019889 | 0,000859913 | 0,00503087 | 0,004521748 |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| | 5 | 1 | 0,30247412 | 0,09576878 | 0,000749530 | 0,02751887 | 0,004469292 |
| | | 2 | 0,22898630 | 0,07200546 | 0,000674436 | 0,02751887 | 0,003616149 |
| | | 3 | 0,20079370 | 0,06272436 | 0,000640037 | 0,01413337 | 0,003351851 |
| | | 4 | 0,21393081 | 0,06677039 | 0,000688875 | 0,01299556 | 0,003579381 |
| | | 5 | 0,30589064 | 0,09509264 | 0,001030744 | 0,00503087 | 0,005172092 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,50853840 | 0,16193985 | 0,000952045 | 0,02751887 | 0,005902625 |
| | | 2 | 0,39477224 | 0,12524683 | 0,000888216 | 0,02751887 | 0,004941441 |
| | | 3 | 0,29941076 | 0,09509588 | 0,000825466 | 0,01413337 | 0,004354713 |
| | | 4 | 0,30815371 | 0,09761741 | 0,000877202 | 0,01299556 | 0,004554412 |
| | | 5 | 0,36935436 | 0,11526810 | 0,001239349 | 0,00503087 | 0,005952307 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,79189483 | 0,25123028 | 0,001193283 | 0,02751887 | 0,007790066 |
| | | 2 | 0,60097561 | 0,19077793 | 0,001130517 | 0,02751887 | 0,006707311 |
| | | 3 | 0,44677754 | 0,14261248 | 0,001036129 | 0,01413337 | 0,005663685 |
| | | 4 | 0,44739227 | 0,14247165 | 0,001089480 | 0,01299556 | 0,005841853 |
| | | 5 | 0,45169539 | 0,14148585 | 0,001462943 | 0,00503087 | 0,007089034 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | 8+9 | 1 | 1,05751424 | 0,33563377 | 0,001415649 | 0,02751887 | 0,010063288 |
| | | 2 | 0,86277188 | 0,27425602 | 0,001350392 | 0,02751887 | 0,008776363 |
| | | 3 | 0,61742075 | 0,19654452 | 0,001274491 | 0,01413337 | 0,007259238 |
| | | 4 | 0,61005566 | 0,19418764 | 0,001323032 | 0,01299556 | 0,007414061 |
| | | 5 | 0,55849999 | 0,17768945 | 0,001662820 | 0,00503087 | 0,008497827 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| ST1.21.213 ST1.21.214 ST1.21.215 ST1.21.223 ST1.21.224 ST1.21.313 ST1.21.314 ST1.21.315 ST1.21.413 ST1.21.414 | 1+2 | 1 | 0,04900273 | 0,01436465 | 0,000141635 | 0,02751887 | 0,001583992 |
| | | 2 | 0,04659980 | 0,01378884 | 0,000127434 | 0,02751887 | 0,001360226 |
| | | 3 | 0,06907285 | 0,02108815 | 0,000195374 | 0,01413337 | 0,001601071 |
| | | 4 | 0,08464969 | 0,02598584 | 0,000247627 | 0,01299556 | 0,001848944 |
| | | 5 | 0,19368757 | 0,06026966 | 0,000613403 | 0,00503087 | 0,003584057 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | 3 | 1 | 0,07168051 | 0,02158057 | 0,000256385 | 0,02751887 | 0,001844374 |
| | | 2 | 0,06771002 | 0,02041337 | 0,000230158 | 0,02751887 | 0,001620424 |
| | | 3 | 0,09812048 | 0,03026043 | 0,000297415 | 0,01413337 | 0,001927767 |
| | | 4 | 0,11372087 | 0,03514993 | 0,000350238 | 0,01299556 | 0,002184648 |
| | | 5 | 0,22292357 | 0,06937642 | 0,000719996 | 0,00503087 | 0,003982813 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | 4 | 1 | 0,12246239 | 0,03801813 | 0,000411040 | 0,02751887 | 0,002401678 |
| | | 2 | 0,11047637 | 0,03419618 | 0,000393961 | 0,02751887 | 0,002232845 |
| | | 3 | 0,13703167 | 0,04249179 | 0,000442376 | 0,01413337 | 0,002482782 |
| | | 4 | 0,15218716 | 0,04720518 | 0,000494568 | 0,01299556 | 0,002737653 |
| | | 5 | 0,25827564 | 0,08019889 | 0,000859913 | 0,00503087 | 0,004521748 |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| | 5 | 1 | 0,20120763 | 0,06273347 | 0,000606531 | 0,02751887 | 0,003230860 |
| | | 2 | 0,17483648 | 0,05482744 | 0,000585850 | 0,02751887 | 0,003059980 |
| | | 3 | 0,20079370 | 0,06272436 | 0,000640037 | 0,01413337 | 0,003351851 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| ST1.22.213 ST1.22.223 ST1.22.313 ST1.23.100 ST1.23.200 ST1.24.101 ST1.24.102 ST1.24.103 ST1.24.201 ST1.24.202 ST1.24.203 | | 4 | 0,21393081 | 0,06677039 | 0,000688875 | 0,01299556 | 0,003579381 |
| | | 5 | 0,30589064 | 0,09509264 | 0,001030744 | 0,00503087 | 0,005172092 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,32263819 | 0,10170608 | 0,000867561 | 0,02751887 | 0,004722754 |
| | | 2 | 0,28199437 | 0,08937773 | 0,000824076 | 0,02751887 | 0,004271194 |
| | | 3 | 0,29941076 | 0,09509588 | 0,000825466 | 0,01413337 | 0,004354713 |
| | | 4 | 0,30815371 | 0,09761741 | 0,000877202 | 0,01299556 | 0,004554412 |
| | | 5 | 0,36935436 | 0,11526810 | 0,001239349 | 0,00503087 | 0,005952307 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,49662431 | 0,15809126 | 0,001077319 | 0,02751887 | 0,006152908 |
| | | 2 | 0,43823827 | 0,14070461 | 0,001032979 | 0,02751887 | 0,005606375 |
| | | 3 | 0,44677754 | 0,14261248 | 0,001036129 | 0,01413337 | 0,005663685 |
| | | 4 | 0,44739227 | 0,14247165 | 0,001089480 | 0,01299556 | 0,005841853 |
| | | 5 | 0,45169539 | 0,14148585 | 0,001462943 | 0,00503087 | 0,007089034 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | 8+9 | 1 | 0,73784181 | 0,23672058 | 0,001292301 | 0,02751887 | 0,007931309 |
| | | 2 | 0,74024002 | 0,23554642 | 0,001257986 | 0,02751887 | 0,007266888 |
| | | 3 | 0,61742075 | 0,19654452 | 0,001274491 | 0,01413337 | 0,007259238 |
| | | 4 | 0,61005566 | 0,19418764 | 0,001323032 | 0,01299556 | 0,007414061 |
| | | 5 | 0,55849999 | 0,17768945 | 0,001662820 | 0,00503087 | 0,008497827 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| | 1+2 | 1 | 0,05091903 | 0,01529333 | 0,000120758 | 0,01413337 | 0,001305491 |
| | | 2 | 0,05379358 | 0,01631053 | 0,000130775 | 0,01413337 | 0,001295903 |
| | | 3 | 0,07140391 | 0,02179374 | 0,000214573 | 0,01413337 | 0,001569988 |
| 4 | | 0,08674765 | 0,02662087 | 0,000264907 | 0,01299556 | 0,001820970 | |
| 5 | | 0,19415378 | 0,06041078 | 0,000617243 | 0,00503087 | 0,003577840 | |
| 6 | | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | |
| 3 | 1 | 0,06807064 | 0,02060488 | 0,000226838 | 0,01413337 | 0,001568632 | |
| | 2 | 0,07092072 | 0,02170653 | 0,000218225 | 0,01413337 | 0,001522845 | |
| | 3 | 0,09675732 | 0,02969787 | 0,000319580 | 0,01413337 | 0,001924806 | |
| | 4 | 0,11249402 | 0,03464362 | 0,000370186 | 0,01299556 | 0,002181983 | |
| | 5 | 0,22265093 | 0,06926391 | 0,000724429 | 0,00503087 | 0,003982221 | |
| | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 | |
| 4 | 1 | 0,10200367 | 0,03128346 | 0,000386905 | 0,01413337 | 0,002147255 | |
| | 2 | 0,10136792 | 0,03114058 | 0,000370476 | 0,01413337 | 0,002095416 | |
| | 3 | 0,13663198 | 0,04243183 | 0,000466593 | 0,01413337 | 0,002522760 | |
| | 4 | 0,15182744 | 0,04715122 | 0,000516363 | 0,01299556 | 0,002773633 | |
| | 5 | 0,25819570 | 0,08018690 | 0,000864756 | 0,00503087 | 0,004529743 | |
| | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| 5 | 1 | 0,17124502 | 0,05396749 | 0,000569358 | 0,01413337 | 0,003009696 | |

| ST-Nr. | Längsneigungs- klasse | Verkehrszustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|--------------------------|----------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | 2 | 0,15581482 | 0,04872238 | 0,000555240 | 0,01413337 |
| | | 3 | 0,20048939 | 0,06314827 | 0,000636190 | 0,01413337 | 0,003307420 |
| | | 4 | 0,21365693 | 0,06715191 | 0,000685413 | 0,01299556 | 0,003539393 |
| | | 5 | 0,30582977 | 0,09517743 | 0,001029974 | 0,00503087 | 0,005163205 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,26939191 | 0,08570482 | 0,000770955 | 0,01413337 | 0,004086280 |
| | | 2 | 0,24508213 | 0,07734613 | 0,000764452 | 0,01413337 | 0,003964117 |
| | | 3 | 0,28949899 | 0,09186661 | 0,000830958 | 0,01413337 | 0,004391378 |
| | | 4 | 0,29923312 | 0,09471106 | 0,000882144 | 0,01299556 | 0,004587411 |
| | | 5 | 0,36737201 | 0,11462225 | 0,001240447 | 0,00503087 | 0,005959640 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,39149376 | 0,12499279 | 0,000982516 | 0,01413337 | 0,005220200 |
| | | 2 | 0,34947298 | 0,11083905 | 0,000991390 | 0,01413337 | 0,005109938 |
| | | 3 | 0,40821789 | 0,12954774 | 0,001031402 | 0,01413337 | 0,005613978 |
| | | 4 | 0,41268859 | 0,13071339 | 0,001085226 | 0,01299556 | 0,005797117 |
| | | 5 | 0,44398346 | 0,13887291 | 0,001461997 | 0,00503087 | 0,007079092 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | 8+9 | 1 | 0,57167087 | 0,18116681 | 0,001267560 | 0,01413337 | 0,006927192 |
| | | 2 | 0,50034629 | 0,15879325 | 0,001251562 | 0,01413337 | 0,006662009 |
| | | 3 | 0,55389866 | 0,17625536 | 0,001261798 | 0,01413337 | 0,007020279 |
| | | 4 | 0,55288577 | 0,17592739 | 0,001311608 | 0,01299556 | 0,007198998 |
| | | 5 | 0,54579557 | 0,17363161 | 0,001660281 | 0,00503087 | 0,008450036 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |

