

Lösungsstudie zur Umsetzung der ASR A5.2 im Kontext mit der Herstellung von Betonfahrbahndecken

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßenbau Heft S 197

bast

Lösungsstudie zur Umsetzung der ASR A5.2 im Kontext mit der Herstellung von Betonfahrbahndecken

von

Tanja Tschernack
Clemens Gebhardt
Stephan Villaret

Villaret Ingenieurgesellschaft mbH
Hoppegarten

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßenbau Heft S 197

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 08.0264
Lösungsstudie zur Umsetzung der ASR A5.2 im Kontext mit der Herstellung von Betonfahrbahndecken

Fachbetreuung
Alexandra Spilker

Referat
Betonbauweisen

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 0943-9323
ISBN 978-3-95606-759-4

Bergisch Gladbach, November 2023

Kurzfassung – Abstract

Lösungsstudie zur Umsetzung der ASR A5.2 im Kontext mit der Herstellung von Betonfahrbahndecken

Im Jahr 2018 wurden die Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A5.2 „Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“ veröffentlicht, um einen verbesserten Arbeitsschutz für Beschäftigte auf Straßenbaustellen zu erreichen. Diese beinhalten Vorgaben zu Arbeits- und Sicherheitsräumen, die sich in Abhängigkeit von Arbeitsstelle, Fahrzeugrückhaltesystem und Maßnahme ergeben. Zudem wurde im Jahr 2021 mit Aktualisierung der „Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen“ die Mindestbreite von Behelfsfahstreifen in Verkehrsführungen erhöht.

Bei Berücksichtigung der Mindestbreiten aus beiden Regelwerken und unter Beachtung von Arbeitsbreiten notwendiger Maschinen und Geräte herkömmlicher Bauweisen und -verfahren ist ein Aufrechterhalten des Verkehrs auf der betroffenen Fahrbahn bei einigen Regelquerschnitten nicht mehr möglich, so dass zur Durchführung der Arbeiten eine Vollsperrung der Fahrbahn bzw. Richtungsfahrbahn erforderlich wird.

Konfliktbetrachtungen sollten zeigen, welche Maßnahmen an Betonfahrbahnen mit möglichst unveränderter Verfügbarkeit durchgeführt werden können bzw. welche Änderungen notwendig sind, um weitreichende Verkehrseinschränkungen aufgrund der Baumaßnahme zu vermeiden.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine pauschale Betrachtung nicht möglich und vielmehr der jeweilige Querschnitt als Einzelfall zu betrachten ist. Die im Projekt gemachten Annahmen führten zu dem Ergebnis, dass Einschränkungen der Verfügbarkeit oftmals nicht zu vermeiden waren. Die Betrachtung alternativer Plattengeometrien kam zu dem Ergebnis, dass diese oftmals nicht zu einer Verbesserung der Situation beitragen. Die rechnerischen Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass sich alternative, insbesondere kleinere Plattengeometrien positiv auf Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Konstruktion auswirken. Die Fugenanzahl erhöht sich, die Belastungen des Fugensystem sind

aber entsprechend geringer, so dass eine längere Nutzbarkeit erwartet werden kann.

Der Einsatz von Schnellbeton verringert zwar die Gesamtdauer der Baumaßnahme, bringt jedoch gegenüber „Normalbeton“ keine weiteren Vorteile, da der für die anzusetzenden Arbeitsraumbreiten maßgebende Arbeitsschritt identisch ist.

Durch den Einsatz von Fertigteilen, bei deren Einbau Arbeiten über den Fugen den maßgebenden Arbeitsschritt darstellen, kann ein Plattenaustausch in zwei Bauphasen teilweise noch erfolgen während bei Schnellbeton auch mit Längsteilung der Platte kein ausreichender Raum zur Verfügung steht. Fertigteile können daher dazu beitragen, Verkehrseinschränkungen zu reduzieren.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass pauschale Lösungen nicht möglich sind, da sich die Randbedingungen teilweise deutlich unterscheiden. Demnach ist es auch nur schwer möglich, Ergänzungen in den aktuellen Regelwerken vorzunehmen, ohne Parameter festzusetzen.

Die nach den ASR A5.2 anzusetzenden Breiten sind nur dann anzuwenden, wenn sich auch tatsächlich Arbeiter in dem entsprechenden Bereich aufhalten. Werden Arbeiten automatisiert bzw. teilautomatisiert ausgeführt und ist kein Personal im Grenzbereich zum fließenden Verkehr notwendig, können Sicherheitsabstände und Arbeitsraumbreiten entfallen. Im Hinblick darauf sind in Zukunft Systeme zu entwickeln, die im Gefahrenbereich eingesetzt werden können. Somit würde mehr Breite der Fahrbahn für den Verkehr und den Arbeitsbereich zur Verfügung stehen. Die Verfügbarkeit von Streckenabschnitten und die Sicherheit auf Arbeitsstellen könnten somit verbessert werden.

Solution study for the implementation of ASR A5.2 in context with concrete pavement construction

In 2018, the Technical Rules for Workplaces ASR A5.2 “Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“ were published to achieve improved workplace safety for employees on road construction sites. These include specifications for work and safety areas, which de-

pend on the work site, vehicle restraint system and work measures. In addition, the minimum width of temporary lanes in traffic routing was increased in 2021 with the update of the "Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen".

When considering the minimum widths from both guidelines and considering the working widths of necessary machines and equipment of conventional construction methods and procedures, it is no longer possible to maintain traffic on the affected pavement for some standard profiles, so that a full closure of the pavement or directional lane becomes necessary to carry out the work.

Conflict analyses should show which measures can be carried out on concrete pavements with unchanged availability or which changes are necessary to avoid far-reaching traffic restrictions due to the construction measure.

The investigations have shown that a blanket approach is not possible and that the individual profile has to be considered as a case-by-case approach. The assumptions made in the project led to the conclusion that restrictions in availability were often unavoidable. The consideration of alternative slab geometries came to the conclusion that these often do not contribute to an improvement of the situation. However, the mathematical investigations showed that alternative, especially smaller slab geometries have a positive effect on the load-bearing capacity and durability of the construction. The number of joints increases, but the loads on the joint system are correspondingly lower, so that a longer service life can be expected.

Although the use of fast-setting concrete reduces the overall duration of the construction project, it does not bring any further advantages compared to "normal concrete", as the work step that is decisive for the working space widths to be applied is identical.

The use of prefabricated elements, in which work above the joints is the decisive work step, allows slab replacement to be carried out in two construction phases, whereas with rapid concrete there is insufficient space available even with longitudinal division of the slab. Precast elements can therefore help to reduce traffic restrictions.

The investigations have shown that general solutions are not possible, as the boundary

conditions differ significantly in some cases. Accordingly, it is also difficult to make additions to the current regulations without setting parameters.

The widths to be applied according to ASR A5.2 are only to be used if workers are actually present in the corresponding area. If work is carried out automatically or partially automatically and no workers are required near the boundary to flowing traffic, safety distances and working space widths can be eliminated. With this in mind, systems must be developed in the future that can be used in the dangerous area. Thus, more width of the roadway would be available for traffic and the working space. The availability of road sections and safety at work sites could thus be improved.

Summary

Solution study for the implementation of ASR A5.2 in context with concrete pavement construction

1 Task

Construction sites on roads are unavoidable to be able to perform work in the course of maintenance, repair or renewal of the road infrastructure and thus to ensure usability and road safety. To regulate flowing traffic, the “Guidelines for the Road Safety of Roadwork Sites (RSA)” are applied, which are valid for the road safety of all construction work on roads that has an impact on traffic. To protect employees on construction sites, particularly regarding the potential danger in the area to moving traffic, ASR A5.2 “Requirements for workplaces and traffic routes on construction sites bordering on road traffic - road construction sites” were published in 2018. In these, minimum working widths and safety distances were defined, which result according to safeguarding under traffic law and the vehicle restraining systems used. When considering the minimum widths from both sets of rules and considering the working widths of necessary machines and equipment of conventional construction methods and procedures, it is no longer possible to maintain traffic on the affected carriageway for some standard profiles, so that a full closure of the carriageway or lane is necessary to perform the work.

For concrete constructions, the necessary working widths depend on the position of the longitudinal joints. This is primarily based on the marking of the lanes. Furthermore, the arrangement of longitudinal joints in the rolling lanes is not recommended for constructional reasons. Especially in the case of two-lane roads with conventional slab geometry, the remaining section of the profile, considering the minimum widths according to ASR A5.2, is no longer sufficient for adequate traffic guidance in conformity with RSA. In addition to some standard highway profiles, major roads are also affected. While it may still be possible to divert traffic onto the opposite carriageway on highways, a full closure of the entire road is often unavoidable on major roads.

The main goal is a sustainable road construction. This goal requires a durable and low-maintenance construction method, which means that a high availability of the traffic system should also be

achieved during lifetime. Restrictions in the context of time required for a maintenance measure should therefore be minimised in the sense of sustainability. Consequently, it is indispensable to look for solutions that minimise a physical and temporal reduction of the availability.

The aim of the research project is to develop solutions which will enable work for the repair, maintenance or renewal of concrete pavements considering the requirements of ASR A5.2. A full closure or closure of traffic lanes should be avoided to ensure the availability of the road.

2 Method

2.1 Literature review and identification of conflicts

First, the existing and future standard profiles in the federal highway network according to [RAS-Q 1982], [RAS-Q 1996] and [RAA 2008] were examined regarding the feasibility of implementing the requirements of ASR A5.2. For rural roads, the standard profiles according to [RAS-Q 1982], [RAS-Q 1996] and [RAL 2012] were used. Based on the knowledge of the standard profiles, possible slab geometries (examples) could be determined. Since the position of the joints, especially the longitudinal joints, has a great influence on the necessary workspace width in concrete construction, these had to be taken as a basis for further considerations.

Another focus of the research was the measures. For this purpose, the possible measures for maintenance, repair and renewal according to [ZTV BEB-StB] were determined and the necessary working space widths for the individual work steps were estimated and discussed. The decisive case is used for the examination of the conflicts.

Regarding the assessment of conflict points considering the requirements of [ASR A5.2 2018], structural maintenance measures according to [ZTV Beton 2007] and [ZTV BEB 2015] as well as new construction measures were to be considered. With the help of the determined and coordinated data regarding profiles and slab geometries, conflict points resulting from the requirements of [RSA 1995] and [ASR A5.2 2018] regarding the relevant measures were determined.

2.2 Possible solutions and their consideration

Solutions should be developed to be able to perform structural maintenance measures in the future without far-reaching traffic disruptions. After applying the widths from the [ASR A5.2 2018] combined with the necessary working space widths of the construction site, it should be possible to enable further traffic routing directly next to the construction site according to [RSA 2021].

A promising approach was the modification of the slab geometry to obtain working space widths that contribute to the continuity of traffic or to the reduction of traffic disruption.

Based on the results from [FE 08.0223] and [FR/EG 2021], the modified arrangement of longitudinal and transverse joints was to be investigated. With the help of FEM calculations, the effects resulting from the modified slab geometry, e.g. on the mechanical behaviour of the slab system, were determined for certain profiles.

2.3 Application of innovative systems

In addition to modifying the construction, it was also conceivable to reduce the space required for the construction work or to significantly shorten the construction time with the help of innovative systems and techniques. The latter contributes in particular to a rapid reavailability of the entire construction section. In this context, high-quality measures were to be preferred in order to guarantee a high availability of the road section afterwards and to reduce the number of necessary construction sites. Possible alternatives were to be examined in terms of their effect with reference to the requirements of ASR A5.2.

In particular, the use of precast elements was considered, which can lead to a significant reduction in construction site times. The aim was to investigate whether, in addition to installation in existing structures, there is also a benefit when precast elements are used in new construction (for a limited area). In addition to the use of precast elements, the use of rapid concrete also leads to significantly shorter construction site times.

Overall, the aim was to identify potential for improvement in the implementation of repair, maintenance and renewal measures.

2.4 Recommendations for the implementation of the ASR

Based on the previous results, recommendations for the implementation of the regulations of ASR A5.2 should be developed to be able to carry out measures within the scope of repair, maintenance and renewal on concrete pavements without far-reaching traffic disruptions in the future. An essential basis for this was the elaboration of an optimised design for concrete construction.

3 Results

The Technical Rules for Workplaces ASR A5.2 “Requirements for workplaces and traffic routes on construction sites in the area bordering on road traffic - road construction sites” [ASR A5.2 2018] were published in 2018 to achieve better protection for workers on road construction sites. The speed-dependent lateral safety distances (S_Q) and the minimum widths for workplaces (B_M) contained therein should be considered accordingly at workplaces as soon as workers are pre-sent in the area near flowing traffic. In addition, with the publication of [RSA 2021], the necessary widths for temporary lanes were increased to at least 2.60 m for traffic guidance. These increase even further as the length of the work site increases. The remaining area in which the work can be carried out is reduced accordingly.

To ensure the full availability of a road section, all lanes should be available during the construction period. To this purpose, traffic must be diverted to the opposite direction, especially on high-ways. The number of lanes that can be diverted depends on the existing pavement width. In most cases, it is not possible to divert all lanes, so that at least one lane must be routed on the road to be renewed, next to the construction site.

In concrete construction, the location of the longitudinal joints determines the width of the slabs. For work involving the entire slab, the joints must be located outside the areas for traffic guidance and work safety. For the relevant works that are related to the maintenance of concrete slabs, it was necessary to find out which working space width (B_M) should be applied in each case. The investigations have shown that a generally valid definition of working space widths is not possible, as it is essentially dependent on many parameters.

The following aspects must be considered when considering the necessary widths for a specific project:

- Working site length
- Possibility to divert traffic to the opposite side
- Possibility to reduce the number of lanes
- Duration of the work site (work site of short or longer duration)
- Existing slab geometry
- Action to be carried out
- Personnel carrying out the work
- Machines and tools used
- Combination of different traffic routing in the construction work phases

The widths to be used must therefore be determined in advance of each construction project depending on the parameters mentioned and considered during execution.

For the further considerations, the finishing of the edges and the work above the joints were considered as decisive work steps and working space widths were determined. With this, the conflict considerations were carried out. Especially on the smaller profiles, work is only possible if the directional lane is completely closed to traffic. On most rural roads where it is not possible to transfer traffic to the opposite direction, the entire carriageway must therefore be closed unless temporary widening can be carried out.

In the further process, the application of alternative slab geometries was investigated. The width of the slabs was approximately 3.00 m and the corresponding length was 3.50 m. Due to the changed position of the joints, work on the slabs should become more feasible.

A reduction of the slab dimensions can be a structural engineering solution for different scenarios to enable measures without or with less restrictions on availability.

The computational investigations have shown that the stresses and deformations are significantly reduced with smaller slab dimensions compared to conventional slab geometries, and that the B-number that can be carried is significantly increased. It can therefore be assumed that the

durability is significantly improved for the same slab thickness. The associated extension of maintenance intervals and consequently the reduction in the number of construction sites in the network can contribute to an increase in availability.

Although the number of joints increases, the joint movements are significantly reduced, so that the joint filling materials are not so heavily stressed. This can lead to a longer service life of the joint filler.

Further considerations were made regarding the technology used in concrete road construction. It has been shown that the use of rapid concrete can reduce the duration of the work site, but that there are no advantages regarding the required working space widths.

In contrast, it can be advantageous to use prefabricated parts for the repair of slabs or slab parts, as no finishing of the edges is necessary compared to the rapid concrete variant and thus the work above the joint is the decisive work step, which requires a small working space width. A slab is usually repaired in two construction phases, so that it is necessary to divide the slab lengthwise and crosswise. However, it must be considered that a sensible division of the slabs is carried out.

The investigations have shown that there can be no general solutions for the individual profiles. Whether a change in the slab geometry is advantageous therefore depends on the existing section and its boundary conditions. For this reason, these boundary conditions must first be defined for additions to the ZTV Beton and the measures determined accordingly.

The widths to be applied according to ASR A5.2 are only to be used if workers are present in the relevant area. If work is carried out automatically or partially automatically and no staff is required in the area near the moving traffic, safety distances and working space widths can then be dispensed. Systems must be developed in the future that can be used in the dangerous area. Thus, more width of the roadway would be available for traffic and the working area. The availability of road sections and safety at work sites could thus be improved.

4 Conclusions for practice

When considering the regulations and widths from the [RSA2021] and the [ASRA5.2 2018], a reduction

of the number of lanes and thus a restriction of the availability of the route is often necessary for concrete pavements. To keep the time of restriction as short as possible, technologies are to be applied that can ensure rapid reavailability and, as a result, have a long service life. Repeated closures due to poor quality and rapid failure can thus be avoided.

Slabs with smaller slab geometry have better load-bearing capacity and durability. In addition, the joints are less stressed. As they are only advantageous for some standard profiles, it is advisable when renewing concrete pavements to check whether this is the case under the existing boundary conditions on site. For this purpose, scenarios of possible traffic routing and measures should be examined in advance.

Precast technology offers a good and durable option for rapid slab replacement. The work can be carried out during off-peak times so that the impact on traffic is minimal.

The widths to be applied according to ASR A5.2 are only to be used if workers are present in the relevant area. If work is carried out automatically or partially automatically and no staff is required in the area near the moving traffic, safety distances and working space widths can then be dispensed. Systems must be developed in the future that can be used in the dangerous area. Thus, more width of the roadway would be available for traffic and the working area. The availability of road sections and safety at work sites could thus be improved.

Inhalt

1	Aufgabenstellung	10	3.2.1	Autobahnen – Arbeitsstellen von längerer Dauer (AID)	30
1.1	Stand der Wissenschaft und Technik	10	3.2.2	Autobahnen – Arbeitsstellen von kürzerer Dauer (AkD)	49
1.2	Gesamtziel	10	3.2.3	Landstraßen mit Trennung der Richtungsfahrbahnen	55
1.3	Vorgehen	10	4	Änderung der Plattengeometrie	56
1.3.1	Literaturrecherche und Darstellung der Konflikte	10	4.1	Konfliktbetrachtungen – Arbeitsstellen von längerer Dauer	57
1.3.2	Darstellung der Konflikte bezogen auf Maßnahme und Querschnitt	11	4.2	Konfliktbetrachtungen – Arbeitsstellen von kürzerer Dauer	63
1.3.3	Lösungsvorschläge und deren ganzheitliche Betrachtung	11	4.3	Rechnerische Überprüfung der Auswirkungen kleinerer Plattengeometrien	66
1.3.4	Anwendung innovativer Systeme	11	4.3.1	Modellbildung	66
1.3.5	Empfehlungen zur Umsetzung der ASR ...	11	4.3.2	Ermittlung der maßgebenden Lastpositionen	67
2	Regelwerke und zu berücksichtigende Ansätze	12	4.3.3	Spannungs- und Ermüdungsanalyse	69
2.1	Regelquerschnitte	12	4.4	Zusammenfassung	70
2.2	Technische Regeln für Arbeitsstätten - ASR A5.2	12	5	Anwendung innovativer Systeme	71
2.2.1	Seitlicher Sicherheitsabstand S_Q	13	5.1	Einsatz von Fertigteilen	71
2.2.2	Mindestbreite für Arbeitsplätze und Verkehrswege B_M	14	5.2	Einsatz von Schnellbeton	72
2.3	Regelungen für die Verkehrslenkung in Arbeitsstellen - RSA	16	5.3	Verbesserungspotenziale bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen	74
2.4	Bezugspunkte für anzusetzende Breiten aus RSA 21 und ASR A5.2	21	6	Vorschläge zur Aufnahme in die ZTV Beton-StB	74
3	Darstellung der Konflikte	21	7	Ergänzungen in den ZTV BEB-StB	77
3.1	Maßnahmen im Rahmen der ZTV BEB-StB und notwendige Arbeitsraumbreiten	21	8	Zusammenfassung und Ausblick	77
3.1.1	Fugensanierung	22	Literatur	79	
3.1.2	Plattenersatz /-sanierung	24	Verwendete Regelwerke	79	
3.1.3	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving	26	Bilder	80	
3.1.4	Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens bzw. grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	27	Tabellen	82	
3.1.5	Relevante Mindestarbeitsraumbreite der einzelnen Maßnahmen	29			
3.2	Konflikte bei Erhaltungsmaßnahmen gemäß ZTV BEB-StB (herkömmliche Plattengeometrien)	30			

1 Aufgabenstellung

1.1 Stand der Wissenschaft und Technik

Baustellen an Straßen sind unumgänglich, um Arbeiten im Zuge von Instandhaltung, Instandsetzung bzw. Erneuerung der Straßeninfrastruktur durchführen zu können und somit die Nutzbarkeit und Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Zur Regelung des fließenden Verkehrs werden die „Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)“ angewandt, die für die verkehrsrechtliche Sicherung aller Arbeiten an und auf Straßen gelten, die sich auf den Verkehr auswirken. Zum Schutz der Beschäftigten auf der Baustelle insbesondere im Hinblick auf das Gefahrenpotenzial im Bereich zum fließenden Verkehr wurden im Jahr 2018 die ASR A5.2 „Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“ bekannt gegeben. In diesen wurden Mindestarbeitsbreiten sowie Sicherheitsabstände definiert, die sich entsprechend der verkehrsrechtlichen Absicherung sowie der eingesetzten Fahrzeug-Rückhaltesysteme ergeben. Bei Berücksichtigung der Mindestbreiten aus beiden Regelwerken und unter Beachtung von Arbeitsbreiten notwendiger Maschinen und Geräte herkömmlicher Bauweisen und -verfahren ist ein Aufrechterhalten des Verkehrs auf der betroffenen Fahrbahn bei einigen Regelquerschnitten nicht mehr möglich, so dass zur Durchführung der Arbeiten eine Vollsperrung der Fahrbahn bzw. Richtungsfahrbahn erforderlich wird.

Bei der Betonbauweise ergeben sich die notwendigen Arbeitsbreiten in Abhängigkeit der Lage der Längsfugen. Diese orientiert sich primär an der Markierung der Fahrstreifen. Des Weiteren ist die Anordnung von Längsfugen in den Rollspuren aus konstruktiven Gründen nicht erwünscht. Insbesondere bei zweistreifigen Fahrbahnen mit herkömmlicher Plattengeometrie reicht der bei Berücksichtigung der Mindestbreiten gemäß ASR A5.2 verbleibende Rest des Querschnitts nicht mehr für eine RSA-konforme, d. h. hinreichend sichere Verkehrsführung aus. Neben einigen Regelquerschnitten der Autobahnen sind insbesondere auch die Bundesstraßen betroffen. Während bei Autobahnen gegebenenfalls noch eine Überleitung des Verkehrs auf die Gegenfahrbahn vorgesehen werden kann, ist bei Bundesstraßen eine Vollsperrung der gesamten Fahrbahn oftmals unausweichlich.