Tabelle 111: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Leichtverkehr auf Strecken von Landstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs-klasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längsneigungs- klasse | Verkehrszustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|--------------------------|----------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | 1 | 0,06363550 | 0,01891950 | 0,000181888 | 0,01555285 |
| ST2.01.110 | 1+2 | 2 | 0,07981373 | 0,02392533 | 0,000238989 | 0,01555285 | 0,001661210 |
| | | 3 | 0,11551475 | 0,03504888 | 0,000339637 | 0,01555285 | 0,002140938 |
| | | 4 | 0,14613267 | 0,04468178 | 0,000459827 | 0,01304626 | 0,002783396 |
| | | 5 | 0,23798643 | 0,07358046 | 0,000820398 | 0,00552648 | 0,004710771 |
| | | 6 | 0,26860435 | 0,08321335 | 0,000940589 | 0,00301989 | 0,005353229 |
| | | 3 | 1 | 0,08615927 | 0,02590987 | 0,000278294 | 0,01555285 |
| 2 | 0,10229485 | | 0,03081682 | 0,000345613 | 0,01555285 | 0,002035175 | |
| 3 | 0,14364578 | | 0,04369879 | 0,000441868 | 0,01555285 | 0,002491417 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | | | | | |
| | | 4 | 0,17404608 | 0,05324333 | 0,000565902 | 0,01304626 | 0,003169544 |
| | | 5 | 0,26524698 | 0,08187694 | 0,000938002 | 0,00552648 | 0,005203925 |
| | | 6 | 0,29564728 | 0,09142148 | 0,001062036 | 0,00301989 | 0,005882053 |
| | 4 | 1 | 0,12097045 | 0,03680293 | 0,000409945 | 0,01555285 | 0,002267950 |
| | | 2 | 0,14081955 | 0,04288150 | 0,000475120 | 0,01555285 | 0,002636565 |
| | | 3 | 0,17924983 | 0,05479418 | 0,000565086 | 0,01555285 | 0,003031647 |
| | | 4 | 0,20882789 | 0,06402918 | 0,000694742 | 0,01304626 | 0,003692584 |
| | | 5 | 0,29756208 | 0,09173419 | 0,001083710 | 0,00552648 | 0,005675397 |
| | | 6 | 0,32714014 | 0,10096919 | 0,001213366 | 0,00301989 | 0,006336335 |
| | 5 | 1 | 0,17631357 | 0,05454004 | 0,000580324 | 0,01555285 | 0,003085031 |
| | | 2 | 0,19462417 | 0,06005163 | 0,000639874 | 0,01555285 | 0,003379254 |
| | | 3 | 0,23199935 | 0,07122214 | 0,000745642 | 0,01555285 | 0,003811350 |
| | | 4 | 0,26212701 | 0,08070640 | 0,000870578 | 0,01304626 | 0,004458368 |
| | | 5 | 0,35251001 | 0,10915917 | 0,001245386 | 0,00552648 | 0,006399423 |
| | | 6 | 0,38263768 | 0,11864343 | 0,001370322 | 0,00301989 | 0,007046441 |
| | 6 | 1 | 0,25491293 | 0,07950987 | 0,000766616 | 0,01555285 | 0,004035470 |
| | | 2 | 0,27091970 | 0,08448946 | 0,000828196 | 0,01555285 | 0,004336577 |
| | | 3 | 0,29907376 | 0,09297238 | 0,000920633 | 0,01555285 | 0,004796021 |
| | | 4 | 0,32932046 | 0,10233934 | 0,001044178 | 0,01304626 | 0,005406002 |
| | | 5 | 0,42006057 | 0,13044021 | 0,001414811 | 0,00552648 | 0,007235942 |
| | | 6 | 0,45030727 | 0,13980716 | 0,001538356 | 0,00301989 | 0,007845922 |
| | 7 | 1 | 0,36175725 | 0,11348375 | 0,000979007 | 0,01555285 | 0,005264117 |
| | | 2 | 0,37005589 | 0,11630096 | 0,001031042 | 0,01555285 | 0,005476655 |
| | | 3 | 0,38753381 | 0,12176635 | 0,001099669 | 0,01555285 | 0,005865253 |
| 4 | | 0,41393930 | 0,12983600 | 0,001226403 | 0,01304626 | 0,006431490 | |
| 5 | | 0,49315576 | 0,15404495 | 0,001606605 | 0,00552648 | 0,008130198 | |
| 6 | | 0,51956125 | 0,16211460 | 0,001733338 | 0,00301989 | 0,008696434 | |
| 8+9 | 1 | 0,50312674 | 0,15869899 | 0,001211678 | 0,01555285 | 0,007025880 | |
| | 2 | 0,51134452 | 0,16181867 | 0,001239037 | 0,01555285 | 0,006839313 | |
| | 3 | 0,50137370 | 0,15827512 | 0,001309947 | 0,01555285 | 0,006989983 | |
| | 4 | 0,52036367 | 0,16395014 | 0,001429361 | 0,01304626 | 0,007527013 | |
| | 5 | 0,57733360 | 0,18097520 | 0,001787604 | 0,00552648 | 0,009138101 | |
| | 6 | 0,59632358 | 0,18665022 | 0,001907018 | 0,00301989 | 0,009675131 | |
| ST2.01.121 ST2.01.122 ST2.01.123 | 1+2 | 1 | 0,05937265 | 0,01670211 | 0,000170838 | 0,03011490 | 0,001597413 |
| | | 2 | 0,05727754 | 0,01656870 | 0,000165089 | 0,01555285 | 0,001406954 |
| | | 3 | 0,07519270 | 0,02242196 | 0,000219099 | 0,01555285 | 0,001592391 |
| | | 4 | 0,10709645 | 0,03249696 | 0,000331365 | 0,01304626 | 0,002139266 |
| | | 5 | 0,20280769 | 0,06272194 | 0,000668163 | 0,00552648 | 0,003779892 |
| | | 6 | 0,23471144 | 0,07279693 | 0,000780429 | 0,00301989 | 0,004326767 |
| | 3 | 1 | 0,08553835 | 0,02495523 | 0,000281293 | 0,03011490 | 0,001949291 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 2 | 0,08121844 | 0,02399517 | 0,000261927 | 0,01555285 | 0,001707351 |
| | | 3 | 0,10197725 | 0,03081058 | 0,000318691 | 0,01555285 | 0,001940433 |
| | | 4 | 0,13454501 | 0,04103746 | 0,000439846 | 0,01304626 | 0,002510601 |
| | | 5 | 0,23224830 | 0,07171809 | 0,000803314 | 0,00552648 | 0,004221105 |
| | | 6 | 0,26481607 | 0,08194497 | 0,000924470 | 0,00301989 | 0,004791273 |
| | | 1 | 0,13366946 | 0,04039599 | 0,000430985 | 0,03011490 | 0,002536729 |
| | 4 | 2 | 0,12177160 | 0,03680140 | 0,000407917 | 0,01555285 | 0,002276069 |
| | | 3 | 0,14426232 | 0,04417044 | 0,000456930 | 0,01555285 | 0,002559033 |
| | | 4 | 0,17547566 | 0,05389991 | 0,000582480 | 0,01304626 | 0,003144173 |
| | | 5 | 0,26911566 | 0,08308834 | 0,000959129 | 0,00552648 | 0,004899593 |
| | | 6 | 0,30032900 | 0,09281782 | 0,001084679 | 0,00301989 | 0,005484733 |
| | | 1 | 0,21382013 | 0,06570956 | 0,000622336 | 0,03011490 | 0,003459793 |
| | 5 | 2 | 0,18217064 | 0,05571535 | 0,000611039 | 0,01555285 | 0,003200619 |
| | | 3 | 0,20841341 | 0,06457806 | 0,000636167 | 0,01555285 | 0,003432046 |
| | | 4 | 0,23957831 | 0,07439981 | 0,000754668 | 0,01304626 | 0,004073228 |
| | | 5 | 0,33307298 | 0,10386505 | 0,001110169 | 0,00552648 | 0,005996772 |
| | | 6 | 0,36423787 | 0,11368680 | 0,001228670 | 0,00301989 | 0,006637953 |
| | | 1 | 0,33304622 | 0,10338240 | 0,000840664 | 0,03011490 | 0,004989764 |
| | 6 | 2 | 0,28032215 | 0,08722092 | 0,000805330 | 0,01555285 | 0,004287012 |
| | | 3 | 0,29454956 | 0,09228176 | 0,000823635 | 0,01555285 | 0,004549662 |
| | | 4 | 0,32639784 | 0,10243139 | 0,000934629 | 0,01304626 | 0,005140045 |
| | | 5 | 0,42194269 | 0,13288029 | 0,001267611 | 0,00552648 | 0,006911192 |
| | | 6 | 0,45379097 | 0,14302992 | 0,001378605 | 0,00301989 | 0,007501575 |
| | | 1 | 0,49346052 | 0,15529732 | 0,001051305 | 0,03011490 | 0,006696370 |
| | 7 | 2 | 0,43137749 | 0,13722259 | 0,001000717 | 0,01555285 | 0,005632322 |
| | | 3 | 0,41826350 | 0,13230638 | 0,001019017 | 0,01555285 | 0,005813968 |
| | | 4 | 0,43930391 | 0,13874293 | 0,001132161 | 0,01304626 | 0,006283829 |
| 5 | | 0,50242512 | 0,15805258 | 0,001471593 | 0,00552648 | 0,007693412 | |
| 6 | | 0,52346553 | 0,16448914 | 0,001584737 | 0,00301989 | 0,008163273 | |
| 1 | | 0,70418220 | 0,22389979 | 0,001255035 | 0,03011490 | 0,008846313 | |
| 8+9 | 2 | 0,65335138 | 0,20777160 | 0,001207780 | 0,01555285 | 0,007316884 | |
| | 3 | 0,58341807 | 0,18495027 | 0,001240871 | 0,01555285 | 0,007390537 | |
| | 4 | 0,58324503 | 0,18449540 | 0,001346642 | 0,01304626 | 0,007700370 | |
| | 5 | 0,58272591 | 0,18313081 | 0,001663955 | 0,00552648 | 0,008629869 | |
| | 6 | 0,58255287 | 0,18267595 | 0,001769727 | 0,00301989 | 0,008939702 | |
| | ST2.01.130 ST2.01.230 | 1+2 | 1 | 0,06431249 | 0,01745500 | 0,000173378 | 0,03011490 |
| 2 | | | 0,06494870 | 0,01844974 | 0,000188028 | 0,03011490 | 0,001651498 |
| 3 | | | 0,06541311 | 0,01905280 | 0,000187849 | 0,01555285 | 0,001452879 |
| 4 | | | 0,09927277 | 0,02980163 | 0,000306365 | 0,01304626 | 0,002027657 |
| 5 | | | 0,20085177 | 0,06204811 | 0,000661913 | 0,00552648 | 0,003751989 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | | | | | | |
| | | 6 | 0,23471144 | 0,07279693 | 0,000780429 | 0,00301989 | 0,004326767 |
| | 3 | 1 | 0,08961837 | 0,02542995 | 0,000297865 | 0,03011490 | 0,002214255 |
| | | 2 | 0,09340989 | 0,02743678 | 0,000297837 | 0,03011490 | 0,001999537 |
| | | 3 | 0,09413423 | 0,02810928 | 0,000285271 | 0,01555285 | 0,001802838 |
| | | 4 | 0,12827060 | 0,03887642 | 0,000413111 | 0,01304626 | 0,002400525 |
| | | 5 | 0,23067970 | 0,07117783 | 0,000796630 | 0,00552648 | 0,004193586 |
| | | 6 | 0,26481607 | 0,08194497 | 0,000924470 | 0,00301989 | 0,004791273 |
| | 4 | 1 | 0,13666242 | 0,04065756 | 0,000457845 | 0,03011490 | 0,002790680 |
| | | 2 | 0,14449896 | 0,04376907 | 0,000446099 | 0,03011490 | 0,002641340 |
| | | 3 | 0,13685594 | 0,04158672 | 0,000422602 | 0,01555285 | 0,002377925 |
| | | 4 | 0,16955055 | 0,05183294 | 0,000555017 | 0,01304626 | 0,002999287 |
| | | 5 | 0,26763439 | 0,08257160 | 0,000952264 | 0,00552648 | 0,004863372 |
| | | 6 | 0,30032900 | 0,09281782 | 0,001084679 | 0,00301989 | 0,005484733 |
| | 5 | 1 | 0,21767323 | 0,06633448 | 0,000641789 | 0,03011490 | 0,003601301 |
| | | 2 | 0,22653638 | 0,06999680 | 0,000629754 | 0,03011490 | 0,003605412 |
| | | 3 | 0,20647834 | 0,06371055 | 0,000614236 | 0,01555285 | 0,003402491 |
| | | 4 | 0,23803024 | 0,07370580 | 0,000737123 | 0,01304626 | 0,004049583 |
| | | 5 | 0,33268596 | 0,10369155 | 0,001105783 | 0,00552648 | 0,005990860 |
| | | 6 | 0,36423787 | 0,11368680 | 0,001228670 | 0,00301989 | 0,006637953 |
| | 6 | 1 | 0,38811535 | 0,12086099 | 0,000855131 | 0,03011490 | 0,004997380 |
| | | 2 | 0,34621676 | 0,10792212 | 0,000840558 | 0,03011490 | 0,005046619 |
| | | 3 | 0,30698206 | 0,09637933 | 0,000803111 | 0,01555285 | 0,004665214 |
| | | 4 | 0,33634384 | 0,10570945 | 0,000918210 | 0,01304626 | 0,005232486 |
| | | 5 | 0,42442919 | 0,13369980 | 0,001263506 | 0,00552648 | 0,006934303 |
| | | 6 | 0,45379097 | 0,14302992 | 0,001378605 | 0,00301989 | 0,007501575 |
| | 7 | 1 | 0,57562279 | 0,18032384 | 0,001093110 | 0,03011490 | 0,006923835 |
| | | 2 | 0,50422518 | 0,15883548 | 0,001050251 | 0,03011490 | 0,006758242 |
| | | 3 | 0,44895590 | 0,14219225 | 0,001009218 | 0,01555285 | 0,006137697 |
| | | 4 | 0,46385782 | 0,14665163 | 0,001124322 | 0,01304626 | 0,006542812 |
| | | 5 | 0,50856360 | 0,16002976 | 0,001469633 | 0,00552648 | 0,007758158 |
| | | 6 | 0,52346553 | 0,16448914 | 0,001584737 | 0,00301989 | 0,008163273 |
| | 8+9 | 1 | 0,81539962 | 0,25712135 | 0,001298191 | 0,03011490 | 0,009512730 |
| | | 2 | 0,72463047 | 0,23024314 | 0,001254238 | 0,03011490 | 0,008956719 |
| | | 3 | 0,63463333 | 0,20091584 | 0,001225388 | 0,01555285 | 0,007971227 |
| | | 4 | 0,62421724 | 0,19726786 | 0,001334256 | 0,01304626 | 0,008164922 |
| | | 5 | 0,59296896 | 0,18632392 | 0,001660859 | 0,00552648 | 0,008746007 |
| | | 6 | 0,58255287 | 0,18267595 | 0,001769727 | 0,00301989 | 0,008939702 |
| ST2.01.241 | 1+2 | 1 | 0,11778608 | 0,03565896 | 0,000261819 | 0,02751887 | 0,002774523 |
| | | 2 | 0,08568307 | 0,02542783 | 0,000228553 | 0,02751887 | 0,002341075 |
| | | 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | | 4 | 0,09375046 | 0,02880666 | 0,000285239 | 0,01185775 |
| 5 | 0,19206855 | 0,05975045 | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 | | |
| 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 | | |
| 3 | 1 | 0,17094324 | 0,05330494 | 0,000421581 | 0,02751887 | 0,003511799 | |
| | 2 | 0,12233125 | 0,03766611 | 0,000385030 | 0,02751887 | 0,002762560 | |
| | 3 | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 | |
| | 4 | 0,12161405 | 0,03756155 | 0,000387583 | 0,01185775 | 0,002322341 | |
| | 5 | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 | |
| | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 | |
| 4 | 1 | 0,25205437 | 0,07833332 | 0,000611657 | 0,02751887 | 0,004518734 | |
| | 2 | 0,18445843 | 0,05745101 | 0,000562320 | 0,02751887 | 0,003480229 | |
| | 3 | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 | |
| | 4 | 0,16063909 | 0,04982835 | 0,000534576 | 0,01185775 | 0,002890377 | |
| | 5 | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 | |
| | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| 5 | 1 | 0,38911634 | 0,12186679 | 0,000815499 | 0,02751887 | 0,005545943 | |
| | 2 | 0,29777522 | 0,09357146 | 0,000759794 | 0,02751887 | 0,004437114 | |
| | 3 | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 | |
| | 4 | 0,22168208 | 0,06932443 | 0,000719676 | 0,01185775 | 0,003721736 | |
| | 5 | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 | |
| | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 | |
| 6 | 1 | 0,59036580 | 0,18709768 | 0,001033776 | 0,02751887 | 0,007277431 | |
| | 2 | 0,48732831 | 0,15521521 | 0,000965881 | 0,02751887 | 0,005878632 | |
| | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 | |
| | 4 | 0,31250479 | 0,09855782 | 0,000921099 | 0,01185775 | 0,004771779 | |
| | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 | |
| | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 | |
| 7 | 1 | 0,92369319 | 0,29366061 | 0,001259251 | 0,02751887 | 0,009280587 | |
| | 2 | 0,84027049 | 0,26668904 | 0,001198894 | 0,02751887 | 0,007740676 | |
| | 3 | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 | |
| | 4 | 0,44199365 | 0,14028224 | 0,001139101 | 0,01185775 | 0,006049423 | |
| | 5 | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 | |
| | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| 8+9 | 1 | 1,31669173 | 0,41769085 | 0,001486300 | 0,02751887 | 0,012186618 | |
| | 2 | 1,18005447 | 0,37356839 | 0,001445462 | 0,02751887 | 0,010528105 | |
| | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 | |
| | 4 | 0,60113250 | 0,19141790 | 0,001367270 | 0,01185775 | 0,007554100 | |
| | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 | |
| | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 | |
| ST2.01.242 | 1+2 | 1 | 0,08308165 | 0,02447142 | 0,000217735 | 0,02751887 | 0,002338220 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | | 2 | 0,06368013 | 0,01852088 | 0,000187213 | 0,02751887 |
| | | 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 |
| | | 4 | 0,09375046 | 0,02880666 | 0,000285239 | 0,01185775 | 0,001954202 |
| | | 5 | 0,19206855 | 0,05975045 | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | 3 | 1 | 0,11767243 | 0,03609887 | 0,000373714 | 0,02751887 | 0,002734868 |
| | | 2 | 0,09187977 | 0,02775971 | 0,000328735 | 0,02751887 | 0,002339114 |
| | | 3 | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 |
| | | 4 | 0,12161405 | 0,03756155 | 0,000387583 | 0,01185775 | 0,002322341 |
| | | 5 | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | 4 | 1 | 0,17664991 | 0,05490973 | 0,000553281 | 0,02751887 | 0,003432372 |
| | | 2 | 0,14449441 | 0,04457938 | 0,000501825 | 0,02751887 | 0,002945676 |
| | | 3 | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 |
| | | 4 | 0,16063909 | 0,04982835 | 0,000534576 | 0,01185775 | 0,002890377 |
| | | 5 | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| | 5 | 1 | 0,28090936 | 0,08830095 | 0,000751735 | 0,02751887 | 0,004380045 |
| | | 2 | 0,23921201 | 0,07545133 | 0,000698547 | 0,02751887 | 0,003807579 |
| | | 3 | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 |
| | | 4 | 0,22168208 | 0,06932443 | 0,000719676 | 0,01185775 | 0,003721736 |
| | | 5 | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,47223119 | 0,15097707 | 0,000959401 | 0,02751887 | 0,005710976 |
| | | 2 | 0,42268148 | 0,13466100 | 0,000919455 | 0,02751887 | 0,005102772 |
| | | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 |
| | | 4 | 0,31250479 | 0,09855782 | 0,000921099 | 0,01185775 | 0,004771779 |
| | | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| | 7 | 1 | 0,82361728 | 0,26151253 | 0,001198111 | 0,02751887 | 0,007486561 |
| | | 2 | 0,67028608 | 0,21246375 | 0,001162739 | 0,02751887 | 0,006892637 |
| | | 3 | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 |
| | | 4 | 0,44199365 | 0,14028224 | 0,001139101 | 0,01185775 | 0,006049423 |
| | | 5 | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 |
| | 8+9 | 1 | 1,18695170 | 0,37562281 | 0,001441719 | 0,02751887 | 0,009865449 |
| | | 2 | 0,95305435 | 0,30212765 | 0,001385292 | 0,02751887 | 0,008698662 |
| | | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 |
| | | 4 | 0,60113250 | 0,19141790 | 0,001367270 | 0,01185775 | 0,007554100 |
| | | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| ST2.01.243 | 1+2 | 1 | 0,04760278 | 0,01376216 | 0,000135171 | 0,02751887 | 0,001647830 |
| | | 2 | 0,04880657 | 0,01441038 | 0,000134154 | 0,02751887 | 0,001486790 |
| | | 3 | 0,06097776 | 0,01849206 | 0,000177072 | 0,01413337 | 0,001422802 |
| | | 4 | 0,09375046 | 0,02880666 | 0,000285239 | 0,01185775 | 0,001954202 |
| | | 5 | 0,19206855 | 0,05975045 | 0,000609742 | 0,00503087 | 0,003548403 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | 3 | 1 | 0,06818502 | 0,02018705 | 0,000255955 | 0,02751887 | 0,001874909 |
| | | 2 | 0,07217770 | 0,02176487 | 0,000244036 | 0,02751887 | 0,001755851 |
| | | 3 | 0,08848648 | 0,02716308 | 0,000278069 | 0,01413337 | 0,001778782 |
| | | 4 | 0,12161405 | 0,03756155 | 0,000387583 | 0,01185775 | 0,002322341 |
| | | 5 | 0,22099677 | 0,06875695 | 0,000716127 | 0,00503087 | 0,003953016 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | 4 | 1 | 0,10769707 | 0,03312943 | 0,000422306 | 0,02751887 | 0,002446243 |
| | | 2 | 0,11322257 | 0,03492847 | 0,000404344 | 0,02751887 | 0,002292371 |
| | | 3 | 0,12865220 | 0,03987902 | 0,000427146 | 0,01413337 | 0,002355099 |
| | | 4 | 0,16063909 | 0,04982835 | 0,000534576 | 0,01185775 | 0,002890377 |
| | | 5 | 0,25659975 | 0,07967633 | 0,000856867 | 0,00503087 | 0,004496211 |
| | | 6 | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 |
| | 5 | 1 | 0,19548416 | 0,06178761 | 0,000614052 | 0,02751887 | 0,003317470 |
| | | 2 | 0,19287482 | 0,06057238 | 0,000606771 | 0,02751887 | 0,003258265 |
| | | 3 | 0,19406138 | 0,06085935 | 0,000617490 | 0,01413337 | 0,003245381 |
| | | 4 | 0,22168208 | 0,06932443 | 0,000719676 | 0,01185775 | 0,003721736 |
| | | 5 | 0,30454417 | 0,09471964 | 0,001026234 | 0,00503087 | 0,005150798 |
| | | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 |
| | 6 | 1 | 0,32732857 | 0,10263590 | 0,000858889 | 0,02751887 | 0,004566076 |
| | | 2 | 0,30578601 | 0,09647141 | 0,000846587 | 0,02751887 | 0,004526245 |
| | | 3 | 0,29392092 | 0,09311949 | 0,000815668 | 0,01413337 | 0,004376798 |
| | | 4 | 0,31250479 | 0,09855782 | 0,000921099 | 0,01185775 | 0,004771779 |
| | | 5 | 0,36825639 | 0,11487282 | 0,001237389 | 0,00503087 | 0,005956724 |
| | | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 |
| 7 | 1 | 0,50356236 | 0,15936583 | 0,001100364 | 0,02751887 | 0,006432142 | |
| | 2 | 0,47355566 | 0,15101893 | 0,001057719 | 0,02751887 | 0,006073213 | |
| | 3 | 0,43926085 | 0,14005175 | 0,001031465 | 0,01413337 | 0,005700436 | |
| | 4 | 0,44199365 | 0,14028224 | 0,001139101 | 0,01185775 | 0,006049423 | |
| | 5 | 0,45019205 | 0,14097371 | 0,001462010 | 0,00503087 | 0,007096384 | |
| | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| 8+9 | 1 | 0,74246197 | 0,23754331 | 0,001322459 | 0,02751887 | 0,008344560 | |
| | 2 | 0,70767291 | 0,22684064 | 0,001270772 | 0,02751887 | 0,007837556 | |
| | 3 | 0,61547318 | 0,19602846 | 0,001269113 | 0,01413337 | 0,007240756 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST2.02.123 | | 4 | 0,60113250 | 0,19141790 | 0,001367270 | 0,01185775 | 0,007554100 |
| | | 5 | 0,55811047 | 0,17758623 | 0,001661744 | 0,00503087 | 0,008494131 |
| | | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 |
| | 1+2 | 1 | 0,05614220 | 0,01637761 | 0,000150035 | 0,01555285 | 0,001280615 |
| | | 2 | 0,06032169 | 0,01779175 | 0,000174045 | 0,01555285 | 0,001354915 |
| | | 3 | 0,08776380 | 0,02641340 | 0,000254905 | 0,01555285 | 0,001767064 |
| | | 4 | 0,11715332 | 0,03569011 | 0,000360010 | 0,01304626 | 0,002279005 |
| | | 5 | 0,20532191 | 0,06352023 | 0,000675324 | 0,00552648 | 0,003814826 |
| | | 6 | 0,23471144 | 0,07279693 | 0,000780429 | 0,00301989 | 0,004326767 |
| | 3 | 1 | 0,07822349 | 0,02320678 | 0,000249313 | 0,01555285 | 0,001614725 |
| | | 2 | 0,07939304 | 0,02372141 | 0,000268002 | 0,01555285 | 0,001666691 |
| | | 3 | 0,11249772 | 0,03403910 | 0,000348968 | 0,01555285 | 0,002086005 |
| | | 4 | 0,14296139 | 0,04362027 | 0,000464068 | 0,01304626 | 0,002627058 |
| | | 5 | 0,23435240 | 0,07236380 | 0,000809369 | 0,00552648 | 0,004250219 |
| | | 6 | 0,26481607 | 0,08194497 | 0,000924470 | 0,00301989 | 0,004791273 |
| | 4 | 1 | 0,11389099 | 0,03435917 | 0,000398206 | 0,01555285 | 0,002178592 |
| | | 2 | 0,11078558 | 0,03343322 | 0,000410795 | 0,01555285 | 0,002222534 |
| | | 3 | 0,14795526 | 0,04503960 | 0,000493656 | 0,01555285 | 0,002642669 |
| | | 4 | 0,17843001 | 0,05459524 | 0,000611861 | 0,01304626 | 0,003211082 |
| | | 5 | 0,26985425 | 0,08326218 | 0,000966475 | 0,00552648 | 0,004916321 |
| | | 6 | 0,30032900 | 0,09281782 | 0,001084679 | 0,00301989 | 0,005484733 |
| | 5 | 1 | 0,17219609 | 0,05303469 | 0,000578326 | 0,01555285 | 0,003057983 |
| | | 2 | 0,16932988 | 0,05238429 | 0,000574809 | 0,01555285 | 0,002999965 |
| | | 3 | 0,20244126 | 0,06238684 | 0,000656917 | 0,01555285 | 0,003483496 |
| | | 4 | 0,23480058 | 0,07264683 | 0,000771268 | 0,01304626 | 0,004114387 |
| | | 5 | 0,33187855 | 0,10342681 | 0,001114319 | 0,00552648 | 0,006007061 |
| | | 6 | 0,36423787 | 0,11368680 | 0,001228670 | 0,00301989 | 0,006637953 |
| | 6 | 1 | 0,26099651 | 0,08188297 | 0,000768703 | 0,01555285 | 0,004111393 |
| | | 2 | 0,24312126 | 0,07581882 | 0,000751656 | 0,01555285 | 0,003909884 |
| | | 3 | 0,28487725 | 0,08876581 | 0,000851456 | 0,01555285 | 0,004549204 |
| 4 | | 0,31865999 | 0,09961863 | 0,000956886 | 0,01304626 | 0,005139678 | |
| 5 | | 0,42000822 | 0,13217710 | 0,001273175 | 0,00552648 | 0,006911101 | |
| 6 | | 0,45379097 | 0,14302992 | 0,001378605 | 0,00301989 | 0,007501575 | |
| 7 | 1 | 0,39076872 | 0,12343494 | 0,000974472 | 0,01555285 | 0,005317475 | |
| | 2 | 0,34353250 | 0,10742843 | 0,000962394 | 0,01555285 | 0,004773304 | |
| | 3 | 0,37793749 | 0,11894752 | 0,001050573 | 0,01555285 | 0,005755360 | |
| | 4 | 0,40704310 | 0,12805584 | 0,001157406 | 0,01304626 | 0,006236942 | |
| | 5 | 0,49435992 | 0,15538081 | 0,001477905 | 0,00552648 | 0,007681690 | |
| | 6 | 0,52346553 | 0,16448914 | 0,001584737 | 0,00301989 | 0,008163273 | |
| 8+9 | 1 | 0,56572530 | 0,17802300 | 0,001206122 | 0,01555285 | 0,006983618 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| ST2.02.243 | | 2 | 0,48712100 | 0,15260214 | 0,001218158 | 0,01555285 | 0,006388521 |
| | | 3 | 0,51299413 | 0,16237553 | 0,001264100 | 0,01555285 | 0,007258370 |
| | | 4 | 0,52690588 | 0,16643561 | 0,001365225 | 0,01304626 | 0,007594636 |
| | | 5 | 0,56864112 | 0,17861586 | 0,001668601 | 0,00552648 | 0,008603436 |
| | | 6 | 0,58255287 | 0,18267595 | 0,001769727 | 0,00301989 | 0,008939702 |
| | | 1 | 0,04554243 | 0,01350043 | 0,000113669 | 0,02751887 | 0,001389111 |
| | 1+2 | 2 | 0,05003202 | 0,01505097 | 0,000129837 | 0,01413337 | 0,001293498 |
| | | 3 | 0,07469053 | 0,02283017 | 0,000212543 | 0,01413337 | 0,001595240 |
| | | 4 | 0,10472068 | 0,03227714 | 0,000313616 | 0,01185775 | 0,002092153 |
| | | 5 | 0,19481111 | 0,06061807 | 0,000616837 | 0,00503087 | 0,003582890 |
| | | 6 | 0,22484125 | 0,07006504 | 0,000717910 | 0,00275524 | 0,004079803 |
| | | 1 | 0,06743505 | 0,02037325 | 0,000208000 | 0,02751887 | 0,001605508 |
| | 3 | 2 | 0,06904757 | 0,02097377 | 0,000222818 | 0,01413337 | 0,001566214 |
| | | 3 | 0,10389518 | 0,03205861 | 0,000314611 | 0,01413337 | 0,001962709 |
| | | 4 | 0,13394101 | 0,04147797 | 0,000416817 | 0,01185775 | 0,002469482 |
| | | 5 | 0,22407850 | 0,06973605 | 0,000723435 | 0,00503087 | 0,003989802 |
| | | 6 | 0,25412434 | 0,07915541 | 0,000825641 | 0,00275524 | 0,004496575 |
| | | 1 | 0,09870605 | 0,03006936 | 0,000366904 | 0,02751887 | 0,002133770 |
| | 4 | 2 | 0,10063272 | 0,03091684 | 0,000380441 | 0,01413337 | 0,002050524 |
| | | 3 | 0,14582735 | 0,04542246 | 0,000466761 | 0,01413337 | 0,002549057 |
| | | 4 | 0,17437921 | 0,05426310 | 0,000566268 | 0,01185775 | 0,003045543 |
| 5 | | 0,26003478 | 0,08078502 | 0,000864790 | 0,00503087 | 0,004535003 | |
| 6 | | 0,28858663 | 0,08962566 | 0,000964297 | 0,00275524 | 0,005031489 | |
| 1 | | 0,15679622 | 0,04867057 | 0,000592586 | 0,02751887 | 0,003070754 | |
| 5 | 2 | 0,15635556 | 0,04862708 | 0,000572044 | 0,01413337 | 0,002938038 | |
| | 3 | 0,20942645 | 0,06547021 | 0,000654317 | 0,01413337 | 0,003427682 | |
| | 4 | 0,23397414 | 0,07301311 | 0,000749138 | 0,01185775 | 0,003867576 | |
| | 5 | 0,30761719 | 0,09564181 | 0,001033600 | 0,00503087 | 0,005187258 | |
| | 6 | 0,33216487 | 0,10318471 | 0,001128420 | 0,00275524 | 0,005627152 | |
| | 1 | 0,26061121 | 0,08302617 | 0,000790796 | 0,02751887 | 0,004193946 | |
| 6 | 2 | 0,24329541 | 0,07719193 | 0,000776376 | 0,01413337 | 0,003982632 | |
| | 3 | 0,29988443 | 0,09545344 | 0,000847492 | 0,01413337 | 0,004462227 | |
| | 4 | 0,31727560 | 0,10042499 | 0,000946557 | 0,01185775 | 0,004840123 | |
| | 5 | 0,36944910 | 0,11533961 | 0,001243754 | 0,00503087 | 0,005973810 | |
| | 6 | 0,38684026 | 0,12031116 | 0,001342819 | 0,00275524 | 0,006351705 | |
| | 1 | 0,41593271 | 0,13311287 | 0,000993493 | 0,02751887 | 0,005282830 | |
| 7 | 2 | 0,38291302 | 0,12134933 | 0,000996630 | 0,01413337 | 0,005054068 | |
| | 3 | 0,44027645 | 0,14079547 | 0,001041438 | 0,01413337 | 0,005682811 | |
| | 4 | 0,44280613 | 0,14087721 | 0,001147080 | 0,01185775 | 0,006035323 | |
| | 5 | 0,45039517 | 0,14112245 | 0,001464004 | 0,00503087 | 0,007092859 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|--|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} | |
| | | 6 | 0,45292485 | 0,14120420 | 0,001569646 | 0,00275524 | 0,007445371 | |
| | | 8+9 | 1 | 0,60544928 | 0,19160899 | 0,001276916 | 0,02751887 | 0,006982431 |
| | | | 2 | 0,54343660 | 0,17200129 | 0,001255785 | 0,01413337 | 0,006671141 |
| | | | 3 | 0,60952952 | 0,19443737 | 0,001262627 | 0,01413337 | 0,007212450 |
| | | | 4 | 0,59637758 | 0,19014503 | 0,001362082 | 0,01185775 | 0,007531455 |
| | | | 5 | 0,55692174 | 0,17726802 | 0,001660447 | 0,00503087 | 0,008488470 |
| | 6 | 0,54376980 | 0,17297568 | 0,001759902 | 0,00275524 | 0,008807475 | | |
| | ST2.04.101 ST2.04.102 ST2.04.103 | 1+2 | 1 | 0,06686289 | 0,02004453 | 0,000169887 | 0,01554433 | 0,001456014 |
| | | | 2 | 0,08672753 | 0,02599956 | 0,000270984 | 0,01554433 | 0,001799284 |
| | | | 3 | 0,11825399 | 0,03580641 | 0,000368972 | 0,01554433 | 0,002285373 |
| | | | 4 | 0,14152992 | 0,04320842 | 0,000450971 | 0,01303885 | 0,002693968 |
| | | | 5 | 0,21135771 | 0,06541445 | 0,000696966 | 0,00552240 | 0,003919755 |
| 6 | | | 0,23463364 | 0,07281645 | 0,000778965 | 0,00301691 | 0,004328350 | |
| 3 | | 1 | 0,08536650 | 0,02571453 | 0,000256714 | 0,01554433 | 0,001714873 | |
| | | 2 | 0,11237288 | 0,03394676 | 0,000373841 | 0,01554433 | 0,002185356 | |
| | | 3 | 0,14797199 | 0,04504120 | 0,000482448 | 0,01554433 | 0,002740265 | |
| | | 4 | 0,17132753 | 0,05242657 | 0,000570566 | 0,01303885 | 0,003150854 | |
| | | 5 | 0,24139415 | 0,07458266 | 0,000834923 | 0,00552240 | 0,004382622 | |
| | | 6 | 0,26474968 | 0,08196803 | 0,000923042 | 0,00301691 | 0,004793211 | |
| 4 | | 1 | 0,11388363 | 0,03453128 | 0,000381010 | 0,01554433 | 0,002182127 | |
| | | 2 | 0,14950349 | 0,04553096 | 0,000509270 | 0,01554433 | 0,002765843 | |
| | | 3 | 0,18737949 | 0,05735167 | 0,000607031 | 0,01554433 | 0,003296504 | |
| | | 4 | 0,20995873 | 0,06445033 | 0,000702282 | 0,01303885 | 0,003734598 | |
| | | 5 | 0,27769645 | 0,08574631 | 0,000988036 | 0,00552240 | 0,005048881 | |
| | | 6 | 0,30027569 | 0,09284497 | 0,001083287 | 0,00301691 | 0,005486975 | |
| 5 | | 1 | 0,15794928 | 0,04830940 | 0,000570823 | 0,01554433 | 0,002918696 | |
| | | 2 | 0,20504103 | 0,06305469 | 0,000675914 | 0,01554433 | 0,003462254 | |
| | | 3 | 0,23765856 | 0,07295435 | 0,000773282 | 0,01554433 | 0,003971783 | |
| | | 4 | 0,26296812 | 0,08110778 | 0,000864087 | 0,01303885 | 0,004505582 | |
| | | 5 | 0,33889682 | 0,10556805 | 0,001136501 | 0,00552240 | 0,006106977 | |
| | | 6 | 0,36420638 | 0,11372148 | 0,001227305 | 0,00301691 | 0,006640776 | |
| 6 | | 1 | 0,22501334 | 0,06955576 | 0,000775526 | 0,01554433 | 0,003940423 | |
| | | 2 | 0,28144907 | 0,08733147 | 0,000852613 | 0,01554433 | 0,004434524 | |
| | | 3 | 0,30852281 | 0,09546264 | 0,000988863 | 0,01554433 | 0,005028372 | |
| | | 4 | 0,33757637 | 0,10498516 | 0,001066544 | 0,01303885 | 0,005523650 | |
| | | 5 | 0,42473707 | 0,13355272 | 0,001299588 | 0,00552240 | 0,007009483 | |
| | | 6 | 0,45379063 | 0,14307524 | 0,001377270 | 0,00301691 | 0,007504760 | |
| 7 | | 1 | 0,32404777 | 0,10215355 | 0,000973826 | 0,01554433 | 0,005038176 | |
| | | 2 | 0,37595634 | 0,11729547 | 0,001056126 | 0,01554433 | 0,005636965 | |
| | | 3 | 0,40104139 | 0,12514630 | 0,001189043 | 0,01554433 | 0,006437644 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | 4 | 0,42553111 | 0,13302544 | 0,001267920 | 0,01303885 | 0,006783448 |
| | | 5 | 0,49900029 | 0,15666286 | 0,001504552 | 0,00552240 | 0,007820860 |
| | | 6 | 0,52349002 | 0,16454200 | 0,001583430 | 0,00301691 | 0,008166664 |
| | 8+9 | 1 | 0,44403914 | 0,14114046 | 0,001176870 | 0,01554433 | 0,006232449 |
| | | 2 | 0,50039090 | 0,15759162 | 0,001266134 | 0,01554433 | 0,006937435 |
| | | 3 | 0,52911313 | 0,16703086 | 0,001396229 | 0,01554433 | 0,007689584 |
| | | 4 | 0,53980996 | 0,17017173 | 0,001470674 | 0,01303885 | 0,007940322 |
| | | 5 | 0,57190044 | 0,17959436 | 0,001694008 | 0,00552240 | 0,008692535 |
| | | 6 | 0,58259727 | 0,18273524 | 0,001768453 | 0,00301691 | 0,008943272 |

Tabelle 112: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Leichtverkehr auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs- und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST3.11.111 ST3.11.221 ST3.21.111 ST3.21.221 | 1+2 | 1 | 0,06946038 | 0,02017627 | 0,000194448 | 0,01456372 | 0,001584595 |
| | | 2 | 0,09537715 | 0,02842583 | 0,000264186 | 0,01456372 | 0,001999570 |
| | | 3 | 0,09484572 | 0,02826219 | 0,000293164 | 0,01456372 | 0,002094285 |
| | | 4 | 0,12264806 | 0,03702832 | 0,000388661 | 0,01223173 | 0,002612210 |
| | | 5 | 0,20605508 | 0,06332671 | 0,000675154 | 0,00523576 | 0,004165985 |
| | | 6 | 0,23385742 | 0,07209284 | 0,000770652 | 0,00290377 | 0,004683910 |
| | 3 | 1 | 0,09469046 | 0,02802731 | 0,000285420 | 0,01456372 | 0,001982692 |
| | | 2 | 0,12097465 | 0,03646155 | 0,000357562 | 0,01456372 | 0,002397273 |
| | | 3 | 0,11689724 | 0,03502530 | 0,000386376 | 0,01456372 | 0,002506052 |
| | | 4 | 0,14643610 | 0,04430957 | 0,000491161 | 0,01223173 | 0,003052496 |
| | | 5 | 0,23505270 | 0,07216238 | 0,000805518 | 0,00523576 | 0,004691828 |
| | | 6 | 0,26459156 | 0,08144665 | 0,000910303 | 0,00290377 | 0,005238273 |
| | 4 | 1 | 0,13620656 | 0,04097197 | 0,000426498 | 0,01456372 | 0,002709888 |
| | | 2 | 0,16315682 | 0,04959679 | 0,000495160 | 0,01456372 | 0,003139814 |
| | | 3 | 0,15028769 | 0,04536074 | 0,000522669 | 0,01456372 | 0,003168074 |
| | | 4 | 0,18049723 | 0,05484069 | 0,000631547 | 0,01223173 | 0,003757904 |
| | | 5 | 0,27112585 | 0,08328052 | 0,000958181 | 0,00523576 | 0,005527395 |
| | | 6 | 0,30133539 | 0,09276046 | 0,001067059 | 0,00290377 | 0,006117225 |
| | 5 | 1 | 0,19929350 | 0,06135404 | 0,000594675 | 0,01456372 | 0,003742926 |
| | | 2 | 0,21970032 | 0,06762289 | 0,000655722 | 0,01456372 | 0,004093975 |
| | | 3 | 0,20041788 | 0,06114694 | 0,000686700 | 0,01456372 | 0,004012688 |
| 4 | | 0,23390659 | 0,07180216 | 0,000792214 | 0,01223173 | 0,004689001 | |
| 5 | | 0,33437271 | 0,10376781 | 0,001108757 | 0,00523576 | 0,006717940 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| ST3.11.112 ST3.11.222 ST3.14.101 ST3.14.102 ST3.14.103 ST3.21.112 ST3.21.222 ST3.24.101 ST3.24.102 ST3.24.103 | 6 | 6 | 0,36786142 | 0,11442303 | 0,001214271 | 0,00290377 | 0,007394252 |
| | | 1 | 0,29346229 | 0,09141892 | 0,000779668 | 0,01456372 | 0,005046375 |
| | 6 | 2 | 0,29773857 | 0,09234975 | 0,000837780 | 0,01456372 | 0,005276422 |
| | | 3 | 0,26908913 | 0,08321187 | 0,000867893 | 0,01456372 | 0,005020532 |
| | | 4 | 0,30668564 | 0,09527699 | 0,000967008 | 0,01223173 | 0,005693993 |
| | | 5 | 0,41947518 | 0,13147235 | 0,001264355 | 0,00523576 | 0,007714374 |
| | | 6 | 0,45707169 | 0,14353747 | 0,001363471 | 0,00290377 | 0,008387835 |
| | | 1 | 0,40862094 | 0,12807221 | 0,000983071 | 0,01456372 | 0,006540542 |
| | 7 | 2 | 0,39753147 | 0,12430021 | 0,001052849 | 0,01456372 | 0,006801584 |
| | | 3 | 0,35488540 | 0,11057378 | 0,001060530 | 0,01456372 | 0,006180121 |
| | | 4 | 0,38998760 | 0,12169898 | 0,001161933 | 0,01223173 | 0,006776838 |
| | | 5 | 0,49529419 | 0,15507458 | 0,001466145 | 0,00523576 | 0,008566987 |
| | | 6 | 0,53039639 | 0,16619978 | 0,001567549 | 0,00290377 | 0,009163704 |
| | | 1 | 0,56136541 | 0,17675923 | 0,001221288 | 0,01456372 | 0,008468027 |
| | 8+9 | 2 | 0,53230327 | 0,16813010 | 0,001254708 | 0,01456372 | 0,008247709 |
| | | 3 | 0,46046348 | 0,14393777 | 0,001264662 | 0,01456372 | 0,007478023 |
| | | 4 | 0,48719366 | 0,15232610 | 0,001361943 | 0,01223173 | 0,007992140 |
| | | 5 | 0,56738423 | 0,17749108 | 0,001653788 | 0,00523576 | 0,009534491 |
| | | 6 | 0,59411442 | 0,18587941 | 0,001751069 | 0,00290377 | 0,010048609 |
| | | 1 | 0,09682726 | 0,02890858 | 0,000287004 | 0,01456372 | 0,002056070 |
| | 1+2 | 2 | 0,10930452 | 0,03269366 | 0,000337808 | 0,01456372 | 0,002365008 |
| | | 3 | 0,13011668 | 0,03925935 | 0,000423597 | 0,00290377 | 0,002738196 |
| | | 4 | 0,15739420 | 0,04783917 | 0,000524113 | 0,00290377 | 0,003369652 |
| | | 5 | 0,23922679 | 0,07357863 | 0,000825662 | 0,00290377 | 0,005264019 |
| 6 | | 0,26650431 | 0,08215845 | 0,000926178 | 0,00290377 | 0,005895475 | |
| 1 | | 0,11728795 | 0,03521591 | 0,000362574 | 0,01456372 | 0,002360592 | |
| 3 | 2 | 0,13683887 | 0,04111026 | 0,000437070 | 0,01456372 | 0,002845990 | |
| | 3 | 0,16146360 | 0,04896504 | 0,000525461 | 0,00290377 | 0,003200856 | |
| | 4 | 0,18798767 | 0,05728087 | 0,000629434 | 0,00290377 | 0,003854595 | |
| | 5 | 0,26755989 | 0,08222835 | 0,000941352 | 0,00290377 | 0,005815813 | |
| | 6 | 0,29408397 | 0,09054418 | 0,001045324 | 0,00290377 | 0,006469552 | |
| | 1 | 0,14793245 | 0,04473407 | 0,000513850 | 0,01456372 | 0,002929671 | |
| 4 | 2 | 0,17843421 | 0,05408925 | 0,000569419 | 0,01456372 | 0,003504661 | |
| | 3 | 0,20267867 | 0,06176652 | 0,000661774 | 0,00290377 | 0,003809652 | |
| | 4 | 0,22752721 | 0,06951846 | 0,000768020 | 0,00290377 | 0,004449607 | |
| | 5 | 0,30207283 | 0,09277427 | 0,001086756 | 0,00290377 | 0,006369473 | |
| | 6 | 0,32692138 | 0,10052621 | 0,001193001 | 0,00290377 | 0,007009428 | |
| | 1 | 0,19912407 | 0,06056030 | 0,000695849 | 0,01456372 | 0,003874862 | |
| 5 | 2 | 0,22766392 | 0,06955509 | 0,000720950 | 0,01456372 | 0,004209533 | |
| | 3 | 0,25677770 | 0,07886301 | 0,000818263 | 0,00290377 | 0,004627105 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV ^f _{AE,SK,LV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| ST3.12.111 ST3.12.221 ST3.22.111 ST3.22.221 | | 4 | 0,28212501 | 0,08679625 | 0,000924302 | 0,00290377 | 0,005272876 |
| | | 5 | 0,35816691 | 0,11059596 | 0,001242419 | 0,00290377 | 0,007210188 |
| | | 6 | 0,38351421 | 0,11852919 | 0,001348458 | 0,00290377 | 0,007855959 |
| | 6 | 1 | 0,28981460 | 0,09045433 | 0,000882049 | 0,01456372 | 0,005093187 |
| | | 2 | 0,28609218 | 0,08804077 | 0,000888046 | 0,01456372 | 0,005040000 |
| | | 3 | 0,32647161 | 0,10126530 | 0,000995070 | 0,00290377 | 0,005573622 |
| | | 4 | 0,35185513 | 0,10909623 | 0,001099253 | 0,00290377 | 0,006219169 |
| | | 5 | 0,42800570 | 0,13258902 | 0,001411804 | 0,00290377 | 0,008155810 |
| | | 6 | 0,45338923 | 0,14041995 | 0,001515988 | 0,00290377 | 0,008801357 |
| | 7 | 1 | 0,37086238 | 0,11637228 | 0,001065293 | 0,01456372 | 0,006216031 |
| | | 2 | 0,36617361 | 0,11336295 | 0,001073151 | 0,01456372 | 0,006130967 |
| | | 3 | 0,41720246 | 0,13014250 | 0,001178240 | 0,00290377 | 0,006746132 |
| | | 4 | 0,43869189 | 0,13677698 | 0,001284197 | 0,00290377 | 0,007355868 |
| | | 5 | 0,50316016 | 0,15668041 | 0,001602068 | 0,00290377 | 0,009185076 |
| | | 6 | 0,52464958 | 0,16331489 | 0,001708024 | 0,00290377 | 0,009794811 |
| | 8+9 | 1 | 0,48343857 | 0,15252487 | 0,001250852 | 0,01456372 | 0,007491468 |
| | | 2 | 0,46723545 | 0,14568701 | 0,001272462 | 0,01456372 | 0,007525636 |
| | | 3 | 0,51650413 | 0,16228991 | 0,001379549 | 0,00290377 | 0,008011708 |
| | | 4 | 0,53380833 | 0,16748730 | 0,001479683 | 0,00290377 | 0,008581361 |
| | | 5 | 0,58572095 | 0,18307947 | 0,001780087 | 0,00290377 | 0,010290321 |
| | | 6 | 0,60302515 | 0,18827686 | 0,001880222 | 0,00290377 | 0,010859974 |
| | 1+2 | 1 | 0,08314382 | 0,02454243 | 0,000240726 | 0,01456372 | 0,001820333 |
| | | 2 | 0,10234083 | 0,03055975 | 0,000300997 | 0,01456372 | 0,002182289 |
| | | 3 | 0,11248120 | 0,03376077 | 0,000358380 | 0,00873374 | 0,002416240 |
| 4 | | 0,14002113 | 0,04243375 | 0,000456387 | 0,00756775 | 0,002990931 | |
| 5 | | 0,22264093 | 0,06845267 | 0,000750408 | 0,00406976 | 0,004715002 | |
| 6 | | 0,25018087 | 0,07712565 | 0,000848415 | 0,00290377 | 0,005289693 | |
| 3 | 1 | 0,10598921 | 0,03162161 | 0,000323997 | 0,01456372 | 0,002171642 | |
| | 2 | 0,12890676 | 0,03878591 | 0,000397316 | 0,01456372 | 0,002621632 | |
| | 3 | 0,13918042 | 0,04199517 | 0,000455918 | 0,00873374 | 0,002853454 | |
| | 4 | 0,16721189 | 0,05079522 | 0,000560297 | 0,00756775 | 0,003453545 | |
| | 5 | 0,25130629 | 0,07719537 | 0,000873435 | 0,00406976 | 0,005253821 | |
| | 6 | 0,27933776 | 0,08599541 | 0,000977814 | 0,00290377 | 0,005853912 | |
| 4 | 1 | 0,14206951 | 0,04285302 | 0,000470174 | 0,01456372 | 0,002819779 | |
| | 2 | 0,17079551 | 0,05184302 | 0,000532289 | 0,01456372 | 0,003322238 | |
| | 3 | 0,17648318 | 0,05356363 | 0,000592222 | 0,00873374 | 0,003488863 | |
| | 4 | 0,20401222 | 0,06217957 | 0,000699783 | 0,00756775 | 0,004103756 | |
| | 5 | 0,28659934 | 0,08802740 | 0,001022469 | 0,00406976 | 0,005948434 | |
| | 6 | 0,31412838 | 0,09664334 | 0,001130030 | 0,00290377 | 0,006563327 | |
| 5 | 1 | 0,19920879 | 0,06095717 | 0,000645262 | 0,01456372 | 0,003808894 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | 2 | 0,22368212 | 0,06858899 | 0,000688336 | 0,01456372 | 0,004151754 |
| | | 3 | 0,22859779 | 0,07000497 | 0,000752482 | 0,00873374 | 0,004319897 |
| | | 4 | 0,25801580 | 0,07929920 | 0,000858258 | 0,00756775 | 0,004980938 |
| | | 5 | 0,34626981 | 0,10718188 | 0,001175588 | 0,00406976 | 0,006964064 |
| | | 6 | 0,37568782 | 0,11647611 | 0,001281364 | 0,00290377 | 0,007625106 |
| | 6 | 1 | 0,29163844 | 0,09093662 | 0,000830858 | 0,01456372 | 0,005069781 |
| | | 2 | 0,29191538 | 0,09019526 | 0,000862913 | 0,01456372 | 0,005158211 |
| | | 3 | 0,29778037 | 0,09223858 | 0,000931481 | 0,00873374 | 0,005297077 |
| | | 4 | 0,32927039 | 0,10218661 | 0,001033131 | 0,00756775 | 0,005956581 |
| | | 5 | 0,42374044 | 0,13203068 | 0,001338080 | 0,00406976 | 0,007935092 |
| | | 6 | 0,45523046 | 0,14197871 | 0,001439729 | 0,00290377 | 0,008594596 |
| | 7 | 1 | 0,38974166 | 0,12222224 | 0,001024182 | 0,01456372 | 0,006378287 |
| | | 2 | 0,38185254 | 0,11883158 | 0,001063000 | 0,01456372 | 0,006466275 |
| | | 3 | 0,38604393 | 0,12035814 | 0,001119385 | 0,00873374 | 0,006463126 |
| | | 4 | 0,41433974 | 0,12923798 | 0,001223065 | 0,00756775 | 0,007066353 |
| | | 5 | 0,49922717 | 0,15587750 | 0,001534106 | 0,00406976 | 0,008876031 |
| | | 6 | 0,52752298 | 0,16475733 | 0,001637786 | 0,00290377 | 0,009479258 |
| | 8+9 | 1 | 0,52240199 | 0,16464205 | 0,001236070 | 0,01456372 | 0,007979748 |
| | | 2 | 0,49976936 | 0,15690855 | 0,001263585 | 0,01456372 | 0,007886672 |
| | | 3 | 0,48848380 | 0,15311384 | 0,001322105 | 0,00873374 | 0,007744866 |
| | | 4 | 0,51050100 | 0,15990670 | 0,001420813 | 0,00756775 | 0,008286751 |
| | | 5 | 0,57655259 | 0,18028528 | 0,001716937 | 0,00406976 | 0,009912406 |
| | | 6 | 0,59856979 | 0,18707814 | 0,001815645 | 0,00290377 | 0,010454291 |