1.2 Gesamtziel

Oberstes Ziel ist ein nachhaltiger Straßenbau. Dieses Ziel setzt eine langlebige und instandhaltungsarme Bauweise voraus, was bedeutet, dass während der Nutzungszeit auch eine hohe Verfügbarkeit der Verkehrsanlage erreicht werden muss. Einschränkungen des Querschnitts im Kontext mit der benötigten Zeit für eine Erhaltungsmaßnahme sollen also im Sinne der Nachhaltigkeit minimiert werden. Demzufolge ist es unabdingbar, Lösungen zu suchen, die eine räumliche und zeitliche Reduzierung der Verfügbarkeit minimieren.

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, Lösungen zu entwickeln, die unter Berücksichtigung der Maßgaben der ASR A5.2 zukünftig Arbeiten zur Instandsetzung, Instandhaltung bzw. Erneuerung von Fahrbahnen mit Betondecke ermöglichen. Insbesondere soll vermieden werden, dass eine Vollsperrung bzw. Sperrung der Richtungsfahrbahn erfolgen muss und somit die Verfügbarkeit der Strecke signifikant eingeschränkt wird.

1.3 Vorgehen

Aufbauend auf den Ergebnissen aus [FE 08.0223] sowie [FR/EG 2021] sollte eine eingehendere Betrachtung mit Bezug auf die Umsetzbarkeit der ASR A5.2 in Kombination mit Fahrbahndecken aus Beton erfolgen. Diese enthielt neben den aktuellen Regelquerschnitten auch ältere, nach dem zur Zeit des Baus geltenden Regelwerk festgelegte Querschnitte. Teilweise wurden auch Sonderquerschnitte, deren Anwendung mittels Allgemeiner Rundschreiben Straßenbau (ARS) angeraten wurde, in die Betrachtungen einbezogen.

1.3.1 Literaturrecherche und Darstellung der Konflikte

Zunächst wurden die im Netz der Bundesfernstraßen maßgeblich auftretenden und zukünftig herzustellenden Regelquerschnitte gemäß [RAS-Q 1982], [RAS-Q 1996] bzw. [RAA 2008] hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Maßgaben aus den ASR A5.2 untersucht. Neben den Regelquerschnitten sind im Straßennetz auch Sonderquerschnitte vorhanden, deren Einsatz teilweise per Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau (ARS) geregelt wurde. Ebenso werden aktuell Sonderquerschnitte eingesetzt, wenn zum Beispiel eine temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) vorgesehen werden soll. Es

war abzuwägen, inwiefern diese Querschnitte für die folgenden Betrachtungen berücksichtigt werden sollten. Für die Landstraßen wurden die Regelquerschnitte gemäß [RAS-Q 1982], [RAS-Q 1996] bzw. [RAL 2012] herangezogen. Aufbauend auf der Kenntnis der zu betrachtenden Regelquerschnitte konnten anhand der Lage der Markierung mögliche Plattengeometrien (Beispiele) ermittelt werden. Da bei der Betonbauweise die Lage der Fugen, insbesondere der Längsfugen, großen Einfluss auf die notwendige Arbeitsraumbreite hat, waren diese den weiteren Betrachtungen zu Grunde zu legen.

Ein weiterer Rechenschwerpunkt waren die ausführbaren Maßnahmen. Hierfür wurden die nach den [ZTV BEB-StB] möglichen Maßnahmen für Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung eruiert und die notwendigen Arbeitsraumbreiten für die einzelnen Arbeitsgänge abgeschätzt und diskutiert. Der hinsichtlich der relevanten Arbeitsraumbreite maßgebende Fall wird für die Untersuchung der Konflikte herangezogen.

1.3.2 Darstellung der Konflikte bezogen auf Maßnahme und Querschnitt

Hinsichtlich der Beurteilung von Konfliktpunkten unter Berücksichtigung der Maßgaben der [ASR A5.2 2018] waren Maßnahmen der baulichen Erhaltung gemäß [ZTV Beton 2007] bzw. [ZTV BEB 2015] sowie Neubaumaßnahmen zu betrachten. Mithilfe der ermittelten und abgestimmten Daten zu Querschnitten und Plattengeometrien wurden Konfliktpunkte, die sich aus den Anforderungen aus [RSA 1995] und [ASR A5.2 2018] in Hinblick auf die relevanten Maßnahmen ergeben, ermittelt.

Die Untersuchung erfolgte getrennt für Landes- bzw. Bundesstraßen und Autobahnen, wobei bei Letzteren in zwei-, drei- und mehrstreifige Richtungsfahrbahnen unterschieden wurde.

1.3.3 Lösungsvorschläge und deren ganzheitliche Betrachtung

Es wurden Lösungsvorschläge erarbeitet, um zukünftig Maßnahmen zur baulichen Erhaltung auch ohne weitreichende Verkehrsbeeinträchtigungen durchführen zu können. Nach Ansetzen der Breiten aus den [ASR A5.2 2018] kombiniert mit den notwendigen Arbeitsraumbreiten der Baustelle sollte eine weitere Verkehrsführung unmittelbar neben der Baustelle nach [RSA 2021] ermöglicht werden können.

Ein vielversprechender Lösungsansatz war die Änderung der Plattengeometrie, um so Arbeitsraumbreiten zu erhalten, die unter den Maßgaben der [ASR A5.2 2018] und der [RSA 2021] zur Aufrechterhaltung des Verkehrs bzw. zur Reduzierung der Verkehrsbeeinträchtigung beitragen. Aufbauend auf den Ergebnissen aus [FE 08.0223] sowie [FR/EG 2021] sollte die modifizierte Anordnung von Längs- und Quertfugen untersucht werden. Mithilfe von FEM-Berechnungen wurden für einige Querschnitte die sich aufgrund der geänderten Plattengeometrie ergebenden Auswirkungen z. B. auf das mechanische Verhalten des Plattensystems ermittelt.

1.3.4 Anwendung innovativer Systeme

Neben der Änderung an der Konstruktion war es alternativ auch denkbar, mithilfe innovativer Systeme und Techniken den notwendigen Platzbedarf für die Bauarbeiten zu verringern bzw. die Bauzeit signifikant zu verkürzen. Letzteres trägt insbesondere zu einer schnellen Wiederverfügbarkeit des gesamten Querschnitts bei. Hierbei waren qualitativ hochwertige Maßnahmen zu bevorzugen, um eine hohe Verfügbarkeit der Strecke im Anschluss zu gewährleisten und notwendige Baustellen in ihrer Anzahl zu reduzieren. Mögliche Alternativen waren hinsichtlich ihrer Wirkung mit Bezug auf die Maßgaben der ASR A5.2 zu überprüfen.

Es wurde insbesondere der Einsatz von Fertigteilen betrachtet, die zu einer signifikanten Reduzierung der Baustellenzeiten führen können. Es war zu untersuchen, ob sich neben dem Einbau im Bestand auch ein Nutzen ergibt, wenn Fertigteile im Neubau (für einen begrenzten Bereich) eingesetzt werden. Neben dem Einsatz von Fertigteilen führt auch die Verwendung von Schnellbeton zu deutlich kürzeren Baustellenzeiten.

Insgesamt sollten Verbesserungspotenziale bei der Durchführung von Maßnahmen der Instandsetzung, Instandhaltung und Erneuerung aufgezeigt werden.

1.3.5 Empfehlungen zur Umsetzung der ASR

Basierend auf vorangegangenen Erkenntnissen sollten Empfehlungen zur Umsetzung der Regelungen der ASR A5.2 aufgestellt werden, um auch zukünftig Maßnahmen im Rahmen der Instandsetzung, Instandhaltung und Erneuerung auf Betonfahrbahnen ohne weitreichende Verkehrsbeeinträchtigungen durchführen zu können. Eine wesentliche Grundlage

hierfür bildete das Herausarbeiten einer optimierten Konstruktion für die Betonbauweise.

Resultierend wurden Vorschläge erarbeitet, die in die relevanten Abschnitte der ZTV Beton-StB bzw. ZTV BEB-StB aufgenommen werden könnten.

2 Regelwerke und zu berücksichtigende Ansätze

2.1 Regelquerschnitte

Die Regelquerschnitte richten sich aktuell für Autobahnen nach den [RAA 2008] und für Landstraßen nach den [RAL 2012]. Im Netz vorhandene ältere Streckenabschnitte können auch gemäß [RAS-Q 1996] bzw. [RAS-Q 1982] geplant und gebaut worden sein.

Die in den Richtlinien enthaltenen Regelquerschnitte wurden im Laufe der Zeit entsprechend der Notwendigkeit immer wieder angepasst und abgeändert. Tabelle 2.1 enthält die relevanten Regelquerschnitte der unterschiedlichen Regelwerke.

Die Querschnitte werden danach unterschieden, ob eine Trennung der Richtungsfahrbahnen vorgesehen ist. Getrennte Richtungsfahrbahnen sind hauptsächlich bei Autobahnen vorhanden. Aber auch im Bereich von Landstraßen können auf kurzen hoch belasteten Abschnitten Regelquerschnitte mit getrennten Richtungsfahrbahnen zum Einsatz kommen. In den [RAL 2012] ist zum Beispiel der RQ 21 enthalten. Regelquerschnitte ohne getrennte Richtungsfahrbahnen kommen hingegen nur im Bereich von Landstraßen zum Einsatz.

In Tabelle 2.1 ist ebenfalls angegeben, wie viele Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn und pro Querschnitt vorgesehen sind und wie breit eine Richtungsfahrbahn oder der Gesamtquerschnitt ist.

Regelquerschnitte wurden teilweise auch aus Kosten-, Kapazitäts- oder Sicherheitsgründen abgeändert. Als Beispiel hierfür ist der SQ 27 (Sonderquerschnitt 27) in der Tabelle aufgeführt, bei dem der Seitenstreifen gegenüber des RQ 26 um 0,50 m verbreitert wurde.

Mithilfe der ermittelten Querschnitte soll in den folgenden Kapiteln geprüft werden, inwiefern die für die unterschiedliche Verkehrsführung notwendi-

gen Breiten nach RSA unter Berücksichtigung der Regelungen der [ASR A5.2 2018] noch sinnvolle Arbeitsraumbreiten ermöglichen.

2.2 Technische Regeln für Arbeitsstätten - ASR A5.2

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A5.2 „Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“ wurden mit Ausgabe 2018 veröffentlicht. Mit diesen Technischen Regeln soll ein verbesserter Arbeitsschutz für Beschäftigte auf Straßenbaustellen erreicht werden.

Sie konkretisieren die Anforderungen aus der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) an das Einrichten und Betreiben von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen. Darüber hinaus dienen sie dem Schutz der Beschäftigten auf Baustellen vor den Gefährdungen durch den fließenden Verkehr und gelten für das Einrichten, das Betreiben und den Abbau von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen im Grenzbereich zum Straßenverkehr.

Neben technischen Schutzmaßnahmen wurden seitliche Sicherheitsabstände (S_Q), Mindestbreiten für Arbeitsplätze (B_M) und der Sicherheitsabstand in Längsrichtung (S_L) festgelegt. Zur Ermittlung notwendiger Breiten für Verkehrswege und die Baustelle sind jedoch nur die beiden erst genannten von Bedeutung. Die grundlegenden Anforderungen dazu werden in den nächsten Kapiteln (2.2.1 und 2.2.2) zusammengetragen.

Ihr Anwendungsbereich entspricht dem Geltungsbereich der ArbStättV (§ 1 Absatz 1 in Verbindung mit § 2 Absatz 1 ArbStättV). Der Begriff der Baustelle (§ 2 Absatz 1 Nummer 3 ArbStättV) leitet sich aus § 1 Absatz 3 Baustellenverordnung her. Alle Arbeitsraumbreiten und Sicherheitsabstände sind nur dann erforderlich, wenn tatsächlich Beschäftigte im Grenzbereich zum Verkehr arbeiten. Bei der Festlegung der Lage und der Abmessungen hierfür ist deshalb immer zunächst zu ermitteln, wo und wann Beschäftigte im Grenzbereich zum Verkehr tatsächlich eingesetzt werden müssen. Alle im Folgenden beschriebenen Vorschriften gelten deshalb nur unter der letztgenannten Voraussetzung.

mögliche Querschnitte nach Regelwerk	Querschnitte		Anzahl Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn	Anzahl Fahrstreifen gesamt	Befestigte Breite	
	mit	ohne			Richtungsfahrbahn	Querschnitt
	Trennung der Richtungsfahrbahnen					
RAA	RQ 43,5		4+S	8+2S	18,25	
	RQ 36		3+S	6+2S	14,50	
	RQ 31		2+S	4+2S	12,00	
	RQ 38,5		4+S	8+2S	17,00	
	RQ 31,5		3+S	6+2S	13,00	
	RQ 28		2+S	4+2S	10,50	
	RQ 25		2+S	4+2S	9,75	
RAL	RQ 21		2	4	7,75	
		RQ 15,5		2+1		12,50
		RQ 11,5+ a)		2+1		12,00
		RQ 11,5+ b1)	1	2		8,50
		RQ 11,5+ b2)	1	2		8,50
		RQ 11	1	2		8,00
		RQ 9	1	2		6,00
RAS-Q96	RQ 35,5		3+S		14,50	
	RQ 29,5		2+S		11,50	
	RQ 33		3+S		13,50	
	RQ 26		2+S		10,00	
	SQ 27		2+S		10,50	
	RQ 20		2		7,50	
		RQ 15,5		2+1		11,50
		RQ 10,5	1	2		7,50
		RQ 10,5 (>900 Kfz _{sv} / 24h)	1	2		8,00
	RQ 9,5	1	2		6,50	
RAS5-Q82	RQ 37,5		3+S	6+2S	15,25	
	RQ 29		2+S	4+2S	11,00	
	RQ 26		2+S	4+2S	10,00	
	RQ 20		2	4	7,50	
		RQ 16	2	4		13,00
		RQ 14	1	2		11,00
		RQ 12	1	2		8,00
		RQ 10	1	2		7,00
		RQ 9	1	2		6,00
		RQ 7,5	1	2		5,50

Tab. 2.1: Regelquerschnitte und Fahrbahnbreiten

2.2.1 Seitlicher Sicherheitsabstand S_Q

Der seitliche Sicherheitsabstand S_Q von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen auf Straßenbaustellen zum fließenden Verkehr soll dazu dienen, unbeabsichtigte Bewegungen der Beschäftigten oder unbeabsichtigte Fahrbewegungen des fließenden Verkehrs zu berücksichtigen. Wie Bild 2.1 zeigt, unterscheidet sich die für S_Q relevante Bezugslinie je nach eingesetzter Leit- bzw. Sicherungseinrichtung. Bei Leitbaken, Leitkegeln, Leitwänden und Leit-

schwelen befindet sich der Bezugspunkt in der Mittelachse der Elemente, bei Fahrzeugrückhalteeinrichtungen an der dem Verkehr zugewandten Seite.

Gemäß Tabelle 2.2 und Tabelle 2.3 ergibt sich der jeweilige seitliche Sicherheitsabstand in Abhängigkeit von der Dauer der Maßnahme aus der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit des fließenden Verkehrs auf der an die Arbeitsplätze angrenzenden Fahrbahn sowie aus dem gewählten Schutz- bzw. Leitelement.

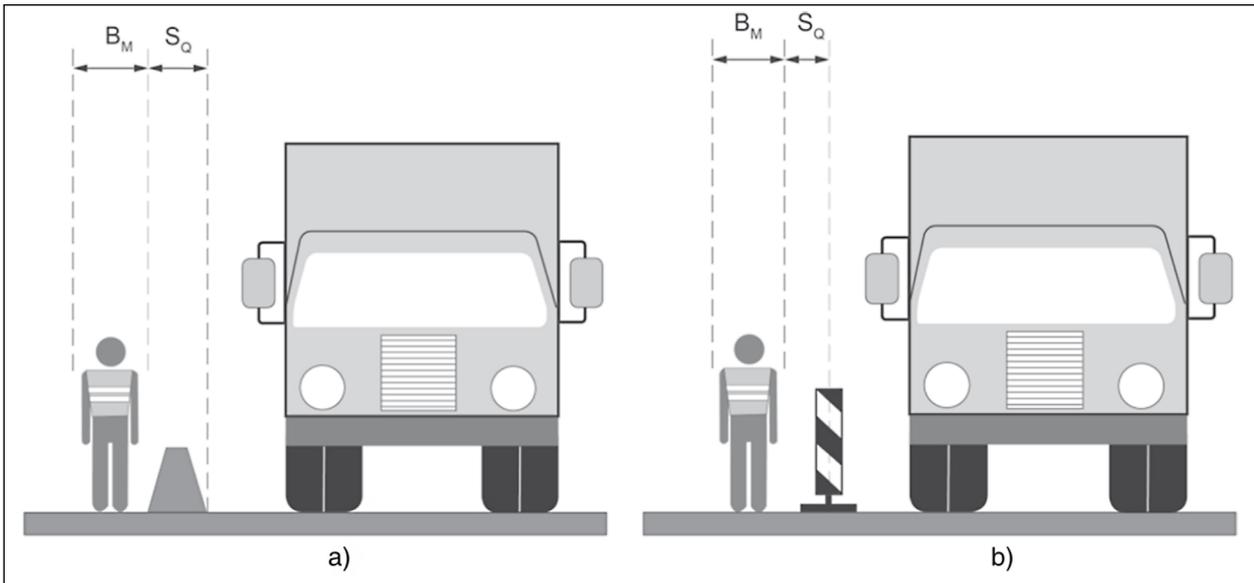


Bild 2.1: Bezugslinie für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr [ASR A5.2 2018]:
 a) dem Verkehr zugewandte äußere Begrenzung bei Fahrzeug-Rückhaltesystemen
 b) Mittelachse bei Leitbaken, Leikegeln, Leitwänden, Leitschwellen, Leitborden gemäß ASR 5.2

Element	Zulässige Höchstgeschwindigkeit					
	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h
Fahrzeug-Rückhaltesysteme	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	80 cm	110 cm
Leitbake (1000 mm x 250 mm, 750 mm x 187,5 mm), Leitkegel, Leitwand	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	90 cm	
Leitbake (500 mm x 125 mm), Leitschwelle, Leitbord	50 cm	60 cm	70 cm	90 cm	110 cm	

Tab. 2.2: Mindestmaße für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr bei Straßenbaustellen längerer Dauer [ASR A5.2 2018]

Element	Zulässige Höchstgeschwindigkeit						
	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	120 km/h
Leitbake (1000 mm x 250 mm, 750 mm x 187,5 mm), Leitkegel, Leitwand	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	90 cm	110 cm	130 cm
Leitbake (500 mm x 125 mm), Leitschwelle, Leitbord	50 cm	60 cm	70 cm	90 cm	110 cm	130 cm	150 cm

Tab. 2.3: Mindestmaße für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr bei Straßenbaustellen kürzerer Dauer [ASR A5.2 2018]

Bei Arbeitsstellen längerer Dauer ist zudem ab einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h der Einsatz von Fahrzeug-Rückhalteeinrichtungen vorgeschrieben.

2.2.2 Mindestbreite für Arbeitsplätze und Verkehrswege B_M

Neben dem seitlichen Sicherheitsabstand S_Q wurde in den ASR A5.2 die Mindestbreite für die Arbeitsplätze und für Verkehrswege B_M definiert. Die Anforderungen aus der [ASR A1.8] werden konkretisiert.

Die notwendigen Breiten richten sich dabei nach der Tätigkeit, die im Grenzbereich zum fließenden Verkehr durchgeführt wird. So ist für Verkehrswege und Laufstege eine Breite von 0,80 m vorzusehen. Ist neben Einbaumaschinen ein Mitgängerbetrieb vorgesehen, ist für reine Kontroll-, Steuer- und Bedientätigkeiten ebenfalls eine Breite B_M von 0,80 m vorzusehen. Ist nur ein Herauslehnen aus Führer- oder Bedienständen notwendig, kann ein B_M von 0,40 m veranschlagt werden. Für alle manuellen Tätigkeiten sind die erforderlichen Mindestbreiten zu ermitteln, wobei die Mindestbreite $B_M = 0,80$ m nicht unterschritten werden darf.

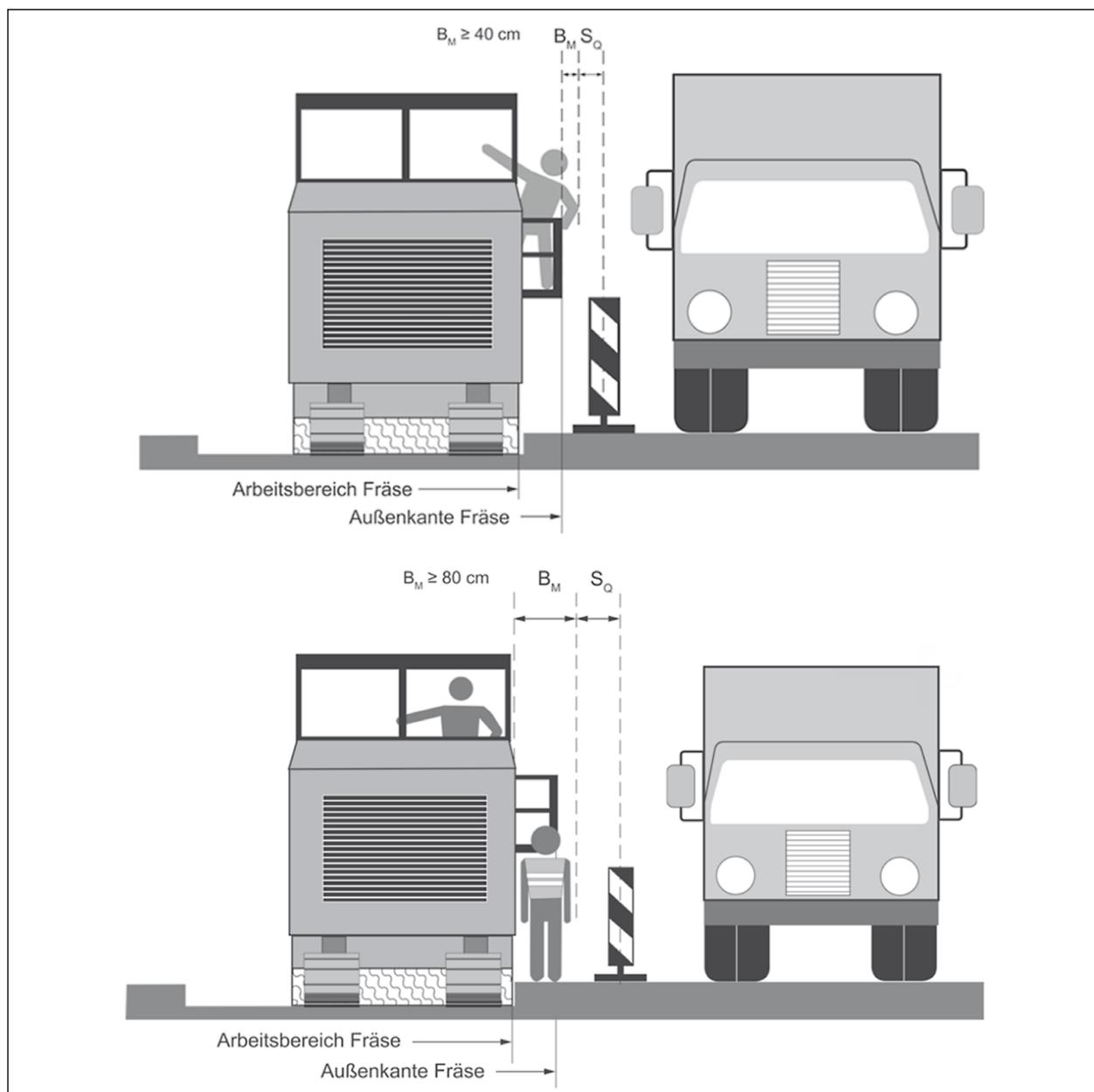


Bild 2.2: Unterschiedliche seitliche Sicherheitsabstände S_Q und Mindestbreiten für Arbeitsräume B_M für den Einsatz einer Fräse [ASR A5.2 2018]

Die in den ASR A5.2 enthaltenen Beispiele zeigen die verschiedenen Bezugspunkte für B_M . Beim Beispiel Fräse (Bild 2.2) wird beim Hinauslehnen aus dem Fahrerhaus bzw. Bedienstand B_M ab der Außenkante der Maschine gerechnet, beim Mitgängerbetrieb bereits ab der Außenseite des Arbeitsbereichs der Maschine.

Beim Beispiel Betonfertiger (Bild 2.3) ist die Arbeitsraumbreite B_M ab Außenkante des Fertigers angegeben. Der Arbeitsbereich des Fertigers, der z. B. auch das Laufwerk beinhaltet kommt bei Betrachtung der notwendigen Breiten noch hinzu.

In den [ASR A5.2 2018] werden die für das Baustellenpersonal relevante Sicherheitsaspekte geregelt. Aus diesem Grund sind die Regelungen nur zutreffend und anzusetzen, wenn sich Arbeiter/Personal im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhalten muss. Hält sich während der gesamten Bauzeit (ggf. Arbeitsschritt) kein Arbeiter im Gefahrenbereich auf, kann das Ansetzen der Arbeitsraumbreite B_M entfallen. Sobald sich ein Arbeiter auch nur zeitweise (z. B. als Verkehrsweg) im Gefahrenbereich aufhält, muss B_M bei der Planung der Arbeitsbreiten berücksichtigt werden.

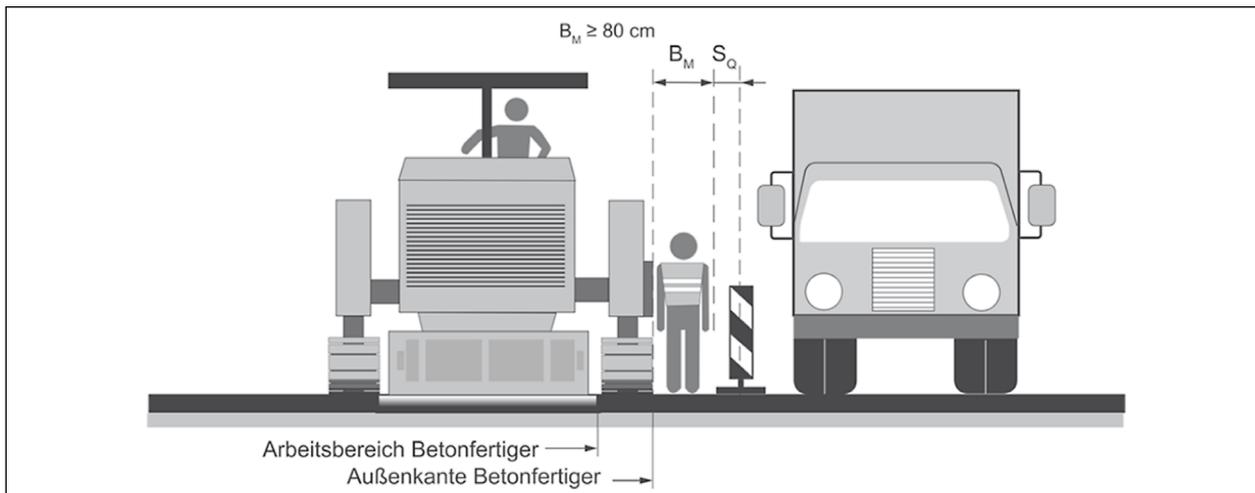


Bild 2.3: Seitlicher Sicherheitsabstand S_Q und Mindestbreite für Arbeitsräume B_M für den Einsatz eines Betonfertigers [ASR A5.2 2018]

Zusammenfassend wird deutlich, dass unterschiedliche Arbeiten, auch unterschiedlicher Arbeitsräume bedürfen und diese individuell, teilweise auch in Abhängigkeit des eingesetzten Personals, zu planen und auszulegen (anthropometrisch zu bestimmen) sind.

2.3 Regelungen für die Verkehrslenkung in Arbeitsstellen - RSA

In den „Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen“ [RSA 2021] werden die für die Verkehrslenkung relevanten Maßnahmen geregelt. Die Grundlage hierfür bildet die Straßenverkehrsordnung.

Sie beinhalten die verkehrsrechtlichen Sicherungsmaßnahmen an Arbeitsstellen, die der sicheren Führung des Verkehrs im Bereich von Arbeitsstellen dienen. Als Arbeitsstellen sind dabei solche Stellen definiert, bei denen öffentliche Verkehrsflächen vorübergehend für Arbeiten abgesperrt werden und solche Stellen, die außerhalb des öffentlichen Verkehrsraums liegen, von denen aber Auswirkungen auf den Verkehr ausgehen. Anlass hierfür können Arbeiten an der Straße selbst, Arbeiten neben oder über der Straße, Arbeiten an Leitungen in oder über der Straße sowie Vermessungsarbeiten sein. [RSA 2021]

Wie in den ASR A5.2 wird unterschieden in Arbeitsstellen kürzerer und längerer Dauer, wobei letztere als Arbeitsstellen definiert sind, die durchgehend länger als 24 Stunden und ortsfest eingerichtet sind.

Für Arbeitsstellen kürzerer Dauer sind keine Angaben zu notwendigen Fahrstreifenbreiten in den RSA enthalten. Der Verkehr wird an der Arbeitsstelle auf den verbleibenden Fahrstreifen vorbeigeleitet. Teilweise ist die Mitbenutzung des Seitenstreifens vorgesehen, wenn Arbeiten im Bereich der Überholfahrstreifen erfolgen.

Im Folgenden sind die für die hier betrachtete Thematik relevanten Inhalte und Angaben aufgeführt, wobei insbesondere die notwendigen Breiten für Behelfsfahrstreifen eine große Rolle spielen. Betrachtet werden die Abschnitte A (Allgemeines), C (Landstraßen) und D (Autobahnen).

Gemäß [RSA 2021] Punkt 1.1 Abschnitt 10 endet der Verkehrsbereich auf der Arbeitsstellenseite an der dem Verkehr zugewandten Kante einer Verkehrseinrichtung (Anlage 4 zu § 43 Absatz 3 StVO) oder einer temporären Schutzzeineinrichtung (hier Bild 2.4). Der Verkehrsbereich bezeichnet die räumliche Zuständigkeit der für die Anordnung nach § 45 StVO zuständigen Behörde und nicht den für die Verkehrsteilnehmer uneingeschränkt nutzbaren Raum.

Im Bereich von Arbeitsstellen auf Landstraßen ist grundsätzlich die vorhandene Fahrstreifenanzahl zu erhalten und somit der Begegnungsverkehr zu ermöglichen.

Auf Landstraßen wird eine Mindestbreite der Behelfsfahrstreifen von 3,00 m vorgesehen. Im Begegnungsverkehr sind somit 6,0 m für den Verkehrsraum notwendig.

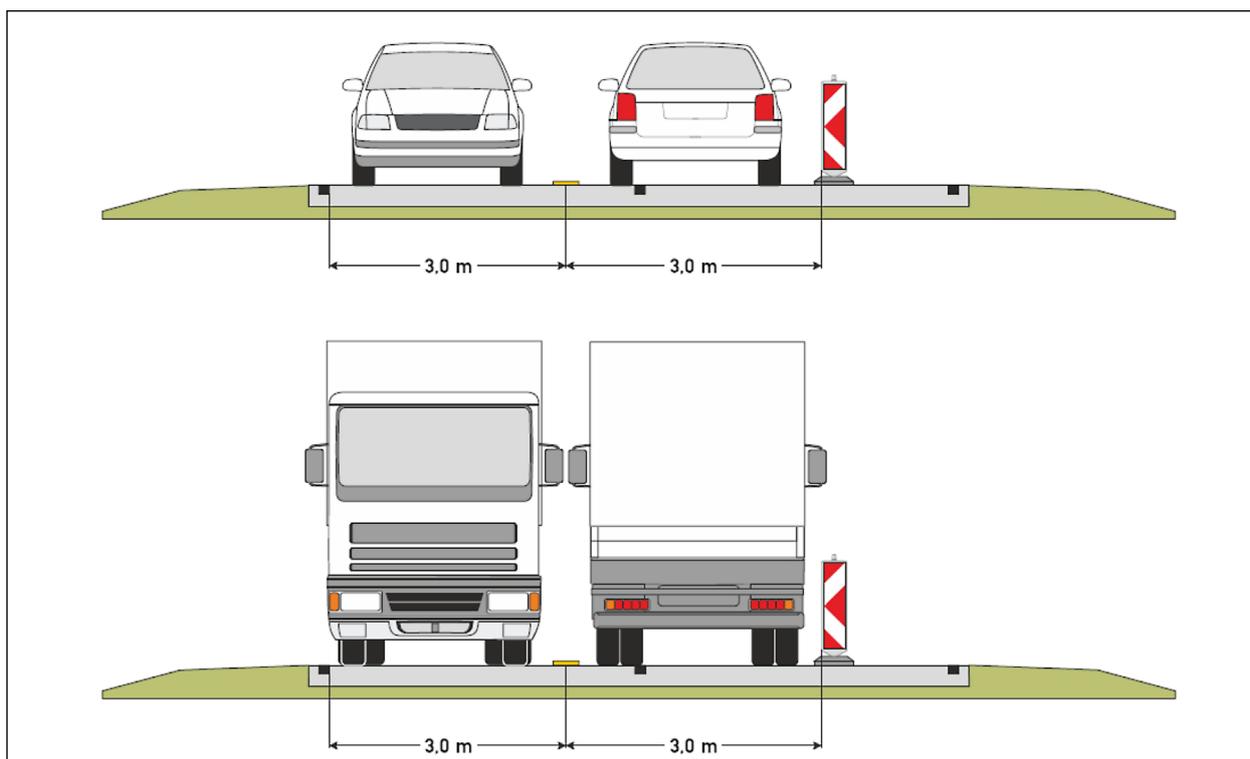


Bild 2.4: Beispiel eines Querschnitts mit Verkehrsraumbreite 6,00 m [RSA 2021]

Wie aus Bild 2.4 deutlich wird, sind Arbeiten an der Fahrbahn selbst nicht durchführbar, wenn zudem noch die Sicherheits- und Arbeitsräume aus den [ASR A5.2 2018] berücksichtigt werden müssen. Auf einbahnigen, zweistreifigen Landstraßen ist daher in jedem Fall die Sperrung einer Richtungsfahrbahn erforderlich, wenn Arbeiten an der Fahrbahn erfolgen sollen.

Autobahnen weisen grundsätzlich getrennte Richtungsfahrbahnen auf. Für die Breite von Behelfsfahrstreifen ist in den [RSA 2021] die Tabelle D-1 (Tabelle 2.4) enthalten, aus der die unterschiedlichen Breiten in Abhängigkeit von der Länge der Arbeitsstelle und der unterschiedlichen Funktion und Lage der Fahrstreifen hervorgehen. Die Länge der Arbeitsstelle wird durch die Lage des Beginns und des Endes der Behelfsverkehrsführung (erste bis letzte Bake) bestimmt. Tabelle 2.5 enthält zum Vergleich die Angaben aus den nicht mehr gültigen [RSA 1995/2017].

Der erste Fahrstreifen ist bei beiden RSA-Ausgaben unabhängig von der Länge der Arbeitsstelle mit mindestens 3,25 m anzusetzen, wobei z. B. im Bereich von Fertignern für einen begrenzten Abschnitt (maximal 100 m) auf 3,00 m reduziert werden darf. Hinzugekommen ist bei den [RSA 2021], dass für den ersten Fahrstreifen 3,50 m angesetzt werden

Tabelle D-1: Mindestbreite von Behelfsfahrstreifen in Abhängigkeit von der Länge der Arbeitsstelle

	Länge der Arbeitsstelle in km		
	bis zu 6	mehr als 6 bis zu 9	mehr als 9
Erster Fahrstreifen (Hauptfahrstreifen)	3,25 m ¹⁾		
Erster Fahrstreifen (Hauptfahrstreifen) mit temporärer Schutzeinrichtung unmittelbar rechts davon und mit Überholfahrstreifen unmittelbar links davon	3,50 m		
Einzelne (übergeleitete) Fahrstreifen	3,25 m		
Weitere Fahrstreifen einer Fahrtrichtung	2,60 m ^{2) 3)}	3,00 m	3,25 m

¹⁾ Im Bereich z. B. von Fertignern darf die Fahrstreifenbreite vorübergehend und auf eine geringe Streckenlänge auf 3,0 m eingeengt werden. Auch bei Arbeitsstellenlängen unter 9 km soll der erste Überholfahrstreifen mit einer Breite von 3,25 m angeordnet werden.
²⁾ Ausnahme gemäß Abschnitt 2.2.3 Absatz 9
³⁾ Die Anordnung mehrerer Fahrstreifen mit dieser Breite nebeneinander sollte vermieden werden.

Tab. 2.4: Mindestbreite von Behelfsfahrstreifen nach den [RSA 2021]

muss, wenn rechts des Fahrstreifens eine temporäre Schutzeinrichtung steht und unmittelbar links davon ein Überholfahrstreifen angeordnet ist. Eine kurzzeitige Reduzierung der Fahrstreifenbreite ist

nicht vorgesehen. Dies trifft also zu, wenn mindestens zwei Behelfsfahrstreifen an einem in Fahrtrichtung rechts liegenden Arbeitsbereich vorbeigeführt werden.

Für die Überholfahrstreifen wird die Breite des Behelfsfahrstreifens in Abhängigkeit der Arbeitsstellenlänge gewählt. Wie aus den Tabellen deutlich

Fahrzeugbreite	Länge der Arbeitsstelle [km]		
	bis zu 6	mehr als 6 bis zu 9	mehr als 9
Beschränkung auf bis zu 2 m (Z 264)	2,50 m (3,25 m) ¹⁾	3,00 m (3,25 m) ¹⁾	3,25 m
unbeschränkt	3,25 m (3,00 m) ²⁾³⁾		

1) Bei einer Verkehrsführung mit nur 1 Behelfsfahrstreifen für eine Fahrtrichtung auf der Gegenfahrbahn; ggf. muß vorher ausgebaut oder verbreitert werden (vgl. Verkehrsführungen 3+1, 3+0 und 4+2 in Tabelle 3).

2) Durch einen entsprechenden vorherigen Fahrbahnanbau bzw. eine Verbreiterung ist eine Behelfsfahrstreifenbreite von 3,25 m, d. h. z. B. bei einer Verkehrsführung 4+0 eine Mindestfahrbahnbreite von 11,50 m, anzustreben.

3) Im Bereich z. B. von Fertigmännern darf die Fahrstreifenbreite zur Erhöhung der Sicherheit der in der Arbeitsstelle Tätigen vorübergehend und auf eine geringe Streckenlänge auf dieses Maß eingengt werden.

Tab. 2.5: Mindestbreite von Behelfsfahrstreifen nach den [RSA 1995]

wird, hat sich mit den [RSA 2021] die Mindestbreite um 0,10 m erhöht. Für Fahrstreifenbreiten < 3,25 m muss die zulässige Fahrzeugbreite mit Zeichen 264 StVO beschränkt werden. Gemäß [RSA 2021] ergibt sich diese Fahrzeugbreite aus der Fahrstreifenbreite abzüglich 0,50 m, abgerundet auf volle 0,10 m. Bei der aufgeführten Mindestbreite von Behelfsfahrstreifen von 2,60 m ergibt sich eine Beschränkung der Fahrzeugbreite auf 2,10 m.

Die Fahrstreifenanzahl ist grundsätzlich auch im Bereich von Arbeitsstellen aufrechtzuerhalten, um Staubildungen und Auffahrunfälle in den Zulaufstrecken insbesondere bei hohen Verkehrsstärken zu vermeiden.

Für diesen Fall gilt es zu untersuchen, wie viele Behelfsfahrstreifen auf einer Richtungsfahrbahn überhaupt geführt werden können und wie viele Fahrstreifen weiterhin auf der Richtungsfahrbahn neben der Baustelle verbleiben müssen.

In Tabelle 2.6 ist die Breite der Behelfsfahrbahn aufgeführt, die notwendig wäre, um in Arbeitsstellen von maximal 6 km Länge alle Fahrstreifen ohne Fahrstreifenreduzierung auf einer Richtungsfahrbahn unterbringen zu können. Die Breiten für die Behelfsfahrstreifen wurden dabei entsprechend den [RSA 2021] angenommen. In der Tabelle eben-

mögliche Querschnitte nach Regelwerk	Querschnitte mit Trennung der Richtungsfahrbahnen	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite Richtungsfahrbahn	Mindestbreiten für Überholfahrstreifen									Summe Behelfsfahrbahn
				HFS	ÜFS	ÜFS	ÜFS	TSE	ÜFS	ÜFS	ÜFS	HFS	
RAA	RQ 43,5	8	18,25	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30	2,60	2,60	2,60	3,25	22,40
	RQ 36	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30		2,60	2,60	3,25	17,20
	RQ 31	4	12,00	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ 38,5	8	17,00	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30	2,60	2,60	2,60	3,25	22,40
	RQ 31,5	6	13,00	3,25	2,60	2,60		0,30		2,60	2,60	3,25	17,20
	RQ 28	4	10,50	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ25	4	9,75	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
RAL	RQ 21	4	7,75	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30		2,60	2,60	3,25	17,20
	RQ 29,5	4	11,50	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ 33	6	13,50	3,25	2,60	2,60		0,30		2,60	2,60	3,25	17,20
	RQ 26	4	10,00	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ 20	4	7,50	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3,25	2,60	2,60		0,30		2,60	2,60	3,25	17,20
	RQ 29	4	11,00	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ 26	4	10,00	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00
	RQ 20	4	7,50	3,25	2,60			0,30			2,60	3,25	12,00

Tab. 2.6: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +0 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)

so berücksichtigt ist eine temporäre Schutzeinrichtung (TSE) zur Trennung der Richtungsfahrbahnen mit einer Breite von 0,30 m.

Es wird deutlich, dass bis auf den RQ 31 kein Querschnitt die gesamte Anzahl an Behelfsfahrstreifen, wie für den Querschnitt ohne Fahrstreifenreduktion notwendig ist, aufnehmen kann. In Arbeitsstellen von mehr als 6 km Länge ist die Führung aller Fahrstreifen auf einer Richtungsfahrbahn in keinem Fall möglich.

Tabelle 2.7 beinhaltet die Aufstellung mit jeweils einem Fahrstreifen weniger. D. h., dass statt z. B. sechs Fahrstreifen nur noch fünf Fahrstreifen auf

einer Richtungsfahrbahn untergebracht werden müssten.

Reduziert man die Gesamtanzahl der Fahrstreifen um einen Behelfsfahrstreifen wird deutlich, dass mehrere Querschnitte diese Anzahl auf einer Richtungsfahrbahn aufnehmen können (in der Tabelle grün gekennzeichnet).

In Tabelle 2.8 ist die notwendige Breite der Behelfsfahrbahn aufgeführt, die sich ergibt, wenn die Anzahl der unterzubringenden Fahrstreifen um zwei Fahrstreifen reduziert wird. Betrachtet wurden in diesem Fall nur noch die sechs- und achtstreifigen Regelquerschnitte.

mögliche Querschnitte nach Regelwerk	Querschnitte mit Trennung der Richtungsfahrbahnen	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite Richtungsfahrbahn	Mindestbreiten für Überholfahrstreifen									Summe Behelfsfahrbahn
				HFS	ÜFS	ÜFS	ÜFS	TSE	ÜFS	ÜFS	ÜFS	HFS	
RAA	RQ 43,5	8	18,25	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30		2,60	2,60	3,25	19,80
	RQ 36	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30			2,60	3,25	14,60
	RQ 31	4	12,00	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ 38,5	8	17,00	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30		2,60	2,60	3,25	19,80
	RQ 31,5	6	13,00	3,25	2,60	2,60		0,30			2,60	3,25	14,60
	RQ 28	4	10,50	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ25	4	9,75	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
RAL	RQ 21	4	7,75	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30			2,60	3,25	14,60
	RQ 29,5	4	11,50	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ 33	6	13,50	3,25	2,60	2,60		0,30			2,60	3,25	14,60
	RQ 26	4	10,00	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ 20	4	7,50	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3,25	2,60	2,60		0,30			2,60	3,25	14,60
	RQ 29	4	11,00	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ 26	4	10,00	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40
	RQ 20	4	7,50	3,25	2,60			0,30				3,25	9,40

Tab. 2.7: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +1 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)

mögliche Querschnitte nach Regelwerk	Querschnitte mit Trennung der Richtungsfahrbahnen	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite Richtungsfahrbahn	Mindestbreiten für Überholfahrstreifen									Summe Behelfsfahrbahn
				HFS	ÜFS	ÜFS	ÜFS	TSE	ÜFS	ÜFS	ÜFS	HFS	
RAA	RQ 43,5	8	18,25	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30			2,60	3,25	17,20
	RQ 36	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30				3,25	12,00
	RQ 38,5	8	17,00	3,25	2,60	2,60	2,60	0,30			2,60	3,25	17,20
	RQ 31,5	6	13,00	3,25	2,60	2,60		0,30				3,25	12,00
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3,25	2,60	2,60		0,30				3,25	12,00
	RQ 33	6	13,50	3,25	2,60	2,60		0,30				3,25	12,00
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3,25	2,60	2,60		0,30				3,25	12,00

Tab. 2.8: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +2 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)

Regelwerk	Querschnitte	Anzahl Fahrstreifen		Verkehrsführung in Baustelle		
		Querschnitt	Richtungsfahrbahn	< 6 km	6-9 km	> 9 km
RAA	RQ 43,5	8	4	6 + 2	5 + 3	5 + 3
	RQ 36	6	3	4 + 2	4 + 2	4 + 2
	RQ 31	4	2	4 + 0	3 + 1	3 + 1
	RQ 38,5	8	4	5 + 3	5 + 3	5 + 3
	RQ 31,5	6	3	4 + 2	4 + 2	3 + 3*
	RQ 28	4	2	3 + 1	3 + 1	3 + 1
	RQ25	4	2	3 + 1	2 + 2*	2 + 2*
RAL	RQ 21	4	2	2 + 2*	2 + 2*	2 + 2*
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	3	4 + 2	4 + 2	4 + 2
	RQ 29,5	4	2	3 + 1	3 + 1	3 + 1
	RQ 33	6	3	4 + 2	4 + 2	4 + 2
	RQ 26	4	2	3 + 1	3 + 1	2 + 2*
	RQ 20	4	2	2 + 2*	2 + 2*	2 + 2*
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	3	5 + 1	4 + 2	4 + 2
	RQ 29	4	2	3 + 1	3 + 1	3 + 1
	RQ 26	4	2	3 + 1	3 + 1	2 + 2*
	RQ 20	4	2	2 + 2*	2 + 2*	2 + 2*

* entspricht der eigentlichen Fahrstreifenanzahl der Richtungsfahrbahn ohne Verkehrsführung

Tab. 2.9: Mögliche Verkehrsführungen während der Bauarbeiten bei unveränderter Verfügbarkeit für unterschiedliche Baustellenlängen

Die Behelfsfahrbahnbreite mit 6 bzw. 4 Fahrstreifen kann entsprechend Tabelle 2.8 von fast allen Querschnitten aufgenommen werden. Der RQ 38,5 fällt jedoch heraus, da hier zwar ausreichend Platz für die Fahrstreifen selbst, nicht aber für eine temporäre Schutz Einrichtung zwischen den beiden Fahrtrichtungen ist. Dieser Querschnitt kann auf einer Richtungsfahrbahn folglich nur einen weiteren Fahrstreifen der anderen Fahrtrichtung aufnehmen.