Tabelle 113: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Leichtverkehr auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs-kategorie und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST4.10.111 | 1+2 | 1 | 0,09682726 | 0,02890858 | 0,000287004 | 0,01456372 | 0,002056070 |
| ST4.10.112 | | 2 | 0,10930452 | 0,03269366 | 0,000337808 | 0,01456372 | 0,002365008 |
| ST4.10.121 | | 3 | 0,13011668 | 0,03925935 | 0,000423597 | 0,00290377 | 0,002738196 |
| ST4.10.122 | | 4 | 0,15739420 | 0,04783917 | 0,000524113 | 0,00290377 | 0,003369652 |
| ST4.10.211 | | 5 | 0,23922679 | 0,07357863 | 0,000825662 | 0,00290377 | 0,005264019 |
| ST4.10.212 | | 6 | 0,26650431 | 0,08215845 | 0,000926178 | 0,00290377 | 0,005895475 |
| ST4.20.111 | 3 | 1 | 0,11728795 | 0,03521591 | 0,000362574 | 0,01456372 | 0,002360592 |
| ST4.20.112 | | 2 | 0,13683887 | 0,04111026 | 0,000437070 | 0,01456372 | 0,002845990 |
| ST4.20.211 | | 3 | 0,16146360 | 0,04896504 | 0,000525461 | 0,00290377 | 0,003200856 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für LV $f_{AE,SK,LV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST4.20.221 ST4.20.222 | | 4 | 0,18798767 | 0,05728087 | 0,000629434 | 0,00290377 | 0,003854595 |
| | | 5 | 0,26755989 | 0,08222835 | 0,000941352 | 0,00290377 | 0,005815813 |
| ST4.30.111 ST4.30.112 ST4.30.121 | | 6 | 0,29408397 | 0,09054418 | 0,001045324 | 0,00290377 | 0,006469552 |
| ST4.30.122 ST4.30.211 | | 4 | 1 | 0,14793245 | 0,04473407 | 0,000513850 | 0,01456372 |
| | 2 | | 0,17843421 | 0,05408925 | 0,000569419 | 0,01456372 | 0,003504661 |
| ST4.30.212 ST4.30.221 | 3 | | 0,20267867 | 0,06176652 | 0,000661774 | 0,00290377 | 0,003809652 |
| | 4 | | 0,22752721 | 0,06951846 | 0,000768020 | 0,00290377 | 0,004449607 |
| | 5 | | 0,30207283 | 0,09277427 | 0,001086756 | 0,00290377 | 0,006369473 |
| | 6 | | 0,32692138 | 0,10052621 | 0,001193001 | 0,00290377 | 0,007009428 |
| ST4.30.222 | 5 | | 1 | 0,19912407 | 0,06056030 | 0,000695849 | 0,01456372 |
| | | 2 | 0,22766392 | 0,06955509 | 0,000720950 | 0,01456372 | 0,004209533 |
| | | 3 | 0,25677770 | 0,07886301 | 0,000818263 | 0,00290377 | 0,004627105 |
| | | 4 | 0,28212501 | 0,08679625 | 0,000924302 | 0,00290377 | 0,005272876 |
| | | 5 | 0,35816691 | 0,11059596 | 0,001242419 | 0,00290377 | 0,007210188 |
| | | 6 | 0,38351421 | 0,11852919 | 0,001348458 | 0,00290377 | 0,007855959 |
| | 6 | 1 | 0,28981460 | 0,09045433 | 0,000882049 | 0,01456372 | 0,005093187 |
| | | 2 | 0,28609218 | 0,08804077 | 0,000888046 | 0,01456372 | 0,005040000 |
| | | 3 | 0,32647161 | 0,10126530 | 0,000995070 | 0,00290377 | 0,005573622 |
| | | 4 | 0,35185513 | 0,10909623 | 0,001099253 | 0,00290377 | 0,006219169 |
| | | 5 | 0,42800570 | 0,13258902 | 0,001411804 | 0,00290377 | 0,008155810 |
| | | 6 | 0,45338923 | 0,14041995 | 0,001515988 | 0,00290377 | 0,008801357 |
| | 7 | 1 | 0,37086238 | 0,11637228 | 0,001065293 | 0,01456372 | 0,006216031 |
| | | 2 | 0,36617361 | 0,11336295 | 0,001073151 | 0,01456372 | 0,006130967 |
| | | 3 | 0,41720246 | 0,13014250 | 0,001178240 | 0,00290377 | 0,006746132 |
| | | 4 | 0,43869189 | 0,13677698 | 0,001284197 | 0,00290377 | 0,007355868 |
| | | 5 | 0,50316016 | 0,15668041 | 0,001602068 | 0,00290377 | 0,009185076 |
| | | 6 | 0,52464958 | 0,16331489 | 0,001708024 | 0,00290377 | 0,009794811 |
| | | 1 | 0,48343857 | 0,15252487 | 0,001250852 | 0,01456372 | 0,007491468 |

| | | | | | | |
|-----|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 8+9 | 2 | 0,46723545 | 0,14568701 | 0,001272462 | 0,01456372 | 0,007525636 |
| | 3 | 0,51650413 | 0,16228991 | 0,001379549 | 0,00290377 | 0,008011708 |
| | 4 | 0,53380833 | 0,16748730 | 0,001479683 | 0,00290377 | 0,008581361 |
| | 5 | 0,58572095 | 0,18307947 | 0,001780087 | 0,00290377 | 0,010290321 |
| | 6 | 0,60302515 | 0,18827686 | 0,001880222 | 0,00290377 | 0,010859974 |

Tabelle 114: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Schwerverkehr auf Strecken von Autobahnen in Abhängigkeit von der Längsneigungsklasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längsneigungsklasse | Verkehrszustandsstufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|---------------------|-----------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST1.11.211 ST1.11.221 ST1.11.311 ST1.11.411 | 1+2 | 1 | 0,00873222 | 0,00135138 | 0,000002869 | 0,00300000 | 0,000795762 |
| | | 2 | 0,01866901 | 0,00375241 | 0,000006883 | 0,00300000 | 0,000830927 |
| | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 |
| | | 4 | 0,41455003 | 0,10212974 | 0,000272782 | 0,00300000 | 0,002311657 |
| | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,04023823 | 0,00798147 | 0,000022829 | 0,00300000 | 0,001025650 |
| | | 2 | 0,10997389 | 0,02591950 | 0,000060072 | 0,00300000 | 0,001094002 |
| | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 |
| | | 4 | 0,60671961 | 0,14618847 | 0,000484136 | 0,00300000 | 0,002910151 |
| | | 5 | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,49452841 | 0,11785649 | 0,000340551 | 0,00300000 | 0,002442891 |
| | | 2 | 0,72066491 | 0,17105234 | 0,000576966 | 0,00300000 | 0,002850948 |
| | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 |
| | | 4 | 1,06583595 | 0,23545740 | 0,001342654 | 0,00300000 | 0,005390493 |
| | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,46694225 | 0,08141533 | 0,003321833 | 0,00300000 | 0,008521518 |
| | | 2 | 0,49336550 | 0,08365400 | 0,003393683 | 0,00300000 | 0,008740971 |
| | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 |
| | | 4 | 0,73333759 | 0,11795407 | 0,003917755 | 0,00300000 | 0,010867438 |
| | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| 6 | 1 | 0,80326784 | 0,13349537 | 0,007827025 | 0,00300000 | 0,012893174 | |
| | 2 | 0,78293096 | 0,12873065 | 0,007734921 | 0,00300000 | 0,013379104 | |
| | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 | |
| | 4 | 0,88430774 | 0,14199446 | 0,007885622 | 0,00300000 | 0,016217357 | |
| | 5 | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 | |
| | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 | |

| | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| | | | 1 | 1,27651549 | 0,21702965 | 0,012105683 | 0,00300000 | 0,016406569 | |
| | | | 2 | 1,23683178 | 0,20783197 | 0,012036179 | 0,00300000 | 0,016462140 | |
| | | | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 | |
| | | | 4 | 1,28357418 | 0,20936640 | 0,012195473 | 0,00300000 | 0,019628267 | |
| | | | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 | |
| | | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 | |
| | | 8+9 | 1 | 1,62138943 | 0,26545311 | 0,016274346 | 0,00300000 | 0,020666893 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | | |
| | | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} | |
| | | | 2 | 1,65261228 | 0,27342383 | 0,016318066 | 0,00300000 | 0,021060625 | |
| | | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 | |
| | | | 4 | 1,68735842 | 0,27639365 | 0,016554577 | 0,00300000 | 0,023704893 | |
| | | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 | |
| | | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 | |
| ST1.11.212 ST1.11.222 ST1.11.312 ST1.11.412 | 1+2 | | 1 | 0,00873222 | 0,00135138 | 0,000002869 | 0,00300000 | 0,000795762 | |
| | | | 2 | 0,01866901 | 0,00375241 | 0,000006883 | 0,00300000 | 0,000830927 | |
| | | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 | |
| | | | 4 | 0,41455003 | 0,10212974 | 0,000272782 | 0,00300000 | 0,002311657 | |
| | | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 | |
| | | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 | |
| | | 3 | | 1 | 0,04023823 | 0,00798147 | 0,000022829 | 0,00300000 | 0,001025650 |
| | | | 2 | 0,10997389 | 0,02591950 | 0,000060072 | 0,00300000 | 0,001094002 | |
| | | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 | |
| | | | 4 | 0,60671961 | 0,14618847 | 0,000484136 | 0,00300000 | 0,002910151 | |
| | | | 5 | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 | |
| | | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 | |
| | | 4 | | 1 | 0,49452841 | 0,11785649 | 0,000340551 | 0,00300000 | 0,002442891 |
| | | | 2 | 0,72066491 | 0,17105234 | 0,000576966 | 0,00300000 | 0,002850948 | |
| | | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 | |
| | | | 4 | 1,06583595 | 0,23545740 | 0,001342654 | 0,00300000 | 0,005390493 | |
| | | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 | |
| | | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 | |
| | | 5 | | 1 | 0,46694225 | 0,08141533 | 0,003321833 | 0,00300000 | 0,008521518 |
| | | | 2 | 0,49336550 | 0,08365400 | 0,003393683 | 0,00300000 | 0,008740971 | |
| | | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 | |
| | | | 4 | 0,73333759 | 0,11795407 | 0,003917755 | 0,00300000 | 0,010867438 | |
| | | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 | |
| | | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 | |
| | 6 | | 1 | 0,80326784 | 0,13349537 | 0,007827025 | 0,00300000 | 0,012893174 | |
| | | 2 | 0,78293096 | 0,12873065 | 0,007734921 | 0,00300000 | 0,013379104 | | |
| | | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 | | |
| | | 4 | 0,88430774 | 0,14199446 | 0,007885622 | 0,00300000 | 0,016217357 | | |

| | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | 5 | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 | |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 | |
| | 7 | 1 | 1,27651549 | 0,21702965 | 0,012105683 | 0,00300000 | 0,016406569 | |
| | | 2 | 1,23683178 | 0,20783197 | 0,012036179 | 0,00300000 | 0,016462140 | |
| | | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 | |
| | | 4 | 1,28357418 | 0,20936640 | 0,012195473 | 0,00300000 | 0,019628267 | |
| | | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} ^[g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 | |
| | 8+9 | 1 | 1,62138943 | 0,26545311 | 0,016274346 | 0,00300000 | 0,020666893 | |
| | | 2 | 1,65261228 | 0,27342383 | 0,016318066 | 0,00300000 | 0,021060625 | |
| | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 | |
| | | 4 | 1,68735842 | 0,27639365 | 0,016554577 | 0,00300000 | 0,023704893 | |
| | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 | |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 | |
| ST1.11.213 ST1.11.214 ST1.11.215 ST1.11.223 ST1.11.224 ST1.11.313 ST1.11.314 ST1.11.315 ST1.11.413 ST1.11.414 | 1+2 | 1 | 0,00814099 | 0,00118459 | 0,000002431 | 0,00300000 | 0,000807544 | |
| | | 2 | 0,01790246 | 0,00359500 | 0,000006474 | 0,00300000 | 0,000864428 | |
| | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 | |
| | | 4 | 0,41455003 | 0,10212974 | 0,000272782 | 0,00300000 | 0,002311657 | |
| | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 | |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 | |
| | | 3 | 1 | 0,03929780 | 0,00787400 | 0,000021453 | 0,00300000 | 0,001013699 |
| | | | 2 | 0,10749928 | 0,02553820 | 0,000058325 | 0,00300000 | 0,001110053 |
| | | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 |
| | | | 4 | 0,60671961 | 0,14618847 | 0,000484136 | 0,00300000 | 0,002910151 |
| | | | 5 | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 |
| | | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | | 4 | 1 | 0,49660180 | 0,11847840 | 0,000338944 | 0,00300000 | 0,002402913 |
| | | | 2 | 0,72151881 | 0,17193918 | 0,000573550 | 0,00300000 | 0,002925614 |
| | | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 |
| | | | 4 | 1,06583595 | 0,23545740 | 0,001342654 | 0,00300000 | 0,005390493 |
| | | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 |
| | | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | | 5 | 1 | 0,46788305 | 0,08153726 | 0,003319135 | 0,00300000 | 0,008506631 |
| | | | 2 | 0,49516866 | 0,08379117 | 0,003391001 | 0,00300000 | 0,008868414 |
| | | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 |
| | | | 4 | 0,73333759 | 0,11795407 | 0,003917755 | 0,00300000 | 0,010867438 |
| | | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 |
| | | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | | 6 | 1 | 0,80272672 | 0,13358152 | 0,007824418 | 0,00300000 | 0,013012566 |
| | | | 2 | 0,78244712 | 0,12870215 | 0,007732012 | 0,00300000 | 0,013505220 |

| | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 |
| | | 4 | 0,88430774 | 0,14199446 | 0,007885622 | 0,00300000 | 0,016217357 |
| | | 5 | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,27597057 | 0,21717591 | 0,012106092 | 0,00300000 | 0,016444900 |
| | | 2 | 1,23594685 | 0,20772922 | 0,012034460 | 0,00300000 | 0,016547204 |
| | | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 4 | 1,28357418 | 0,20936640 | 0,012195473 | 0,00300000 | 0,019628267 |
| | | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,62323420 | 0,26578006 | 0,016276470 | 0,00300000 | 0,020710007 |
| | | 2 | 1,65082160 | 0,27318219 | 0,016319092 | 0,00300000 | 0,021161210 |
| | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 |
| | | 4 | 1,68735842 | 0,27639365 | 0,016554577 | 0,00300000 | 0,023704893 |
| | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST1.12.213 ST1.12.223 ST1.12.313 ST1.13.100 ST1.13.200 ST1.14.101 ST1.14.102 ST1.14.103 ST1.14.201 ST1.14.202 ST1.14.203 | 1+2 | 1 | 0,00923978 | 0,00126568 | 0,000002610 | 0,00300000 | 0,000823683 |
| | | 2 | 0,01651260 | 0,00323424 | 0,000005726 | 0,00300000 | 0,000872817 |
| | | 3 | 0,23283795 | 0,05812314 | 0,000128839 | 0,00300000 | 0,001387983 |
| | | 4 | 0,55054011 | 0,13657714 | 0,000350117 | 0,00300000 | 0,002580343 |
| | | 5 | 2,77445526 | 0,68575511 | 0,001899062 | 0,00300000 | 0,010926863 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,04753080 | 0,01040578 | 0,000022542 | 0,00300000 | 0,000992277 |
| | | 2 | 0,09926792 | 0,02373358 | 0,000050941 | 0,00300000 | 0,001084262 |
| | | 3 | 0,59947919 | 0,14736544 | 0,000415339 | 0,00300000 | 0,002183134 |
| | | 4 | 0,90463234 | 0,21929563 | 0,000715409 | 0,00300000 | 0,003522311 |
| | | 5 | 3,04070443 | 0,72280702 | 0,002815898 | 0,00300000 | 0,012896547 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,46364469 | 0,11073410 | 0,000325358 | 0,00300000 | 0,002282215 |
| | | 2 | 0,72996143 | 0,17543697 | 0,000529567 | 0,00300000 | 0,002888027 |
| | | 3 | 0,72184886 | 0,14418767 | 0,001248757 | 0,00300000 | 0,004204032 |
| | | 4 | 0,93620424 | 0,18779086 | 0,001639152 | 0,00300000 | 0,005754610 |
| | | 5 | 2,43669193 | 0,49301318 | 0,004371921 | 0,00300000 | 0,016608658 |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,48525351 | 0,08259185 | 0,003219088 | 0,00300000 | 0,008640636 |
| | | 2 | 0,52028278 | 0,08562851 | 0,003298133 | 0,00300000 | 0,009155430 |
| | | 3 | 0,56889159 | 0,09151967 | 0,003735897 | 0,00300000 | 0,009078353 |
| | | 4 | 0,74089487 | 0,11952489 | 0,004142715 | 0,00300000 | 0,010711366 |
| | | 5 | 1,94491784 | 0,31556143 | 0,006990440 | 0,00300000 | 0,022142456 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| 6 | 1 | 0,79604732 | 0,13231315 | 0,007706364 | 0,00300000 | 0,013449713 | |

| | | | | | | | |
|--|---|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 2 | 0,76613272 | 0,12504233 | 0,007643143 | 0,00300000 | 0,014420555 |
| | | 3 | 0,76177613 | 0,12448387 | 0,007663041 | 0,00300000 | 0,014064528 |
| | | 4 | 0,89441430 | 0,14359582 | 0,008009800 | 0,00300000 | 0,015758743 |
| | | 5 | 1,82288148 | 0,27737944 | 0,010437108 | 0,00300000 | 0,027618248 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,24889556 | 0,21103856 | 0,012042237 | 0,00300000 | 0,016552173 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | 2 | 1,17939214 | 0,19198683 | 0,011958139 | 0,00300000 | 0,017278223 |
| | | 3 | 1,17815744 | 0,19255873 | 0,011999450 | 0,00300000 | 0,017751856 |
| | | 4 | 1,27657614 | 0,20732719 | 0,012286110 | 0,00300000 | 0,019565645 |
| | | 5 | 1,96550706 | 0,31070640 | 0,014292732 | 0,00300000 | 0,032262166 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | | 1 | 1,64370865 | 0,27075402 | 0,016297571 | 0,00300000 | 0,021022001 |
| | 8+9 | 2 | 1,64575880 | 0,27252302 | 0,016311408 | 0,00300000 | 0,021475072 |
| | | 3 | 1,61773434 | 0,26539856 | 0,016386942 | 0,00300000 | 0,021901464 |
| | | 4 | 1,67084908 | 0,27233147 | 0,016643153 | 0,00300000 | 0,023754689 |
| | | 5 | 2,04265224 | 0,32086186 | 0,018436630 | 0,00300000 | 0,036727262 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| | | ST1.21.211 ST1.21.221 ST1.21.311 ST1.21.411 | 1+2 | 1 | 0,04998891 | 0,01160321 | 0,000030154 |
| 2 | 0,07183647 | | | 0,01724968 | 0,000042535 | 0,00300000 | 0,000930936 |
| 3 | 0,26704809 | | | 0,06690390 | 0,000150795 | 0,00300000 | 0,001482964 |
| 4 | 0,58132924 | | | 0,14447982 | 0,000369878 | 0,00300000 | 0,002665826 |
| 5 | 2,78129729 | | | 0,68751126 | 0,001903453 | 0,00300000 | 0,010945859 |
| 6 | 3,40985959 | | | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| 3 | 1 | | 0,22647983 | 0,05480397 | 0,000146524 | 0,00300000 | 0,001339710 |
| | 2 | | 0,25450932 | 0,06235257 | 0,000165913 | 0,00300000 | 0,001325047 |
| | 3 | | 0,62478553 | 0,15357046 | 0,000438706 | 0,00300000 | 0,002293034 |
| | 4 | | 0,92740805 | 0,22488015 | 0,000736439 | 0,00300000 | 0,003621221 |
| | 5 | | 3,04576570 | 0,72404802 | 0,002820571 | 0,00300000 | 0,012918527 |
| | 6 | | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| 4 | 1 | | 0,69114546 | 0,15075533 | 0,000907494 | 0,00300000 | 0,003461290 |
| | 2 | | 0,72899522 | 0,16197363 | 0,000869093 | 0,00300000 | 0,003420118 |
| | 3 | | 0,73249287 | 0,14657685 | 0,001263923 | 0,00300000 | 0,004305390 |
| | 4 | | 0,94578386 | 0,18994112 | 0,001652802 | 0,00300000 | 0,005845833 |
| | 5 | | 2,43882074 | 0,49349102 | 0,004374954 | 0,00300000 | 0,016628930 |
| | 6 | | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| 5 | 1 | | 0,47365037 | 0,07980880 | 0,003636484 | 0,00300000 | 0,008587330 |
| | 2 | | 0,51359038 | 0,08509413 | 0,003490375 | 0,00300000 | 0,008954896 |
| | 3 | | 0,57784422 | 0,09222967 | 0,003746234 | 0,00300000 | 0,009254639 |
| | 4 | | 0,74895224 | 0,12016389 | 0,004152018 | 0,00300000 | 0,010870023 |

| | | | | | | | | |
|--------|--|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | 5 | 1,94670837 | 0,31570343 | 0,006992507 | 0,00300000 | 0,022177713 | |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 | |
| | 6 | 1 | 0,77407252 | 0,12677834 | 0,007802171 | 0,00300000 | 0,012942389 | |
| | | 2 | 0,75184020 | 0,12163324 | 0,007647564 | 0,00300000 | 0,013920908 | |
| | | 3 | 0,76602007 | 0,12518176 | 0,007677597 | 0,00300000 | 0,014377598 | |
| | | 4 | 0,89823385 | 0,14422391 | 0,008022900 | 0,00300000 | 0,016040506 | |
| | | 5 | 1,82373026 | 0,27751902 | 0,010440020 | 0,00300000 | 0,027680862 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | | |
| | | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 | |
| | 7 | 1 | 1,22630668 | 0,20455991 | 0,012037827 | 0,00300000 | 0,016313659 | |
| | | 2 | 1,19817498 | 0,19766132 | 0,011965525 | 0,00300000 | 0,017137678 | |
| | | 3 | 1,16852307 | 0,19002531 | 0,012016426 | 0,00300000 | 0,018090787 | |
| | | 4 | 1,26790521 | 0,20504711 | 0,012301389 | 0,00300000 | 0,019870682 | |
| | | 5 | 1,96358019 | 0,31019972 | 0,014296127 | 0,00300000 | 0,032329952 | |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 | |
| | 8+9 | 1 | 1,63275255 | 0,26821261 | 0,016255563 | 0,00300000 | 0,020798307 | |
| | | 2 | 1,65448580 | 0,27442247 | 0,016283808 | 0,00300000 | 0,021369372 | |
| | | 3 | 1,61180853 | 0,26403351 | 0,016407957 | 0,00300000 | 0,022175557 | |
| | | 4 | 1,66551585 | 0,27110293 | 0,016662067 | 0,00300000 | 0,024001372 | |
| | | 5 | 2,04146708 | 0,32058885 | 0,018440833 | 0,00300000 | 0,036782081 | |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 | |
| | ST1.21.212 ST1.21.222 ST1.21.312 ST1.21.412 | 1+2 | 1 | 0,04998891 | 0,01160321 | 0,000030154 | 0,00300000 | 0,000908862 |
| | | | 2 | 0,07183647 | 0,01724968 | 0,000042535 | 0,00300000 | 0,000930936 |
| | | | 3 | 0,26704809 | 0,06690390 | 0,000150795 | 0,00300000 | 0,001482964 |
| | | | 4 | 0,58132924 | 0,14447982 | 0,000369878 | 0,00300000 | 0,002665826 |
| | | | 5 | 2,78129729 | 0,68751126 | 0,001903453 | 0,00300000 | 0,010945859 |
| | | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | | 3 | 1 | 0,22647983 | 0,05480397 | 0,000146524 | 0,00300000 | 0,001339710 |
| | | | 2 | 0,25450932 | 0,06235257 | 0,000165913 | 0,00300000 | 0,001325047 |
| | | | 3 | 0,62478553 | 0,15357046 | 0,000438706 | 0,00300000 | 0,002293034 |
| 4 | | | 0,92740805 | 0,22488015 | 0,000736439 | 0,00300000 | 0,003621221 | |
| 5 | | | 3,04576570 | 0,72404802 | 0,002820571 | 0,00300000 | 0,012918527 | |
| 6 | | | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 | |
| 4 | | 1 | 0,69114546 | 0,15075533 | 0,000907494 | 0,00300000 | 0,003461290 | |
| | | 2 | 0,72899522 | 0,16197363 | 0,000869093 | 0,00300000 | 0,003420118 | |
| | | 3 | 0,73249287 | 0,14657685 | 0,001263923 | 0,00300000 | 0,004305390 | |
| | | 4 | 0,94578386 | 0,18994112 | 0,001652802 | 0,00300000 | 0,005845833 | |
| | | 5 | 2,43882074 | 0,49349102 | 0,004374954 | 0,00300000 | 0,016628930 | |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 | |
| 5 | | 1 | 0,47365037 | 0,07980880 | 0,003636484 | 0,00300000 | 0,008587330 | |
| | | 2 | 0,51359038 | 0,08509413 | 0,003490375 | 0,00300000 | 0,008954896 | |