Bei einer angestrebten unveränderten Verfügbarkeit der Strecke (unveränderte Fahrstreifenanzahl im Querschnitt) müssen folglich teilweise mehrere Fahrstreifen auf der Richtungsfahrbahn verbleiben, auf der die Bauarbeiten stattfinden sollen. In Tabelle 2.9 ist für die Autobahnquerschnitte zusammengefasst, wie viele Behelfsfahrstreifen auf der Richtungsfahrbahn mit Arbeitsbereich weiterhin notwendig sind, um eine unveränderte Verfügbarkeit gewährleisten zu können. In den vorangegangenen Betrachtungen wurde jeweils eine Baustellenlänge < 6 km unterstellt, so dass eine Behelfsfahrstreifenbreite von 2,60 m für die weiteren Fahrstreifen angesetzt werden konnte (wobei die Anordnung mehrerer Fahrstreifen mit einer Breite von 2,60 m nebeneinander gemäß Tabelle 2.5 vermieden werden sollte, was unter Ausnutzung des befestigten Breiten jedoch in der Regel möglich ist). Bei größeren Baustellenlängen erhöht sich die erforderliche Breite auf 3,00 m bzw. 3,25 m entsprechend Tabelle 2.4.

Demzufolge ändern sich auch die möglichen Verkehrsführungen bei einer unveränderten Verfügbarkeit.

Für Baustellenlängen < 6 km geht aus der Tabelle 2.9 hervor, dass für eine Beibehaltung der Gesamtfahrstreifenanzahl je nach Querschnitt unterschiedlich viele Behelfsfahrstreifen auf der Richtungsfahrbahn mit Arbeitsstelle verbleiben müssen. Lediglich beim RQ 31 ist für diesen Fall eine Führung aller Fahrstreifen auf einer Richtungsfahrbahn und somit eine 4+0-Verkehrsführung möglich. Auf einer Richtungsfahrbahn des RQ 20 können hingegen maximal zwei Fahrstreifen geführt werden, so dass im Zuge einer Verkehrsführung die Gesamtanzahl der Fahrstreifen definitiv reduziert werden muss.

Eine Erhöhung der Baustellenlänge und die damit verbundenen größeren Fahrstreifenbreiten führen bei einigen Regelquerschnitten zu einer Veränderung der für eine unveränderte Verfügbarkeit notwendigen Verkehrsführung.

Die in den Kapiteln 3.2, 4.1 und 4.2 durchgeführten Untersuchungen beziehen sich auf eine Baustellenlänge < 6 km.

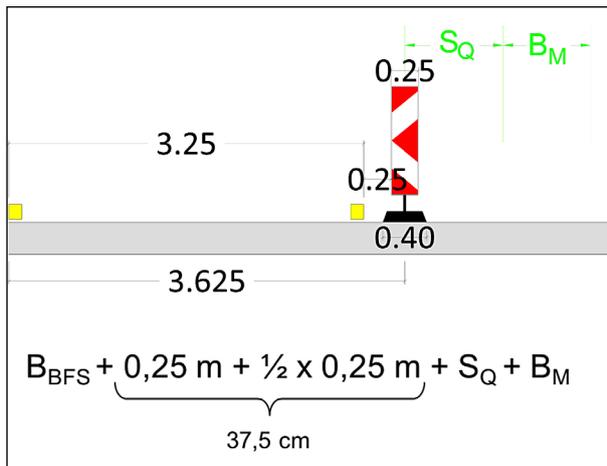


Bild 2.5: Breite Behelfsfahrstreifen, S_Q und B_M bei Verwendung von Leitbaken

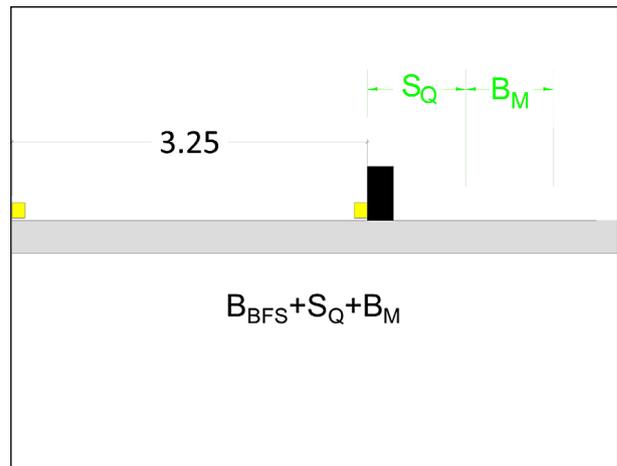


Bild 2.6: Breite Behelfsfahrstreifen, S_Q und B_M bei Verwendung von temporären Schutzeinrichtungen

2.4 Bezugspunkte für anzusetzende Breiten aus RSA 21 und ASR A5.2

In den [RSA 2021] ist vorgesehen, dass bei Verwendung von Leitbaken, auf Autobahnen die Fahrbahnbegrenzungen mit einem Abstand von 0,25 m zur verkehrsseitigen Kante der Leitbake angeordnet werden. Auf Stadt- und Landstraßen werden vor Leitbaken in der Regel keine Fahrbahnbegrenzungen markiert. Die gleiche Angabe ist bereits in den [RSA 1995/2017] enthalten, jedoch war dort die Markierung einer Fahrbahnbegrenzung zusätzlich zu Leitbaken für alle Straßenarten vorgesehen.

Bild 2.5 und Bild 2.6 zeigen, wie sich die Gesamtbreite für Behelfsfahrstreifen, Sicherheitsabstand S_Q und Arbeitsraumbreite B_M bei unterschiedlichen Sicherungseinrichtungen zusammensetzen.

Es wird deutlich, dass sich bei Verwendung von Leitbaken aufgrund des geforderten Abstands des Fahrstreifens von der Kante der Bake und des in der Mittelachse der Bake liegenden Bezugspunktes für S_Q unabhängig von der angesetzten Geschwindigkeit insgesamt eine Mehrbreite von 0,375 m ergibt. Bei höheren Geschwindigkeiten wird für S_Q bei Verwendung von Baken zudem eine deutlich größere Breite gefordert als bei der Verwendung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen (Tabelle 2.2). Zu beachten ist hierbei zudem die Vorgabe aus Abschnitt 4.2.1 Absatz 1 [ASR A5.2 2018], wonach zur Minimierung der Gefährdungen durch ein Abkommen von Fahrzeugen bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit größer 50 km/h zur räumlichen Trennung von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen auf Straßenbaustellen vom vorbeifließenden Verkehr grundsätzlich transportable Schutzeinrichtungen

einzusetzen sind, wenn die Arbeitsplätze einschließlich Verkehrswege nicht bereits durch baulich vorhandene Fahrzeug-Rückhaltesysteme (z. B. im Mittelstreifen) vom fließenden Verkehr getrennt sind.

3 Darstellung der Konflikte

3.1 Maßnahmen im Rahmen der ZTV BEB-StB und notwendige Arbeitsraumbreiten

In den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen [ZTV BEB-StB 2015] werden Maßnahmen der Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung aufgeführt, die bei Betonfahrbahndecken im Rahmen der Erhaltung zur Anwendung kommen können. Dies sind:

Instandhaltung:

- Ausbessern von Fugenfüllungen
- Aufweiten und Verfüllen von Rissen
- Verdübeln und Verankern
- Ausbessern von Kantenschäden und Eckausbrüchen
- Bearbeiten der Betonoberfläche (Grinding/Grooving)

Instandsetzung:

- Ersatz von Fugenfüllungen

- Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharz
- Oberflächenbeschichtung mit Reaktionsharzmörtel
- Festlegen und Heben von Plattenteilen
- Ersatz von Platten und Plattenteilen
- Streifenweiser Ersatz

Erneuerung:

- Erneuerung im Hocheinbau
- Erneuerung im Tiefeinbau
- Erneuerung in Kombination von Hoch- und Tiefeinbau

Für die weiteren Untersuchungen sind jedoch hauptsächlich die Arbeiten von Bedeutung, die im Bereich der Längsfuge und somit im Grenzbereich zu einer möglichen Verkehrsführung erfolgen. Die in den Untersuchungen weiter betrachteten Szenarien sind:

- Fugensanierung
- Plattenersatz /-sanierung
- Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
- Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens
- Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn

3.1.1 Fugensanierung

Fugen sind essentieller Bestandteil des Systems Betondecke. Die eingesetzten Fugenfüllmaterialien sollen die Fugenkammer dauerhaft abdichten, unterliegen aber zeitgleich hohen Beanspruchungen aus Verkehr und Witterung. Um die Dichtheit der Fugen über die gesamte Nutzungsdauer einer Betondecke sicherzustellen, sind Fugensanierungen notwendig.

Bei der Fugensanierung ist zwischen den einzelnen Arbeitsschritten zu unterscheiden, da sich teils unterschiedliche Arbeitsraumbreiten B_M ergeben können. Ist eine Veränderung der Verkehrsführung im Zuge der Arbeiten nicht vorgesehen bzw. nicht vertretbar (wirtschaftlicher und/oder zeitlicher Aufwand) sind die Arbeiten mit der größten notwendigen Arbeitsraumbreite in den Planungen anzusetzen.

Arbeitsschritte bei der Sanierung von Fugenmaterialien:

- Entfernen des alten Fugenmaterials
- Ggf. Nachschneiden der Fugenkammern
- Säubern der Fugenkammern (Ausbürsten)
- Einbringen des neuen Fugenmaterials.

Das Entfernen alter Fugenfüllungen erfolgt je nach vorhandenem Material maschinell oder händisch. Bei einem Ausbau mittels Maschinenteknik, wie in Bild 3.1 dargestellt, ist für das Herausleihen aus dem Fahrzeug eine Arbeitsraumbreite von 0,40 m anzusetzen. Zur Minimierung von Breitenkonflikten und im Interesse der Sicherheit der Beschäftigten sollten diese Arbeiten deshalb so organisiert werden, dass ein Herausleihen nur auf der dem Verkehr abgewandten Seite erforderlich ist, wie dies Bild 3.1 zeigt. Beim Herausleihen aus einem Fahrzeug ist B_M immer dort anzusetzen, wo sich der Arbeiter auch tatsächlich befindet. Im Falle des in Bild 3.1 dargestellten Arbeiters befindet sich B_M demnach vollständig innerhalb des durch die Vorderachse bestimmten Fahrzeugumrisses.

Werden hingegen handgeführte Geräte verwendet, ist nach [ASR A5.2 2018] eine Arbeitsraumbreite von $B_M \geq 0,80$ m anzusetzen. Allerdings ist in diesen Fällen auch der Bezugspunkt für B_M zu prüfen, da die Arbeiten direkt über der Fuge ausgeführt werden und somit eine Aufteilung auf 0,40 m beidseits der Fuge erfolgen kann (Bild 3.2).

Ein Nachschneiden des Fugenspalts ist nur in einigen Fällen erforderlich. Die eingesetzte Maschinenteknik (Bild 3.5) erlaubt in diesem Fall das Herausleihen aus dem Führerstand des Fahrzeugs. Aus



Bild 3.1: Fugensanierung – Herausreißen des alten Fugenmaterials [OAT 2021]

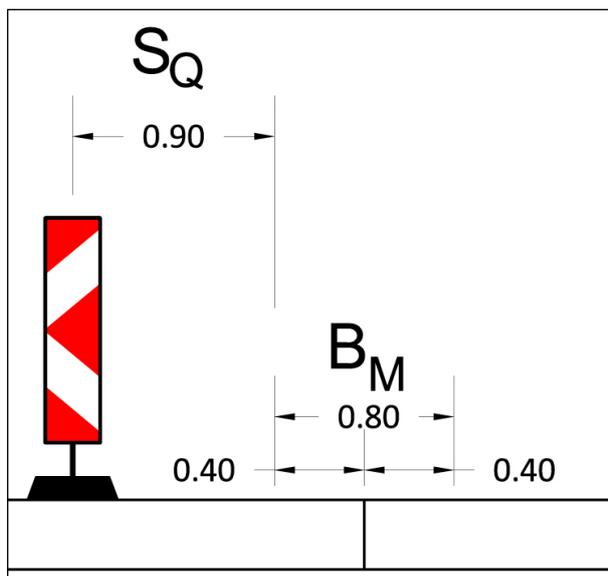


Bild 3.2: Aufteilung der Arbeitsraumbreite auf 0,40 m beidseits der Fuge bei Arbeiten, die direkt über der Fuge erfolgen



Bild 3.3: Fugensanierung – Ausbürsten des Fugenspalts [OAT 2021]



Bild 3.4: Fugensanierung – Füllen des vorbereiteten Fugenspalts [OAT 2021]

diesem Grund ist eine Arbeitsraumbreite von $B_M \geq 0,40$ m anzusetzen. Der tatsächlich notwendige B_M richtet sich jedoch nach der tatsächlich benötigten Breite für das Hinauslehnen und ist daher entsprechend im Vorfeld zu ermitteln.

Für das anschließende Ausbürsten des Fugenspalts (siehe Bild 3.3) mit handgeführten Geräten ist $B_M \geq 0,80$ m anzusetzen. Da auch diese Arbeiten direkt über der Fuge erfolgen, kann der Bezugspunkt für B_M verschoben werden, so dass, wie in Bild 3.2 gezeigt, die Arbeitsraumbreite auf 0,40 m beidseits der Fuge aufgeteilt werden kann.

Im letzten Arbeitsschritt, dem Verfllen der Fugen, ist sowohl bei Verwendung von Fugenmassen (Bild 3.4) als auch beim Einbringen von Fugenprofilen davon auszugehen, dass dies überwiegend mittels handgeführter Geräte erfolgt und somit $B_M \geq 0,80$ m anzusetzen ist. Hier kann wie beim händischen Entfernen und beim Ausbürsten direkt über der Fuge bzw. auf der dem Verkehr abgewandten Seite der Fuge gearbeitet werden, so dass B_M entsprechend Bild 3.2 aufgeteilt werden kann.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei der Instandsetzung bzw. der Sanierung von Fugen im Regelfall von einer erforderlichen Mindestarbeitsraumbreite von $B_M \geq 0,80$ m auszugehen ist, die jedoch aufgrund der Arbeit direkt über der Fuge auf 0,40 m beidseits der Fuge aufgeteilt werden kann. Befindet sich der maßgebliche Arbeitsraum neben der Fuge kann auf der dem Verkehr abgewandten Seite gearbeitet werden.



In jedem Fall sind die Beteiligten vor Beginn der Bauarbeiten darauf hinzuweisen, sich auf der verkehrsabgewandten Seite der Fuge zu bewegen. Gegebenenfalls sind die Arbeiten so zu planen, dass sie bei Notwendigkeit auch entgegen der Fahrtrichtung ausgeführt werden können, um den Abstand zwischen fließendem Verkehr und Mitarbeitern auf der Baustelle maximieren und Breitenkonflikte minimieren zu können.

3.1.2 Plattenersatz /-sanierung

Gelegentlich können Schäden an Betonfahrbahndecken auftreten, die den Austausch einzelner Platten erfordern. Je nach Schadensausmaß und -ort können ganze Platten oder auch nur Plattenteile ersetzt werden.

Bei dem Ersatz von Platten oder Plattenteilen erfolgt zunächst der Rückbau der bestehenden Konstruktion. Hierfür ist es erforderlich, den geschädigten Bereich/Teilbereich entlang der vorhandenen Längsfuge von der restlichen Konstruktion zu tren-



Bild 3.5: Plattenersatz – Schnitte entlang der Längsfuge [OAT 2021]



Bild 3.6: Bohren von Löchern zum nachträglichen Einbau von Dübeln bzw. Ankern [OAT 2021]

nen. Die hierfür genutzten Maschinen ermöglichen ein Hinauslehnen (Bild 3.5), so dass für diesen Arbeitsschritt $B_M \geq 0,40$ m anzusetzen ist.

Für den anschließenden Ausbau selbst wird davon ausgegangen, dass hierfür kein Aufenthalt eines Arbeiters im Grenzbereich zum Straßenverkehr erforderlich ist. Gleiches gilt für das Einbringen notwendiger Anker bzw. Dübel in die angrenzende Konstruktion. Hierfür sind bei Erfordernis geeignete Arbeitsmittel einzusetzen, die keinen Aufenthalt von Arbeitern im Grenzbereich zum fließenden Verkehr bedürfen (Bild 3.6).

Bei weiteren vorbereitenden Arbeiten ist darauf zu achten, dass sich Arbeiter nicht im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhalten. Ist neben der Einbaustelle ein Verkehrsweg unumgänglich ist für diesen gemäß [ASR A5.2 2018] eine Arbeitsraumbreite von $B_M = 0,80$ m vorzusehen.

Ist es bei der Baumaßnahme erforderlich, dass sich Arbeiter über den Rand des Einbaubereichs hinauslehnen (z. B. Bild 3.7), ist die Arbeitsraumbreite in voller Höhe anzusetzen, da sich der Arbeiter vollständig im Freien (außerhalb von Arbeitsmitteln) bewegt. Demnach ist B_M in Abhängigkeit von Arbeiter und Tätigkeit individuell zu ermitteln.

Nach dem Vorbereiten der Einbaustelle wird der Beton eingebracht und verteilt. Je nach vorliegender Baustellengeometrie ist ein Aufenthalt von Arbeitern im Grenzbereich zum fließenden Verkehr nicht immer auszuschließen (Bild 3.8). Hierfür ist eine Arbeitsraumbreite von $B_M = 0,80$ m vorzusehen.

Halten sich bei den Arbeiten keine Personen im Grenzbereich auf (Bild 3.9), muss für diesen Ar-

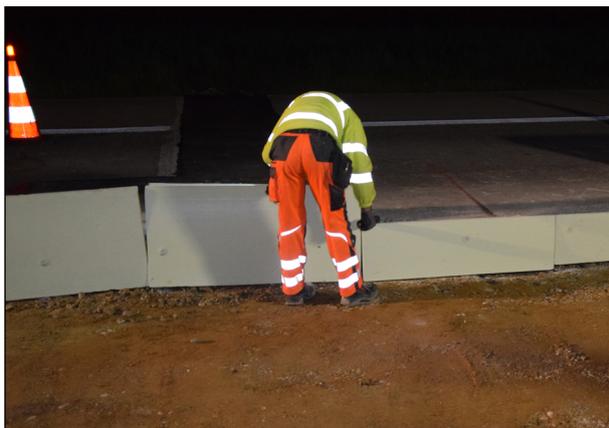


Bild 3.7: Anbringen und Anpassen einer bleibenden Fugeneinlage mit Überbeugen des Arbeiters



Bild 3.10: Abziehen der Oberfläche mit Nivellierwalze



Bild 3.8: Einbringen und Verteilen des Betons beim Plattenersatz [Foto: OAT]



Bild 3.11: Einsatz einer Rüttelbohle [Foto: OAT]



Bild 3.9: Einbringen und Verteilen des Betons beim Plattenersatz [Foto: OAT]

beitsschritt keine Arbeitsraumbreite berücksichtigt werden.

Der Einbau des Betons erfolgt bei Plattensanierungen auch in Abhängigkeit vom Umfang der Arbeiten im Handeinbau oder mittels Walzenfertiger. Die Verwendung eines Gleitschalungsfertigers ist für solche kleine Flächen unüblich. Der fertigungstechnische Überstand eines solchen Fertigers kann mit ca. 20 cm angesetzt werden. Die Ausrichtung kann so

erfolgen, dass sich der Führerstand an der gegenüberliegenden Seite befindet und nicht weiter berücksichtigt werden muss. Da ein Mitgängerbetrieb in diesem Fall nicht erforderlich ist, kann für $B_M \geq 0,80$ m ausgehend von der Kante der Baugrube angesetzt werden, um ggf. notwendige Arbeiten vor dem Fertiger zu berücksichtigen. Ist kein Arbeiter im Grenzbereich tätig, kann B_M für diesen Arbeitsschritt auch entfallen.

Beim Handeinbau wird die Betonfläche oftmals mit einer Nivellierwalze (Bild 3.10) oder einer Rüttelbohle (Bild 3.11) abgezogen.

Wie in den Bildern erkennbar, sind bei beiden Varianten jeweils an beiden Seiten Arbeiter notwendig, um das Arbeitsgerät zu führen. Hierfür ist auf der verkehrszugewandten Seite eine Arbeitsraumbreite von $B_M \geq 0,80$ m vorzusehen. Diese Breite ist in Abhängigkeit von der tatsächlich benötigten Arbeitsbreite (abhängig von Überstand des Arbeitsgeräts und vom anthropometrisch Maß des Arbeiters) anzupassen.

Ein händisches Nacharbeiten der Kanten der neuen Betonfläche ist oftmals notwendig, so dass auch dieser Arbeitsgang bei der Ermittlung der relevanten Arbeitsraumbreite einer Gesamtmaßnahme berücksichtigt werden muss. Auch hier ist die Arbeitsraumbreite maßgeblich vom Arbeiter (Kantenmaurer) selbst und dessen Arbeitsposition abhängig.

Ein Nachstellen des Arbeitsgangs (Bild 3.12) hat gezeigt, dass die Mindestarbeitsraumbreite von



Bild 3.12: Nachstellen der Position des Kantenmaurers [Foto: OAT]

0,80 m nur in wenigen Fällen ausreicht, um genügend sicheren Raum für den Arbeiter zu bieten.

Als realistisches Maß kann daher $B_M=1,00$ m angesetzt werden. Ungeachtet dessen sind gegebenenfalls größere Breiten notwendig, wenn Arbeitsposition und/oder Arbeiter variieren.

Mit der Texturierung der Oberfläche endet die Baumaßnahme. Beim (Teil-)Plattenersatz wird meist ein Besenstrich auf die frische Oberfläche aufgebracht. Der Aufenthaltsort sowie die Position des Arbeiters (Bild 3.13) wird maßgebend vom anthropometrischen Maß, dem eingesetzten Gerät und der Geometrie des Baubereichs bestimmt. Wird beispielsweise mit einer Stilverlängerung gearbeitet, ist es auch möglich, den Besenstrich über die gesamte Fläche auszuführen, ohne sich im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhalten zu müssen. Für die weiteren Betrachtungen wird eine notwendige Arbeitsraumbreite von 0,80 m unterstellt.

Die anzusetzende Arbeitsraumbreite ergibt sich aus den notwendigen Arbeitsraumbreiten der einzelnen Arbeitsschritte, wobei die größte Breite jeweils maßgebend wird. Für die weiteren Betrachtungen wird für den Fall der Plattensanierung daher eine Arbeitsraumbreite $B_M=1,00$ m zu Grunde gelegt.

3.1.3 Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving

Das Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding und Grooving kommt bei Betondecken vermehrt zum Einsatz. Zum einen dient es der Verbesserung der Längsebenheit und Griffigkeit sowie der Minderung



Bild 3.13: Oberflächentexturierung mit Besenstrich [OAT 2021], [Foto: OAT]



Bild 3.14: Grindingmaschine [OAT 2021]

des Reifen-Fahrbahn-Geräuschs. Grindingoberflächen werden heutzutage oftmals bereits kurz nach Herstellung der Betondecke ausgeführt. Da zur Dauerhaftigkeit bislang keine Langzeiterfahrungen vorliegen, kann die Notwendigkeit, den Grindingvorgang zu wiederholen nicht ausgeschlossen werden, insbesondere wenn definierte Eigenschaften/Kennwerte erreicht bzw. beibehalten werden sollen.

Die Maschinen, die für den Grindingvorgang zum Einsatz kommen sind in Bild 3.14 zu sehen.

Der Fahrzeugüberstand ist an der linken Seite mit 40 cm und auf der rechten mit ungefähr 70 cm anzusetzen. Hinzu kommt ggf. noch der Bewegungsraum des Mitarbeiters neben der Maschine, der mit einem $B_M \geq 0,80$ m angesetzt und somit für diese Maßnahme maßgebend wird.

Für die durchzuführenden Betrachtungen ist jedoch von Bedeutung, dass der Arbeitsbereich der Grindingmaschine nicht von der Längsfuge abhängig ist, da über die Fuge hinweg gegrindet werden kann. Es ist folglich nur wichtig, dass der Arbeitsbereich in den verschiedenen Bauphasen die gesamte Breite der Betondecke abdeckt.

3.1.4 Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens bzw. grundlegende Erneuerung einer Richtungsfahrbahn

Der streifenweise Ersatz des Hauptfahrstreifens kann vorgesehen werden, wenn dort gehäuft Schäden auftreten, die angrenzenden Fahrstreifen jedoch noch intakt sind und keiner Maßnahmen bedürfen. Dabei handelt es sich zumeist um einen längeren Abschnitt, der mittels Gleitschalungsfertiger wieder neu hergestellt wird.

Weisen auch die anderen Fahrstreifen vermehrt Schäden auf, wird die Richtungsfahrbahn meist grundhaft erneuert. Der Einbau der neuen Betondecke kann hierbei in zwei Bauphasen erfolgen, wenn zumindest ein Fahrstreifen weiter auf der zu erneuernden Richtungsfahrbahn geführt werden muss. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass durch eine derartige Aufteilung anstelle einer Längsscheinfuge (Rissverzahnung) nur eine Längspressfuge (glatte Betonkante) ausgebildet werden kann. Dies kann zu einer Reduzierung der Dauerhaftigkeit und somit wieder zu einer Verringerung der Verfügbarkeit der Strecke aufgrund zeitigerer erneuter Maßnahmen führen. In diesem Fall sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, um gleichwertige Fugenkonstruktionen zu erhalten. Dies kann in der Längsfuge beispielsweise durch den Einbau von Dübeln zwischen den Anker erfolgen.

Der Rückbau der alten Fahrbahn erfolgt beim streifenweisen Ersatz sowie beim Ersatz der gesamten Richtungsfahrbahn in zwei Phasen wie bei dem Ersatz von Einzelplatten durch Schneiden entlang der Längsfuge. Die entsprechende Mindestarbeitsraumbreite wird analog mit $B_M \geq 0,40$ m angenommen. Die tatsächlich anzusetzende Breite ist anhand des eingesetzten Personals und Arbeitsmittels für die Arbeitsstelle individuell zu ermitteln. Für den anschließenden Ausbau selbst wird davon ausgegangen, dass hierfür kein Aufenthalt eines Arbeiters im Grenzbereich zum Straßenverkehr erforderlich ist. Gleiches gilt für das Einbringen notwendiger Anker bzw. Dübel in die angrenzende Konstruktion. Die Arbeitsschritte wurden bereits bei der Einzelplattensanierungen eingehender betrachtet.

Den größten Unterschied zur Einzelplattensanierung stellt der Einsatz eines Gleitschalungsfertigers dar. Durch den Überhang des Fertigers, in dem u. a. das Kettenlaufwerk geführt wird, vergrößert sich der notwendige Arbeitsbereich neben dem Baufeld. Dieser Überhang kann mit ca. 0,70 m (siehe Bild 3.15) angesetzt werden.

Für den Fall, dass sich ein Arbeitsplatz für einen Mitgänger neben dem Fertiger befindet, ist gemäß den [ASR A5.2 2018] neben dem Laufwerk des Fertigers für den Arbeiter im Mitgängerbetrieb (ab Außenkante Fertiger) eine Arbeitsraumbreite $B_M \geq 0,80$ m vorzusehen.

Gegebenenfalls notwendige Mitgänger zur Bedienung des Fertigers befinden sich im Betonstraßenbau üblicherweise jedoch hinter dem Fertiger, also



Bild 3.15: Arbeitsbereich Gleitschalungsfertiger 0,70 m neben Betonkante

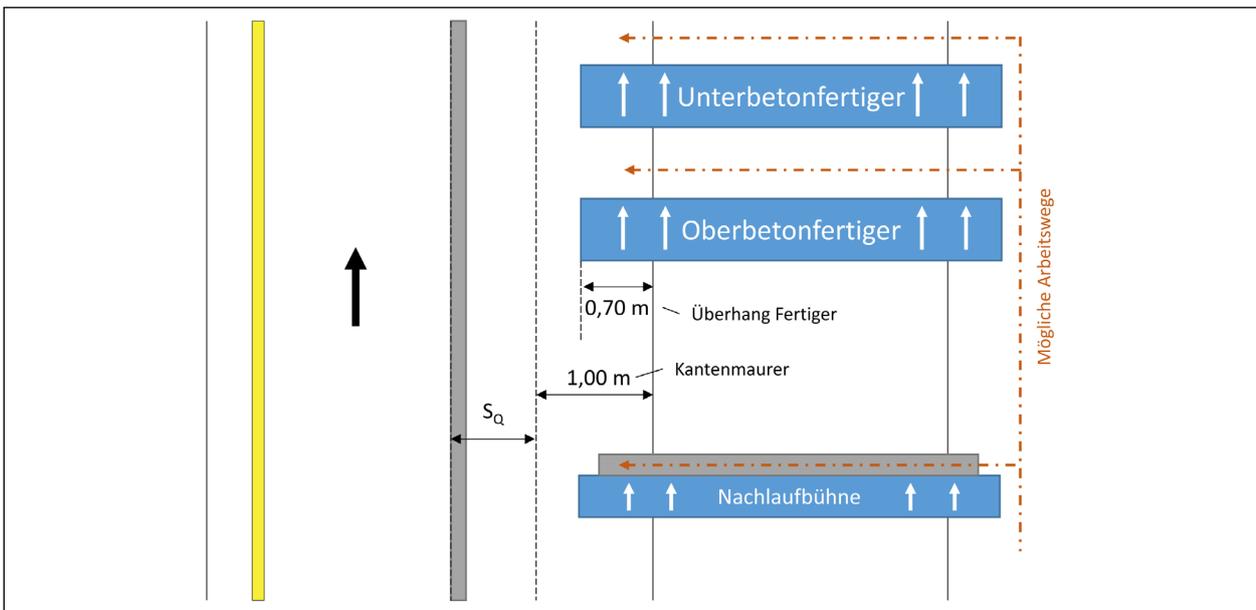


Bild 3.16: Mögliche Arbeitswege im Bereich von Betonfertigern

im Bereich des Fahrwegs des Kettenlaufwerks. Ein Ansetzen der Arbeitsraumbreite ab Außenkante Fertiger ist daher nicht erforderlich.

Darüber hinaus ist auf der verkehrszugewandten Seite des Fertigerters kein Verkehrsweg nötig, da die gegenüberliegende, also die dem Verkehr abgewandte Seite oder der Übergang über die Arbeitsbühne als Arbeitsweg genutzt werden kann (Bild 3.16).

Beim Einbau mittels Fertiger ist ein händisches Nacharbeiten der Kanten (Kantenmaurer) erforderlich. Es erfolgt hinter dem Fertiger (Oberbetonfertiger) und vor der Nachbehandlung. Wie in Kapitel 3.1.2 bereits aufgezeigt, ist hierfür eine Arbeits-

raumbreite von 0,80 m nur selten ausreichend. Entsprechend des eingesetzten Personals und der verwendeten Werkzeuge ist die notwendige Arbeitsraumbreite individuell für die einzelne Baustelle im Vorfeld zu ermitteln, da dadurch der Platzbedarf unterschiedlich ausfallen kann (Bild 3.17).

Für die weiteren Betrachtungen wird eine Arbeitsraumbreite von 1,00 m für das händische Nacharbeiten der Kanten berücksichtigt.

Oberflächentexturierung und Nachbehandlung der frischen Betondecke erfolgen, ohne dass ein Aufenthalt von Personal im Grenzbereich zum fließenden Verkehr notwendig ist. Aus diesem Grund ergibt sich der maßgebende Arbeitsraum beim strei-



Bild 3.17: Unterschiedliche Positionen beim Nacharbeiten der frischen Betonkante

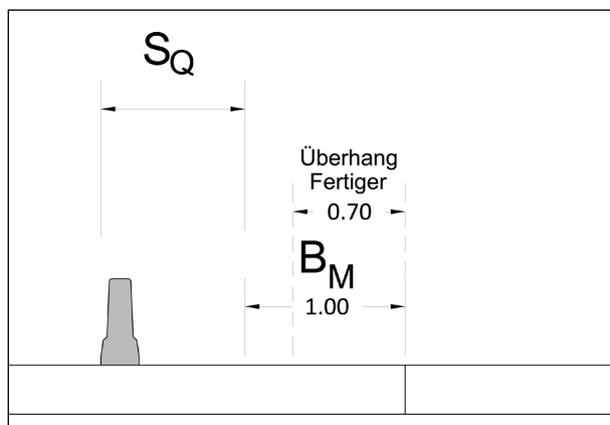


Bild 3.18: Relevante Arbeitsraumbreite beim streifenweisen Ersatz

fenweisen Ersatz durch den Platz, den der Kantenumauerer benötigt. Für die Betrachtungen innerhalb dieses Forschungsvorhabens wird daher $B_M=1,00$ m entsprechend Bild 3.18 angesetzt.

3.1.5 Relevante Mindestarbeitsraumbreite der einzelnen Maßnahmen

In Tabelle 3.1 sind die zuvor ermittelten relevanten maßgebenden Mindestarbeitsraumbreiten für die jeweiligen Maßnahmen zusammengestellt. Dabei handelt es sich um Beispiele, die den weiteren Betrachtungen unterstellt werden. Die Arbeitsraumbreiten sind in Abhängigkeit von eingesetzten Arbeitern und Arbeitsmitteln für jede Baumaßnahme im Vorfeld individuell zu ermitteln.

Es wird deutlich, dass bei Plattensanierung, streifenweisem Ersatz oder grundhafter Erneuerung jeweils das händische Nacharbeiten der frischen Betonkante in Bezug auf die Arbeitsraumbreite den wesentlichen Arbeitsschritt darstellt und für die weiteren Betrachtungen mit 1,00 m angesetzt wird. Bei der Fugensanierung und Oberflächenbearbeitung

Maßnahme	B_M	Maßgebende Tätigkeit
Fugensanierung	0,80 m, aufgeteilt auf zweimal 0,40 m beidseits der Fuge	Arbeiten entlang der Fuge
Plattenersatz / -sanierung	1,00 m	Händisches Nacharbeiten der frischen Betonkante (Kantenumauerer)
Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving	0,80 m	Mitgängerbetrieb
Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	1,00 m	Händisches Nacharbeiten der frischen Betonkante (Kantenumauerer)
Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	1,00 m	Händisches Nacharbeiten der frischen Betonkante (Kantenumauerer)

Tab. 3.1: Ermittelte relevante Mindestarbeitsraumbreiten für einzelne Maßnahmen

sind jeweils 0,80 m anzusetzen, wobei bei Arbeiten über der Fuge die Breite auf 0,40 m beidseits der Fuge aufgeteilt werden kann.

In jedem Fall ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass die hier aufgeführten Angaben lediglich Annahmen für die weiteren Betrachtungen darstellen. Die genauen Arbeitsraumbreiten sind in Abhängigkeit von der Maßnahme, dem eingesetzten Personal und den verwendeten Arbeitsmitteln in einer Gefährdungsbeurteilung im Vorfeld einer Baumaßnahme einzelfallbezogen zu ermitteln.

3.2 Konflikte bei Erhaltungsmaßnahmen gemäß ZTV BEB-StB (herkömmliche Plattengeometrien)

Bei der Betonbauweise ergeben sich die notwendigen Arbeitsbereiche in den meisten Fällen aufgrund der Lage der Längsfugen. Maßgebend beeinflusst wird diese wiederum durch die Lage der Markierung, die für die Regelquerschnitte nach [RAA 2008], [RAL 2012], [RAS-Q 96] bzw. [RAS-Q 82] durch die Fahrstreifenbreiten vorgegeben ist. Auch sollten Fugen nicht unter oder direkt neben der Markierung liegen. Ein Abstand von mindestens 5 cm sollte hier eingehalten werden. Fugen sind so anzuordnen, dass sie nicht in den Rollspuren des Hauptfahrstreifens liegen, um häufige Überfahrungen durch den Schwerverkehr zu vermeiden. Insgesamt sind jedoch die Plattengeometrien des gesamten Querschnittes bei der Festlegung der Lage der Fugen zu berücksichtigen. Maßgebend für die Dimensionierung ist grundsätzlich die Platte des Hauptfahrstreifens.

In den folgenden Kapiteln sind die einzelnen Querschnitte entsprechend der verschiedenen Verkehrsführungen nach [RSA 2021] (siehe Kapitel 2.3) und den unterschiedlichen Breiten nach [ASR A5.2 2018] in Bezug auf die unterschiedlichen relevanten Maßnahmen (Kapitel 3.1.5) dargestellt. Im Ergebnis sollen hierdurch Konflikte, die sich bei Erhaltungsmaßnahmen gemäß ZTV BEB-StB ergeben können, aufgezeigt werden.

Für die Breiten nach [RSA 2021] wurde von einer Arbeitsstellenlänge < 6 km ausgegangen. Da die Betrachtungen nur den pessimalen Fall darstellen, wurde ab dem zweiten Behelfsfahrstreifen eine Breite von 2,60 m angenommen. Gemäß [RSA 2021] ist die Anordnung mehrerer Behelfsfahrstreifen mit dieser Mindestbreite jedoch zu vermeiden. Gegebenenfalls vorhandene Platzreserven sollten daher genutzt werden, um größere Behelfsfahrstreifenbreiten zu ermöglichen.

3.2.1 Autobahnen – Arbeitsstellen von längerer Dauer (AID)

Bei Arbeitsstellen von längerer Dauer handelt es sich laut [RSA 2021] in der Regel um Arbeitsstellen, bei denen die Verkehrsführung für einen Zeitraum von > 24 h durchgehend und ortsfest aufrechterhalten werden muss. Hierbei kommen meist Gelbmarkierungen und Überleitungen des Verkehrs auf die Gegenfahrbahn zum Einsatz, so dass die zur Ver-

fügung stehende Querschnittsbreite ausgenutzt werden kann, um möglichst viele Behelfsfahrstreifen zu erhalten und die Verfügbarkeit nicht grundlegend zu beeinflussen.

Im Folgenden sind die Konflikte für die Autobahnquerschnitte dargestellt. Abgebildet wurde dabei immer eine beispielhafte Plattengeometrie.

Farblich gekennzeichnet wurden jeweils die Platten, die in der entsprechenden Bauphase mit der vorhandenen Verkehrsführung vollständig bearbeitet, also z. B. ersetzt, werden können (vollständig gefüllte Fläche). Schraffiert gekennzeichnet sind die darüber hinaus gehenden Bereiche, bis zu denen in der jeweiligen Bauphase theoretisch gebaut werden kann (bei $B_M = 1,00$ m), bei denen allerdings keine komplette Platte bearbeitet werden kann. Auf diese Weise kann in den weiteren Untersuchungen ermittelt werden, ob z. B. das Längsteilen von Platten bei der Sanierung möglich ist. Auch kann somit ermittelt werden, ob eine Oberflächenbearbeitung mittels Grinding/Grooving möglich ist, wenn sich z. B. die Arbeitsbereiche in den beiden Bauphasen überschneiden.

Aus Tabelle 3.2 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von drei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Bei Anordnung von zwei Behelfsfahrstreifen ist es bei den angenommenen Breiten hingegen entscheidend, an welcher Stelle die Fuge zwischen erstem und zweitem Überholfahrstreifen liegt. Nur bei einer Anordnung rechts der Markierung sind Arbeiten auf der gesamten Querschnittsbreite in zwei Bauphasen möglich. Für einen Plattenersatz im ersten Überholfahrstreifen wäre jedoch auch eine Längsteilung denkbar, so dass die Platte in den beiden Bauphasen instandgesetzt werden kann. In diesem Fall ist jedoch auch eine Teilung der Platte in der Länge erforderlich. Diese Vorgehensweise ist jedoch nur für den Einzelfall sinnvoll.

Wird nur noch ein Behelfsfahrstreifen vorgesehen, kann in jedem Fall in zwei Bauphasen erneuert werden. Hierbei kann die Platte des ersten Überholfahrstreifens sowohl in Bauphase I als auch in Bauphase II bearbeitet werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt nur sechs Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen in diesem Fall, bei Anwendung herkömmlicher Plattengeometrien, um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 6+1).

Aus Tabelle 3.3 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von drei oder zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Die Platte des ersten Überholfahrstreifens kann hierbei sowohl in Bauphase I als auch in Bauphase II erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt nur fünf Fahrstreifen Platz finden, muss in diesem Fall die Anzahl der Fahrstreifen um zwei Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 5+1).

Eine Ausnahme stellt auch hier wieder der Plattenersatz im ersten Überholfahrstreifen dar, der durch Längsteilung der Platte bei zwei verbleibenden Fahrstreifen je Bauphase erfolgen kann.

Da sich die reinen Arbeitsbereiche (schraffierte Bereiche) bei zwei Behelfsfahrstreifen je Bauphase überschneiden, ist das Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving möglich.

Aus Tabelle 3.4 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von drei oder zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt fünf Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen nicht reduziert werden (Verkehrsführung 5+1).

Aus Tabelle 3.5 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt vier Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 4+1).

Aus Tabelle 3.6 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt vier Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen

um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 4+1).

Aus Tabelle 3.7 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt vier Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 4+1).

Aus Tabelle 3.8 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von zwei Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Lediglich bei Anordnung eines Behelfsfahrstreifens kann in zwei Bauphasen erneuert werden. Da auf der Gegenrichtung insgesamt vier Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 4+1).

Aus Tabelle 3.9 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien die Aufrechterhaltung von zwei oder einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Allerdings ist die Überleitung beider Fahrstreifen auf die Gegenrichtung möglich, so dass die gesamte Richtungsfahrbahn in einem Zug erneuert werden kann (Verkehrsführung 4+0).

Bei der Aufrechterhaltung eines Behelfsfahrstreifens je Bauphase ist es jedoch möglich, die gesamte Oberfläche des Querschnitts zu bearbeiten.

Durch eine günstigere Fugenlage sind auch bei jeweils zwei Behelfsfahrstreifen je Bauphase zumindest die äußeren Platten bearbeitbar.

Aus Tabelle 3.10 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt drei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 3+0). Im 3+1-Verkehr, der für eine unveränderte Verfügbarkeit notwendig ist, kann jedoch die Oberfläche auf gesamter Querschnittsbreite bearbeitet werden, da sich

die möglichen Arbeitsräume aus beiden Bauphasen überschneiden.

Aus Tabelle 3.11 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt drei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 3+0). Im 3+1-Verkehr, der für eine unveränderte Verfügbarkeit notwendig ist, kann jedoch die Oberfläche auf gesamter Querschnittsbreite bearbeitet werden, da sich die möglichen Arbeitsräume aus beiden Bauphasen überschneiden.

Aus Tabelle 3.12 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt drei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 3+0). Im 3+1 – Verkehr, der für eine unveränderte Verfügbarkeit notwendig ist, kann jedoch die Oberfläche auf gesamter Querschnittsbreite bearbeitet werden.

Aus Tabelle 3.13 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt drei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 3+0).