| | | 3 | 0,57784422 | 0,09222967 | 0,003746234 | 0,00300000 | 0,009254639 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | 4 | 0,74895224 | 0,12016389 | 0,004152018 | 0,00300000 | 0,010870023 |
| | | 5 | 1,94670837 | 0,31570343 | 0,006992507 | 0,00300000 | 0,022177713 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | 6 | 1 | 0,77407252 | 0,12677834 | 0,007802171 | 0,00300000 | 0,012942389 |
| | | 2 | 0,75184020 | 0,12163324 | 0,007647564 | 0,00300000 | 0,013920908 |
| | | 3 | 0,76602007 | 0,12518176 | 0,007677597 | 0,00300000 | 0,014377598 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 4 | 0,89823385 | 0,14422391 | 0,008022900 | 0,00300000 | 0,016040506 |
| | | 5 | 1,82373026 | 0,27751902 | 0,010440020 | 0,00300000 | 0,027680862 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,22630668 | 0,20455991 | 0,012037827 | 0,00300000 | 0,016313659 |
| | | 2 | 1,19817498 | 0,19766132 | 0,011965525 | 0,00300000 | 0,017137678 |
| | | 3 | 1,16852307 | 0,19002531 | 0,012016426 | 0,00300000 | 0,018090787 |
| | | 4 | 1,26790521 | 0,20504711 | 0,012301389 | 0,00300000 | 0,019870682 |
| | | 5 | 1,96358019 | 0,31019972 | 0,014296127 | 0,00300000 | 0,032329952 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,63275255 | 0,26821261 | 0,016255563 | 0,00300000 | 0,020798307 |
| | | 2 | 1,65448580 | 0,27442247 | 0,016283808 | 0,00300000 | 0,021369372 |
| | | 3 | 1,61180853 | 0,26403351 | 0,016407957 | 0,00300000 | 0,022175557 |
| | | 4 | 1,66551585 | 0,27110293 | 0,016662067 | 0,00300000 | 0,024001372 |
| | | 5 | 2,04146708 | 0,32058885 | 0,018440833 | 0,00300000 | 0,036782081 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST1.21.213 ST1.21.214 ST1.21.215 ST1.21.223 ST1.21.224 ST1.21.313 ST1.21.314 ST1.21.315 ST1.21.413 ST1.21.414 | 1+2 | 1 | 0,04998891 | 0,01160321 | 0,000030154 | 0,00300000 | 0,000908862 |
| | | 2 | 0,07183647 | 0,01724968 | 0,000042535 | 0,00300000 | 0,000930936 |
| | | 3 | 0,26704809 | 0,06690390 | 0,000150795 | 0,00300000 | 0,001482964 |
| | | 4 | 0,58132924 | 0,14447982 | 0,000369878 | 0,00300000 | 0,002665826 |
| | | 5 | 2,78129729 | 0,68751126 | 0,001903453 | 0,00300000 | 0,010945859 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,22647983 | 0,05480397 | 0,000146524 | 0,00300000 | 0,001339710 |
| | | 2 | 0,25450932 | 0,06235257 | 0,000165913 | 0,00300000 | 0,001325047 |
| | | 3 | 0,62478553 | 0,15357046 | 0,000438706 | 0,00300000 | 0,002293034 |
| | | 4 | 0,92740805 | 0,22488015 | 0,000736439 | 0,00300000 | 0,003621221 |
| | | 5 | 3,04576570 | 0,72404802 | 0,002820571 | 0,00300000 | 0,012918527 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,69114546 | 0,15075533 | 0,000907494 | 0,00300000 | 0,003461290 |
| | | 2 | 0,72899522 | 0,16197363 | 0,000869093 | 0,00300000 | 0,003420118 |
| | | 3 | 0,73249287 | 0,14657685 | 0,001263923 | 0,00300000 | 0,004305390 |
| | | 4 | 0,94578386 | 0,18994112 | 0,001652802 | 0,00300000 | 0,005845833 |
| | | 5 | 2,43882074 | 0,49349102 | 0,004374954 | 0,00300000 | 0,016628930 |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,47365037 | 0,07980880 | 0,003636484 | 0,00300000 | 0,008587330 |

| | | | | | | | |
|--|---|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 2 | 0,51359038 | 0,08509413 | 0,003490375 | 0,00300000 | 0,008954896 |
| | | 3 | 0,57784422 | 0,09222967 | 0,003746234 | 0,00300000 | 0,009254639 |
| | | 4 | 0,74895224 | 0,12016389 | 0,004152018 | 0,00300000 | 0,010870023 |
| | | 5 | 1,94670837 | 0,31570343 | 0,006992507 | 0,00300000 | 0,022177713 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | 6 | 1 | 0,77407252 | 0,12677834 | 0,007802171 | 0,00300000 | 0,012942389 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 2 | 0,75184020 | 0,12163324 | 0,007647564 | 0,00300000 | 0,013920908 |
| | | 3 | 0,76602007 | 0,12518176 | 0,007677597 | 0,00300000 | 0,014377598 |
| | | 4 | 0,89823385 | 0,14422391 | 0,008022900 | 0,00300000 | 0,016040506 |
| | | 5 | 1,82373026 | 0,27751902 | 0,010440020 | 0,00300000 | 0,027680862 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,22630668 | 0,20455991 | 0,012037827 | 0,00300000 | 0,016313659 |
| | | 2 | 1,19817498 | 0,19766132 | 0,011965525 | 0,00300000 | 0,017137678 |
| | | 3 | 1,16852307 | 0,19002531 | 0,012016426 | 0,00300000 | 0,018090787 |
| | | 4 | 1,26790521 | 0,20504711 | 0,012301389 | 0,00300000 | 0,019870682 |
| | | 5 | 1,96358019 | 0,31019972 | 0,014296127 | 0,00300000 | 0,032329952 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,63275255 | 0,26821261 | 0,016255563 | 0,00300000 | 0,020798307 |
| | | 2 | 1,65448580 | 0,27442247 | 0,016283808 | 0,00300000 | 0,021369372 |
| | | 3 | 1,61180853 | 0,26403351 | 0,016407957 | 0,00300000 | 0,022175557 |
| | | 4 | 1,66551585 | 0,27110293 | 0,016662067 | 0,00300000 | 0,024001372 |
| | | 5 | 2,04146708 | 0,32058885 | 0,018440833 | 0,00300000 | 0,036782081 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST1.22.213 ST1.22.223 ST1.22.313 ST1.23.100 ST1.23.200 ST1.24.101 ST1.24.102 ST1.24.103 ST1.24.201 ST1.24.202 ST1.24.203 | 1+2 | 1 | 0,04870329 | 0,01135308 | 0,000028293 | 0,00300000 | 0,000927589 |
| | | 2 | 0,05474390 | 0,01292352 | 0,000030053 | 0,00300000 | 0,001019845 |
| | | 3 | 0,28231997 | 0,07092645 | 0,000162565 | 0,00300000 | 0,001651505 |
| | | 4 | 0,59507394 | 0,14810012 | 0,000380471 | 0,00300000 | 0,002817513 |
| | | 5 | 2,78435167 | 0,68831577 | 0,001905807 | 0,00300000 | 0,010979567 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,21183665 | 0,05135224 | 0,000134592 | 0,00300000 | 0,001320123 |
| | | 2 | 0,22472493 | 0,05520802 | 0,000129238 | 0,00300000 | 0,001402217 |
| | | 3 | 0,63839866 | 0,15747554 | 0,000442608 | 0,00300000 | 0,002403428 |
| | | 4 | 0,93965987 | 0,22839473 | 0,000739951 | 0,00300000 | 0,003720576 |
| | | 5 | 3,04848833 | 0,72482904 | 0,002821351 | 0,00300000 | 0,012940606 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,73303903 | 0,16372005 | 0,000837872 | 0,00300000 | 0,003461642 |
| | | 2 | 0,85982726 | 0,19707179 | 0,000881236 | 0,00300000 | 0,003692008 |
| | | 3 | 0,81009636 | 0,16865075 | 0,001267422 | 0,00300000 | 0,004486887 |
| | | 4 | 1,01562700 | 0,20980763 | 0,001655951 | 0,00300000 | 0,006009180 |

| | | 5 | 2,45434143 | 0,49790580 | 0,004375654 | 0,00300000 | 0,016665229 |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|------------|-------------|------------|-------------------|
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,49567369 | 0,08311291 | 0,003492098 | 0,00300000 | 0,008990347 |
| | | 2 | 0,54953450 | 0,08829920 | 0,003456274 | 0,00300000 | 0,009155243 |
| | | 3 | 0,61613656 | 0,09641962 | 0,003735728 | 0,00300000 | 0,009538194 |
| | | 4 | 0,78341535 | 0,12393485 | 0,004142563 | 0,00300000 | 0,011125223 |
| | | 5 | 1,95436683 | 0,31654142 | 0,006990406 | 0,00300000 | 0,022234424 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für $SV_{AE,SK,SV,VZS}^{f_{AE,SK,SV,VZS}} [g/(Kfz \cdot km)]$ auf Strecken von Autobahnen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO_x | NO_2 | SO_2 | NH_3 | PM _{2,5} |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | 6 | 1 | 0,76004877 | 0,12421048 | 0,007677734 | 0,00300000 | 0,013717182 |
| | | 2 | 0,74709484 | 0,12182491 | 0,007519213 | 0,00300000 | 0,014495375 |
| | | 3 | 0,77374187 | 0,12647115 | 0,007645194 | 0,00300000 | 0,014910645 |
| | | 4 | 0,90518347 | 0,14538437 | 0,007993737 | 0,00300000 | 0,016520249 |
| | | 5 | 1,82527462 | 0,27777690 | 0,010433539 | 0,00300000 | 0,027787472 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,21754433 | 0,20277024 | 0,011981642 | 0,00300000 | 0,017013446 |
| | | 2 | 1,18319337 | 0,19400984 | 0,011895626 | 0,00300000 | 0,017748863 |
| | | 3 | 1,17393229 | 0,19146399 | 0,012010305 | 0,00300000 | 0,018671651 |
| | | 4 | 1,27277351 | 0,20634192 | 0,012295880 | 0,00300000 | 0,020393460 |
| | | 5 | 1,96466203 | 0,31048746 | 0,014294903 | 0,00300000 | 0,032446125 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,64582941 | 0,27239683 | 0,016269543 | 0,00300000 | 0,021313135 |
| | | 2 | 1,63884321 | 0,27018438 | 0,016281797 | 0,00300000 | 0,021765743 |
| | | 3 | 1,61077219 | 0,26444369 | 0,016414666 | 0,00300000 | 0,022584301 |
| | | 4 | 1,66458315 | 0,27147209 | 0,016668105 | 0,00300000 | 0,024369242 |
| | | 5 | 2,04125982 | 0,32067088 | 0,018442175 | 0,00300000 | 0,036863830 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |

Tabelle 115: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Schwerverkehr auf Strecken von Landstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs-kategorie und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für $SV_{AE,SK,SV,VZS}^{f_{AE,SK,SV,VZS}} [g/(Kfz \cdot km)]$ auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--|------------|-------------|------------|-------------------|
| | | | NO_x | NO_2 | SO_2 | NH_3 | PM _{2,5} |
| ST2.01.110 | 1+2 | 1 | 0,30156446 | 0,07047490 | 0,000169689 | 0,00300000 | 0,003320055 |
| | | 2 | 0,76223961 | 0,18394704 | 0,000403439 | 0,00300000 | 0,005302411 |
| | | 3 | 0,96505690 | 0,22367606 | 0,000586606 | 0,00300000 | 0,006982969 |
| | | 4 | 1,65034903 | 0,38071529 | 0,000987086 | 0,00300000 | 0,010781024 |
| | | 5 | 3,70622540 | 0,85183298 | 0,002188527 | 0,00300000 | 0,022175187 |
| | | 6 | 4,39151752 | 1,00887220 | 0,002589007 | 0,00300000 | 0,025973242 |

| | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | 1 | 0,64473999 | 0,14657197 | 0,000432916 | 0,00300000 | 0,004385938 | |
| | | | 2 | 1,17721044 | 0,26956871 | 0,000839954 | 0,00300000 | 0,006854644 | |
| | | | 3 | 1,37204319 | 0,29608319 | 0,001161719 | 0,00300000 | 0,009210269 | |
| | | | 4 | 2,13349530 | 0,46861620 | 0,001656945 | 0,00300000 | 0,013340059 | |
| | | | 5 | 4,41785162 | 0,98621523 | 0,003142623 | 0,00300000 | 0,025729430 | |
| | | | 6 | 5,17930373 | 1,15874824 | 0,003637849 | 0,00300000 | 0,029859220 | |
| | | 4 | 1 | 0,91658767 | 0,16682828 | 0,001203360 | 0,00300000 | 0,007290138 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | | |
| | | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | | 2 | 1,25777302 | 0,22534764 | 0,001830792 | 0,00300000 | 0,010484962 | |
| | | | 3 | 1,39979782 | 0,23030064 | 0,002284200 | 0,00300000 | 0,012998238 | |
| | | | 4 | 2,17093404 | 0,39705157 | 0,002883963 | 0,00300000 | 0,017586785 | |
| | | | 5 | 4,48434270 | 0,89730435 | 0,004683253 | 0,00300000 | 0,031352427 | |
| | | | 6 | 5,25547892 | 1,06405528 | 0,005283016 | 0,00300000 | 0,035940974 | |
| | | | 5 | 1 | 0,87458464 | 0,12237862 | 0,003341066 | 0,00300000 | 0,013529496 |
| | | | | 2 | 1,13751963 | 0,15921746 | 0,004066974 | 0,00300000 | 0,016993588 |
| | | | | 3 | 1,35933538 | 0,18464580 | 0,004381694 | 0,00300000 | 0,018740504 |
| | | | | 4 | 2,02707584 | 0,30315623 | 0,005036784 | 0,00300000 | 0,023725244 |
| | | | | 5 | 4,03029722 | 0,65868753 | 0,007002055 | 0,00300000 | 0,038679462 |
| | | | | 6 | 4,69803768 | 0,77719796 | 0,007657145 | 0,00300000 | 0,043664201 |
| | | | 6 | 1 | 1,16176433 | 0,16826181 | 0,006605771 | 0,00300000 | 0,020545948 |
| | | | | 2 | 1,33231693 | 0,19349728 | 0,007284074 | 0,00300000 | 0,023694562 |
| | | | | 3 | 1,45440109 | 0,20775184 | 0,007271483 | 0,00300000 | 0,025317824 |
| | | | | 4 | 2,01926465 | 0,28864717 | 0,007901320 | 0,00300000 | 0,030504488 |
| | | | | 5 | 3,71385531 | 0,53133317 | 0,009790830 | 0,00300000 | 0,046064480 |
| | | | | 6 | 4,27871886 | 0,61222851 | 0,010420667 | 0,00300000 | 0,051251144 |
| | | | 7 | 1 | 1,69486826 | 0,24230639 | 0,010233509 | 0,00300000 | 0,025798197 |
| | | | | 2 | 1,79399695 | 0,25658460 | 0,010752725 | 0,00300000 | 0,028584811 |
| | | | | 3 | 1,82279518 | 0,26236827 | 0,010681942 | 0,00300000 | 0,031286006 |
| | | | | 4 | 2,28690279 | 0,32354693 | 0,011256118 | 0,00300000 | 0,036870978 |
| | | | | 5 | 3,67922561 | 0,50708291 | 0,012978645 | 0,00300000 | 0,053625895 |
| | | | | 6 | 4,14333321 | 0,56826156 | 0,013552820 | 0,00300000 | 0,059210868 |
| | | | 8+9 | 1 | 2,29256051 | 0,32961738 | 0,013897180 | 0,00300000 | 0,031279610 |
| | | | | 2 | 2,29898284 | 0,32754152 | 0,014280970 | 0,00300000 | 0,034005723 |
| | | | | 3 | 2,34850403 | 0,33746261 | 0,014257962 | 0,00300000 | 0,036861807 |
| | | | | 4 | 2,73805429 | 0,39091396 | 0,014790428 | 0,00300000 | 0,042727825 |
| | | | | 5 | 3,90670507 | 0,55126803 | 0,016387828 | 0,00300000 | 0,060325878 |
| 6 | 4,29625533 | 0,60471938 | | 0,016920294 | 0,00300000 | 0,066191895 | | | |
| ST2.01.121 ST2.01.122 ST2.01.123 | 1+2 | | 1 | 0,11334902 | 0,02546107 | 0,000058184 | 0,00300000 | 0,002227560 | |
| | | | 2 | 0,24436218 | 0,05620388 | 0,000152092 | 0,00300000 | 0,002955735 | |
| | | | 3 | 0,79386198 | 0,18516437 | 0,000527311 | 0,00300000 | 0,005379275 | |
| | | | 4 | 1,39163577 | 0,32085994 | 0,000883274 | 0,00300000 | 0,008823633 | |
| | | | 5 | 3,18495714 | 0,72794666 | 0,001951164 | 0,00300000 | 0,019156707 | |

| | | | | | | | |
|--|---|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 6 | 3,78273094 | 0,86364223 | 0,002307127 | 0,00300000 | 0,022601065 |
| | 3 | 1 | 0,35644354 | 0,07892166 | 0,000247332 | 0,00300000 | 0,003086263 |
| | | 2 | 0,51300195 | 0,11605850 | 0,000358478 | 0,00300000 | 0,003889547 |
| | | 3 | 1,01355707 | 0,21443219 | 0,000978132 | 0,00300000 | 0,006991667 |
| | | 4 | 1,70131332 | 0,36872605 | 0,001440104 | 0,00300000 | 0,010764394 |
| | | 5 | 3,76458207 | 0,83160765 | 0,002826020 | 0,00300000 | 0,022082575 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 6 | 4,45233832 | 0,98590151 | 0,003287992 | 0,00300000 | 0,025855301 |
| | 4 | 1 | 0,77095366 | 0,14691318 | 0,000958531 | 0,00300000 | 0,005926512 |
| | | 2 | 0,91056963 | 0,17467210 | 0,001107914 | 0,00300000 | 0,006816950 |
| | | 3 | 0,99745046 | 0,15291837 | 0,001965469 | 0,00300000 | 0,010244960 |
| | | 4 | 1,66357918 | 0,29090731 | 0,002545822 | 0,00300000 | 0,014557027 |
| | | 5 | 3,66196533 | 0,70487414 | 0,004286880 | 0,00300000 | 0,027493230 |
| | | 6 | 4,32809405 | 0,84286308 | 0,004867233 | 0,00300000 | 0,031805297 |
| | 5 | 1 | 0,73327476 | 0,10874192 | 0,003437128 | 0,00300000 | 0,012648538 |
| | | 2 | 0,84245647 | 0,12167681 | 0,003421449 | 0,00300000 | 0,013532390 |
| | | 3 | 1,02539459 | 0,14422599 | 0,004214619 | 0,00300000 | 0,016312168 |
| | | 4 | 1,59386703 | 0,23572212 | 0,004811084 | 0,00300000 | 0,020845397 |
| | | 5 | 3,29928436 | 0,51021049 | 0,006600479 | 0,00300000 | 0,034445082 |
| | | 6 | 3,86775680 | 0,60170661 | 0,007196945 | 0,00300000 | 0,038978311 |
| | 6 | 1 | 1,16581846 | 0,16729371 | 0,006916646 | 0,00300000 | 0,018430118 |
| | | 2 | 1,18196910 | 0,17153820 | 0,006799223 | 0,00300000 | 0,020072818 |
| | | 3 | 1,27514014 | 0,18266709 | 0,007320165 | 0,00300000 | 0,022276238 |
| | | 4 | 1,74679362 | 0,24766442 | 0,007849479 | 0,00300000 | 0,027078827 |
| | | 5 | 3,16175406 | 0,44265639 | 0,009437423 | 0,00300000 | 0,041486595 |
| | | 6 | 3,63340754 | 0,50765371 | 0,009966737 | 0,00300000 | 0,046289184 |
| | 7 | 1 | 1,74637515 | 0,25441526 | 0,010341684 | 0,00300000 | 0,023256347 |
| | | 2 | 1,71571242 | 0,24619294 | 0,010370404 | 0,00300000 | 0,025002360 |
| | | 3 | 1,75260216 | 0,24971915 | 0,010778933 | 0,00300000 | 0,027303474 |
| | | 4 | 2,13314496 | 0,30050661 | 0,011238588 | 0,00300000 | 0,032534231 |
| | | 5 | 3,27477336 | 0,45286897 | 0,012617553 | 0,00300000 | 0,048226501 |
| | | 6 | 3,65531616 | 0,50365643 | 0,013077208 | 0,00300000 | 0,053457258 |
| | 8+9 | 1 | 2,34806592 | 0,34371639 | 0,013809077 | 0,00300000 | 0,029686386 |
| | | 2 | 2,30512965 | 0,33093684 | 0,013972120 | 0,00300000 | 0,030797832 |
| | | 3 | 2,30008967 | 0,32800911 | 0,014324816 | 0,00300000 | 0,033194692 |
| | | 4 | 2,59501835 | 0,36822145 | 0,014753400 | 0,00300000 | 0,038658414 |
| | | 5 | 3,47980441 | 0,48885849 | 0,016039152 | 0,00300000 | 0,055049579 |
| | | 6 | 3,77473310 | 0,52907083 | 0,016467735 | 0,00300000 | 0,060513301 |
| ST2.01.130 ST2.01.230 | 1+2 | 1 | 0,04989454 | 0,01003131 | 0,000027372 | 0,00300000 | 0,002050250 |
| | | 2 | 0,12521205 | 0,02861393 | 0,000066892 | 0,00300000 | 0,002356749 |

| | | | | | | |
|---|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 3 | 3 | 0,49165526 | 0,11533164 | 0,000286526 | 0,00300000 | 0,004069720 |
| | 4 | 1,14987040 | 0,26499376 | 0,000690647 | 0,00300000 | 0,007775989 |
| | 5 | 3,12451580 | 0,71398011 | 0,001903007 | 0,00300000 | 0,018894796 |
| | 6 | 3,78273094 | 0,86364223 | 0,002307127 | 0,00300000 | 0,022601065 |
| | 1 | 0,16810069 | 0,03646405 | 0,000109063 | 0,00300000 | 0,002667018 |
| | 2 | 0,29510395 | 0,06703496 | 0,000188877 | 0,00300000 | 0,002983366 |
| | 3 | 0,84349380 | 0,18531763 | 0,000682094 | 0,00300000 | 0,005474302 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} | |
| | 3 | 4 | 1,56526270 | 0,34543441 | 0,001203274 | 0,00300000 | 0,009550502 | |
| | | 5 | 3,73056941 | 0,82578474 | 0,002766813 | 0,00300000 | 0,021779102 | |
| | | 6 | 4,45233832 | 0,98590151 | 0,003287992 | 0,00300000 | 0,025855301 | |
| | | 4 | 1 | 0,70983755 | 0,14879314 | 0,000669008 | 0,00300000 | 0,005462660 |
| | | | 2 | 0,84290126 | 0,17545090 | 0,000795067 | 0,00300000 | 0,005712987 |
| | | | 3 | 0,94820837 | 0,15292324 | 0,001627123 | 0,00300000 | 0,008657413 |
| | 4 | | 1,62418550 | 0,29091121 | 0,002275145 | 0,00300000 | 0,013286990 | |
| | 5 | | 3,65211691 | 0,70487511 | 0,004219211 | 0,00300000 | 0,027175720 | |
| | 6 | | 4,32809405 | 0,84286308 | 0,004867233 | 0,00300000 | 0,031805297 | |
| | 5 | 1 | 0,70435832 | 0,10565337 | 0,003156490 | 0,00300000 | 0,012957582 | |
| | | 2 | 0,79287364 | 0,11626977 | 0,003197512 | 0,00300000 | 0,013154445 | |
| | | 3 | 0,93854087 | 0,13344717 | 0,003836586 | 0,00300000 | 0,014715028 | |
| | | 4 | 1,52438406 | 0,22709906 | 0,004508658 | 0,00300000 | 0,019567684 | |
| | | 5 | 3,28191361 | 0,50805472 | 0,006524873 | 0,00300000 | 0,034125654 | |
| | | 6 | 3,86775680 | 0,60170661 | 0,007196945 | 0,00300000 | 0,038978311 | |
| | 6 | 1 | 1,15436079 | 0,16689563 | 0,006776849 | 0,00300000 | 0,018838379 | |
| | | 2 | 1,18301212 | 0,17252001 | 0,006730351 | 0,00300000 | 0,020082104 | |
| | | 3 | 1,21848040 | 0,17586771 | 0,007020445 | 0,00300000 | 0,021135146 | |
| | | 4 | 1,70146583 | 0,24222491 | 0,007609703 | 0,00300000 | 0,026165954 | |
| | | 5 | 3,15042212 | 0,44129651 | 0,009377479 | 0,00300000 | 0,041258377 | |
| | | 6 | 3,63340754 | 0,50765371 | 0,009966737 | 0,00300000 | 0,046289184 | |
| | 7 | 1 | 1,73933178 | 0,25214551 | 0,010330923 | 0,00300000 | 0,023296072 | |
| | | 2 | 1,76656641 | 0,25851051 | 0,010350112 | 0,00300000 | 0,025265682 | |
| | | 3 | 1,73463455 | 0,24830992 | 0,010474545 | 0,00300000 | 0,026221482 | |
| 4 | | 2,11877087 | 0,29937922 | 0,010995078 | 0,00300000 | 0,031668637 | | |
| 5 | | 3,27117983 | 0,45258713 | 0,012556676 | 0,00300000 | 0,048010103 | | |
| 6 | | 3,65531616 | 0,50365643 | 0,013077208 | 0,00300000 | 0,053457258 | | |
| 8+9 | 1 | 2,31763699 | 0,33450894 | 0,013837435 | 0,00300000 | 0,029381449 | | |
| | 2 | 2,37012826 | 0,34847387 | 0,013881276 | 0,00300000 | 0,030961588 | | |
| | 3 | 2,29592260 | 0,32816210 | 0,014037727 | 0,00300000 | 0,032046891 | | |
| | 4 | 2,59168470 | 0,36834384 | 0,014523728 | 0,00300000 | 0,037740173 | | |
| | 5 | 3,47897100 | 0,48888908 | 0,015981734 | 0,00300000 | 0,054820019 | | |

| | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | 6 | 3,77473310 | 0,52907083 | 0,016467735 | 0,00300000 | 0,060513301 |
| ST2.01.241 | 1+2 | 1 | 0,00873222 | 0,00135138 | 0,000002869 | 0,00300000 | 0,000795762 |
| | | 2 | 0,01866901 | 0,00375241 | 0,000006883 | 0,00300000 | 0,000830927 |
| | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 |
| | | 4 | 0,74736220 | 0,18441122 | 0,000502652 | 0,00300000 | 0,003533871 |
| | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,04023823 | 0,00798147 | 0,000022829 | 0,00300000 | 0,001025650 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 2 | 0,10997389 | 0,02591950 | 0,000060072 | 0,00300000 | 0,001094002 |
| | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 |
| | | 4 | 0,94497418 | 0,22624168 | 0,000809903 | 0,00300000 | 0,004317346 |
| | | 5 | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,49452841 | 0,11785649 | 0,000340551 | 0,00300000 | 0,002442891 |
| | | 2 | 0,72066491 | 0,17105234 | 0,000576966 | 0,00300000 | 0,002850948 |
| | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 |
| | | 4 | 1,26578781 | 0,27376430 | 0,001765994 | 0,00300000 | 0,006981528 |
| | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,46694225 | 0,08141533 | 0,003321833 | 0,00300000 | 0,008521518 |
| | | 2 | 0,49336550 | 0,08365400 | 0,003393683 | 0,00300000 | 0,008740971 |
| | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 |
| | | 4 | 0,90618057 | 0,14613382 | 0,004349569 | 0,00300000 | 0,012483109 |
| | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | 6 | 1 | 0,80326784 | 0,13349537 | 0,007827025 | 0,00300000 | 0,012893174 |
| | | 2 | 0,78293096 | 0,12873065 | 0,007734921 | 0,00300000 | 0,013379104 |
| | | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 |
| | | 4 | 1,01806885 | 0,16128434 | 0,008246178 | 0,00300000 | 0,017860615 |
| | | 5 | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,27651549 | 0,21702965 | 0,012105683 | 0,00300000 | 0,016406569 |
| | | 2 | 1,23683178 | 0,20783197 | 0,012036179 | 0,00300000 | 0,016462140 |
| | | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 |
| | | 4 | 1,38121532 | 0,22390828 | 0,012492204 | 0,00300000 | 0,021435098 |
| | | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,62138943 | 0,26545311 | 0,016274346 | 0,00300000 | 0,020666893 |
| | | 2 | 1,65261228 | 0,27342383 | 0,016318066 | 0,00300000 | 0,021060625 |
| | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 |

| | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | 4 | 1,73863878 | 0,28287521 | 0,016820629 | 0,00300000 | 0,025563650 |
| | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST2.01.242 | 1+2 | 1 | 0,00873222 | 0,00135138 | 0,000002869 | 0,00300000 | 0,000795762 |
| | | 2 | 0,01866901 | 0,00375241 | 0,000006883 | 0,00300000 | 0,000830927 |
| | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 |
| | | 4 | 0,74736220 | 0,18441122 | 0,000502652 | 0,00300000 | 0,003533871 |
| | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV $f_{AE,SK,SV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 |
| | 3 | 1 | 0,04023823 | 0,00798147 | 0,000022829 | 0,00300000 | 0,001025650 |
| | | 2 | 0,10997389 | 0,02591950 | 0,000060072 | 0,00300000 | 0,001094002 |
| | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 |
| | | 4 | 0,94497418 | 0,22624168 | 0,000809903 | 0,00300000 | 0,004317346 |
| | | 5 | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 |
| | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | 4 | 1 | 0,49452841 | 0,11785649 | 0,000340551 | 0,00300000 | 0,002442891 |
| | | 2 | 0,72066491 | 0,17105234 | 0,000576966 | 0,00300000 | 0,002850948 |
| | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 |
| | | 4 | 1,26578781 | 0,27376430 | 0,001765994 | 0,00300000 | 0,006981528 |
| | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | 5 | 1 | 0,46694225 | 0,08141533 | 0,003321833 | 0,00300000 | 0,008521518 |
| | | 2 | 0,49336550 | 0,08365400 | 0,003393683 | 0,00300000 | 0,008740971 |
| | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 |
| | | 4 | 0,90618057 | 0,14613382 | 0,004349569 | 0,00300000 | 0,012483109 |
| | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | 6 | 1 | 0,80326784 | 0,13349537 | 0,007827025 | 0,00300000 | 0,012893174 |
| | | 2 | 0,78293096 | 0,12873065 | 0,007734921 | 0,00300000 | 0,013379104 |
| | | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 |
| | | 4 | 1,01806885 | 0,16128434 | 0,008246178 | 0,00300000 | 0,017860615 |
| | | 5 | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 |
| | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |
| | 7 | 1 | 1,27651549 | 0,21702965 | 0,012105683 | 0,00300000 | 0,016406569 |
| | | 2 | 1,23683178 | 0,20783197 | 0,012036179 | 0,00300000 | 0,016462140 |
| | | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 |
| | | 4 | 1,38121532 | 0,22390828 | 0,012492204 | 0,00300000 | 0,021435098 |
| | | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 |
| | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | 8+9 | 1 | 1,62138943 | 0,26545311 | 0,016274346 | 0,00300000 | 0,020666893 |
| | | 2 | 1,65261228 | 0,27342383 | 0,016318066 | 0,00300000 | 0,021060625 |