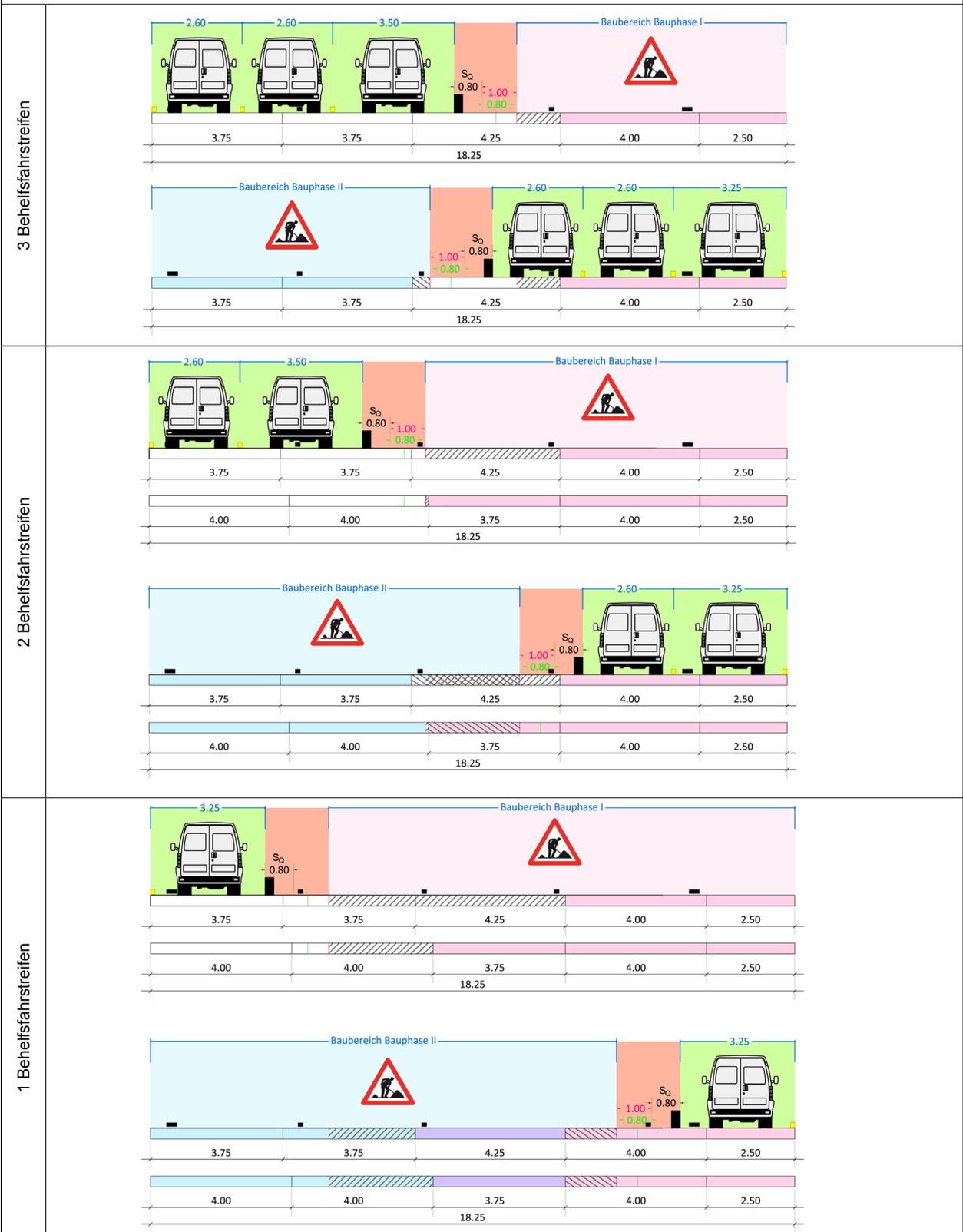
Aus Tabelle 3.14 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt drei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um einen Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 3+0).

Aus Tabelle 3.15 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt nur zwei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um zwei Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 2+0).

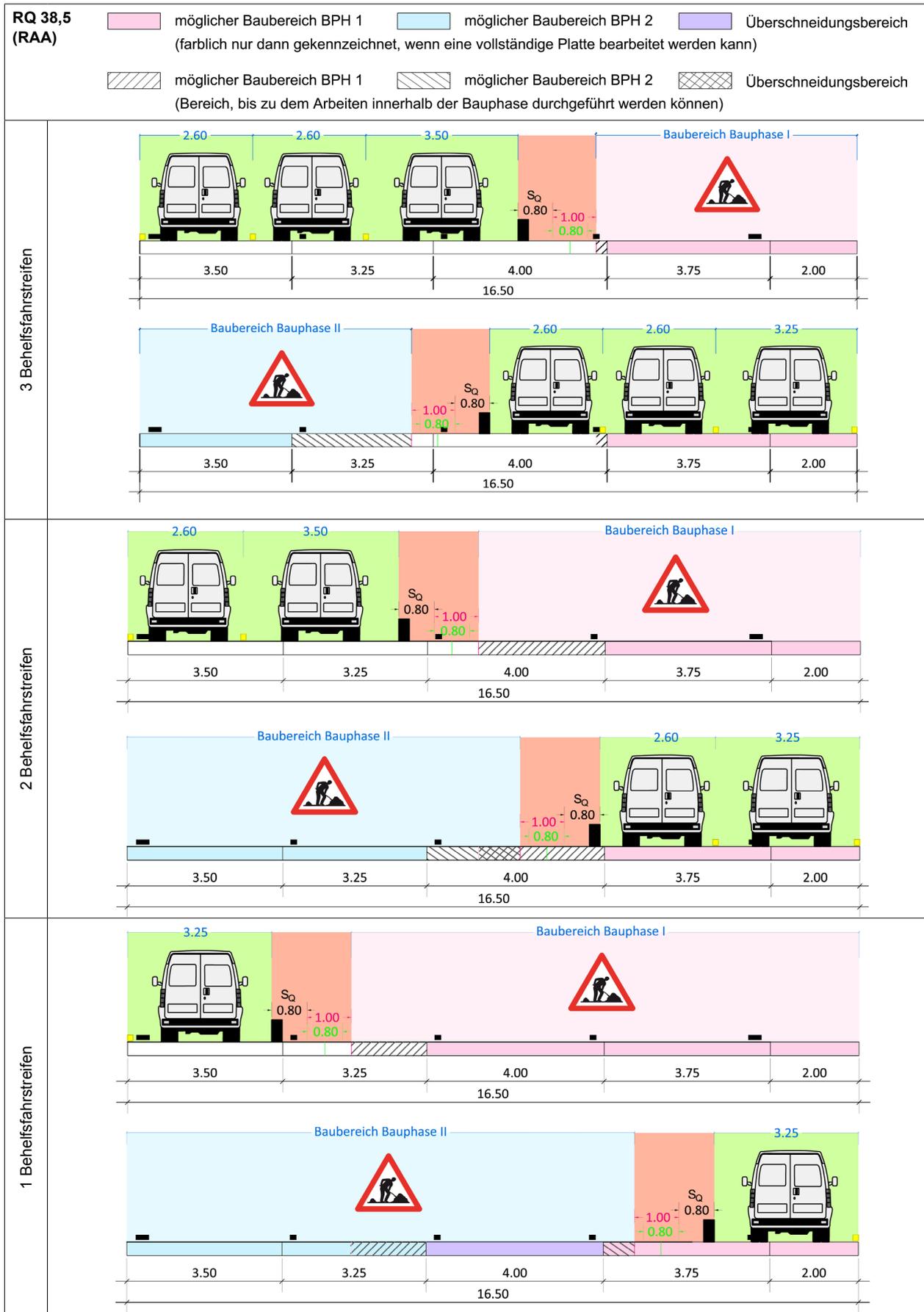
4 Fahrstreifen pro Richtung im Regelquerschnitt

RQ 43,5 (RAA)

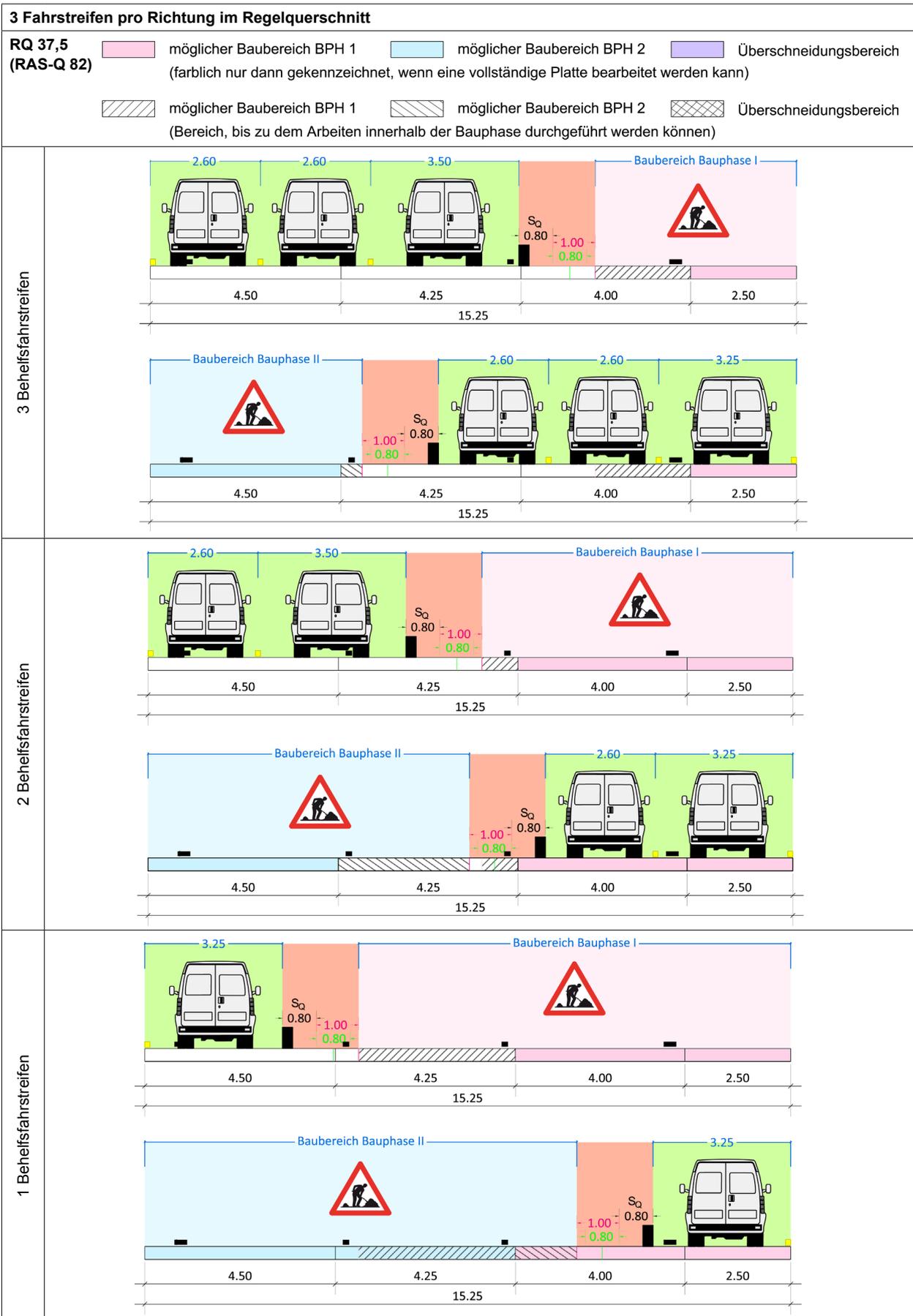
- möglicher Baubereich BPH 1
 möglicher Baubereich BPH 2
 Überschneidungsbereich
 (farblich nur dann gekennzeichnet, wenn eine vollständige Platte bearbeitet werden kann)
- möglicher Baubereich BPH 1
 möglicher Baubereich BPH 2
 Überschneidungsbereich
 (Bereich, bis zu dem Arbeiten innerhalb der Bauphase durchgeführt werden können)



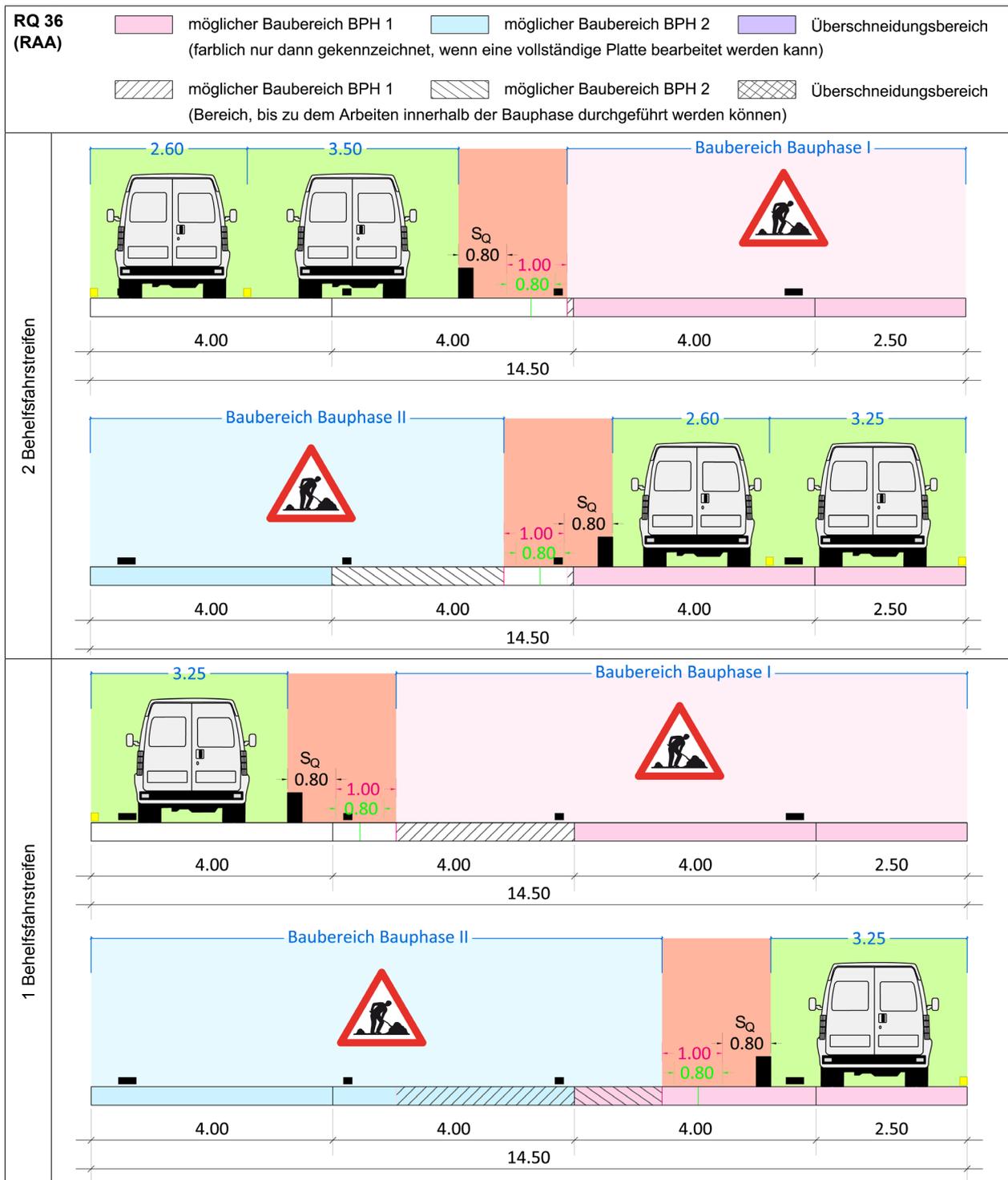
Tab. 3.2: Konfliktbetrachtung RQ 43,5 (RAA)



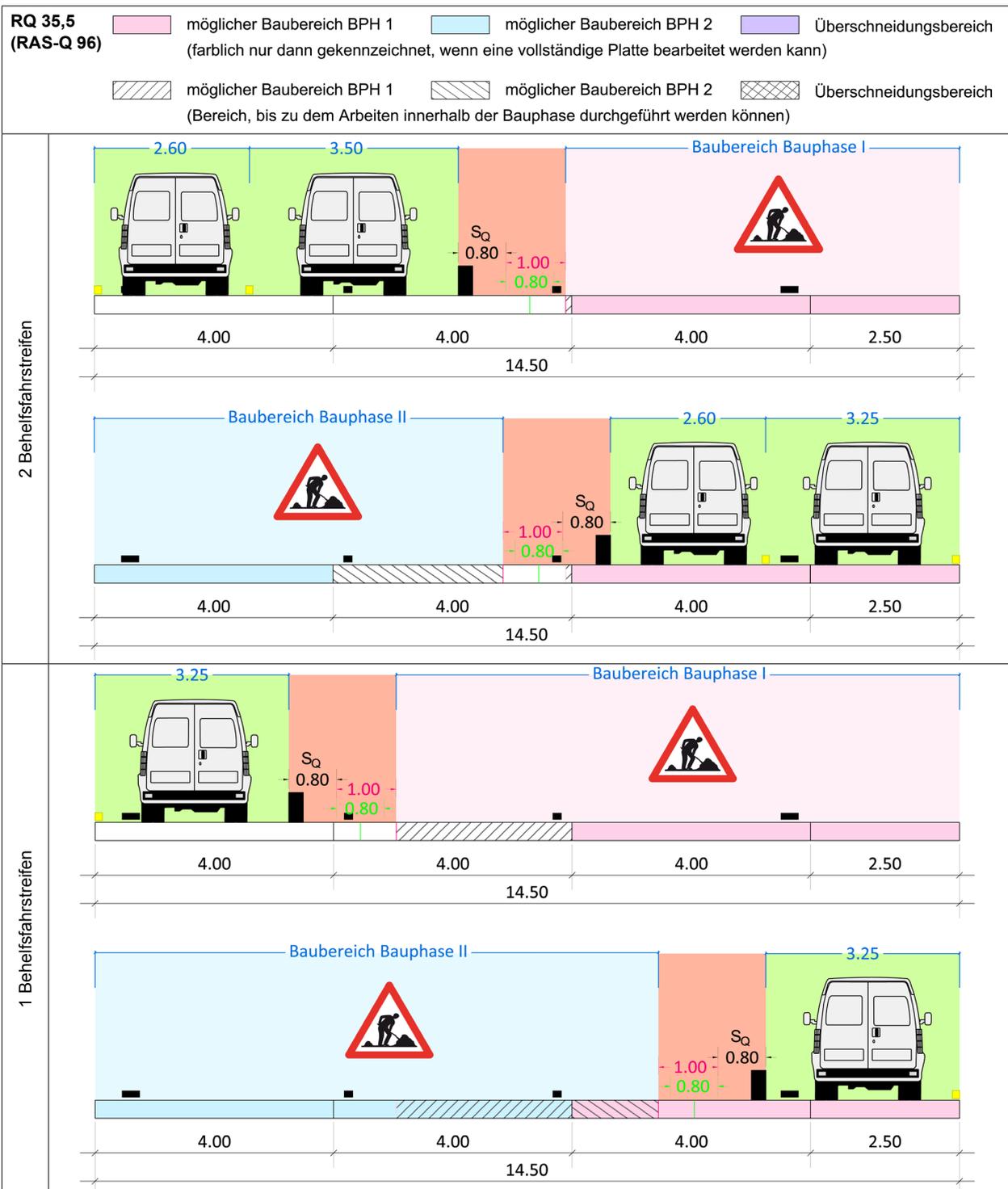
Tab. 3.3: Konfliktbetrachtung RQ 38,5 (RAA)



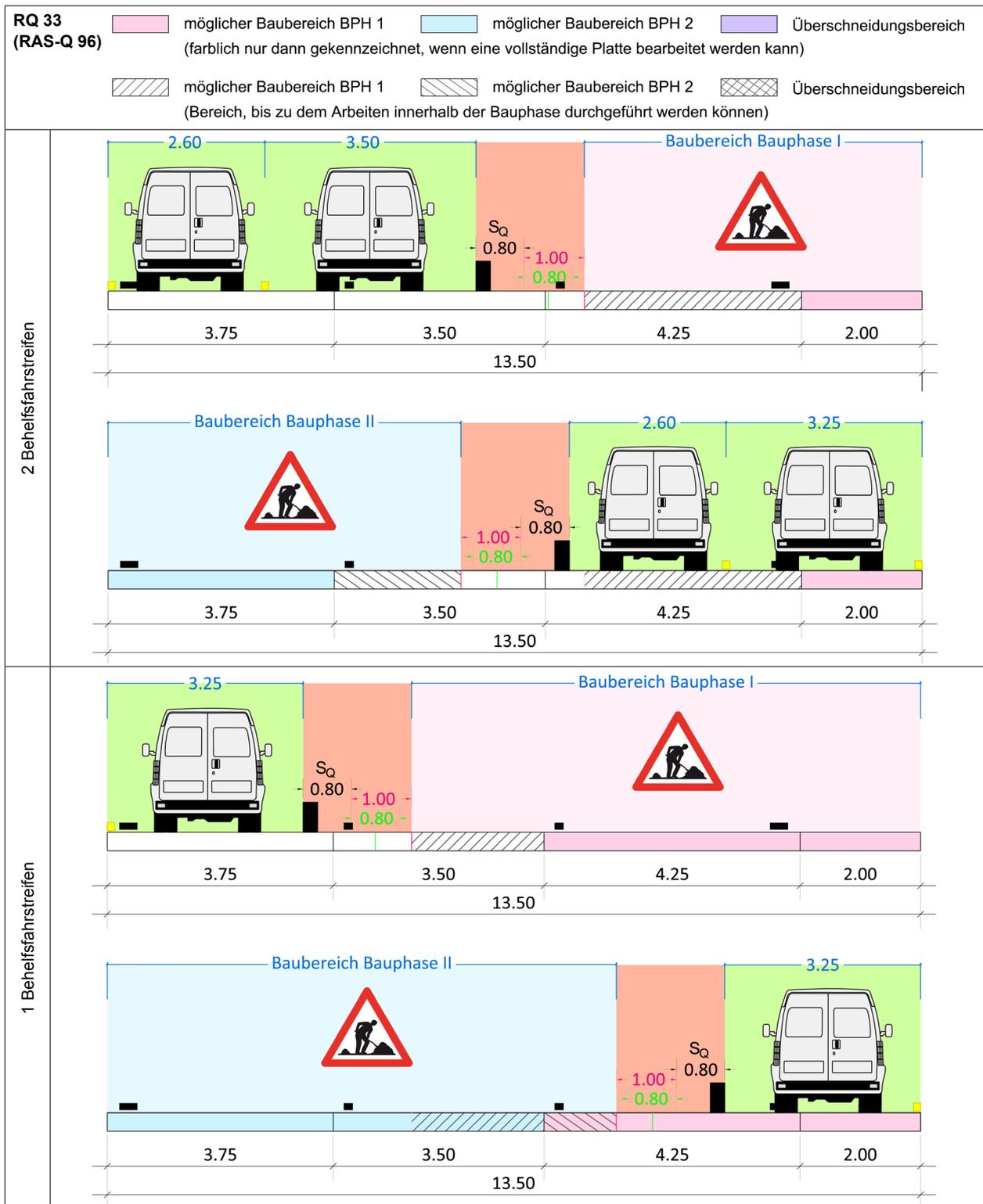
Tab. 3.4: Konfliktbetrachtung RQ 37,5 (RAS-Q 82)