| | | | | | | | |
|------------|-----|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 |
| | | 4 | 1,73863878 | 0,28287521 | 0,016820629 | 0,00300000 | 0,025563650 |
| | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST2.01.243 | 1+2 | 1 | 0,00814099 | 0,00118459 | 0,000002431 | 0,00300000 | 0,000807544 |
| | | 2 | 0,01790246 | 0,00359500 | 0,000006474 | 0,00300000 | 0,000864428 |
| | | 3 | 0,08173785 | 0,01984825 | 0,000042911 | 0,00300000 | 0,001089443 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | 4 | 0,74736220 | 0,18441122 | 0,000502652 | 0,00300000 | 0,003533871 | |
| | | 5 | 2,74423524 | 0,67810013 | 0,001881876 | 0,00300000 | 0,010867155 | |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 | |
| | | 3 | 1 | 0,03929780 | 0,00787400 | 0,000021453 | 0,00300000 | 0,001013699 |
| | | | 2 | 0,10749928 | 0,02553820 | 0,000058325 | 0,00300000 | 0,001110053 |
| | | | 3 | 0,26846504 | 0,06613525 | 0,000158369 | 0,00300000 | 0,001502957 |
| | 4 | | 0,94497418 | 0,22624168 | 0,000809903 | 0,00300000 | 0,004317346 | |
| | 5 | | 2,97450160 | 0,70656098 | 0,002764504 | 0,00300000 | 0,012760512 | |
| | 6 | | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 | |
| | 4 | 1 | 0,49660180 | 0,11847840 | 0,000338944 | 0,00300000 | 0,002402913 | |
| | | 2 | 0,72151881 | 0,17193918 | 0,000573550 | 0,00300000 | 0,002925614 | |
| | | 3 | 0,86588409 | 0,19715049 | 0,000919315 | 0,00300000 | 0,003799457 | |
| | | 4 | 1,26578781 | 0,27376430 | 0,001765994 | 0,00300000 | 0,006981528 | |
| | | 5 | 2,46549898 | 0,50360574 | 0,004306033 | 0,00300000 | 0,016527743 | |
| | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 | |
| | 5 | 1 | 0,46788305 | 0,08153726 | 0,003319135 | 0,00300000 | 0,008506631 | |
| | | 2 | 0,49516866 | 0,08379117 | 0,003391001 | 0,00300000 | 0,008868414 | |
| | | 3 | 0,56049461 | 0,08977431 | 0,003485942 | 0,00300000 | 0,009251766 | |
| | | 4 | 0,90618057 | 0,14613382 | 0,004349569 | 0,00300000 | 0,012483109 | |
| | | 5 | 1,94323844 | 0,31521236 | 0,006940449 | 0,00300000 | 0,022177138 | |
| | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 | |
| | 6 | 1 | 0,80272672 | 0,13358152 | 0,007824418 | 0,00300000 | 0,013012566 | |
| | | 2 | 0,78244712 | 0,12870215 | 0,007732012 | 0,00300000 | 0,013505220 | |
| | | 3 | 0,75054662 | 0,12270459 | 0,007525066 | 0,00300000 | 0,014574099 | |
| 4 | | 1,01806885 | 0,16128434 | 0,008246178 | 0,00300000 | 0,017860615 | | |
| 5 | | 1,82063557 | 0,27702359 | 0,010409513 | 0,00300000 | 0,027720163 | | |
| 6 | | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 | | |
| 7 | 1 | 1,27597057 | 0,21717591 | 0,012106092 | 0,00300000 | 0,016444900 | | |
| | 2 | 1,23594685 | 0,20772922 | 0,012034460 | 0,00300000 | 0,016547204 | | |
| | 3 | 1,18593303 | 0,19482452 | 0,011898742 | 0,00300000 | 0,017821436 | | |
| | 4 | 1,38121532 | 0,22390828 | 0,012492204 | 0,00300000 | 0,021435098 | | |
| | 5 | 1,96706218 | 0,31115956 | 0,014272591 | 0,00300000 | 0,032276082 | | |

| | | | | | | | |
|------------|-----|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | 8+9 | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 |
| | | 1 | 1,62323420 | 0,26578006 | 0,016276470 | 0,00300000 | 0,020710007 |
| | | 2 | 1,65082160 | 0,27318219 | 0,016319092 | 0,00300000 | 0,021161210 |
| | | 3 | 1,63607805 | 0,26991209 | 0,016288524 | 0,00300000 | 0,021846135 |
| | | 4 | 1,73863878 | 0,28287521 | 0,016820629 | 0,00300000 | 0,025563650 |
| | | 5 | 2,04632099 | 0,32176456 | 0,018416947 | 0,00300000 | 0,036716196 |
| | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 |
| ST2.02.123 | 1+2 | 1 | 0,11597516 | 0,02614828 | 0,000058673 | 0,00300000 | 0,002318470 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | | 2 | 0,26370674 | 0,06103352 | 0,000157438 | 0,00300000 |
| 3 | 0,86327068 | 0,20323141 | 0,000536650 | 0,00300000 | 0,005761148 | | |
| 4 | 1,44716273 | 0,33531358 | 0,000890746 | 0,00300000 | 0,009129132 | | |
| 5 | 3,19883888 | 0,73156006 | 0,001953032 | 0,00300000 | 0,019233082 | | |
| 6 | 3,78273094 | 0,86364223 | 0,002307127 | 0,00300000 | 0,022601065 | | |
| 3 | 1 | 0,35732612 | 0,08088563 | 0,000228262 | 0,00300000 | 0,003047704 | |
| | 2 | 0,54114830 | 0,12431109 | 0,000352270 | 0,00300000 | 0,004166321 | |
| | 3 | 1,14239199 | 0,25061149 | 0,000967178 | 0,00300000 | 0,007327291 | |
| | 4 | 1,80438126 | 0,39766950 | 0,001431341 | 0,00300000 | 0,011032893 | |
| | 5 | 3,79034905 | 0,83884351 | 0,002823830 | 0,00300000 | 0,022149699 | |
| | 6 | 4,45233832 | 0,98590151 | 0,003287992 | 0,00300000 | 0,025855301 | |
| 4 | 1 | 0,82405664 | 0,16440067 | 0,000858964 | 0,00300000 | 0,005792610 | |
| | 2 | 1,04892152 | 0,21463071 | 0,001063184 | 0,00300000 | 0,007124521 | |
| | 3 | 1,14337276 | 0,19014540 | 0,001911937 | 0,00300000 | 0,010667449 | |
| | 4 | 1,78031702 | 0,32068894 | 0,002502996 | 0,00300000 | 0,014895019 | |
| | 5 | 3,69114979 | 0,71231954 | 0,004276174 | 0,00300000 | 0,027577727 | |
| | 6 | 4,32809405 | 0,84286308 | 0,004867233 | 0,00300000 | 0,031805297 | |
| 5 | 1 | 0,78952912 | 0,11540954 | 0,003275277 | 0,00300000 | 0,013034089 | |
| | 2 | 0,94478417 | 0,13471888 | 0,003339292 | 0,00300000 | 0,013939100 | |
| | 3 | 1,11471788 | 0,15445903 | 0,004124672 | 0,00300000 | 0,016949210 | |
| | 4 | 1,66532566 | 0,24390854 | 0,004739126 | 0,00300000 | 0,021355030 | |
| | 5 | 3,31714901 | 0,51225710 | 0,006582490 | 0,00300000 | 0,034572491 | |
| | 6 | 3,86775680 | 0,60170661 | 0,007196945 | 0,00300000 | 0,038978311 | |
| 6 | 1 | 1,16490592 | 0,16792692 | 0,006759644 | 0,00300000 | 0,019682314 | |
| | 2 | 1,19065904 | 0,17421191 | 0,006665513 | 0,00300000 | 0,020987750 | |
| | 3 | 1,31491824 | 0,18886993 | 0,007229125 | 0,00300000 | 0,023382920 | |
| | 4 | 1,77861610 | 0,25262669 | 0,007776647 | 0,00300000 | 0,027964173 | |
| | 5 | 3,16970968 | 0,44389696 | 0,009419215 | 0,00300000 | 0,041707931 | |
| | 6 | 3,63340754 | 0,50765371 | 0,009966737 | 0,00300000 | 0,046289184 | |
| 7 | 1 | 1,70509402 | 0,24434304 | 0,010268727 | 0,00300000 | 0,024151020 | |
| | 2 | 1,71663429 | 0,24725710 | 0,010279926 | 0,00300000 | 0,025899765 | |

| | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|----------------------------|--|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 3 | 1,77805369 | 0,25353717 | 0,010719001 | 0,00300000 | 0,028481877 | |
| | | 4 | 2,15350618 | 0,30356102 | 0,011190642 | 0,00300000 | 0,033476954 | |
| | | 5 | 3,27986366 | 0,45363258 | 0,012605567 | 0,00300000 | 0,048462182 | |
| | | 6 | 3,65531616 | 0,50365643 | 0,013077208 | 0,00300000 | 0,053457258 | |
| | 8+9 | 1 | 2,34397108 | 0,34273692 | 0,013824154 | 0,00300000 | 0,030333627 | |
| | | 2 | 2,30015940 | 0,33053827 | 0,013930300 | 0,00300000 | 0,031357399 | |
| | | 3 | 2,29262727 | 0,32596056 | 0,014302193 | 0,00300000 | 0,034127517 | |
| | | 4 | 2,58904844 | 0,36658261 | 0,014735301 | 0,00300000 | 0,039404673 | |
| | | 5 | 3,47831194 | 0,48844878 | 0,016034627 | 0,00300000 | 0,055236144 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrszustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für $SV_{AE,SK,SV,VZS}^{f_{AE,SK,SV,VZS}} [g/(Kfz \cdot km)]$ auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | |
| | | | | NO_x | NO_2 | SO_2 | NH_3 | PM2,5 |
| | | 6 | 3,77473310 | 0,52907083 | 0,016467735 | 0,00300000 | 0,060513301 | |
| ST2.02.243 | 1+2 | 1 | 0,00923978 | 0,00126568 | 0,000002610 | 0,00300000 | 0,000823683 | |
| | | 2 | 0,01651260 | 0,00323424 | 0,000005726 | 0,00300000 | 0,000872817 | |
| | | 3 | 0,23283795 | 0,05812314 | 0,000128839 | 0,00300000 | 0,001387983 | |
| | | 4 | 0,86824228 | 0,21503113 | 0,000571395 | 0,00300000 | 0,003772703 | |
| | | 5 | 2,77445526 | 0,68575511 | 0,001899062 | 0,00300000 | 0,010926863 | |
| | | 6 | 3,40985959 | 0,84266310 | 0,002341618 | 0,00300000 | 0,013311583 | |
| | | 3 | 1 | 0,04753080 | 0,01040578 | 0,000022542 | 0,00300000 | 0,000992277 |
| | | | 2 | 0,09926792 | 0,02373358 | 0,000050941 | 0,00300000 | 0,001084262 |
| | | | 3 | 0,59947919 | 0,14736544 | 0,000415339 | 0,00300000 | 0,002183134 |
| | | | 4 | 1,20978550 | 0,29122583 | 0,001015479 | 0,00300000 | 0,004861487 |
| | | | 5 | 3,04070443 | 0,72280702 | 0,002815898 | 0,00300000 | 0,012896547 |
| | | | 6 | 3,65101074 | 0,86666742 | 0,003416037 | 0,00300000 | 0,015574900 |
| | | 4 | 1 | 0,46364469 | 0,11073410 | 0,000325358 | 0,00300000 | 0,002282215 |
| | | | 2 | 0,72996143 | 0,17543697 | 0,000529567 | 0,00300000 | 0,002888027 |
| | | | 3 | 0,72184886 | 0,14418767 | 0,001248757 | 0,00300000 | 0,004204032 |
| | | | 4 | 1,15055963 | 0,23139405 | 0,002029548 | 0,00300000 | 0,007305188 |
| | | | 5 | 2,43669193 | 0,49301318 | 0,004371921 | 0,00300000 | 0,016608658 |
| | | | 6 | 2,86540270 | 0,58021956 | 0,005152712 | 0,00300000 | 0,019709815 |
| | | 5 | 1 | 0,48525351 | 0,08259185 | 0,003219088 | 0,00300000 | 0,008640636 |
| | | | 2 | 0,52028278 | 0,08562851 | 0,003298133 | 0,00300000 | 0,009155430 |
| | | | 3 | 0,56889159 | 0,09151967 | 0,003735897 | 0,00300000 | 0,009078353 |
| | | | 4 | 0,91289815 | 0,14753011 | 0,004549533 | 0,00300000 | 0,012344379 |
| | | | 5 | 1,94491784 | 0,31556143 | 0,006990440 | 0,00300000 | 0,022142456 |
| | | | 6 | 2,28892440 | 0,37157188 | 0,007804076 | 0,00300000 | 0,025408481 |
| | | 6 | 1 | 0,79604732 | 0,13231315 | 0,007706364 | 0,00300000 | 0,013449713 |
| | | | 2 | 0,76613272 | 0,12504233 | 0,007643143 | 0,00300000 | 0,014420555 |
| | | | 3 | 0,76177613 | 0,12448387 | 0,007663041 | 0,00300000 | 0,014064528 |
| | | | 4 | 1,02705247 | 0,16270776 | 0,008356558 | 0,00300000 | 0,017452958 |
| | | | 5 | 1,82288148 | 0,27737944 | 0,010437108 | 0,00300000 | 0,027618248 |
| | | | 6 | 2,08815781 | 0,31560334 | 0,011130625 | 0,00300000 | 0,031006678 |

| | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | 1 | 1,24889556 | 0,21103856 | 0,012042237 | 0,00300000 | 0,016552173 | |
| | | | 2 | 1,17939214 | 0,19198683 | 0,011958139 | 0,00300000 | 0,017278223 | |
| | | | 3 | 1,17815744 | 0,19255873 | 0,011999450 | 0,00300000 | 0,017751856 | |
| | | | 4 | 1,37499484 | 0,22209565 | 0,012572770 | 0,00300000 | 0,021379433 | |
| | | | 5 | 1,96550706 | 0,31070640 | 0,014292732 | 0,00300000 | 0,032262166 | |
| | | | 6 | 2,16234447 | 0,34024332 | 0,014866053 | 0,00300000 | 0,035889743 | |
| | | 8+9 | 1 | 1,64370865 | 0,27075402 | 0,016297571 | 0,00300000 | 0,021022001 | |
| | | | 2 | 1,64575880 | 0,27252302 | 0,016311408 | 0,00300000 | 0,021475072 | |
| | | | 3 | 1,61773434 | 0,26539856 | 0,016386942 | 0,00300000 | 0,021901464 | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | | | |
| | | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| | | | 4 | 1,72396382 | 0,27926438 | 0,016899364 | 0,00300000 | 0,025607913 | |
| | | | 5 | 2,04265224 | 0,32086186 | 0,018436630 | 0,00300000 | 0,036727262 | |
| | | | 6 | 2,14888172 | 0,33472768 | 0,018949052 | 0,00300000 | 0,040433712 | |
| | | | | | | | | | |
| ST2.04.101 ST2.04.102 ST2.04.103 | 1+2 | | 1 | 0,19244441 | 0,04341975 | 0,000099187 | 0,00300000 | 0,003717223 | |
| | | | 2 | 0,51615383 | 0,11870882 | 0,000262674 | 0,00300000 | 0,005480919 | |
| | | | 3 | 0,74092144 | 0,16971965 | 0,000357022 | 0,00300000 | 0,006820621 | |
| | | | 4 | 1,26567262 | 0,28417786 | 0,000683112 | 0,00300000 | 0,009992498 | |
| | | | 5 | 2,83992618 | 0,62755248 | 0,001661384 | 0,00300000 | 0,019508126 | |
| | | | 6 | 3,36467736 | 0,74201069 | 0,001987474 | 0,00300000 | 0,022680002 | |
| | | 3 | | 1 | 0,51345596 | 0,11469091 | 0,000315459 | 0,00300000 | 0,004819478 |
| | | | 2 | 0,93624617 | 0,21099139 | 0,000560466 | 0,00300000 | 0,007004416 | |
| | | | 3 | 1,27136863 | 0,28929028 | 0,000704621 | 0,00300000 | 0,008739830 | |
| | | | 4 | 1,82076473 | 0,40329678 | 0,001129477 | 0,00300000 | 0,012219889 | |
| | | | 5 | 3,46895303 | 0,74531627 | 0,002404045 | 0,00300000 | 0,022660066 | |
| | | | 6 | 4,01834912 | 0,85932276 | 0,002828901 | 0,00300000 | 0,026140125 | |
| | | 4 | | 1 | 1,05472373 | 0,20749804 | 0,000984048 | 0,00300000 | 0,008517857 |
| | | | 2 | 1,38601617 | 0,27064511 | 0,001335265 | 0,00300000 | 0,010894999 | |
| | | | 3 | 1,81247074 | 0,36708105 | 0,001566282 | 0,00300000 | 0,012819504 | |
| | | | 4 | 2,27008773 | 0,44861912 | 0,002085650 | 0,00300000 | 0,016624862 | |
| | | | 5 | 3,64293872 | 0,69323334 | 0,003643755 | 0,00300000 | 0,028040935 | |
| | | | 6 | 4,10055571 | 0,77477141 | 0,004163123 | 0,00300000 | 0,031846292 | |
| | | 5 | | 1 | 1,04387498 | 0,14195090 | 0,002921120 | 0,00300000 | 0,014891496 |
| | | | 2 | 1,33864788 | 0,18281844 | 0,003224292 | 0,00300000 | 0,017535128 | |
| | | | 3 | 1,58250418 | 0,21890570 | 0,003434151 | 0,00300000 | 0,019191823 | |
| | | | 4 | 2,02557627 | 0,28949797 | 0,003966075 | 0,00300000 | 0,023074183 | |
| | | | 5 | 3,35479253 | 0,50127480 | 0,005561844 | 0,00300000 | 0,034721264 | |
| | | | 6 | 3,79786462 | 0,57186708 | 0,006093767 | 0,00300000 | 0,038603625 | |
| | | 6 | | 1 | 1,19984633 | 0,16947648 | 0,005540701 | 0,00300000 | 0,021593817 |
| | | | 2 | 1,37908707 | 0,19116735 | 0,005796319 | 0,00300000 | 0,024403160 | |
| | | | 3 | 1,55214622 | 0,21627364 | 0,006005756 | 0,00300000 | 0,026183572 | |
| | | | 4 | 1,96758082 | 0,27025264 | 0,006473500 | 0,00300000 | 0,030030334 | |

| | | 5 | 3,21388463 | 0,43218961 | 0,007876732 | 0,00300000 | 0,041570618 |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | 6 | 3,62931923 | 0,48616861 | 0,008344476 | 0,00300000 | 0,045417379 |
| | 7 | 1 | 1,68124866 | 0,23448902 | 0,008475497 | 0,00300000 | 0,026672364 |
| | | 2 | 1,76741277 | 0,24508585 | 0,008696153 | 0,00300000 | 0,030035114 |
| | | 3 | 1,86329159 | 0,25906526 | 0,008899873 | 0,00300000 | 0,031862270 |
| | | 4 | 2,21303337 | 0,30233915 | 0,009296971 | 0,00300000 | 0,035978581 |
| | | 5 | 3,26225873 | 0,43216083 | 0,010488264 | 0,00300000 | 0,048327511 |
| | | 6 | 3,61200052 | 0,47543472 | 0,010885362 | 0,00300000 | 0,052443821 |
| | 8+9 | 1 | 2,23863163 | 0,31150969 | 0,011472848 | 0,00300000 | 0,032095943 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für $SV_{AE,SK,SV,VZS}^f$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | 2 | 2,25906248 | 0,31069916 | 0,011671691 | 0,00300000 | 0,035446807 |
| | | 3 | 2,32289820 | 0,31817199 | 0,011851293 | 0,00300000 | 0,037477399 |
| | | 4 | 2,60518211 | 0,35516064 | 0,012207803 | 0,00300000 | 0,041831026 |
| | | 5 | 3,45203386 | 0,46612661 | 0,013277331 | 0,00300000 | 0,054891909 |
| | | 6 | 3,73431778 | 0,50311526 | 0,013633841 | 0,00300000 | 0,059245536 |

Tabelle 116: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Schwerverkehr auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs- und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für $SV_{AE,SK,SV,VZS}^f$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST3.11.111 ST3.11.221 ST3.21.111 ST3.21.221 | 1+2 | 1 | 0,54889629 | 0,12723894 | 0,000326735 | 0,00300000 | 0,003902902 |
| | | 2 | 0,60869874 | 0,14244213 | 0,000371196 | 0,00300000 | 0,004577149 |
| | | 3 | 0,95886671 | 0,22161338 | 0,000562769 | 0,00300000 | 0,006480892 |
| | | 4 | 1,43023474 | 0,32901147 | 0,000837295 | 0,00300000 | 0,009071483 |
| | | 5 | 2,84433883 | 0,65120574 | 0,001660876 | 0,00300000 | 0,016843257 |
| | | 6 | 3,31570686 | 0,75860383 | 0,001935403 | 0,00300000 | 0,019433848 |
| | 3 | 1 | 0,83420894 | 0,17773142 | 0,000710694 | 0,00300000 | 0,005312753 |
| | | 2 | 0,96972230 | 0,21850016 | 0,000728975 | 0,00300000 | 0,005993193 |
| | | 3 | 1,35481334 | 0,29573259 | 0,001060250 | 0,00300000 | 0,008408441 |
| | | 4 | 1,89014936 | 0,41648028 | 0,001410291 | 0,00300000 | 0,011250159 |
| | | 5 | 3,49615743 | 0,77872335 | 0,002460413 | 0,00300000 | 0,019775315 |
| | | 6 | 4,03149345 | 0,89947104 | 0,002810454 | 0,00300000 | 0,022617034 |
| | 4 | 1 | 0,91886579 | 0,15031639 | 0,001531287 | 0,00300000 | 0,008079094 |
| | | 2 | 1,27947106 | 0,24439961 | 0,001621696 | 0,00300000 | 0,009325398 |
| | | 3 | 1,49716403 | 0,26780166 | 0,002047913 | 0,00300000 | 0,011977042 |
| | | 4 | 2,03128950 | 0,38213426 | 0,002479369 | 0,00300000 | 0,015169468 |
| | | 5 | 3,63366590 | 0,72513207 | 0,003773736 | 0,00300000 | 0,024746744 |
| | | 6 | 4,16779137 | 0,83946468 | 0,004205192 | 0,00300000 | 0,027939169 |
| | 5 | 1 | 0,97876888 | 0,15646074 | 0,003470690 | 0,00300000 | 0,013319500 |

| | | | | | | | |
|--|---|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 2 | 1,20230022 | 0,19134913 | 0,003585759 | 0,00300000 | 0,014954607 |
| | | 3 | 1,50903379 | 0,23365244 | 0,003905250 | 0,00300000 | 0,017260459 |
| | | 4 | 2,00048000 | 0,32302167 | 0,004367601 | 0,00300000 | 0,020661393 |
| | | 5 | 3,47481863 | 0,59112936 | 0,005754657 | 0,00300000 | 0,030864193 |
| | | 6 | 3,96626484 | 0,68049860 | 0,006217008 | 0,00300000 | 0,034265126 |
| | 6 | 1 | 1,30011932 | 0,21341772 | 0,006168743 | 0,00300000 | 0,018798105 |
| | | 2 | 1,41653063 | 0,23510925 | 0,006248118 | 0,00300000 | 0,020657051 |
| | | 3 | 1,61199607 | 0,26227230 | 0,006407353 | 0,00300000 | 0,023104298 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV $f_{AE,SK,SV,VZS}$ [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 |
| | | | 4 | 2,04451644 | 0,33014109 | 0,006838624 | 0,00300000 |
| | | 5 | 3,34207754 | 0,53374745 | 0,008132438 | 0,00300000 | 0,037158700 |
| | | 6 | 3,77459790 | 0,60161624 | 0,008563710 | 0,00300000 | 0,040672300 |
| | 7 | 1 | 1,80612580 | 0,29404398 | 0,009146690 | 0,00300000 | 0,023591260 |
| | | 2 | 1,88387736 | 0,31135582 | 0,009189921 | 0,00300000 | 0,025412933 |
| | | 3 | 1,97919546 | 0,32699762 | 0,009302720 | 0,00300000 | 0,028515930 |
| | | 4 | 2,33606038 | 0,38090666 | 0,009688034 | 0,00300000 | 0,032292730 |
| | | 5 | 3,40665511 | 0,54263376 | 0,010843975 | 0,00300000 | 0,043623128 |
| | | 6 | 3,76352003 | 0,59654279 | 0,011229289 | 0,00300000 | 0,047399927 |
| | 8+9 | 1 | 2,41985073 | 0,39865310 | 0,012210673 | 0,00300000 | 0,028983682 |
| | | 2 | 2,45410547 | 0,40696951 | 0,012242467 | 0,00300000 | 0,030766705 |
| | | 3 | 2,54500012 | 0,42392776 | 0,012360980 | 0,00300000 | 0,034637153 |
| | | 4 | 2,83652209 | 0,46976441 | 0,012714160 | 0,00300000 | 0,038621306 |
| | | 5 | 3,71108800 | 0,60727435 | 0,013773698 | 0,00300000 | 0,050573766 |
| | | 6 | 4,00260997 | 0,65311100 | 0,014126877 | 0,00300000 | 0,054557920 |
| ST3.11.112 ST3.11.222 ST3.14.101 ST3.14.102 ST3.14.103 ST3.21.112 ST3.21.222 ST3.24.101 ST3.24.102 ST3.24.103 | 1+2 | 1 | 0,76114621 | 0,17826156 | 0,000532049 | 0,00300000 | 0,005798842 |
| | | 2 | 1,15227640 | 0,26608241 | 0,000791724 | 0,00300000 | 0,008165405 |
| | | 3 | 1,34348497 | 0,31042120 | 0,000854322 | 0,00300000 | 0,008896272 |
| | | 4 | 1,83309471 | 0,42239582 | 0,001116003 | 0,00300000 | 0,011538281 |
| | | 5 | 3,30192393 | 0,75831968 | 0,001901045 | 0,00300000 | 0,019464309 |
| | | 6 | 3,79153367 | 0,87029430 | 0,002162725 | 0,00300000 | 0,022106318 |
| | 3 | 1 | 1,16425888 | 0,26330635 | 0,000948117 | 0,00300000 | 0,007388800 |
| | | 2 | 1,70258493 | 0,37958559 | 0,001361779 | 0,00300000 | 0,010486010 |
| | | 3 | 1,73714794 | 0,38598710 | 0,001383581 | 0,00300000 | 0,010990419 |
| | | 4 | 2,31153552 | 0,51569912 | 0,001725593 | 0,00300000 | 0,013964137 |
| | | 5 | 4,03469825 | 0,90483517 | 0,002751630 | 0,00300000 | 0,022885291 |
| | | 6 | 4,60908583 | 1,03454718 | 0,003093642 | 0,00300000 | 0,025859008 |
| | 4 | 1 | 1,69664399 | 0,35004506 | 0,001877762 | 0,00300000 | 0,011124732 |
| | | 2 | 2,01588982 | 0,39754567 | 0,002403515 | 0,00300000 | 0,014561191 |
| | | 3 | 2,16195520 | 0,43733569 | 0,002436532 | 0,00300000 | 0,015176465 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 4 | 2,71875832 | 0,55476108 | 0,002855790 | 0,00300000 | 0,018421446 | | | |
| | | 5 | 4,38916767 | 0,90703725 | 0,004113566 | 0,00300000 | 0,028156389 | | | |
| | | 6 | 4,94597078 | 1,02446265 | 0,004532825 | 0,00300000 | 0,031401370 | | | |
| | 5 | 1 | 1,63230369 | 0,27111396 | 0,003774293 | 0,00300000 | 0,017049866 | | | |
| | | 2 | 1,97059177 | 0,32214696 | 0,004268947 | 0,00300000 | 0,020513638 | | | |
| | | 3 | 2,17942522 | 0,36933048 | 0,004429624 | 0,00300000 | 0,021486171 | | | |
| | | 4 | 2,68376860 | 0,46307299 | 0,004858764 | 0,00300000 | 0,024831484 | | | |
| | | 5 | 4,19679876 | 0,74430053 | 0,006146186 | 0,00300000 | 0,034867423 | | | |
| | | 6 | 4,70114214 | 0,83804305 | 0,006575327 | 0,00300000 | 0,038212736 | | | |
| | 6 | 1 | 1,66644437 | 0,28543154 | 0,006292328 | 0,00300000 | 0,023415277 | | | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz·km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | | | |
| | | | 2 | 1,96853924 | 0,32958674 | 0,006793806 | 0,00300000 | 0,027102386 | | |
| | | | 3 | 2,10764301 | 0,35456009 | 0,006946566 | 0,00300000 | 0,027859620 | | |
| | | | 4 | 2,56537344 | 0,42562447 | 0,007341251 | 0,00300000 | 0,031286689 | | |
| | | | 5 | 3,93856474 | 0,63881761 | 0,008525306 | 0,00300000 | 0,041567898 | | |
| | | | 6 | 4,39629517 | 0,70988199 | 0,008919991 | 0,00300000 | 0,044994968 | | |
| | | | 7 | 1 | 2,03613745 | 0,34810944 | 0,009196740 | 0,00300000 | 0,029179012 | |
| | | | | 2 | 2,22287783 | 0,37572509 | 0,009610226 | 0,00300000 | 0,032850600 | |
| | | | | 3 | 2,34397952 | 0,39834947 | 0,009772749 | 0,00300000 | 0,033898923 | |
| | | | | 4 | 2,73098024 | 0,45409633 | 0,010140259 | 0,00300000 | 0,037583491 | |
| | | | | 5 | 3,89198241 | 0,62133694 | 0,011242790 | 0,00300000 | 0,048637193 | |
| | | | | 6 | 4,27898313 | 0,67708381 | 0,011610300 | 0,00300000 | 0,052321760 | |
| | | | 8+9 | 1 | 2,61813056 | 0,44594510 | 0,012264256 | 0,00300000 | 0,034791367 | |
| | | | | 2 | 2,71387304 | 0,46193476 | 0,012629140 | 0,00300000 | 0,038929729 | |
| | | | | 3 | 2,82899553 | 0,48241778 | 0,012763631 | 0,00300000 | 0,040086001 | |
| | | | | 4 | 3,16156403 | 0,53195962 | 0,013110121 | 0,00300000 | 0,043967732 | |
| | | | | 5 | 4,15926954 | 0,68058515 | 0,014149590 | 0,00300000 | 0,055612924 | |
| | | | | 6 | 4,49183804 | 0,73012699 | 0,014496080 | 0,00300000 | 0,059494655 | |
| | | | ST3.12.111 ST3.12.221 ST3.22.111 ST3.22.221 | 1+2 | 1 | 0,65502125 | 0,15275025 | 0,000429392 | 0,00300000 | 0,004850872 |
| | | | | | 2 | 0,88048757 | 0,20426227 | 0,000581460 | 0,00300000 | 0,006371277 |
| | | | | | 3 | 1,15117584 | 0,26601729 | 0,000708545 | 0,00300000 | 0,007688582 |
| | | | | | 4 | 1,63166472 | 0,37570364 | 0,000976649 | 0,00300000 | 0,010304882 |
| | | | | | 5 | 3,07313138 | 0,70476271 | 0,001780960 | 0,00300000 | 0,018153783 |
| 6 | 3,55362026 | 0,81444906 | | | 0,002049064 | 0,00300000 | 0,020770083 | | | |
| 3 | 1 | 0,99923391 | | 0,22051889 | 0,000829406 | 0,00300000 | 0,006350777 | | | |
| | 2 | 1,33615361 | | 0,29904288 | 0,001045377 | 0,00300000 | 0,008239602 | | | |
| | 3 | 1,54598064 | | 0,34085984 | 0,001221915 | 0,00300000 | 0,009699430 | | | |
| | 4 | 2,10084244 | | 0,46608970 | 0,001567942 | 0,00300000 | 0,012607148 | | | |
| | 5 | 3,76542784 | | 0,84177926 | 0,002606021 | 0,00300000 | 0,021330303 | | | |
| | 6 | 4,32028964 | | 0,96700911 | 0,002952048 | 0,00300000 | 0,024238021 | | | |
| 4 | 1 | 1,30775489 | | 0,25018072 | 0,001704524 | 0,00300000 | 0,009601913 | | | |

| | | | | | | | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | 2 | 1,64768044 | 0,32097264 | 0,002012606 | 0,00300000 | 0,011943294 |
| | | 3 | 1,82955962 | 0,35256867 | 0,002242222 | 0,00300000 | 0,013576754 |
| | | 4 | 2,37502391 | 0,46844767 | 0,002667580 | 0,00300000 | 0,016795457 |
| | | 5 | 4,01141678 | 0,81608466 | 0,003943651 | 0,00300000 | 0,026451566 |
| | | 6 | 4,55688108 | 0,93196366 | 0,004369008 | 0,00300000 | 0,029670269 |
| | 5 | 1 | 1,30553629 | 0,21378735 | 0,003622492 | 0,00300000 | 0,015184683 |
| | | 2 | 1,58644600 | 0,25674804 | 0,003927353 | 0,00300000 | 0,017734122 |
| | | 3 | 1,84422950 | 0,30149146 | 0,004167437 | 0,00300000 | 0,019373315 |
| | | 4 | 2,34212430 | 0,39304733 | 0,004613183 | 0,00300000 | 0,022746438 |
| | | 5 | 3,83580869 | 0,66771495 | 0,005950422 | 0,00300000 | 0,032865808 |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| | | 6 | 4,33370349 | 0,75927082 | 0,006396168 | 0,00300000 | 0,036238931 |
| | 6 | 1 | 1,48328184 | 0,24942463 | 0,006230536 | 0,00300000 | 0,021106691 |
| | | 2 | 1,69253494 | 0,28234799 | 0,006520962 | 0,00300000 | 0,023879719 |
| | | 3 | 1,85981954 | 0,30841620 | 0,006676959 | 0,00300000 | 0,025481959 |
| | | 4 | 2,30494494 | 0,37788278 | 0,007089937 | 0,00300000 | 0,028952294 |
| | | 5 | 3,64032114 | 0,58628253 | 0,008328872 | 0,00300000 | 0,039363299 |
| | | 6 | 4,08544654 | 0,65574912 | 0,008741850 | 0,00300000 | 0,042833634 |
| | 7 | 1 | 1,92113162 | 0,32107671 | 0,009171715 | 0,00300000 | 0,026385136 |
| | | 2 | 2,05337760 | 0,34354045 | 0,009400074 | 0,00300000 | 0,029131766 |
| | | 3 | 2,16158749 | 0,36267354 | 0,009537734 | 0,00300000 | 0,031207427 |
| | | 4 | 2,53352031 | 0,41750150 | 0,009914146 | 0,00300000 | 0,034938110 |
| | | 5 | 3,64931876 | 0,58198535 | 0,011043382 | 0,00300000 | 0,046130160 |
| | | 6 | 4,02125158 | 0,63681330 | 0,011419794 | 0,00300000 | 0,049860844 |
| | 8+9 | 1 | 2,51899064 | 0,42229910 | 0,012237464 | 0,00300000 | 0,031887525 |
| | | 2 | 2,58398925 | 0,43445214 | 0,012435804 | 0,00300000 | 0,034848217 |
| | | 3 | 2,68699783 | 0,45317277 | 0,012562306 | 0,00300000 | 0,037361577 |
| | | 4 | 2,99904306 | 0,50086201 | 0,012912140 | 0,00300000 | 0,041294519 |
| | | 5 | 3,93517877 | 0,64392975 | 0,013961644 | 0,00300000 | 0,053093345 |
| | | 6 | 4,24722401 | 0,69161899 | 0,014311478 | 0,00300000 | 0,057026287 |

Tabelle 117: Spezifische Emissionsfaktoren der einzelnen Schadstoffkomponenten im fließenden Verkehr für den Schwerverkehr auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungsklasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klas- se | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM _{2,5} |
| ST4.10.111 ST4.10.112 ST4.10.121 ST4.10.122 ST4.10.211 | 1+2 | 1 | 0,76114621 | 0,17826156 | 0,000532049 | 0,00300000 | 0,005798842 |
| | | 2 | 1,15227640 | 0,26608241 | 0,000791724 | 0,00300000 | 0,008165405 |
| | | 3 | 1,34348497 | 0,31042120 | 0,000854322 | 0,00300000 | 0,008896272 |

| | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| ST4.10.212 | 3 | 4 | 1,83309471 | 0,42239582 | 0,001116003 | 0,00300000 | 0,011538281 | |
| ST4.10.221 | | 5 | 3,30192393 | 0,75831968 | 0,001901045 | 0,00300000 | 0,019464309 | |
| ST4.10.222 | | 6 | 3,79153367 | 0,87029430 | 0,002162725 | 0,00300000 | 0,022106318 | |
| ST4.20.111 | | 1 | 1,16425888 | 0,26330635 | 0,000948117 | 0,00300000 | 0,007388800 | |
| ST4.20.112 | | 2 | 1,70258493 | 0,37958559 | 0,001361779 | 0,00300000 | 0,010486010 | |
| ST4.20.121 | | 3 | 1,73714794 | 0,38598710 | 0,001383581 | 0,00300000 | 0,010990419 | |
| ST4.20.122 | | 4 | 2,31153552 | 0,51569912 | 0,001725593 | 0,00300000 | 0,013964137 | |
| ST4.20.211 | | 5 | 4,03469825 | 0,90483517 | 0,002751630 | 0,00300000 | 0,022885291 | |
| ST4.20.212 | | 6 | 4,60908583 | 1,03454718 | 0,003093642 | 0,00300000 | 0,025859008 | |
| ST4.20.221 | | 4 | 1 | 1,69664399 | 0,35004506 | 0,001877762 | 0,00300000 | 0,011124732 |
| ST4.20.222 | | | | | | | | |
| ST4.30.111 | | | | | | | | |
| ST4.30.112 | | | | | | | | |
| ST4.30.121 | | | | | | | | |
| ST4.30.122 | | | | | | | | |
| ST4.30.211 | | | | | | | | |
| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | spezifischer Emissionsfaktor für SV ^f _{AE,SK,SV,VZS} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Schadstoffkomponente | | | | | |
| | | | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ | PM2,5 | |
| ST4.30.212 | | 2 | 2,01588982 | 0,39754567 | 0,002403515 | 0,00300000 | 0,014561191 | |
| ST4.30.221 | | 3 | 2,16195520 | 0,43733569 | 0,002436532 | 0,00300000 | 0,015176465 | |
| ST4.30.222 | | 4 | 2,71875832 | 0,55476108 | 0,002855790 | 0,00300000 | 0,018421446 | |
| | | 5 | 4,38916767 | 0,90703725 | 0,004113566 | 0,00300000 | 0,028156389 | |
| | | 6 | 4,94597078 | 1,02446265 | 0,004532825 | 0,00300000 | 0,031401370 | |
| | | 1 | 1,63230369 | 0,27111396 | 0,003774293 | 0,00300000 | 0,017049866 | |
| 5 | 2 | 1,97059177 | 0,32214696 | 0,004268947 | 0,00300000 | 0,020513638 | | |
| | 3 | 2,17942522 | 0,36933048 | 0,004429624 | 0,00300000 | 0,021486171 | | |
| | 4 | 2,68376860 | 0,46307299 | 0,004858764 | 0,00300000 | 0,024831484 | | |
| | 5 | 4,19679876 | 0,74430053 | 0,006146186 | 0,00300000 | 0,034867423 | | |
| | 6 | 4,70114214 | 0,83804305 | 0,006575327 | 0,00300000 | 0,038212736 | | |
| | 1 | 1,66644437 | 0,28543154 | 0,006292328 | 0,00300000 | 0,023415277 | | |
| 6 | 2 | 1,96853924 | 0,32958674 | 0,006793806 | 0,00300000 | 0,027102386 | | |
| | 3 | 2,10764301 | 0,35456009 | 0,006946566 | 0,00300000 | 0,027859620 | | |
| | 4 | 2,56537344 | 0,42562447 | 0,007341251 | 0,00300000 | 0,031286689 | | |
| | 5 | 3,93856474 | 0,63881761 | 0,008525306 | 0,00300000 | 0,041567898 | | |
| | 6 | 4,39629517 | 0,70988199 | 0,008919991 | 0,00300000 | 0,044994968 | | |
| | 1 | 2,03613745 | 0,34810944 | 0,009196740 | 0,00300000 | 0,029179012 | | |
| 7 | 2 | 2,22287783 | 0,37572509 | 0,009610226 | 0,00300000 | 0,032850600 | | |
| | 3 | 2,34397952 | 0,39834947 | 0,009772749 | 0,00300000 | 0,033898923 | | |
| | 4 | 2,73098024 | 0,45409633 | 0,010140259 | 0,00300000 | 0,037583491 | | |
| | 5 | 3,89198241 | 0,62133694 | 0,011242790 | 0,00300000 | 0,048637193 | | |
| | 6 | 4,27898313 | 0,67708381 | 0,011610300 | 0,00300000 | 0,052321760 | | |
| | 1 | 2,61813056 | 0,44594510 | 0,012264256 | 0,00300000 | 0,034791367 | | |
| 8+9 | 2 | 2,71387304 | 0,46193476 | 0,012629140 | 0,00300000 | 0,038929729 | | |
| | 3 | 2,82899553 | 0,48241778 | 0,012763631 | 0,00300000 | 0,040086001 | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | 4 | 3,16156403 | 0,53195962 | 0,013110121 | 0,00300000 | 0,043967732 |
| | | 5 | 4,15926954 | 0,68058515 | 0,014149590 | 0,00300000 | 0,055612924 |
| | | 6 | 4,49183804 | 0,73012699 | 0,014496080 | 0,00300000 | 0,059494655 |

Tabelle 119: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von Autobahnen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| ST1.11.211 ST1.11.212 ST1.11.213 ST1.11.221 ST1.11.222 ST1.11.223 ST1.11.311 ST1.11.312 ST1.11.313 ST1.11.411 ST1.11.412 ST1.11.413 ST1.21.211 ST1.21.212 ST1.21.213 ST1.21.221 ST1.21.222 ST1.21.223 ST1.21.311 ST1.21.312 ST1.21.313 ST1.21.411 ST1.21.412 ST1.21.413 | 1 | 8,76 | 47,96 |
| | 2 | 8,94 | 52,50 |
| | 3 | 11,14 | 59,55 |
| | 4 | 11,57 | 61,06 |
| | 5 | 14,61 | 71,62 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |
| ST1.12.213 ST1.12.223 ST1.12.313 ST1.12.323 ST1.22.213 ST1.22.223 ST1.22.313 ST1.22.323 | 1 | 10,08 | 50,92 |
| | 2 | 11,00 | 55,82 |
| | 3 | 12,19 | 60,88 |
| | 4 | 12,52 | 62,26 |
| | 5 | 14,82 | 71,89 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |

Tabelle 120: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von zweibahnigen Landstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz · km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| | | | |
| ST2.01.241 ST2.01.242 ST2.01.243 | 1 | 8,76 | 47,96 |
| | 2 | 8,94 | 52,50 |
| | 3 | 11,14 | 59,55 |
| | 4 | 12,01 | 62,57 |
| | 5 | 14,61 | 71,62 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |
| ST2.02.243 | 1 | 10,08 | 50,92 |
| | 2 | 11,00 | 55,82 |
| | 3 | 12,19 | 60,88 |
| | 4 | 12,85 | 63,63 |
| | 5 | 14,82 | 71,89 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |

Tabelle 121: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von einbahnigen Landstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz · km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| | | | |
| ST2.01.110 | 1 | 12,31 | 63,92 |
| | 2 | 13,76 | 71,06 |
| | 3 | 15,18 | 74,64 |
| | 4 | 15,20 | 74,64 |
| | 5 | 15,24 | 74,64 |
| | 6 | 15,26 | 74,64 |
| ST2.01.121 ST2.01.122 ST2.01.123 ST2.01.130 ST2.01.230 | 1 | 8,73 | 53,13 |
| | 2 | 10,66 | 61,10 |
| | 3 | 12,56 | 68,13 |
| | 4 | 13,10 | 69,43 |
| | 5 | 14,72 | 73,34 |
| | 6 | 15,26 | 74,64 |
| ST2.02.123 | 1 | 10,77 | 57,76 |
| | 2 | 12,53 | 64,89 |
| | 3 | 14,08 | 71,18 |
| | 4 | 14,32 | 71,87 |
| | 5 | 15,02 | 73,95 |
| | 6 | 15,26 | 74,64 |

Tabelle 122: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | | |
|--|--------------------------|--|-------|-------|
| | | LV | SV | |
| ST3.11.111 | 1 | 12,01 | 53,47 | |
| | 2 | 13,99 | 58,56 | |
| ST3.11.221 ST3.12.111 | 3 | 15,18 | 61,53 | |
| ST3.12.221 ST3.21.111 ST3.21.221 | | | | 4 |
| ST3.22.111 ST3.22.221 | 5 | 15,24 | 61,53 | |
| | ST3.11.112 ST3.11.212 | 6 | 15,26 | 61,53 |
| 1 | | 14,67 | 61,53 | |
| 2 | | 15,31 | 61,53 | |
| ST3.11.222 ST3.12.112 ST3.12.222 | | 3 | 15,32 | 61,53 |
| ST3.21.112 ST3.21.212 | | 4 | 15,32 | 61,53 |
| | | 5 | 15,32 | 61,53 |
| ST3.21.222 ST3.22.112 ST3.22.222 | 6 | 15,32 | 61,53 | |

Tabelle 123: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| ST4.10.111 ST4.10.112 ST4.10.121 ST4.10.122 ST4.10.211 ST4.10.212 ST4.10.221 ST4.10.222 | 1 | 14,67 | 61,53 |
| ST4.20.111 ST4.20.112 ST4.20.121 ST4.20.122 ST4.20.211 ST4.20.212 ST4.20.221 ST4.20.222 | 2 | 15,31 | 61,53 |
| ST4.30.111 ST4.30.112 ST4.30.121 ST4.30.122 ST4.30.211 ST4.30.212 ST4.30.221 ST4.30.222 | 3 | 15,32 | 61,53 |
| | 4 | 15,32 | 61,53 |
| | 5 | 15,32 | 61,53 |
| | 6 | 15,32 | 61,53 |

Tabelle 124: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Verteilerfahrbahnen und Verbindungsrampen in Autobahnknotenpunkten in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--------------------------|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| ST1.13.100 ST1.13.200 | 1 | 10,08 | 50,92 |
| | 2 | 11,00 | 55,82 |
| | 3 | 12,19 | 60,88 |
| | 4 | 12,52 | 62,26 |
| | 5 | 14,82 | 71,89 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |
| ST1.23.100 ST1.23.200 | 1 | 10,56 | 53,97 |
| | 2 | 11,57 | 58,79 |
| | 3 | 12,77 | 63,59 |
| | 4 | 13,31 | 65,80 |
| | 5 | 14,94 | 72,43 |
| | 6 | 15,48 | 74,64 |

Tabelle 125: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Verbindungsrampen in planfreien, teilplanfreien und teilplangleichen Knotenpunkten an Landstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| ST2.04.101 ST2.04.102 ST2.04.103 | 1 | 13,03 | 55,35 |
| | 2 | 14,37 | 60,77 |
| | 3 | 15,26 | 61,53 |
| | 4 | 15,26 | 61,53 |
| | 5 | 15,26 | 61,53 |
| | 6 | 15,26 | 61,53 |

Tabelle 126: Emissionsfaktoren für nicht-motorbedingte PM_{2,5}-Emissionen nach Fahrzeuggruppen auf Verbindungsrampen in teilplanfreien und teilplangleichen Knotenpunkten an anbaufreien Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Verkehrszustandsstufe | Emissionsfaktor für nicht-motorbedingte PM _{2,5} -Emissionen $f_{NE,PM,FzG,VZS}$ [mg/(Kfz·km)] für Fahrzeuggruppe | |
|--|-----------------------|--|-------|
| | | LV | SV |
| ST3.04.101 ST3.04.102 ST3.04.103 | 1 | 14,67 | 61,53 |
| | 2 | 15,31 | 61,53 |
| | 3 | 15,32 | 61,53 |
| | 4 | 15,32 | 61,53 |
| | 5 | 15,32 | 61,53 |
| | 6 | 15,32 | 61,53 |

Tabelle 140: Emissionsfaktoren für CO₂ im fließenden Verkehr nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von Autobahnen in Abhängigkeit von der Längsneigungs-klasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz × km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| ST1.11.211 ST1.11.221 ST1.11.311 ST1.11.411 | 1+2 | 1 | 47,518885 | 0,486193 |
| | | 2 | 41,354836 | 1,166520 |
| | | 3 | 32,051058 | 7,272422 |
| | | 4 | 41,819633 | 46,230353 |
| | | 5 | 110,199655 | 318,935869 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 76,615305 | 3,868957 |
| | | 2 | 69,736282 | 10,180870 |
| | | 3 | 50,248560 | 26,840036 |
| | | 4 | 60,137832 | 82,050212 |
| | | 5 | 129,362733 | 468,521443 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 110,929455 | 57,715719 |
| | | 2 | 101,818183 | 97,782728 |
| | | 3 | 77,056917 | 155,803205 |
| | | 4 | 86,787127 | 227,549804 |
| | | 5 | 154,898596 | 729,775996 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 147,734948 | 562,976336 |
| | | 2 | 137,490476 | 575,153198 |
| | | 3 | 111,294424 | 590,788972 |
| | | 4 | 120,578248 | 663,971664 |
| | | 5 | 185,565016 | 1.176,250508 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | 6 | 1 | 187,008026 | 1.326,505252 |
| | | 2 | 174,565949 | 1.310,895808 |
| | | 3 | 146,989141 | 1.275,329876 |
| | | 4 | 156,574260 | 1.336,436033 |
| | | 5 | 223,670091 | 1.764,179136 |
| | | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 |
| 7 | 1 | 228,105224 | 2.051,642184 | |
| | 2 | 216,944743 | 2.039,862474 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |
| | 4 | 195,639190 | 2.066,859274 | |
| | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 269,402390 | 2.758,136807 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FZG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 2 | 261,828933 | 2.765,546553 |
| | | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 |
| | | 4 | 237,977675 | 2.805,629622 |
| | | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 |
| | | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 |
| ST1.11.212 ST1.11.222 ST1.11.312 ST1.11.412 | 1+2 | 1 | 39,385909 | 0,486193 |
| | | 2 | 33,893460 | 1,166520 |
| | | 3 | 32,051058 | 7,272422 |
| | | 4 | 41,819633 | 46,230353 |
| | | 5 | 110,199655 | 318,935869 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 67,714581 | 3,868957 |
| | | 2 | 59,504873 | 10,180870 |
| | | 3 | 50,248560 | 26,840036 |
| | | 4 | 60,137832 | 82,050212 |
| | | 5 | 129,362733 | 468,521443 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 100,194898 | 57,715719 |
| | | 2 | 90,733699 | 97,782728 |
| | | 3 | 77,056917 | 155,803205 |
| | | 4 | 86,787127 | 227,549804 |
| | | 5 | 154,898596 | 729,775996 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 136,042333 | 562,976336 |
| | | 2 | 126,201892 | 575,153198 |
| | | 3 | 111,294424 | 590,788972 |
| | | 4 | 120,578248 | 663,971664 |
| | | 5 | 185,565016 | 1.176,250508 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | 6 | 1 | 173,469280 | 1.326,505252 |
| | | 2 | 166,194055 | 1.310,895808 |
| | | 3 | 146,989141 | 1.275,329876 |
| | | 4 | 156,574260 | 1.336,436033 |
| | | 5 | 223,670091 | 1.764,179136 |
| | | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 |
| 7 | 1 | 216,851119 | 2.051,642184 | |
| | 2 | 210,314985 | 2.039,862474 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |
| | 4 | 195,639190 | 2.066,859274 | |
| | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|--|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | 8+9 | 1 | 261,382255 | 2.758,136807 |
| | | 2 | 250,655836 | 2.765,546553 |
| | | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 |
| | | 4 | 237,977675 | 2.805,629622 |
| | | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 |
| | | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 |
| | | ST1.11.213 ST1.11.214 ST1.11.215 ST1.11.223 ST1.11.224 ST1.11.313 ST1.11.314 ST1.11.315 ST1.11.413 ST1.11.414 | 1+2 | 1 |
| 2 | 24,397987 | | | 1,097179 |
| 3 | 32,051058 | | | 7,272422 |
| 4 | 41,819633 | | | 46,230353 |
| 5 | 110,199655 | | | 318,935869 |
| 6 | 129,736804 | | | 396,851731 |
| 3 | 1 | | 46,391610 | 3,635746 |
| | 2 | | 44,185345 | 9,884803 |
| | 3 | | 50,248560 | 26,840036 |
| | 4 | | 60,137832 | 82,050212 |
| | 5 | | 129,362733 | 468,521443 |
| | 6 | | 149,141276 | 578,941795 |
| 4 | 1 | | 76,323172 | 57,443330 |
| | 2 | | 73,047934 | 97,203830 |
| | 3 | | 77,056917 | 155,803205 |
| | 4 | | 86,787127 | 227,549804 |
| | 5 | | 154,898596 | 729,775996 |
| | 6 | | 174,359016 | 873,269194 |
| 5 | 1 | | 110,733216 | 562,518978 |
| | 2 | | 109,448851 | 574,698653 |
| | 3 | | 111,294424 | 590,788972 |
| | 4 | | 120,578248 | 663,971664 |
| | 5 | | 185,565016 | 1.176,250508 |
| | 6 | | 204,132664 | 1.322,615893 |
| 6 | 1 | | 155,168775 | 1.326,063463 |
| | 2 | | 152,866416 | 1.310,402691 |
| | 3 | | 146,989141 | 1.275,329876 |
| | 4 | | 156,574260 | 1.336,436033 |
| | 5 | | 223,670091 | 1.764,179136 |
| | 6 | | 242,840329 | 1.886,391450 |
| 7 | 1 | 198,957693 | 2.051,711506 | |
| | 2 | 190,964860 | 2.039,571007 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 4 | 195,639190 | 2.066,859274 |
| | | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 |
| | | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 |
| | 8+9 | 1 | 238,862789 | 2.758,496745 |
| | | 2 | 229,341860 | 2.765,720463 |
| | | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 |
| | | 4 | 237,977675 | 2.805,629622 |
| | | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 |
| | | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 |
| ST1.12.213 ST1.12.223 ST1.12.313 ST1.13.100 ST1.13.200 ST1.14.101 ST1.14.102 ST1.14.103 ST1.14.201 ST1.14.202 ST1.14.203 | 1+2 | 1 | 20,652895 | 0,442257 |
| | | 2 | 23,535943 | 0,970496 |
| | | 3 | 38,407617 | 21,835350 |
| | | 4 | 47,540536 | 59,336988 |
| | | 5 | 111,470967 | 321,848455 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 37,678294 | 3,820444 |
| | | 2 | 40,335029 | 8,633300 |
| | | 3 | 56,807206 | 70,390626 |
| | | 4 | 66,040613 | 121,245743 |
| | | 5 | 130,674462 | 477,231561 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 66,205942 | 55,140902 |
| | | 2 | 68,547970 | 89,749738 |
| | | 3 | 84,098068 | 211,636289 |
| | | 4 | 93,124163 | 277,799580 |
| | | 5 | 156,306827 | 740,942613 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 106,827067 | 545,563261 |
| | | 2 | 103,174056 | 558,959633 |
| | | 3 | 117,894097 | 633,150800 |
| | | 4 | 126,517953 | 702,097310 |
| | | 5 | 186,884951 | 1.184,722874 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | 6 | 1 | 142,456291 | 1.306,055936 |
| | | 2 | 139,896348 | 1.295,341380 |
| | | 3 | 152,658587 | 1.298,713631 |
| | | 4 | 161,676761 | 1.357,481413 |
| 5 | | 224,803980 | 1.768,855887 | |
| 6 | | 242,840329 | 1.886,391450 | |
| 7 | 1 | 178,956011 | 2.040,889270 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--------|--|---------------------------------|---|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 2 | 179,711389 | 2.026,636403 |
| | | 3 | 187,612033 | 2.033,637857 |
| | | 4 | 197,162906 | 2.082,220341 |
| | | 5 | 264,019015 | 2.422,297723 |
| | | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 |
| | | 8+9 | 1 | 230,808412 |
| | 2 | | 226,870906 | 2.764,418006 |
| | 3 | | 227,727306 | 2.777,219042 |
| | 4 | | 236,704319 | 2.820,641074 |
| | 5 | | 299,543410 | 3.124,595298 |
| | 6 | | 317,497436 | 3.211,439362 |
| | ST1.21.211 ST1.21.221 ST1.21.311 ST1.21.411 | 1+2 | 1 | 51,425515 |
| 2 | | | 37,707395 | 7,208740 |
| 3 | | | 35,358254 | 25,556436 |
| 4 | | | 44,796109 | 62,685966 |
| 5 | | | 110,861094 | 322,592672 |
| 6 | | | 129,736804 | 396,851731 |
| 3 | | 1 | 78,963872 | 24,832553 |
| | | 2 | 63,154868 | 28,118504 |
| | | 3 | 53,712619 | 74,350855 |
| | | 4 | 63,255485 | 124,809949 |
| | | 5 | 130,055545 | 478,023607 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| 4 | | 1 | 111,649848 | 153,799947 |
| | | 2 | 94,326790 | 147,291716 |
| | | 3 | 79,762376 | 214,206580 |
| | | 4 | 89,222040 | 280,112842 |
| | | 5 | 155,439688 | 741,456671 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| 5 | | 1 | 146,681683 | 616,302620 |
| | | 2 | 128,856847 | 591,540382 |
| | | 3 | 115,374601 | 634,902590 |
| | | 4 | 124,250408 | 703,673920 |
| | | 5 | 186,381052 | 1.185,073232 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| 6 | | 1 | 182,616660 | 1.322,293114 |
| | | 2 | 167,880016 | 1.296,090726 |
| | | 3 | 148,741386 | 1.301,180622 |
| | | 4 | 158,151280 | 1.359,701705 |
| | | 5 | 224,020540 | 1.769,349285 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FZG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 6 | 242,840329 |
| 7 | 1 | 226,477896 | 2.040,141835 | |
| | 2 | 211,044926 | 2.027,888252 | |
| | 3 | 186,655925 | 2.036,514714 | |
| | 4 | 196,302408 | 2.084,809511 | |
| | 5 | 263,827793 | 2.422,873095 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 262,369055 | 2.754,953542 | |
| | 2 | 252,356293 | 2.759,740480 | |
| | 3 | 229,910591 | 2.780,780649 | |
| | 4 | 238,669275 | 2.823,846521 | |
| | 5 | 299,980067 | 3.125,307619 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |
| ST1.21.212 ST1.21.222 ST1.21.312 ST1.21.412 | 1+2 | 1 | 43,098995 | 5,110444 |
| | | 2 | 32,488572 | 7,208740 |
| | | 3 | 35,358254 | 25,556436 |
| | | 4 | 44,796109 | 62,685966 |
| | | 5 | 110,861094 | 322,592672 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 69,261705 | 24,832553 |
| | | 2 | 56,144962 | 28,118504 |
| | | 3 | 53,712619 | 74,350855 |
| | | 4 | 63,255485 | 124,809949 |
| | | 5 | 130,055545 | 478,023607 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 101,087018 | 153,799947 |
| | | 2 | 85,990103 | 147,291716 |
| | | 3 | 79,762376 | 214,206580 |
| | | 4 | 89,222040 | 280,112842 |
| | | 5 | 155,439688 | 741,456671 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 135,540513 | 616,302620 |
| | | 2 | 121,739513 | 591,540382 |
| | | 3 | 115,374601 | 634,902590 |
| | | 4 | 124,250408 | 703,673920 |
| | | 5 | 186,381052 | 1.185,073232 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | 6 | 1 | 172,113308 | 1.322,293114 |
| | | 2 | 160,455814 | 1.296,090726 |
| | | 3 | 148,741386 | 1.301,180622 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 4 | 158,151280 |
| 5 | 224,020540 | 1.769,349285 | | |
| 6 | 242,840329 | 1.886,391450 | | |
| 7 | 1 | 215,914520 | 2.040,141835 | |
| | 2 | 204,383557 | 2.027,888252 | |
| | 3 | 186,655925 | 2.036,514714 | |
| | 4 | 196,302408 | 2.084,809511 | |
| | 5 | 263,827793 | 2.422,873095 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 256,328755 | 2.754,953542 | |
| | 2 | 244,063659 | 2.759,740480 | |
| | 3 | 229,910591 | 2.780,780649 | |
| | 4 | 238,669275 | 2.823,846521 | |
| | 5 | 299,980067 | 3.125,307619 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |
| ST1.21.213 ST1.21.214 ST1.21.215 ST1.21.223 ST1.21.224 ST1.21.313 ST1.21.314 ST1.21.315 ST1.21.413 ST1.21.414 | 1+2 | 1 | 25,765744 | 5,110444 |
| | | 2 | 23,174755 | 7,208740 |
| | | 3 | 35,358254 | 25,556436 |
| | | 4 | 44,796109 | 62,685966 |
| | | 5 | 110,861094 | 322,592672 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 46,449867 | 24,832553 |
| | | 2 | 41,723466 | 28,118504 |
| | | 3 | 53,712619 | 74,350855 |
| | | 4 | 63,255485 | 124,809949 |
| | | 5 | 130,055545 | 478,023607 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 74,278689 | 153,799947 |
| | | 2 | 71,128137 | 147,291716 |
| | | 3 | 79,762376 | 214,206580 |
| | | 4 | 89,222040 | 280,112842 |
| | | 5 | 155,439688 | 741,456671 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 109,527163 | 616,302620 |
| | | 2 | 105,680249 | 591,540382 |
| | | 3 | 115,374601 | 634,902590 |
| | | 4 | 124,250408 | 703,673920 |
| | | 5 | 186,381052 | 1.185,073232 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| 6 | 1 | 156,736707 | 1.322,293114 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 2 | 148,648665 | 1.296,090726 |
| | | 3 | 148,741386 | 1.301,180622 |
| | | 4 | 158,151280 | 1.359,701705 |
| | | 5 | 224,020540 | 1.769,349285 |
| | | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 |
| | 7 | 1 | 194,608776 | 2.040,141835 |
| | | 2 | 186,341384 | 2.027,888252 |
| | | 3 | 186,655925 | 2.036,514714 |
| | | 4 | 196,302408 | 2.084,809511 |
| | | 5 | 263,827793 | 2.422,873095 |
| | | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 |
| | 8+9 | 1 | 233,389421 | 2.754,953542 |
| | | 2 | 227,053492 | 2.759,740480 |
| | | 3 | 229,910591 | 2.780,780649 |
| | | 4 | 238,669275 | 2.823,846521 |
| | | 5 | 299,980067 | 3.125,307619 |
| | | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 |
| ST1.22.213 ST1.22.223 ST1.22.313 ST1.23.100 ST1.23.200 ST1.24.101 ST1.24.102 ST1.24.103 ST1.24.201 ST1.24.202 ST1.24.203 | 1+2 | 1 | 21,942359 | 4,795051 |
| | | 2 | 23,715654 | 5,093284 |
| | | 3 | 38,843286 | 27,551191 |
| | | 4 | 47,932638 | 64,481245 |
| | | 5 | 111,558101 | 322,991623 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 40,926001 | 22,810367 |
| | | 2 | 39,511581 | 21,902987 |
| | | 3 | 57,804675 | 75,012081 |
| | | 4 | 66,938335 | 125,405052 |
| | | 5 | 130,873956 | 478,155852 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 69,882638 | 142,000577 |
| | | 2 | 66,912906 | 149,349817 |
| | | 3 | 84,111864 | 214,799544 |
| | | 4 | 93,136579 | 280,646509 |
| | | 5 | 156,309586 | 741,575264 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 102,674576 | 591,832224 |
| | | 2 | 100,130743 | 585,761078 |
| | | 3 | 114,652180 | 633,122198 |
| | | 4 | 123,600228 | 702,071567 |
| | | 5 | 186,236567 | 1.184,717154 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz x km)] auf Strecken von Autobahnen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 6 | 204,132664 |
| 6 | 1 | 138,873180 | 1.301,203677 | |
| | 2 | 137,729395 | 1.274,338086 | |
| | 3 | 149,786236 | 1.295,688984 | |
| | 4 | 159,091646 | 1.354,759231 | |
| | 5 | 224,229510 | 1.768,250957 | |
| | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 | |
| 7 | 1 | 176,927936 | 2.030,619622 | |
| | 2 | 178,571519 | 2.016,041933 | |
| | 3 | 185,852716 | 2.035,477566 | |
| | 4 | 195,579521 | 2.083,876079 | |
| | 5 | 263,667151 | 2.422,665665 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 229,073737 | 2.757,322867 | |
| | 2 | 225,848971 | 2.759,399623 | |
| | 3 | 227,598428 | 2.781,917849 | |
| | 4 | 236,588329 | 2.824,870000 | |
| | 5 | 299,517635 | 3.125,535059 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |

Tabelle 141: Emissionsfaktoren für CO₂ im fließenden Verkehr nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von Landstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs-kategorie und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | ST2.01.110 | 1+2 |
| 2 | 43,533120 | 68,373814 | | |
| 3 | 61,856655 | 99,416502 | | |
| 4 | 83,772895 | 167,288919 | | |
| 5 | 149,521613 | 370,906173 | | |
| 6 | 171,437853 | 438,778591 | | |
| 3 | 1 | 50,603672 | | 73,369514 |
| | 2 | 62,771867 | | 142,353362 |
| | 3 | 80,472794 | | 196,885401 |
| | 4 | 103,000662 | | 280,815086 |
| | 5 | 170,584265 | | 532,604141 |
| | 6 | 193,112133 | | 616,533825 |
| 4 | 1 | 74,467765 | 203,942465 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 2 | 86,282695 | 310,278198 |
| | | 3 | 102,594430 | 387,120743 |
| | | 4 | 126,232251 | 488,767145 |
| | | 5 | 197,145715 | 793,706349 |
| | | 6 | 220,783537 | 895,352751 |
| | 5 | 1 | 105,254496 | 566,235808 |
| | | 2 | 116,063751 | 689,260896 |
| | | 3 | 135,187625 | 742,598771 |
| | | 4 | 158,033411 | 853,621888 |
| | | 5 | 226,570768 | 1.186,691238 |
| | | 6 | 249,416553 | 1.297,714354 |
| | 6 | 1 | 139,002675 | 1.119,530097 |
| | | 2 | 150,112257 | 1.234,487222 |
| | | 3 | 166,940151 | 1.232,353286 |
| | | 4 | 189,456713 | 1.339,096493 |
| | | 5 | 257,006396 | 1.659,326112 |
| | | 6 | 279,522957 | 1.766,069319 |
| | 7 | 1 | 177,570339 | 1.734,350361 |
| | | 2 | 186,842439 | 1.822,346032 |
| | | 3 | 199,272603 | 1.810,349606 |
| | | 4 | 222,299992 | 1.907,659528 |
| | | 5 | 291,382160 | 2.199,589294 |
| | | 6 | 314,409549 | 2.296,899216 |
| | 8+9 | 1 | 219,873727 | 2.355,260614 |
| | | 2 | 224,549129 | 2.420,304301 |
| | | 3 | 237,359696 | 2.416,405110 |
| | | 4 | 259,040123 | 2.506,646139 |
| | | 5 | 324,081406 | 2.777,369227 |
| | | 6 | 345,761834 | 2.867,610256 |
| ST2.01.121 ST2.01.122 ST2.01.123 | 1+2 | 1 | 31,280955 | 9,860824 |
| | | 2 | 30,204254 | 25,776126 |
| | | 3 | 39,965538 | 89,367353 |
| | | 4 | 60,360622 | 149,695153 |
| | | 5 | 121,545875 | 330,678551 |
| | | 6 | 141,940960 | 391,006350 |
| | 3 | 1 | 51,312297 | 41,917144 |
| | | 2 | 47,755026 | 60,754029 |
| | | 3 | 57,975909 | 165,771519 |
| | | 4 | 79,924999 | 244,065415 |
| | | 5 | 145,772270 | 478,947105 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE, FzG, VZS, CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 6 | 167,721360 |
| 4 | 1 | 78,399761 | 162,449468 | |
| | 2 | 74,180839 | 187,766639 | |
| | 3 | 83,030070 | 333,102956 | |
| | 4 | 105,743796 | 431,459762 | |
| | 5 | 173,884974 | 726,530182 | |
| | 6 | 196,598700 | 824,886988 | |
| 5 | 1 | 113,094670 | 582,516127 | |
| | 2 | 110,735429 | 579,858881 | |
| | 3 | 115,439953 | 714,283312 | |
| | 4 | 136,872504 | 815,370812 | |
| | 5 | 201,170160 | 1.118,633312 | |
| | 6 | 222,602712 | 1.219,720812 | |
| 6 | 1 | 152,717572 | 1.172,216345 | |
| | 2 | 146,052040 | 1.152,315847 | |
| | 3 | 149,371934 | 1.240,603990 | |
| | 4 | 169,441610 | 1.330,310916 | |
| | 5 | 229,650636 | 1.599,431696 | |
| | 6 | 249,720311 | 1.689,138623 | |
| 7 | 1 | 191,040744 | 1.752,683418 | |
| | 2 | 181,518775 | 1.757,550978 | |
| | 3 | 184,769190 | 1.826,787733 | |
| | 4 | 205,346354 | 1.904,688857 | |
| | 5 | 267,077847 | 2.138,392228 | |
| | 6 | 287,655011 | 2.216,293352 | |
| 8+9 | 1 | 228,048666 | 2.340,329026 | |
| | 2 | 219,142568 | 2.367,961205 | |
| | 3 | 225,233935 | 2.427,735031 | |
| | 4 | 244,417819 | 2.500,370398 | |
| | 5 | 301,969472 | 2.718,276500 | |
| | 6 | 321,153357 | 2.790,911868 | |
| ST2.01.130 ST2.01.230 | 1+2 | 1 | 31,675476 | 4,638945 |
| | | 2 | 34,379270 | 11,336755 |
| | | 3 | 34,271765 | 48,559801 |
| | | 4 | 55,805604 | 117,049111 |
| | | 5 | 120,407121 | 322,517040 |
| | | 6 | 141,940960 | 391,006350 |
| | 3 | 1 | 54,324381 | 18,483768 |
| | | 2 | 54,289116 | 32,010423 |
| | | 3 | 51,901527 | 115,599667 |

| ST-Nr | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE, FzG, VZS, CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | | |
| | | 4 | 75,065494 | 203,927934 |
| | | 5 | 144,557394 | 468,912735 |
| | | 6 | 167,721360 | 557,241002 |
| | 4 | 1 | 83,338157 | 113,381923 |
| | | 2 | 81,127568 | 134,746008 |
| | | 3 | 76,740908 | 275,760793 |
| | | 4 | 100,712466 | 385,586032 |
| | | 5 | 172,627141 | 715,061749 |
| | | 6 | 196,598700 | 824,886988 |
| | 5 | 1 | 116,655033 | 534,954308 |
| | | 2 | 114,415094 | 541,906633 |
| | | 3 | 111,410517 | 650,215404 |
| | | 4 | 133,648956 | 764,116485 |
| | | 5 | 200,364273 | 1.105,819730 |
| | | 6 | 222,602712 | 1.219,720812 |
| | 6 | 1 | 155,587129 | 1.148,523976 |
| | | 2 | 152,666492 | 1.140,643417 |
| | | 3 | 145,672876 | 1.189,808255 |
| | | 4 | 166,482363 | 1.289,674329 |
| | | 5 | 228,910824 | 1.589,272549 |
| | | 6 | 249,720311 | 1.689,138623 |
| | 7 | 1 | 198,797983 | 1.750,859830 |
| | | 2 | 190,843285 | 1.754,112149 |
| | | 3 | 183,183953 | 1.775,200742 |
| | | 4 | 204,078165 | 1.863,419264 |
| | | 5 | 266,760799 | 2.128,074830 |
| | | 6 | 287,655011 | 2.216,293352 |
| | 8+9 | 1 | 236,072740 | 2.345,134843 |
| | | 2 | 227,908874 | 2.352,565173 |
| | | 3 | 222,638322 | 2.379,080000 |
| | | 4 | 242,341329 | 2.461,446374 |
| | | 5 | 301,450350 | 2.708,545494 |
| | | 6 | 321,153357 | 2.790,911868 |
| ST2.01.241 | 1+2 | 1 | 47,518885 | 0,486193 |
| | | 2 | 41,354836 | 1,166520 |
| | | 3 | 32,051058 | 7,272422 |
| | | 4 | 51,588208 | 85,188284 |
| | | 5 | 110,199655 | 318,935869 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 76,615305 | 3,868957 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | 2 | 69,736282 | 10,180870 |
| | | 3 | 50,248560 | 26,840036 |
| | | 4 | 70,027104 | 137,260388 |
| | | 5 | 129,362733 | 468,521443 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | | 1 | 110,929455 | 57,715719 |
| | 4 | 2 | 101,818183 | 97,782728 |
| | | 3 | 77,056917 | 155,803205 |
| | | 4 | 96,517337 | 299,296403 |
| | | 5 | 154,898596 | 729,775996 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | | 1 | 147,734948 | 562,976336 |
| | 5 | 2 | 137,490476 | 575,153198 |
| | | 3 | 111,294424 | 590,788972 |
| | | 4 | 129,862072 | 737,154356 |
| | | 5 | 185,565016 | 1.176,250508 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | | 1 | 187,008026 | 1.326,505252 |
| | 6 | 2 | 174,565949 | 1.310,895808 |
| | | 3 | 146,989141 | 1.275,329876 |
| | | 4 | 166,159379 | 1.397,542191 |
| | | 5 | 223,670091 | 1.764,179136 |
| | | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 |
| | | 1 | 228,105224 | 2.051,642184 |
| 7 | 2 | 216,944743 | 2.039,862474 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |
| | 4 | 205,359364 | 2.117,148542 | |
| | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| | 1 | 269,402390 | 2.758,136807 | |
| 8+9 | 2 | 261,828933 | 2.765,546553 | |
| | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 | |
| | 4 | 246,813204 | 2.850,719593 | |
| | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |
| | ST2.01.242 | 1+2 | 1 | 39,385909 |
| 2 | | | 33,893460 | 1,166520 |
| 3 | | | 32,051058 | 7,272422 |
| 4 | | | 51,588208 | 85,188284 |
| 5 | | | 110,199655 | 318,935869 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 6 | 129,736804 |
| 3 | 1 | 67,714581 | 3,868957 | |
| | 2 | 59,504873 | 10,180870 | |
| | 3 | 50,248560 | 26,840036 | |
| | 4 | 70,027104 | 137,260388 | |
| | 5 | 129,362733 | 468,521443 | |
| | 6 | 149,141276 | 578,941795 | |
| 4 | 1 | 100,194898 | 57,715719 | |
| | 2 | 90,733699 | 97,782728 | |
| | 3 | 77,056917 | 155,803205 | |
| | 4 | 96,517337 | 299,296403 | |
| | 5 | 154,898596 | 729,775996 | |
| | 6 | 174,359016 | 873,269194 | |
| 5 | 1 | 136,042333 | 562,976336 | |
| | 2 | 126,201892 | 575,153198 | |
| | 3 | 111,294424 | 590,788972 | |
| | 4 | 129,862072 | 737,154356 | |
| | 5 | 185,565016 | 1.176,250508 | |
| | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 | |
| 6 | 1 | 173,469280 | 1.326,505252 | |
| | 2 | 166,194055 | 1.310,895808 | |
| | 3 | 146,989141 | 1.275,329876 | |
| | 4 | 166,159379 | 1.397,542191 | |
| | 5 | 223,670091 | 1.764,179136 | |
| | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 | |
| 7 | 1 | 216,851119 | 2.051,642184 | |
| | 2 | 210,314985 | 2.039,862474 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |
| | 4 | 205,359364 | 2.117,148542 | |
| | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 261,382255 | 2.758,136807 | |
| | 2 | 250,655836 | 2.765,546553 | |
| | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 | |
| | 4 | 246,813204 | 2.850,719593 | |
| | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |
| ST2.01.243 | 1+2 | 1 | 24,612048 | 0,411921 |
| | | 2 | 24,397987 | 1,097179 |
| | | 3 | 32,051058 | 7,272422 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------|
| | | | LV | SV |
| | | | 4 | 51,588208 |
| 5 | 110,199655 | 318,935869 | | |
| 6 | 129,736804 | 396,851731 | | |
| 3 | 1 | 46,391610 | 3,635746 | |
| | 2 | 44,185345 | 9,884803 | |
| | 3 | 50,248560 | 26,840036 | |
| | 4 | 70,027104 | 137,260388 | |
| | 5 | 129,362733 | 468,521443 | |
| | 6 | 149,141276 | 578,941795 | |
| 4 | 1 | 76,323172 | 57,443330 | |
| | 2 | 73,047934 | 97,203830 | |
| | 3 | 77,056917 | 155,803205 | |
| | 4 | 96,517337 | 299,296403 | |
| | 5 | 154,898596 | 729,775996 | |
| | 6 | 174,359016 | 873,269194 | |
| 5 | 1 | 110,733216 | 562,518978 | |
| | 2 | 109,448851 | 574,698653 | |
| | 3 | 111,294424 | 590,788972 | |
| | 4 | 129,862072 | 737,154356 | |
| | 5 | 185,565016 | 1.176,250508 | |
| | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 | |
| 6 | 1 | 155,168775 | 1.326,063463 | |
| | 2 | 152,866416 | 1.310,402691 | |
| | 3 | 146,989141 | 1.275,329876 | |
| | 4 | 166,159379 | 1.397,542191 | |
| | 5 | 223,670091 | 1.764,179136 | |
| | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 | |
| 7 | 1 | 198,957693 | 2.051,711506 | |
| | 2 | 190,964860 | 2.039,571007 | |
| | 3 | 185,919016 | 2.016,570006 | |
| | 4 | 205,359364 | 2.117,148542 | |
| | 5 | 263,680411 | 2.418,884153 | |
| | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 | |
| 8+9 | 1 | 238,862789 | 2.758,496745 | |
| | 2 | 229,341860 | 2.765,720463 | |
| | 3 | 229,142146 | 2.760,539651 | |
| | 4 | 246,813204 | 2.850,719593 | |
| | 5 | 299,826378 | 3.121,259420 | |
| | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 | |
| ST2.02.123 | 1+2 | 1 | 27,401745 | 9,943778 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------|
| | | | LV | SV |
| | | | 2 | 31,793501 |
| 3 | 46,436667 | 90,950151 | | |
| 4 | 65,537526 | 150,961391 | | |
| 5 | 122,840101 | 330,995110 | | |
| 6 | 141,940960 | 391,006350 | | |
| 3 | 1 | 45,408766 | 38,685240 | |
| | 2 | 48,744568 | 59,701795 | |
| | 3 | 63,504649 | 163,915044 | |
| | 4 | 84,347991 | 242,580236 | |
| | 5 | 146,878018 | 478,575810 | |
| | 6 | 167,721360 | 557,241002 | |
| 4 | 1 | 72,323251 | 145,575068 | |
| | 2 | 74,682725 | 180,185864 | |
| | 3 | 89,616941 | 324,030403 | |
| | 4 | 111,013292 | 424,201720 | |
| | 5 | 175,202348 | 724,715671 | |
| | 6 | 196,598700 | 824,886988 | |
| 5 | 1 | 104,882238 | 555,085990 | |
| | 2 | 104,275036 | 565,935193 | |
| | 3 | 119,177799 | 699,039407 | |
| | 4 | 139,862782 | 803,175688 | |
| | 5 | 201,917729 | 1.115,584531 | |
| | 6 | 222,602712 | 1.219,720812 | |
| 6 | 1 | 139,310532 | 1.145,608134 | |
| | 2 | 136,161379 | 1.129,655163 | |
| | 3 | 154,447454 | 1.225,174722 | |
| | 4 | 173,502025 | 1.317,967502 | |
| | 5 | 230,665740 | 1.596,345842 | |
| | 6 | 249,720311 | 1.689,138623 | |
| 7 | 1 | 176,666250 | 1.740,318952 | |
| | 2 | 174,509692 | 1.742,217114 | |
| | 3 | 190,378010 | 1.816,630285 | |
| | 4 | 209,833411 | 1.896,562899 | |
| | 5 | 268,199611 | 2.136,360739 | |
| | 6 | 287,655011 | 2.216,293352 | |
| 8+9 | 1 | 219,037219 | 2.342,884165 | |
| | 2 | 221,401693 | 2.360,873492 | |
| | 3 | 229,100617 | 2.423,900996 | |
| | 4 | 247,511165 | 2.497,303170 | |
| | 5 | 302,742809 | 2.717,509693 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | 6 | 321,153357 | 2.790,911868 |
| ST2.02.243 | 1+2 | 1 | 20,652895 | 0,442257 |
| | | 2 | 23,535943 | 0,970496 |
| | | 3 | 38,407617 | 21,835350 |
| | | 4 | 56,673455 | 96,838626 |
| | | 5 | 111,470967 | 321,848455 |
| | | 6 | 129,736804 | 396,851731 |
| | 3 | 1 | 37,678294 | 3,820444 |
| | | 2 | 40,335029 | 8,633300 |
| | | 3 | 56,807206 | 70,390626 |
| | | 4 | 75,274020 | 172,100860 |
| | | 5 | 130,674462 | 477,231561 |
| | | 6 | 149,141276 | 578,941795 |
| | 4 | 1 | 66,205942 | 55,140902 |
| | | 2 | 68,547970 | 89,749738 |
| | | 3 | 84,098068 | 211,636289 |
| | | 4 | 102,150257 | 343,962870 |
| | | 5 | 156,306827 | 740,942613 |
| | | 6 | 174,359016 | 873,269194 |
| | 5 | 1 | 106,827067 | 545,563261 |
| | | 2 | 103,174056 | 558,959633 |
| | | 3 | 117,894097 | 633,150800 |
| | | 4 | 135,141810 | 771,043819 |
| | | 5 | 186,884951 | 1.184,722874 |
| | | 6 | 204,132664 | 1.322,615893 |
| | 6 | 1 | 142,456291 | 1.306,055936 |
| | | 2 | 139,896348 | 1.295,341380 |
| | | 3 | 152,658587 | 1.298,713631 |
| | | 4 | 170,694935 | 1.416,249195 |
| | | 5 | 224,803980 | 1.768,855887 |
| | | 6 | 242,840329 | 1.886,391450 |
| | 7 | 1 | 178,956011 | 2.040,889270 |
| | | 2 | 179,711389 | 2.026,636403 |
| | | 3 | 187,612033 | 2.033,637857 |
| | | 4 | 206,713779 | 2.130,802824 |
| | | 5 | 264,019015 | 2.422,297723 |
| | | 6 | 283,120760 | 2.519,462690 |
| 8+9 | 1 | 230,808412 | 2.762,072854 | |
| | 2 | 226,870906 | 2.764,418006 | |
| | 3 | 227,727306 | 2.777,219042 | |

| ST-Nr | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | 4 | 245,681332 | 2.864,063106 |
| | | 5 | 299,543410 | 3.124,595298 |
| | | 6 | 317,497436 | 3.211,439362 |
| ST2.04.101 ST2.04.102 ST2.04.103 | 1+2 | 1 | 31,005558 | 16,810029 |
| | | 2 | 49,325097 | 44,517416 |
| | | 3 | 67,151354 | 60,507233 |
| | | 4 | 82,050888 | 115,772240 |
| | | 5 | 126,749490 | 281,567263 |
| | | 6 | 141,649024 | 336,832271 |
| | 3 | 1 | 46,738951 | 53,463207 |
| | | 2 | 67,965467 | 94,986484 |
| | | 3 | 87,637268 | 119,417473 |
| | | 4 | 103,596926 | 191,421014 |
| | | 5 | 151,475900 | 407,431634 |
| | | 6 | 167,435558 | 479,435174 |
| | 4 | 1 | 69,307106 | 166,774149 |
| | | 2 | 92,438361 | 226,297370 |
| | | 3 | 110,348947 | 265,449823 |
| | | 4 | 127,542865 | 353,471033 |
| | | 5 | 179,124618 | 617,534661 |
| | | 6 | 196,318535 | 705,555870 |
| | 5 | 1 | 103,519543 | 495,064308 |
| | | 2 | 122,687027 | 546,445138 |
| | | 3 | 140,496400 | 582,011726 |
| | | 4 | 156,862542 | 672,160822 |
| | | 5 | 205,960967 | 942,608110 |
| | | 6 | 222,327109 | 1.032,757206 |
| | 6 | 1 | 140,523039 | 939,024950 |
| | | 2 | 154,625647 | 982,345976 |
| | | 3 | 179,296596 | 1.017,840931 |
| | | 4 | 193,327180 | 1.097,113060 |
| | | 5 | 235,418931 | 1.334,929447 |
| | | 6 | 249,449515 | 1.414,201577 |
| 7 | 1 | 176,355312 | 1.436,406972 | |
| | 2 | 191,671283 | 1.473,802669 | |
| | 3 | 215,532735 | 1.508,328886 | |
| | 4 | 229,903909 | 1.575,628123 | |
| | 5 | 273,017430 | 1.777,525834 | |
| | 6 | 287,388604 | 1.844,825071 | |
| 8+9 | 1 | 213,097376 | 1.944,390536 | |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE, FzG, VZS, CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von Landstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 2 | 229,771961 |
| 3 | 253,435638 | 2.008,528742 | | |
| 4 | 266,926998 | 2.068,949091 | | |
| 5 | 307,401077 | 2.250,210138 | | |
| 6 | 320,892437 | 2.310,630487 | | |
| 6 | | | | |

Tabelle 142: Emissionsfaktoren für CO₂ im fließenden Verkehr nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungsklasse und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE, FzG, VZS, CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | | ST3.11.111 ST3.11.221 ST3.21.111 ST3.21.221 | 1+2 |
| 2 | 48,076536 | 62,909466 | | |
| 3 | 53,371602 | 95,376684 | | |
| 4 | 70,683252 | 141,902803 | | |
| 5 | 122,618204 | 281,481160 | | |
| 6 | 139,929854 | 328,007279 | | |
| 3 | 1 | 51,832589 | | 120,446655 |
| | 2 | 64,935958 | | 123,544920 |
| | 3 | 70,191317 | | 179,688590 |
| | 4 | 89,127275 | | 239,012647 |
| | 5 | 145,935148 | | 416,984816 |
| | 6 | 164,871105 | | 476,308873 |
| 4 | 1 | 77,361369 | | 259,518763 |
| | 2 | 89,879233 | | 274,841183 |
| | 3 | 94,730654 | | 347,075320 |
| | 4 | 114,393315 | | 420,197391 |
| | 5 | 173,381297 | | 639,563605 |
| | 6 | 193,043958 | | 712,685676 |
| 5 | 1 | 107,601074 | | 588,204207 |
| | 2 | 118,746571 | | 607,705814 |
| | 3 | 124,335355 | | 661,852258 |
| | 4 | 143,365031 | | 740,210555 |
| | 5 | 200,454062 | | 975,285446 |
| | 6 | 219,483739 | | 1.053,643742 |
| 6 | 1 | 140,968015 | 1.045,463544 | |

| ST-Nr | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | 2 | 151,594173 | 1.058,915942 |
| | | 3 | 156,912874 | 1.085,902514 |
| | | 4 | 174,802217 | 1.158,993374 |
| | | 5 | 228,470247 | 1.378,265954 |
| | | 6 | 246,359590 | 1.451,356814 |
| | | 7 | | |
| | 7 | 1 | 177,674629 | 1.550,158885 |
| | | 2 | 190,395191 | 1.557,485466 |
| | | 3 | 191,607929 | 1.576,602263 |
| | | 4 | 210,033565 | 1.641,904413 |
| | | 5 | 265,310473 | 1.837,810862 |
| | | 6 | 283,736109 | 1.903,113012 |
| | 8+9 | 1 | 221,018712 | 2.069,435563 |
| | | 2 | 226,687053 | 2.074,823814 |
| | | 3 | 228,442422 | 2.094,908930 |
| | | 4 | 246,122017 | 2.154,764971 |
| | | 5 | 299,160803 | 2.334,333092 |
| | | 6 | 316,840398 | 2.394,189133 |
| ST3.11.112 ST3.11.222 ST3.14.101 ST3.14.102 ST3.14.103 ST3.21.112 ST3.21.222 ST3.24.101 ST3.24.102 ST3.24.103 | 1+2 | 1 | 52,229331 | 90,170325 |
| | | 2 | 61,432756 | 134,179442 |
| | | 3 | 76,991544 | 144,788443 |
| | | 4 | 95,288683 | 189,137436 |
| | | 5 | 150,180100 | 322,184416 |
| | | 6 | 168,477239 | 366,533409 |
| | 3 | 1 | 65,896232 | 160,684649 |
| | | 2 | 79,323172 | 230,790948 |
| | | 3 | 95,444434 | 234,485953 |
| | | 4 | 114,292883 | 292,449358 |
| | | 5 | 170,838231 | 466,339574 |
| | | 6 | 189,686680 | 524,302980 |
| | 4 | 1 | 92,856171 | 318,238537 |
| | | 2 | 103,192728 | 407,342012 |
| | | 3 | 119,963090 | 412,937512 |
| | | 4 | 139,289918 | 483,992449 |
| | | 5 | 197,270402 | 697,157260 |
| | | 6 | 216,597230 | 768,212197 |
| | 5 | 1 | 125,911966 | 639,658205 |
| | | 2 | 130,454844 | 723,490704 |
| | | 3 | 148,042883 | 750,721921 |
| | | 4 | 167,401191 | 823,451635 |

| ST-Nr | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f _{AE,FzG,VZS,CO2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|------------|
| | | | LV | SV |
| | | | 5 | 225,476112 |
| 6 | 244,834419 | 1.114,370493 | | |
| 6 | 1 | 159,270856 | 1.066,408652 | |
| | 2 | 160,450293 | 1.151,398017 | |
| | 3 | 179,776743 | 1.177,287258 | |
| | 4 | 198,770328 | 1.244,177433 | |
| | 5 | 255,751084 | 1.444,847957 | |
| | 6 | 274,744669 | 1.511,738132 | |
| 7 | 1 | 192,193627 | 1.558,641058 | |
| | 2 | 193,781436 | 1.628,717921 | |
| | 3 | 212,866227 | 1.656,261870 | |
| | 4 | 232,094162 | 1.718,546596 | |
| | 5 | 289,777968 | 1.905,400775 | |
| | 6 | 309,005903 | 1.967,685501 | |
| 8+9 | 1 | 225,527551 | 2.078,516619 | |
| | 2 | 229,650684 | 2.140,356231 | |
| | 3 | 249,031007 | 2.163,149399 | |
| | 4 | 267,220079 | 2.221,871580 | |
| | 5 | 321,787297 | 2.398,038124 | |
| | 6 | 339,976369 | 2.456,760306 | |
| ST3.12.111 ST3.12.221 ST3.22.111 ST3.22.221 | 1+2 | 1 | 43,834175 | 72,772323 |
| | | 2 | 54,754646 | 98,544454 |
| | | 3 | 65,181573 | 120,082563 |
| | | 4 | 82,985968 | 165,520119 |
| | | 5 | 136,399152 | 301,832788 |
| | | 6 | 154,203546 | 347,270344 |
| | 3 | 1 | 58,864411 | 140,565652 |
| | | 2 | 72,129565 | 177,167934 |
| | | 3 | 82,817875 | 207,087271 |
| | | 4 | 101,710079 | 265,731002 |
| | | 5 | 158,386689 | 441,662195 |
| | | 6 | 177,278893 | 500,305926 |
| | 4 | 1 | 85,108770 | 288,878650 |
| | | 2 | 96,535980 | 341,091598 |
| | | 3 | 107,346872 | 380,006416 |
| | | 4 | 126,841616 | 452,094920 |
| | | 5 | 185,325850 | 668,360433 |
| | | 6 | 204,820594 | 740,448937 |
| | 5 | 1 | 116,756520 | 613,931206 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von anbaufreien Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------|
| | | | LV | SV |
| | | 2 | 124,600707 | 665,598259 |
| | | 3 | 136,189119 | 706,287089 |
| | | 4 | 155,383111 | 781,831095 |
| | | 5 | 212,965087 | 1.008,463112 |
| | | 6 | 232,159079 | 1.084,007118 |
| | | 6 | 1 | 150,119435 |
| | 6 | 2 | 156,022233 | 1.105,156979 |
| | | 3 | 168,344809 | 1.131,594886 |
| | | 4 | 186,786273 | 1.201,585403 |
| | | 5 | 242,110665 | 1.411,556956 |
| | | 6 | 260,552129 | 1.481,547473 |
| | | 7 | 1 | 184,934128 |
| | 2 | | 192,088314 | 1.593,101694 |
| | 3 | | 202,237078 | 1.616,432067 |
| | 4 | | 221,063863 | 1.680,225505 |
| | 5 | | 277,544220 | 1.871,605818 |
| | 6 | | 296,371006 | 1.935,399256 |
| | 8+9 | 1 | 223,273131 | 2.073,976091 |
| 2 | | 228,168869 | 2.107,590023 | |
| 3 | | 238,736714 | 2.129,029165 | |
| 4 | | 256,671048 | 2.188,318275 | |
| 5 | | 310,474050 | 2.366,185608 | |
| 6 | | 328,408384 | 2.425,474719 | |

Tabelle 143: Emissionsfaktoren für CO₂ im fließenden Verkehr nach Fahrzeuggruppen auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen in Abhängigkeit von der Längsneigungs- und der Verkehrszustandsstufe

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|--|---------------------------------|--|------------|
| | | | LV | SV |
| ST4.10.111 ST4.10.112 ST4.10.121 ST4.10.122 ST4.10.211 ST4.10.212 ST4.10.221 ST4.10.222 | 1+2 | 1 | 52,229331 | 90,170325 |
| | | 2 | 61,432756 | 134,179442 |
| | | 3 | 76,991544 | 144,788443 |
| | | 4 | 95,288683 | 189,137436 |
| | | 5 | 150,180100 | 322,184416 |
| | | 6 | 168,477239 | 366,533409 |
| | ST4.20.111 ST4.20.112 ST4.20.121 | 3 | 1 | 65,896232 |

| ST-Nr. | Längs- neigungs- klasse | Verkehrs- zustands- stufe | Emissionsfaktor für CO ₂ f_{AE,FzG,VZS,CO_2} [g/(Kfz · km)] auf Strecken von angebauten Hauptverkehrsstraßen Fahrzeuggruppe | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | LV | SV |
| ST4.20.122 ST4.20.211 | | 2 | 79,323172 | 230,790948 |
| | | 3 | 95,444434 | 234,485953 |
| ST4.20.212 ST4.20.221 ST4.20.222 | | 4 | 114,292883 | 292,449358 |
| | | 5 | 170,838231 | 466,339574 |
| ST4.30.111 ST4.30.112 | | 6 | 189,686680 | 524,302980 |
| ST4.30.121 ST4.30.122 ST4.30.211 | | 4 | 1 | 92,856171 |
| | 2 | | 103,192728 | 407,342012 |
| ST4.30.212 ST4.30.221 | 3 | | 119,963090 | 412,937512 |
| | 4 | | 139,289918 | 483,992449 |
| ST4.30.222 | 5 | | 197,270402 | 697,157260 |
| | 6 | | 216,597230 | 768,212197 |
| | 1 | | 125,911966 | 639,658205 |
| | 2 | | 130,454844 | 723,490704 |
| | 3 | | 148,042883 | 750,721921 |
| | 4 | | 167,401191 | 823,451635 |
| | 5 | | 225,476112 | 1.041,640778 |
| | 6 | | 244,834419 | 1.114,370493 |
| | 6 | 1 | 159,270856 | 1.066,408652 |
| | | 2 | 160,450293 | 1.151,398017 |
| | | 3 | 179,776743 | 1.177,287258 |
| | | 4 | 198,770328 | 1.244,177433 |
| | | 5 | 255,751084 | 1.444,847957 |
| | | 6 | 274,744669 | 1.511,738132 |
| | 7 | 1 | 192,193627 | 1.558,641058 |
| | | 2 | 193,781436 | 1.628,717921 |
| | | 3 | 212,866227 | 1.656,261870 |

| | | | | |
|--|-----|---|------------|--------------|
| | | 4 | 232,094162 | 1.718,546596 |
| | | 5 | 289,777968 | 1.905,400775 |
| | | 6 | 309,005903 | 1.967,685501 |
| | 8+9 | 1 | 225,527551 | 2.078,516619 |
| | | 2 | 229,650684 | 2.140,356231 |
| | | 3 | 249,031007 | 2.163,149399 |
| | | 4 | 267,220079 | 2.221,871580 |
| | | 5 | 321,787297 | 2.398,038124 |
| | | 6 | 339,976369 | 2.456,760306 |

Anlage 3 Kriteriensteckbriefe für Modul 1 zum Zeitpunkt der Vor- und Entwurfsplanung

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Ökologische Qualität | 285 |
| 1.1 Treibhauspotenzial (GWP)..... | 285 |
| 1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)..... | 286 |
| 1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP) | 287 |
| 1.4 Versauerungspotenzial (AP) | 288 |
| 1.5 Überdüngungspotenzial (EP)..... | 289 |
| 1.6 Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora..... | 290 |
| 1.7 Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft..... | 291 |
| 1.8 Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 293 |
| 1.9 Umweltwirkungen infolge Linienführung | 294 |
| 1.10 Primärenergiebedarf..... | 295 |
| 1.11 Abwasseraufkommen | 296 |
| 1.12 Flächeninanspruchnahme..... | 297 |
| 1.14 Ressourcenschonung | 298 |
| Ökonomische Qualität..... | 299 |
| 2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | 299 |
| 2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung..... | 300 |
| 2.3 Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | 301 |
| Soziokulturelle und funktionale Qualität | 302 |
| 3.1 Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | 302 |
| 3.2 Schutzgut Landschaft | 303 |
| 3.3 Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter..... | 304 |
| 3.4 Komfort | 305 |
| 3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)..... | 306 |
| 3.6 Verkehrssicherheit (Safety)..... | 307 |
| Technische Qualität | 308 |
| 4.3 Erhaltung und Betriebsoptimierung | 308 |
| 4.4 Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit..... | 309 |
| Standortqualität..... | 310 |
| 6.1 Resilienz (Umfeldebeflüsse) | 310 |
| 6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung)..... | 312 |
| 6.3 Topografische Faktoren..... | 313 |
| 6.4 Verkehrsanbindung | 314 |

Ökologische Qualität

1.1 Treibhauspotenzial (GWP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Treibhauspotenzial (GWP) | Kriterien-Nr.: 1.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzuges | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) | Kriterien-Nr.: 1.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ozonbildungspotenzial (POCP) | Kriterien-Nr.: 1.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.4 Versauerungspotenzial (AP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Versauerungspotenzial (AP) | Kriterien-Nr.: 1.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Ökobilanz |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.5 Überdüngungspotenzial (EP)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Überdüngungspotenzial (EP) | Kriterien-Nr.: 1.5 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.6 Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil A: Fauna und Flora | Kriterien-Nr.: 1.6 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Kriterien: | <u>Sukzessionslenkung</u> → Behinderung von Wildwechsel während Herstellung und Nutzung <u>Lärmbeeinträchtigung der Fauna während der Herstellung und der Nutzung, z.B.</u> → Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit → erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer |
| Maßstab: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Kriterien: | <u>Sukzessionslenkung</u> → Behinderung von Wildwechsel während Herstellung und Nutzung <u>Lärmbeeinträchtigung der Fauna während der Herstellung und der Nutzung, z.B.</u> → Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit → erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer |
| Maßstab: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien ist anzuwenden. |

1.7 Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Risiken für die lokale Umwelt Teil B: Boden, Wasser und Luft | Kriterien-Nr.: 1.7 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|--|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| Kriterien: | <p><u>Grundwasser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Vermischung von Grundwasserschichten → Veränderungen des Grundwasserstroms <p><u>Erschütterungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Folgeschäden durch Herstellung oder Nutzung <p><u>Bodenaushub, Erdbewegungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → größere Mengen an Bodenbewegungen <p><u>Bauverfahrens- oder nutzungsbedingte Risiken zur Verunreinigungen der lokalen Umwelt</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → z.B. bei Bodenverbesserungsmaßnahmen etc. <p><u>Naturschutz-/Wasserschutzgebiete</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinträchtigungen → Ausgleichsmaßnahmen <p><u>Umwelteinwirkungen durch Staubentwicklung während der Herstellung der Verkehrsanlage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Erfassung und Entsorgung von Stäuben während der Baumaßnahme → Verhinderung der Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Flächen <p><u>Kleinklima</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinflussung des Kleinklimas im Bereich des Verkehrsweges <p><u>Hochwasserschutz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Behinderung des Hochwasserabflusses durch Einbauten |
| Maßstab: | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien ist anzuwenden. |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|--|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <p><u>Grundwasser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Vermischung von Grundwasserschichten → Veränderungen des Grundwasserstroms <p><u>Erschütterungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Folgeschäden durch Herstellung oder Nutzung <p><u>Bodenaushub, Erdbewegungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → größere Mengen an Bodenbewegungen <p><u>Bauverfahrens- oder nutzungsbedingte Risiken zur Verunreinigungen der lokalen Umwelt</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → z.B. bei Bodenverbesserungsmaßnahmen etc. <p><u>Naturschutz-/Wasserschutzgebiete</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinträchtigungen → Ausgleichsmaßnahmen <p><u>Umwelteinwirkungen durch Staubentwicklung während der Herstellung der Verkehrsanlage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Erfassung und Entsorgung von Stäuben während der Baumaßnahme → Verhinderung der Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Flächen <p><u>Kleinklima</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Beeinflussung des Kleinklimas im Bereich des Verkehrsweges <p><u>Hochwasserschutz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Behinderung des Hochwasserabflusses durch Einbauten |
| <i>Maßstab:</i> | Bewertung bei nicht messbaren Kriterien ist anzuwenden. |

1.8 Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Umweltwirkungen infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 1.8 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehrmissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben. Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen. |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Bilanzierung der treibhausrelevanten Mehrmissionen anhand von Zeitverlusten und Mehrkilometern |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben. Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen. |

1.9 Umweltwirkungen infolge Linienführung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Umweltwirkungen infolge Linienführung | Kriterien-Nr.: 1.9 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Bilanzierung der Abgasemissionen anhand von längsneigungsabhängigen Emissionsfaktoren und Streckenlänge |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Bilanzierung der Abgasemissionen anhand von längsneigungsabhängigen Emissionsfaktoren und Streckenlänge |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.10 Primärenergiebedarf

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Primärenergiebedarf | Kriterien-Nr.: 1.10 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| Methode: | Ökobilanz |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

1.11 Abwasseraufkommen

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Abwasseraufkommen | Kriterien-Nr.: 1.11 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

1.12 Flächeninanspruchnahme

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Flächeninanspruchnahme | Kriterien-Nr.: 1.12 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Berechnung der Flächeninanspruchnahme |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Berechnung der Flächeninanspruchnahme |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökologische Qualität | |
| Kriterium: | Ressourcenschonung | Kriterien-Nr.: 1.14 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Ökonomische Qualität

2.1 Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|--------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Direkte bauwerksbezogene Kosten im Lebenszyklus | Kriterien-Nr.: 2.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| Methode: | Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert) |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| Methode: | Ermittlung von Lebenszykluskosten (Kapitalwert) |
| Kriterien: | - |
| Maßstab: | Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden. Die Bewertung erfolgt über die Relation des am Bauwerk erzielten Wertes zu einem systemspezifischen und ggf. projektspezifischen Referenzwert. |

2.2 Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Externe Kosten infolge baubedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Ermittlung externer Kosten infolge von Zeitverlusten und Mehrkilometern |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Ermittlung externer Kosten infolge von Zeitverlusten und Mehrkilometern |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

2.3 Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Ökonomische Qualität | |
| Kriterium: | Externe Kosten infolge streckenbedingter Verkehrsbeeinträchtigung | Kriterien-Nr.: 2.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Method:</i> | Ermittlung externer Kosten infolge Kraftstoffverbrauch, Unfallgeschehen, Lärm- und Schadstoffbelastung |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Method:</i> | Ermittlung externer Kosten infolge Kraftstoffverbrauch, Unfallgeschehen, Lärm- und Schadstoffbelastung |
| <i>Kriterien:</i> | - |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" ist anzuwenden.</p> <p>Zur Bewertung des Kriteriums sind zwischen 0 und 10 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den betreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz- und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> |

Soziokulturelle und funktionale Qualität

3.1 Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Mensch, einschließlich Gesundheit | Kriterien-Nr.: 3.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <p>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Herstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit <p>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer <p>Weitere Beeinträchtigung von Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität des Menschen haben die Wohn- und Wohnumfeldfunktionen sowie Erholungs- und Freizeitfunktionen. Das Schutzgut Mensch steht in enger Wechselbeziehung zu den übrigen Schutzgütern, vor allem zu denen des Naturhaushaltes. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <p>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Herstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Lärmbeeinträchtigung durch baubedingte oder baubezogene Maschinen- und Transporttätigkeit <p>Lärmbeeinträchtigung von Menschen während der Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. erhöhte Lärmbelastung durch die Verkehrsteilnehmer <p>Weitere Beeinträchtigung von Menschen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität des Menschen haben die Wohn- und Wohnumfeldfunktionen sowie Erholungs- und Freizeitfunktionen. Das Schutzgut Mensch steht in enger Wechselbeziehung zu den übrigen Schutzgütern, vor allem zu denen des Naturhaushaltes. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

3.2 Schutzgut Landschaft

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Landschaft | Kriterien-Nr.: 3.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Method:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Landschaft</u> Der Begriff der Landschaft ist synonym zum Begriff Landschaftsbild zu sehen und beschreibt damit einen sinnlich wahrnehmbaren Landschaftsausschnitt. Beurteilt werden unter anderem Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit der Landschaft. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Method:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Landschaft</u> Der Begriff der Landschaft ist synonym zum Begriff Landschaftsbild zu sehen und beschreibt damit einen sinnlich wahrnehmbaren Landschaftsausschnitt. Beurteilt werden unter anderem Vielfalt, Schönheit, Eigenart und Seltenheit der Landschaft. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

3.3 Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Schutzgut Kulturgüter und sonstige Sachgüter | Kriterien-Nr.: 3.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Kulturgüter und sonstige Sachgüter</u> Die Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmalen, Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Kulturgüter und sonstige Sachgüter</u> Die Beeinträchtigung von Baudenkmalen, archäologischen Fundstellen, Bodendenkmalen, Böden mit Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist zu untersuchen, darzustellen und zu bewerten. |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

3.4 Komfort

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Komfort | Kriterien-Nr.: 3.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage von objektiven Nutzerkriterien |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Trassierung</u> <ul style="list-style-type: none"> → Anteil mit Mindestradien → Anteil der Steigungsstrecken (> 4 % /km) → Erwartete Qualität des Verkehrsablaufes <u>Sichtweite</u> Überholsichtweite |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage von objektiven Nutzerkriterien |
| <i>Kriterien:</i> | <u>Trassierung</u> <ul style="list-style-type: none"> → Anteil mit Mindestradien → Anteil der Steigungsstrecken (> 4 % /km) → Erwartete Qualität des Verkehrsablaufes <u>Sichtweite</u> Überholsichtweite |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

3.5 Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Sicherheit gegen Störfallrisiken (Security) | Kriterien-Nr.: 3.5 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Risikoprofils |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Witterungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Regen, Eis, Schnee) 2. Anlagebedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Geomorphologische Lage der Verkehrsanlage in ebenem bis stark bewegten Gelände (z.B. Verwehungen, Steinschläge)) 3. Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage durch externe Störungen 4. Störfallmanagement (z.B. Aktivierung von Umleitungsstrecken) 5. Einschätzung des Grades des Gefährdungsbereichs des Streckenzuges Einschätzung über mögliche Alternativroutenverfügbarkeit |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Risikoprofils |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Witterungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Regen, Eis, Schnee) 2. Anlagebedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Geomorphologische Lage der Verkehrsanlage in ebenem bis stark bewegten Gelände (z.B. Verwehungen, Steinschläge)) 3. Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage durch externe Störungen 4. Störfallmanagement (z.B. Aktivierung von Umleitungsstrecken) 5. Einschätzung des Grades des Gefährdungsbereichs des Streckenzuges Einschätzung über mögliche Alternativroutenverfügbarkeit |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

3.6 Verkehrssicherheit (Safety)

| Bewertungssystem Straßeninfrastruktur | | |
|--|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Soziokulturelle und funktionale Qualität | |
| Kriterium: | Verkehrssicherheit (Safety) | Kriterien-Nr.: 3.6 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage des Sicherheitsaudits |
| Kriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Unfallbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage 2. Belastungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Charakteristik der Verkehrsbelastung, Verteilung Spitzenbelastung (Ganglinien der Verkehrsbelastung)) 3. Sichtfelder |
| Maßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| Methode: | Erläuterungsbericht auf Grundlage des Sicherheitsaudits |
| Kriterien: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Unfallbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage 2. Belastungsbedingte Beeinträchtigung der Nutzbarkeit der Verkehrsanlage (Charakteristik der Verkehrsbelastung, Verteilung Spitzenbelastung (Ganglinien der Verkehrsbelastung)) 3. Sichtfelder |
| Maßstab: | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

Technische Qualität

4.3 Erhaltung und Betriebsoptimierung

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Technische Qualität | |
| Kriterium: | Erhaltung und Betriebsoptimierung | Kriterien-Nr.: 4.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Betriebskonzepts |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauart- bzw. Bauweisen spezifische Hinweise des Betriebsdienstes für die Nutzungsphase der Verkehrsanlage innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren. 2. Optimierungen wie unterhaltungsfreundliches Entwerfen, verfügbarkeitsoptimierte Erhaltungsstrategie u.ä. |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Erläuterungsbericht auf Grundlage eines Betriebskonzepts |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bauart- bzw. Bauweisen spezifische Hinweise des Betriebsdienstes für die Nutzungsphase der Verkehrsanlage innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren. 2. Optimierungen wie unterhaltungsfreundliches Entwerfen, verfügbarkeitsoptimierte Erhaltungsstrategie u.ä. |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) ist anzuwenden. |

4.4 Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Technische Qualität | |
| Kriterium: | Verkehrsentwicklung und -planung / Verstärkung und Erweiterbarkeit | Kriterien-Nr.: 4.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|--------------------|--|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i> Methode:</i> | Checkliste |
| <i> Kriterien:</i> | 1. Planung bzw. Dimensionierung 2. Erweiterung |
| <i> Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

| | |
|--------------------|--|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i> Methode:</i> | Checkliste |
| <i> Kriterien:</i> | 1. Planung bzw. Dimensionierung 2. Erweiterung |
| <i> Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Standortqualität

6.1 Resilienz (Umfeldeinflüsse)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Resilienz (Umfeldeinflüsse) | Kriterien-Nr.: 6.1 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. planbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schneelawinen, → Sturm, → Hochwasser / Sturmflut, → Starkregen, → Erdbeben / Felsabgänge, → Erdbeben, → Bodensenkungen, → Besondere Klimaextreme, → Waldbrände 2. unvorhersehbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schlammlawinen, → Brände verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Explosionen verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Kontamination, <p>(spontane) Überflutung</p> |
| <i>Maßstab:</i> | <p>Zur Bewertung des 1. Teilkriteriums ist die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" anzuwenden.</p> <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den zutreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> <p>Zur Bewertung des Erläuterungsberichtes für das 2. Teilkriterium ist die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) anzuwenden.</p> <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Gesamtbewertung des Kriteriums ergibt sich aus der Addition der innerhalb der Teilkriterien erzielten Bewertungspunkte.</p> |

| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
|-------------------|---|
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. planbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schneelawinen, → Sturm, → Hochwasser / Sturmflut, → Starkregen, → Erdrutsch / Felsabgänge, → Erdbeben, → Bodensenkungen, → Besondere Klimaextreme, → Waldbrände 2. unvorhersehbare Umfeldeinflüsse mit den Indikatoren <ul style="list-style-type: none"> → Schlammlawinen, → Brände verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Explosionen verursacht durch menschliches/technische Versagen oder durch kriminelle Handlungen, → Kontamination, <p>(spontane) Überflutung</p> |
| <i>Maßstab.</i> | <p>Zur Bewertung des 1. Teilkriteriums ist die Methode "Bewertung bei messbaren Kriterien" anzuwenden.</p> <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Bewertung ist grundsätzlich nach "Level 1" durchzuführen. Für den Fall, dass für den zutreffenden Streckenzug Referenz-, Grenz und Zielwert nicht festgelegt sind, ist eine Bewertung nach "Level 2" oder "Level 3" durchzuführen.</p> <p>Zur Bewertung des Erläuterungsberichtes für das 2. Teilkriterium ist die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Erläuterungsbericht) anzuwenden.</p> <p>Für dieses Teilkriterium sind zwischen 0 und 5 Bewertungspunkten zu vergeben.</p> <p>Die Gesamtbewertung des Kriteriums ergibt sich aus der Addition der innerhalb der Teilkriterien erzielten Bewertungspunkte.</p> |

6.2 Resilienz (Verkehrsabwicklung)

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Resilienz (Verkehrsabwicklung) | Kriterien-Nr.: 6.2 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Alternativrouten, 2. Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Alternativrouten, 2. Folgen der Abweichung der Verkehrsnachfrage von der Verkehrsprognose und der Änderung des Modal Splits |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

6.3 Topografische Faktoren

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Topografische Faktoren | Kriterien-Nr.: 6.3 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Strecken zug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Abweichung der Trasse vom Geländeniveau 2. Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Abweichung der Trasse vom Geländeniveau 2. Anteil der gewählten Mindest- und Maximalwerte |
| <i>Maßstab:</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Bewertungssystem Straßeninfrastruktur

| | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Hauptkriteriengruppe: | Standortqualität | |
| Kriterium: | Verkehrsanbindung | Kriterien-Nr.: 6.4 |
| Bewertungszeitpunkt: | Vorplanung und Entwurfsplanung | |
| Bewertungsgegenstand: | Streckenzug | |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Vorplanung Variante 1, 2, 3,... |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Anschluss an die Region 2. Anzahl der Knotenpunkte 3. Ausgestaltung der Knotenpunkte |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

| | |
|-------------------|---|
| Anlage | Entwurfsplanung Vorzugsvariante |
| <i>Methode:</i> | Checkliste |
| <i>Kriterien:</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Anschluss an die Region 2. Anzahl der Knotenpunkte 3. Ausgestaltung der Knotenpunkte |
| <i>Maßstab.</i> | Die Methode "Bewertung bei nicht messbaren Kriterien" (Checkliste) ist anzuwenden. |

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2019

V 313: **Tausalzverdünnung und -rückhalt bei verschiedenen Entwässerungsmethoden – Modellberechnungen**
Braun, Klute, Reuter, Rubbert € 18,50

V 314: **Übergreifende verkehrstechnische Bewertung von Autobahnstrecken und -knotenpunkten**
Hartmann, Vortisch, Vieten, Chatzipanagiotidou, Haug, Spangler € 18,50

V 315: **Telematisch gesteuertes Kompaktparken für das Lkw-Parkraummanagement auf Rastanlagen an BAB – Anforderungen und Praxiserprobung**
Kappich, Westermann, Holst € 15,50

V 316: **Akustische Wirksamkeit alter Lärmschutzwände**
Lindner, Hartmann, Schulze, Hübel € 18,50

V 317: **Wahrnehmungspsychologische Aspekte (Human Factors) und deren Einfluss auf die Gestaltung von Landstraßen**
Schlag, Anke, Lippold, Wittig, Waltherr € 22,00

V 318: **Unfallkommissionsarbeit – Unterstützung durch einen webbasierten Maßnahmenkatalog zur Beseitigung von Unfallhäufungen**
Wolf, Berger, Bärwolff € 15,50

V 319: **Vermeidung von abflussschwachen Zonen in Verwindungsbereichen – Vergleich und Bewertung von baulichen Lösungen**
Lippold, Vettters, Ressel, Alber
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 320: **Einsatzbereiche und Entwurfsэлеmente von Rad-schnellverbindungen**
Malik, Lange, Andriess, Gwasda, Erler, Stein, Thiemann-Linden € 18,00

V 322: **Automatisch gesteuerte Streustoffausbringung durch Nutzung neuer mobiler Sensoren**
Hausmann € 18,00

V 323: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2016**
Fitschen, Nordmann € 31,50
Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: www.schuenemann-verlag.de heruntergeladen werden. € 15,00

2020

V 321: **Dynamisches umweltsensitives Verkehrsmanagement**
Diegmann, Wursthorn, Breitenbach, Düring, Schönharting, Kraus, Klemm, Voigt, Kohlen, Löhner € 20,00

V 324: **Konzept zur Bewertung des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit und ohne LSA**
Vortisch, Buck, Leyn, Baier, Schuckließ, Schimpf, Schmotz
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 325: **Entwurfsparameter von Hochleistungsstraßen innerhalb bebauter Gebiete**
D. Schmitt, J. Gerlach, M. Schwedler, F. Huber, H. Sander
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 326: **Straßenverkehrszählung 2015 – Methodik der manuellen Zählungen**
Schmidt, Frenken, Mahmoudi € 15,50

V 327: **Straßenverkehrszählung 2015 – Ergebnisse**
Frenken, Mahmoudi € 16,50

V 328: **Anprallprüfungen an Fahrzeug-Rückhaltesystemen und Entwicklung von Nachrüstlösungen**
Meisel, Balzer-Hebborn, Ellmers, Jungfeld, Klostermeier, Kübler, Schmitz, Schwedhelm, Yu
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 329: **Streckenbezogene Glättevorhersage**
Schedler, Gutbrod, Müller, Schröder € 24,50

V 330: **Führung des Radverkehrs an Landstraßen**
Baier, Leu, Rittershaus
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 331: **Leitfaden für die Streckenfreigabe für den Einsatz von Lang-Lkw**
Lippold, Schemmel, Förg, Süßmann € 17,00

V 332: **Räumliche Linienführung von Autobahnen**
Lippold, Zösch
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 333: **Passive Schallschutzmaßnahmen – Akustische Wirksamkeit**
Hänisch, Heidebrunn € 17,00

V 334: **Akustische Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**
Lindner, Kluth, Ruhnau, Schulze € 17,00

V 335: **Ermittlung aktualisierter Grundlagen für Beschleunigungsvergütungen in Bauverträgen**
Geistefeldt, Hohmann, von der Heiden, Finkbeiner € 16,00

V 336: **Vergleich der Detektoren für die Verkehrserfassung an signalisierten Knotenpunkten**
Ungureanu, Ilić, Radon, Rothe, Reichert, Schober, Stamatakis, Heinrich € 18,50

V 337: **Bridge-WIM Pilotversuch – Begleitung und Auswertung**
Kathmann, Scotti, Kucera € 18,50

2021

V 338: **Streckenbeeinflussungsanlagen – Entwurf eines regelungstechnischen Modells zur verbesserten Harmonisierung des Verkehrsablaufs**
Schwietering, Schwietering, Maier, Hakenberg, Pyta, Abel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 339: **Aktualisierung der Datenbank MARLIS**
Schneider, Turhan, Pelzer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 340: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2017**
Fitschen, Nordmann € 31,00

V 341: **Lebenszykluskostenbewertung von Schutzeinrichtungen**
Eckert, Hendrich, Horlacher, Kathmann, Scotti, von Heel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 342: **Entwicklung eines aktuellen, echtzeit-verfügbaren Key Performance Indicator (KPI) Systems für das deutsche Autobahnnetz**
Peter, Janko, Schick, Waßmuth, Friedrich, Bawidamann € 21,00

V 343: **Kreisverkehre an Landstraßen Auswirkungen der Erkennbarkeit und der Zufahrtsgestaltung auf die Verkehrssicherheit**
Schmotz, Schröter, Schemmel, Lippold, Schulze € 21,50

V 344: **Verkehrsträgerübergreifende Lärmkumulation in komplexen Situationen**
Popp, Eggers, Heidebrunn, Cortes € 21,00

V 345: **Aufbau einer Datenbank zur Berechnung exemplarischer Lärmsituationen mit Geräuschemissionsdaten der Straße und meteorologischen Daten**
Liepert, Skowronek, Eberlei, Crljenkovic, Müller, Schady, Elsen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 346: **Zusammenhang reduzierter Geräuschgrenzwerte mit den in-use Geräuschemissionen bei unterschiedlichen Verkehrssituationen**
Müller, Huth, Liepert € 15,00

V 347: **Chancen in der Verkehrsbeeinflussung durch Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation**
Schwietering, Löbbering, Spangler, Gabloner, Busch, Roszak, Dobmeier, Neumann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 348: **Einsatz und Verkehrssicherheit von Fußgängerüberwegen**
Bohle, Busek, Schröder € 18,50

V 349: **Straßenbepflanzung und Verkehrssicherheit – Ermittlung unfallbeeinflussender Merkmale auf Basis empirischer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Seitenraum an Landstraßen**
Schreck-von Below € 22,00

V 350: **Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**
Bartolomaeus, Strigari, Sammet
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 351: **Effektivität und Wirtschaftlichkeit der Streustofflagerung – TAUSALA II**
Holldorb, Cypra, Pape
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2022

V 352: **Abriebe von Fahrbahnoberflächen**
Düring, Schmidt, Johannsen € 19,00

V 353: **Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten**
Gay, Grimm, Otto, Partzsch, Gersdorf, Gierisch, Löwe, Schütze € 16,00

V 354: **Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko**
Radenberg, Müller, König, Hagedorn, Geistefeldt, Hohmann, Heinrichs, Stiehler, Kortemeyer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 355: **Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrern bei Rot**
Niestegge, Schüller, Hantschel, Schröter, Gerike
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 356: **Entwicklung von Einsatzkriterien für Fußgänger-schutzanlagen mit unterschiedlichen Grundstellungen**
Medicus, Schmotz, Gerike, Reinartz, Baier
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 357: **Qualifizierung der in Deutschland verwendeten Fahrzeug-Rückhaltesysteme mit verbessertem Schutz für Motorradfahrer nach den aktuellen europäischen Spezifikationen**
Klöckner, Gärtner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 358: **Nutzenpotenziale von eCall im Verkehrsmanagement**
Schaarschmidt, van Driel, Reinhaller, Nitsche, Aleksa
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 359: **Management von Neophyten – Ein Überblick über die aktuelle Situation auf Straßenbegleitflächen**
Bartels
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 360: **Wirksamkeit von Tunnelwänden als Träger photokatalytischer Oberflächen – Hauptstudie**
Stephan, Ehm, Kamaruddin
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 361: **Nachhaltigkeitsbewertung von Streckenzügen der Straßeninfrastruktur**
Hess, Lohmeier, Mielecke, Kunz
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.