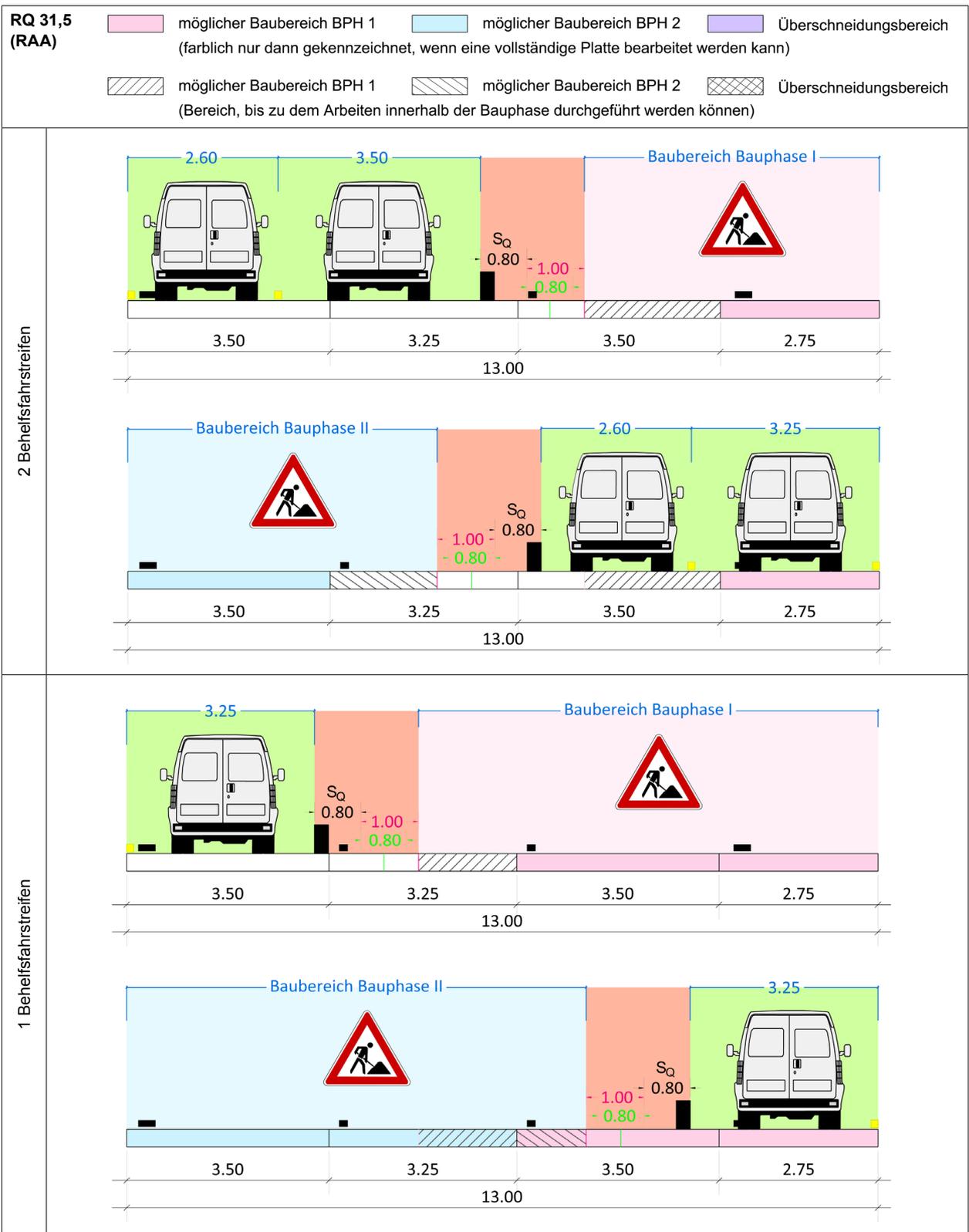
Tab. 3.5: Konfliktbetrachtung RQ 36 (RAA)



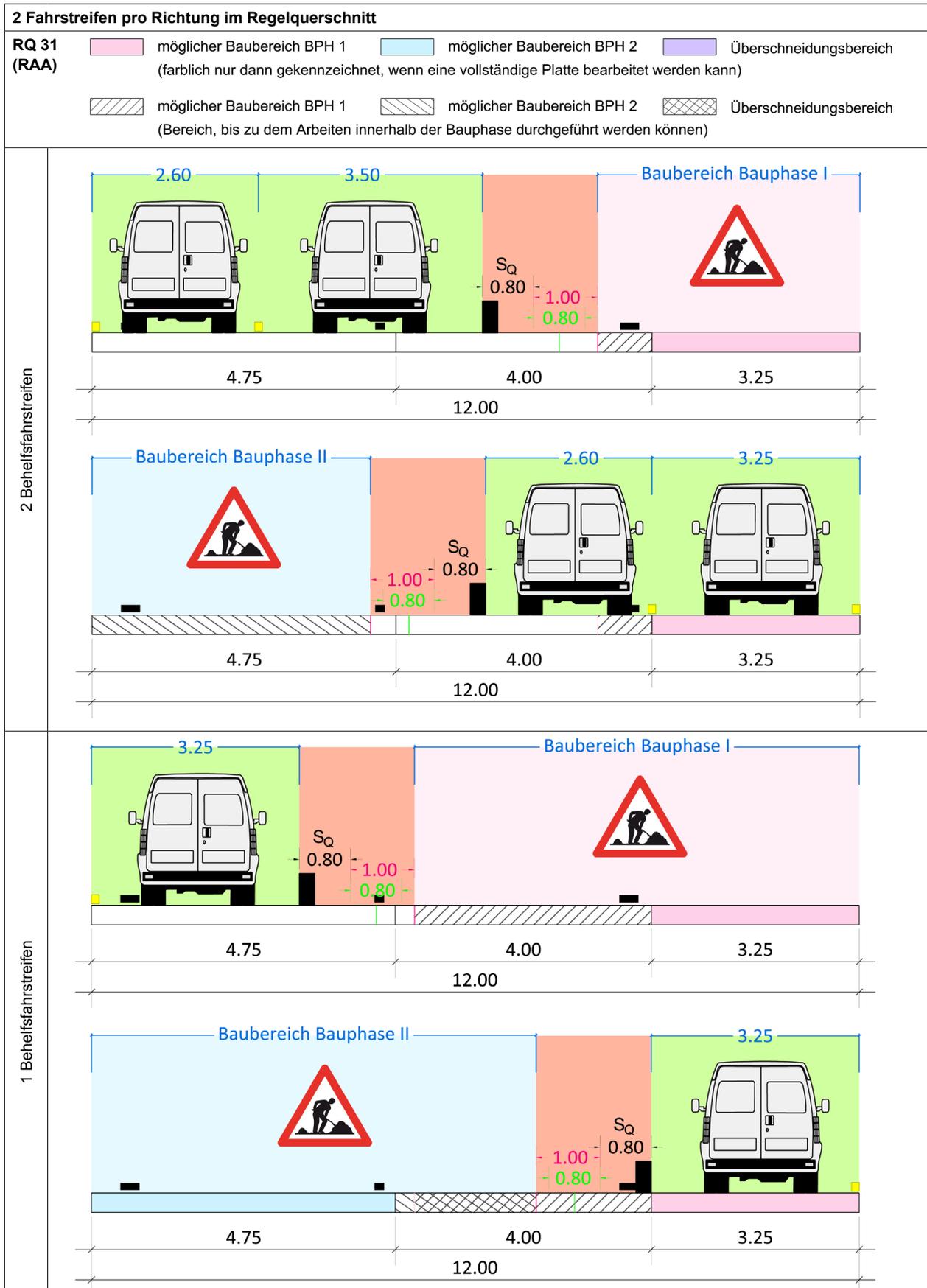
Tab. 3.6: Konfliktbetrachtung RQ 35,5 (RAS-Q 96)



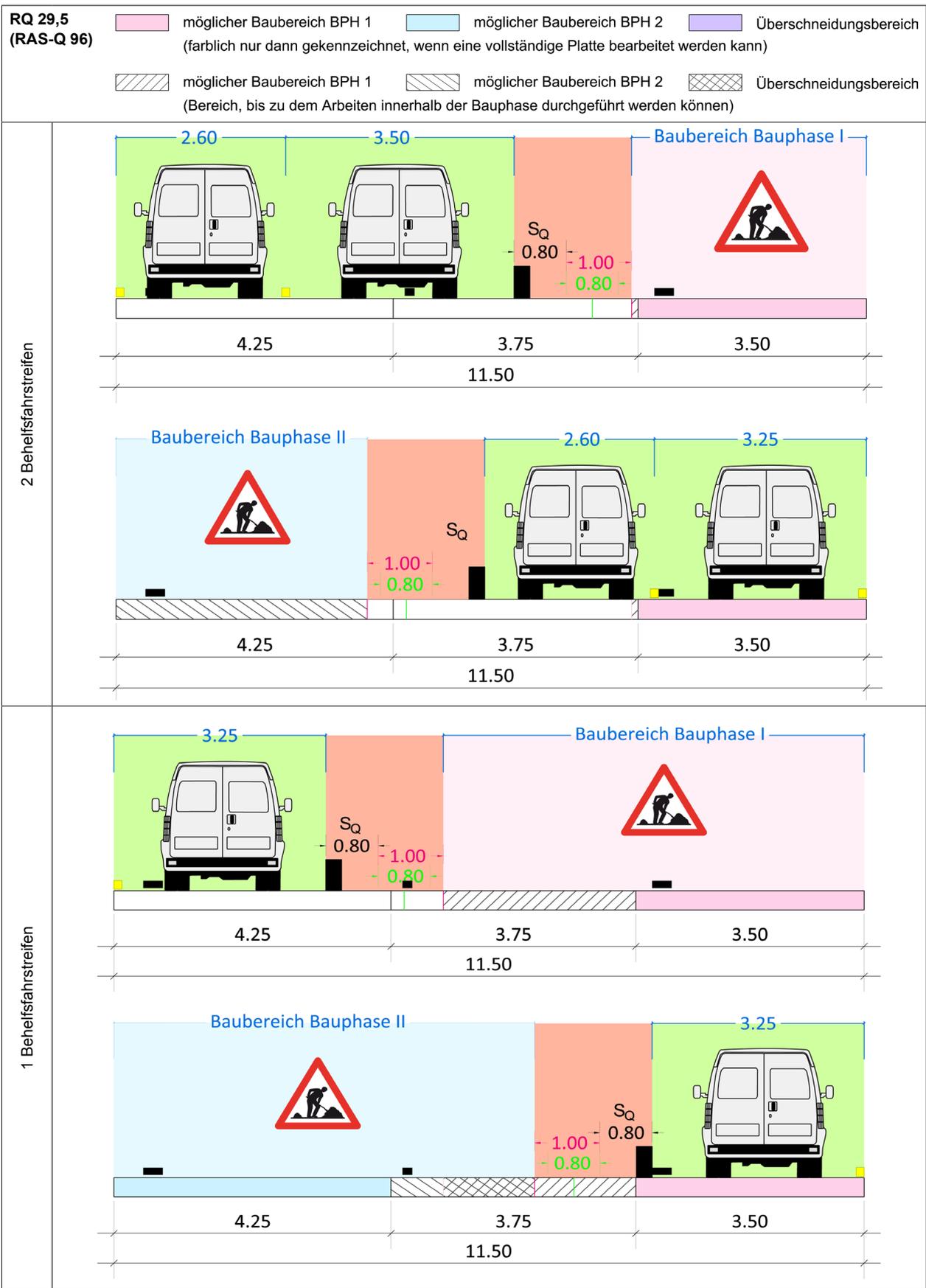
Tab. 3.7: Konfliktbetrachtung RQ 33 (RAS-Q 96)



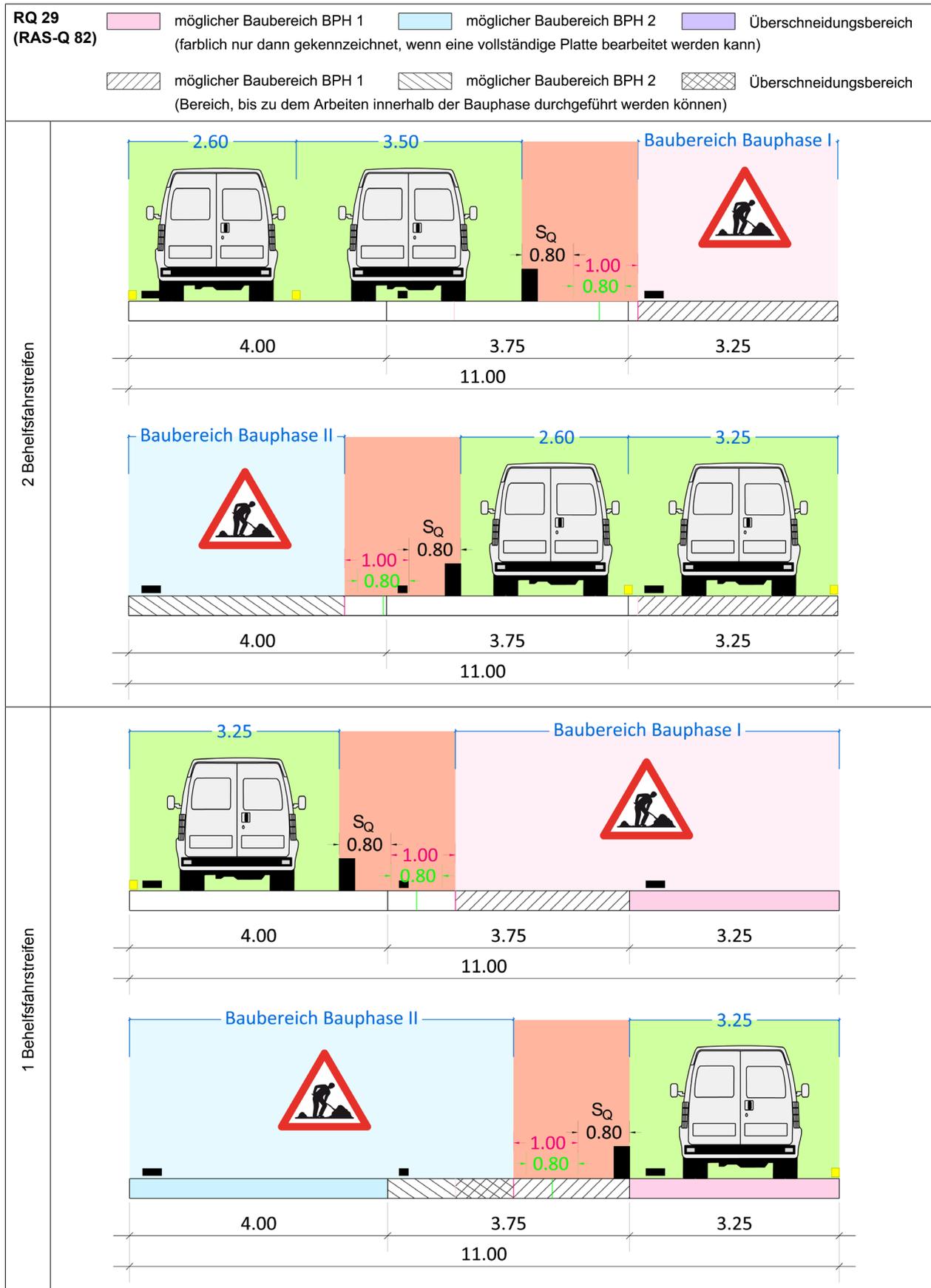
Tab. 3.8: Konfliktbetrachtung RQ 31,5 (RAA)



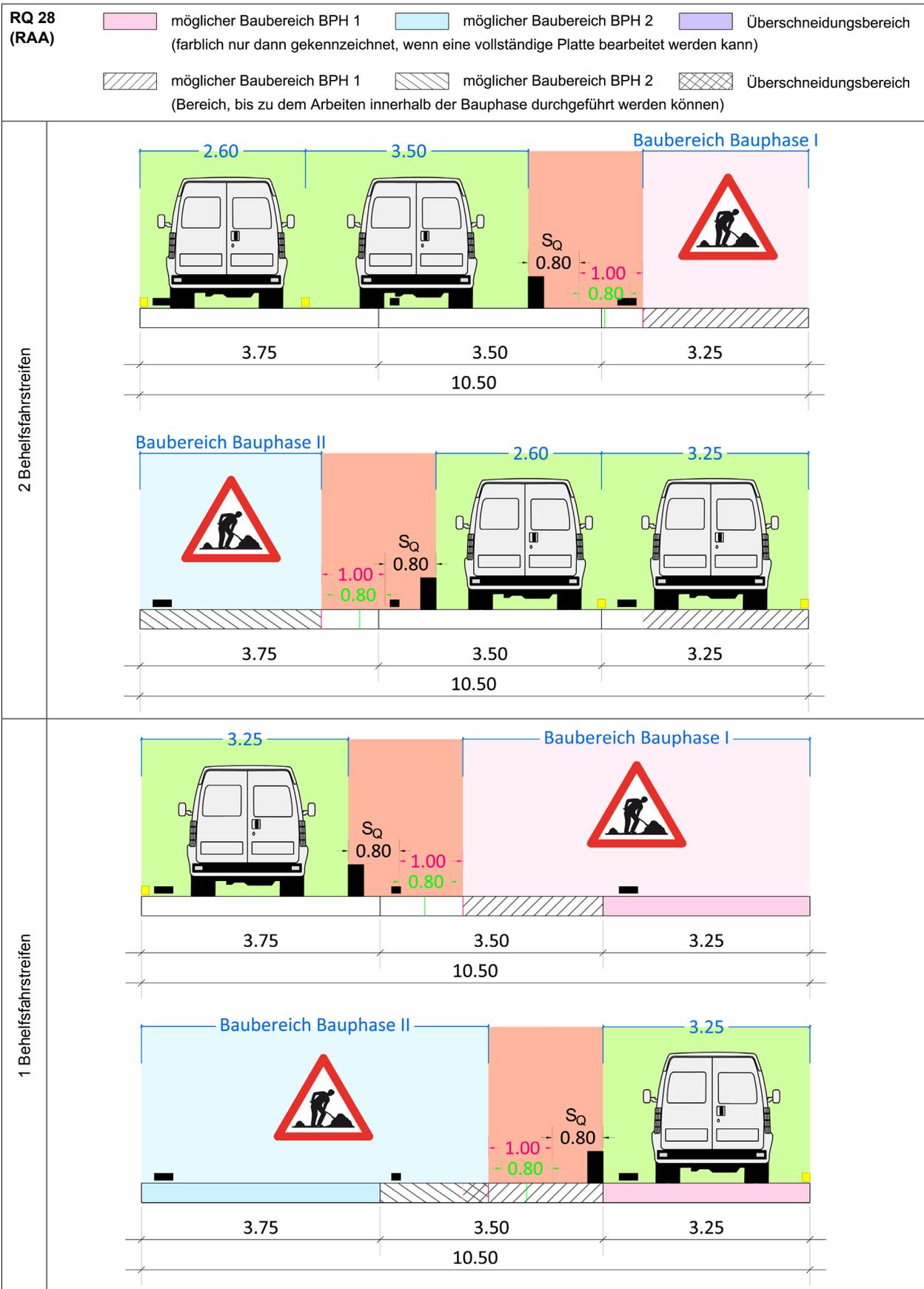
Tab. 3.9: Konfliktbetrachtung RQ 31 (RAA)



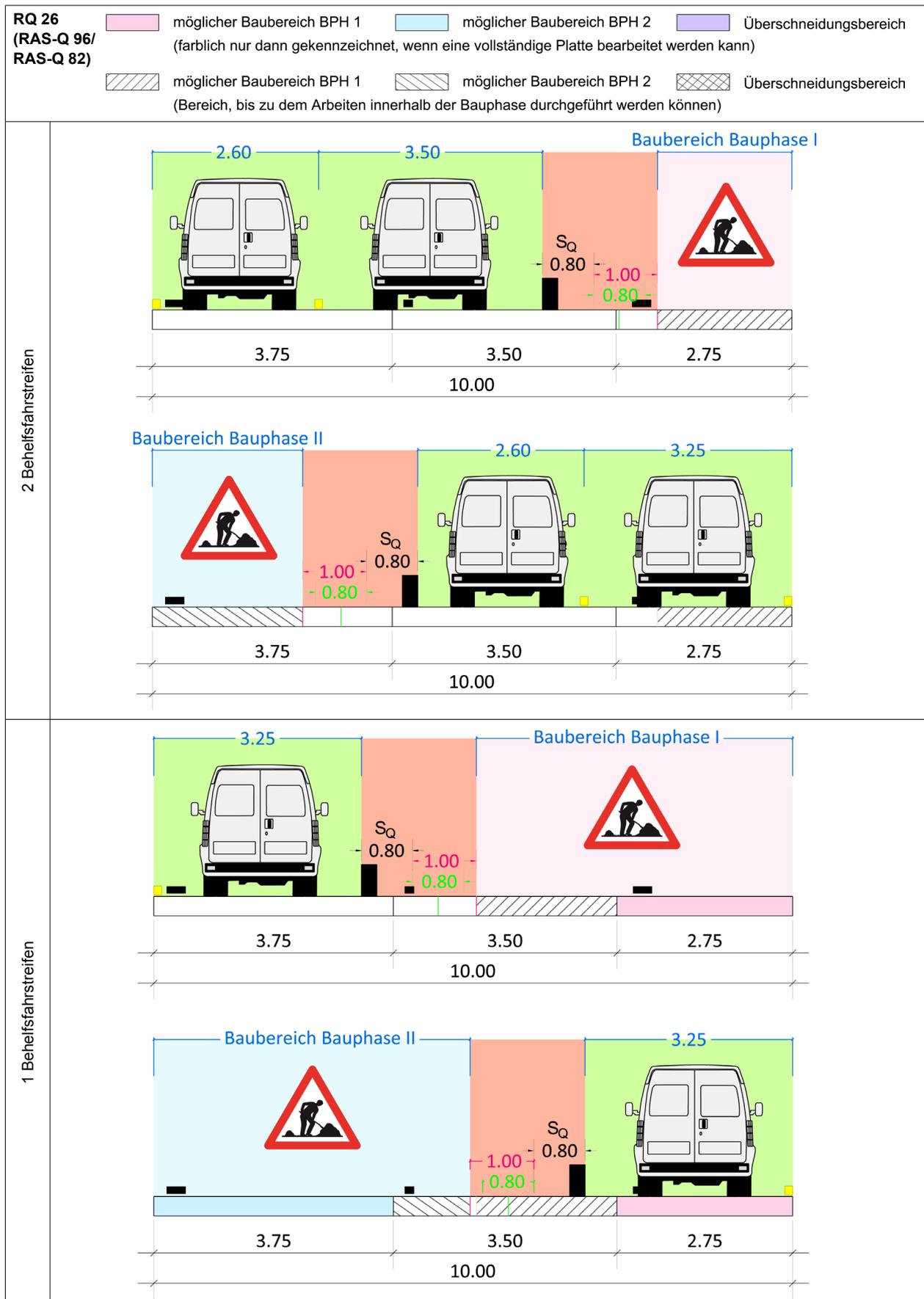
Tab. 3.10: Konfliktbetrachtung RQ 29,5 (RAS-Q 96)



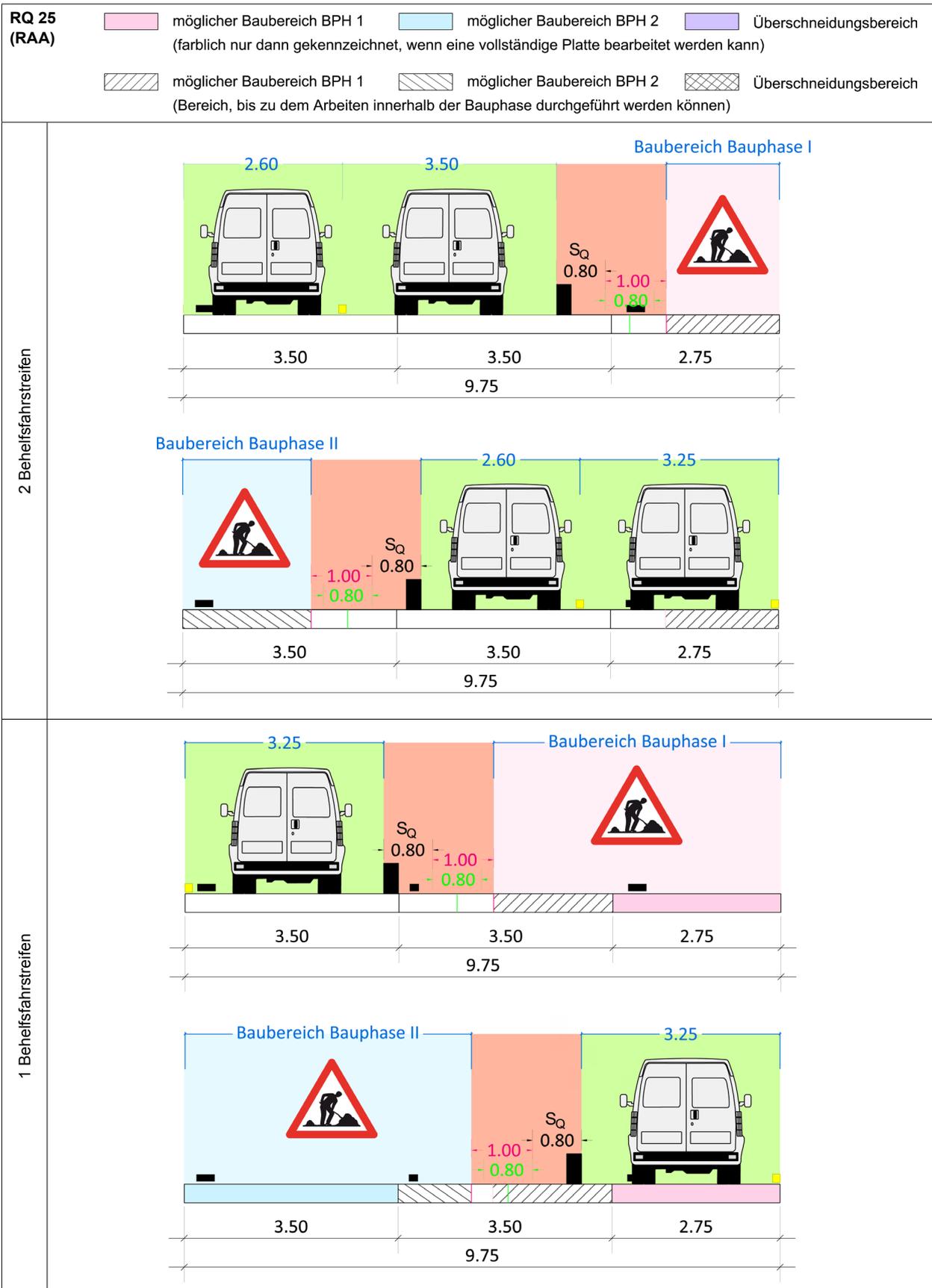
Tab. 3.11: Konfliktbetrachtung RQ 29 (RAS-Q 82)



Tab. 3.12: Konfliktbetrachtung RQ 28 (RAA)



Tab. 3.13: Konfliktbetrachtung RQ 26 (RAS-Q 96/ RAS-Q 82)



Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung ohne Fahrstreifenreduktion	Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE									
					Plattensatz/-sanierung					Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/ Grooving	
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen					Richtungsfahrbahn
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 2	✓	✓	Einzelfallbeurteilung; tw. nur bei Längsteilung der Platten	✓	✓	✓	Einzelfallbeurteilung; je nach Lage der Fuge möglich	✓	✓	
	RQ 36	6	14,50	4 + 2	-	✓	x	Einzelfallbeurteilung; bei günstiger Lage der Fuge (rechts von Markierung) möglich	✓	Einzelfallbeurteilung; bei günstiger Lage der Fuge (rechts von Markierung) möglich	x	✓	x	
	RQ 31	4	12,00	4 + 0	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 3	✓	x	x	(✓) (abhängig von Lage der Fuge)	✓	(✓) (abhängig von Lage der Fuge)	x	(✓) (abhängig von Lage der Fuge 1./2.ÜFS)	x	
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x	(x) (abhängig von Lage der Fuge HFS /1.ÜFS)	x	
	RQ 28	4	10,50	3 + 1	-	-	✓	nur mit Längsteilung der Platten	✓	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie erforderlich	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie erforderlich	✓	✓	
	RQ25	4	9,75	3 + 1	-	-	✓	x	✓	x	x	✓	x	
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x	x	x	
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 2	-	✓	x	(✓) (abhängig von Lage der Fuge)	✓	(✓) (abhängig von Lage der Fuge)	x	✓	x	
	RQ 29,5	4	11,50	3 + 1	-	-	✓	nur mit Längsteilung der Platten	✓	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie insgesamt erforderlich	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie insgesamt erforderlich	✓	✓	
	RQ 33	6	13,50	4 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x	(x) (abhängig von Lage der Fuge HFS /1.ÜFS)	x	
	RQ 26	4	10,00	3 + 1	-	-	✓	x	✓	x	x	✓	✓	
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x	x	x	
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	5 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 29	4	11,00	3 + 1	-	-	✓	nur mit Längsteilung der Platten	✓	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie insgesamt erforderlich	Längsteilung der Platten im HFS --> Änderung der Plattengeometrie insgesamt erforderlich	✓	✓	
	RQ 26	4	10,00	3 + 1	-	-	✓	x	✓	x	x	✓	✓	
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x	x	x	

✓ Maßnahme ist möglich

x Maßnahme ist nicht möglich

xxx Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich

- Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt

durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit

Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall

x (FT) Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.16: Konfliktbetrachtung bei unveränderter Verfügbarkeit (ggf. mit Überleitung auf Gegenfahrbahn)

				Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE									
Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-1)	Plattensatz/-sanierung					Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen				
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 36	6	14,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 31	4	12,00	4 + 0	-	-							
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 2	✓	✓	nur mit Längsteilung der Platten	✓	✓	✓	Längsteilung der Platten im 1. ÜFS --> Änderung der Plattengeometrie erforderlich	✓	✓
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 28	4	10,50	3 + 0	-	-							
	RQ25	4	9,75	3 + 0	-	-							
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 1	-	-	x	x	-	x	x	x	x
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 29,5	4	11,50	3 + 0	-	-							
	RQ 33	6	13,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-							
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	-	x	x	x	x
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	5 + 0	-	-							
	RQ 29	4	11,00	3 + 0	-	-							
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-							
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	-	x	x	x	x

✓	Maßnahme ist möglich
x	Maßnahme ist nicht möglich
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt
	durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
	Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.17: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung im Gesamtquerschnitt um einen Fahrstreifen

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-2)	Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE								
					Plattenersatz /-sanierung					Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen				
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 0									
	RQ 36	6	14,50	4 + 0	-								
	RQ 31	4	12,00	4 + 0	-	-							
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 0	-								
	RQ 28	4	10,50	3 + 0	-	-							
	RQ25	4	9,75	3 + 0	-	-							
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 0	-	-			-				
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 0	-								
	RQ 29,5	4	11,50	3 + 0	-	-							
	RQ 33	6	13,50	4 + 0	-								
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-							
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-			-				
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	5 + 0	-	-							
	RQ 29	4	11,00	3 + 0	-	-							
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-							
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-			-				

✓	Maßnahme ist möglich
x	Maßnahme ist nicht möglich
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt
	durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
	Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.18: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung im Gesamtquerschnitt um zwei Fahrstreifen

3.2.2 Autobahnen – Arbeitsstellen von kürzerer Dauer (AkD)

Um Arbeitsstellen von kürzerer Dauer handelt es sich gemäß [RSA 2021], wenn die für die Arbeitsstelle benötigte Verkehrsführung weniger als 24 h aufrechterhalten werden muss. Hierfür wird die vorhandene Markierung genutzt und auch eine Nutzung des Seitenstreifens ist möglich. Als Leit- und Sicherungselemente kommen Baken und/oder Leitkegel zum Einsatz. Gemäß [ASR A5.2] sind daher für den Sicherheitsabstand S_Q insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten größere Werte anzusetzen (siehe Tabelle 2.3). Zudem ist bei der Festlegung von Arbeitsstättenbreiten zu beachten, dass sich gemäß [ASR A5.2 2018] und Bild 2.5 bei der Nutzung von Baken oder Leitkegeln ein anderer Bezugspunkt für S_Q ergibt.

In den [RSA 2021] werden bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer im Gegensatz zu Arbeitsstellen von längerer Dauer keine Angaben zu den notwendigen Breiten der verbleibenden Fahrstreifen gemacht. Dabei wird jedoch davon ausgegangen, dass einzelne Fahrstreifen vollständig gesperrt werden, und die verbleibenden Fahrstreifen in regulärer Breite verfügbar bleiben.

Arbeitsstellen von kürzerer Dauer kommen insbesondere für Fugensanierungen, Platten(teil)-ersatz oder für Oberflächenbehandlungen zur Anwendung, da hier aufwendige Verkehrsführungen mit transportablen Schutzeinrichtungen, Gelbmarkierungen und Überleitungen nicht wirtschaftlich und hinsichtlich der mit Auf- und Abbau dieser Verkehrsführung verbundenen verkehrlichen Einschränkungen auch aus verkehrlicher Sicht nicht verhältnismäßig sind. Daher war insbesondere für diese Fälle zu untersuchen, ob eine Aufrechterhaltung des Ver-

kehrs auf der betroffenen Richtungsfahrbahn gegebenenfalls auch mithilfe von Fahrstreifenreduktionen während der Arbeiten in verschiedenen Bauphasen möglich ist.

Die in den Tabellen 3.19 bis 3.21 enthaltenen Bilder zeigen für die Querschnitte der EKA 1 der [RAA 2008] mit Verkehrsführungen, wie sie bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer zur Anwendung kommen könnten, und die entsprechenden möglichen Arbeitsräume.

Tabelle 3.19 zeigt mögliche Verkehrsführungen für Arbeitsstellen kürzerer Dauer für einen Regelquerschnitt RQ 43,5.

Es ist zu erkennen, dass Arbeiten, die die gesamte Breite betreffen erst bei Reduzierung auf einen Fahrstreifen je Bauphase möglich sind. Allerdings sind Arbeiten im Hauptfahrstreifen, bei welchem mit den meisten Schäden zu rechnen ist, die in einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer instandgesetzt werden müssen, bei Reduzierung auf zwei Fahrstreifen möglich. Ebenso können die Fugen so in zwei Bauphasen saniert werden.

Tabelle 3.20 zeigt mögliche Verkehrsführungen für Arbeitsstellen kürzerer Dauer für einen Regelquerschnitt RQ 36 mit einer Fahrstreifenreduktion auf zwei bzw. einen Fahrstreifen, tlw. geführt auf dem Seitenstreifen in Bauphase 2.

Wie zu erkennen ist, können Arbeiten im Hauptfahrstreifen nur bei Reduzierung auf einen Fahrstreifen je Bauphase realisiert werden. Arbeiten, die die gesamte Fahrbahnbreite betreffen, sind nur bei Reduzierung auf einen Fahrstreifen mit Führung auf dem Seitenstreifen in Bauphase 2 möglich. Allerdings ist hier noch einmal zu prüfen, ob die Breite im Seitenstreifen für eine Verkehrsführung ausreicht, bzw. ob durch ein Verschieben der Bake der nutzbare Bereich im Seitenstreifen verbreitert werden kann.

Tabelle 3.21 zeigt eine mögliche Verkehrsführung für eine Arbeitsstelle kürzerer Dauer für einen Regelquerschnitt RQ 31 mit einer Fahrstreifenreduktion auf einen Fahrstreifen, geführt auf dem Seitenstreifen in Bauphase 2.

Es wird deutlich, dass Arbeiten weder im Hauptfahrstreifen noch auf der gesamten Breite durchgeführt werden können, sofern ein Fahrstreifen aufrechterhalten werden muss.

Wie aus den Bildern der Tabellen 3.19 bis 3.21 zu erkennen ist, sind Fugensanierungen bei Reduzierung auf zwei (RQ 43,5) bzw. einen (RQ 36, RQ 31) Fahrstreifen in zwei Bauphasen möglich. Ein Plattenaustausch kann jedoch nicht bei jeder der gezeigten Konstellationen erfolgen. So kann beim RQ 43,5 bei zwei verbleibenden Fahrstreifen die Platte des zweiten Fahrstreifens bei der angegebenen Verkehrsführung in keiner der beiden Bauphasen saniert werden. Beim RQ 36 ist unter Aufrechterhaltung eines Fahrstreifens eine Plattensanierung aller Platten in 2 Bauphasen nur dann möglich, wenn der Verkehr in der zweiten Bauphase über den Seitenstreifen geführt wird. Beim RQ 31 kann bei Aufrechterhaltung eines Fahrstreifens eine Sanierung der Platten im Hauptfahrstreifen nicht erfolgen, auch wenn der Verkehr über den Seitenstreifen geleitet wird.

Für alle Querschnitte wurde die Durchführbarkeit von Maßnahmen bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer ohne und mit Fahrstreifenreduktion um ein bzw. zwei Fahrstreifen untersucht und in Tabelle 3.22 bis Tabelle 3.24 zusammengefasst.

Bei der Arbeitsstelle kürzerer Dauer wurde die Untersuchung reduziert auf:

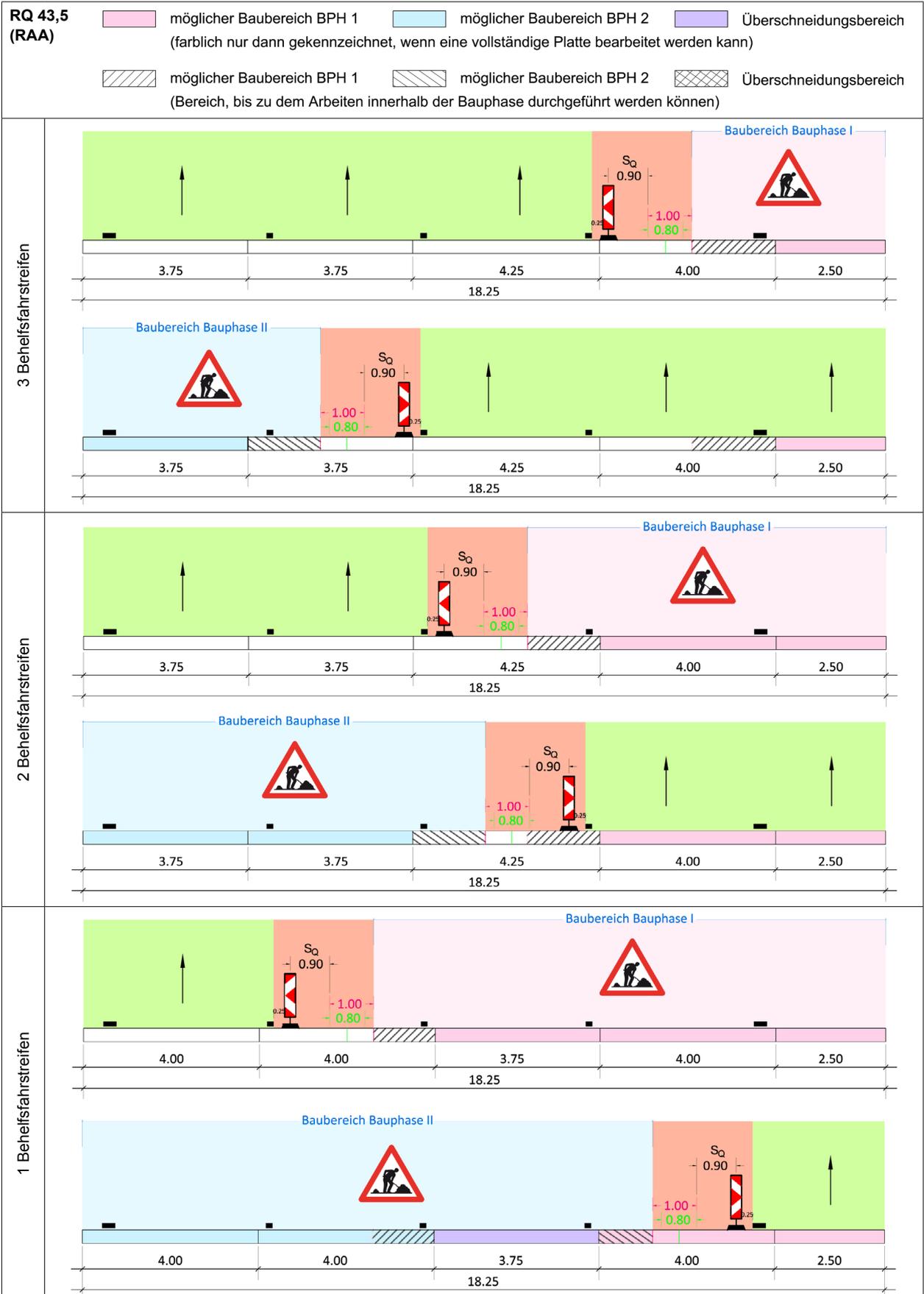
- Plattensanierung/Plattenersatz
- Fugensanierung und
- Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving,

da der streifenweise Ersatz und die grundhafte Erneuerung längere Zeit in Anspruch nehmen und daher für eine Arbeitsstelle kürzerer Dauer nicht relevant sind.

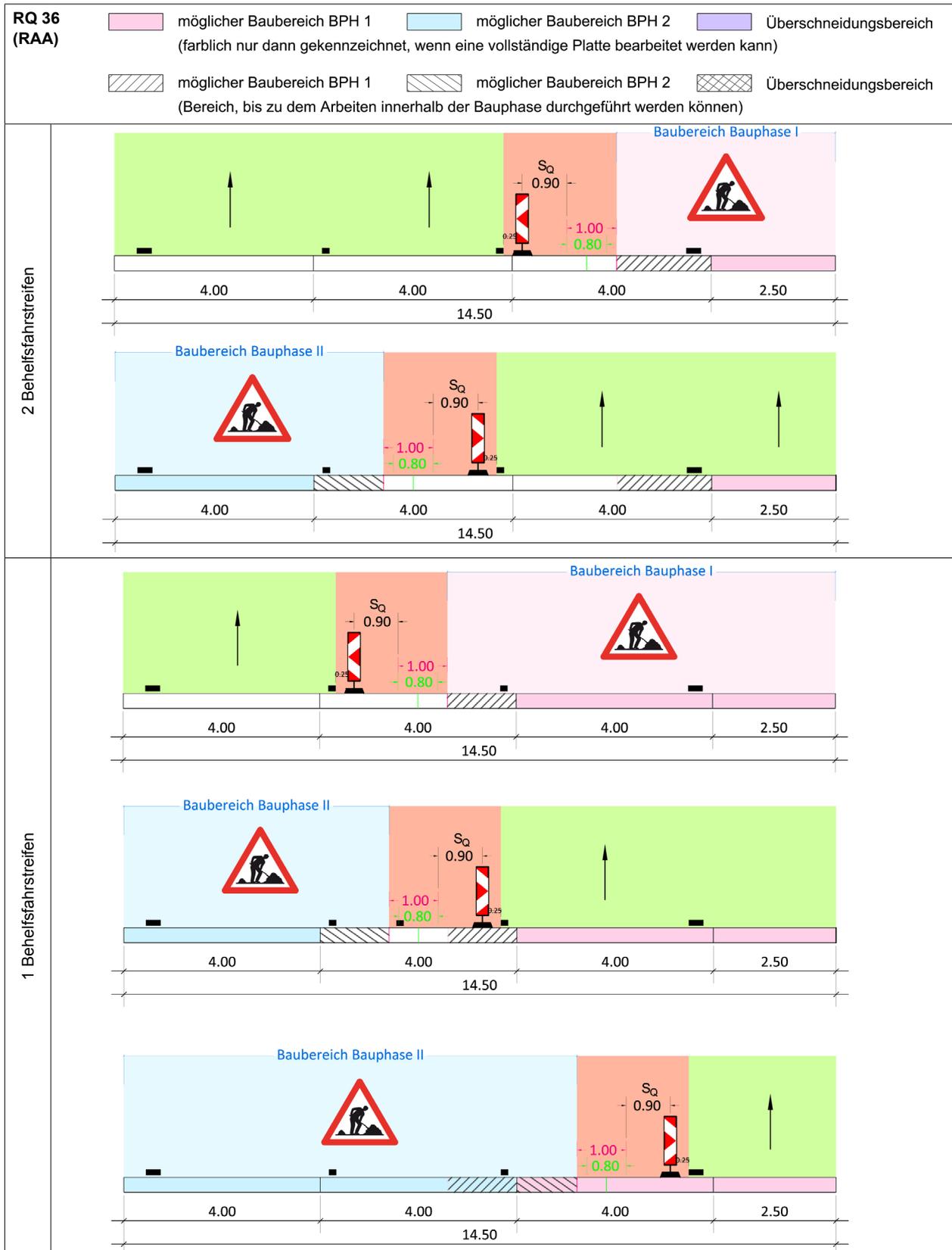
Tabelle 3.22 zeigt, dass bei unveränderter Fahrstreifenanzahl, keine Maßnahmen möglich sind, auch wenn in einer Bauphase der Seitenstreifen mit genutzt werden kann.

Bei Reduzierung der Fahrstreifenanzahl um einen Fahrstreifen (Tabelle 3.23) sind Arbeiten oftmals zumindest in den äußeren Fahrstreifen möglich. Der Hauptfahrstreifen kann hingegen bei keinem der Querschnitte instandgesetzt werden.

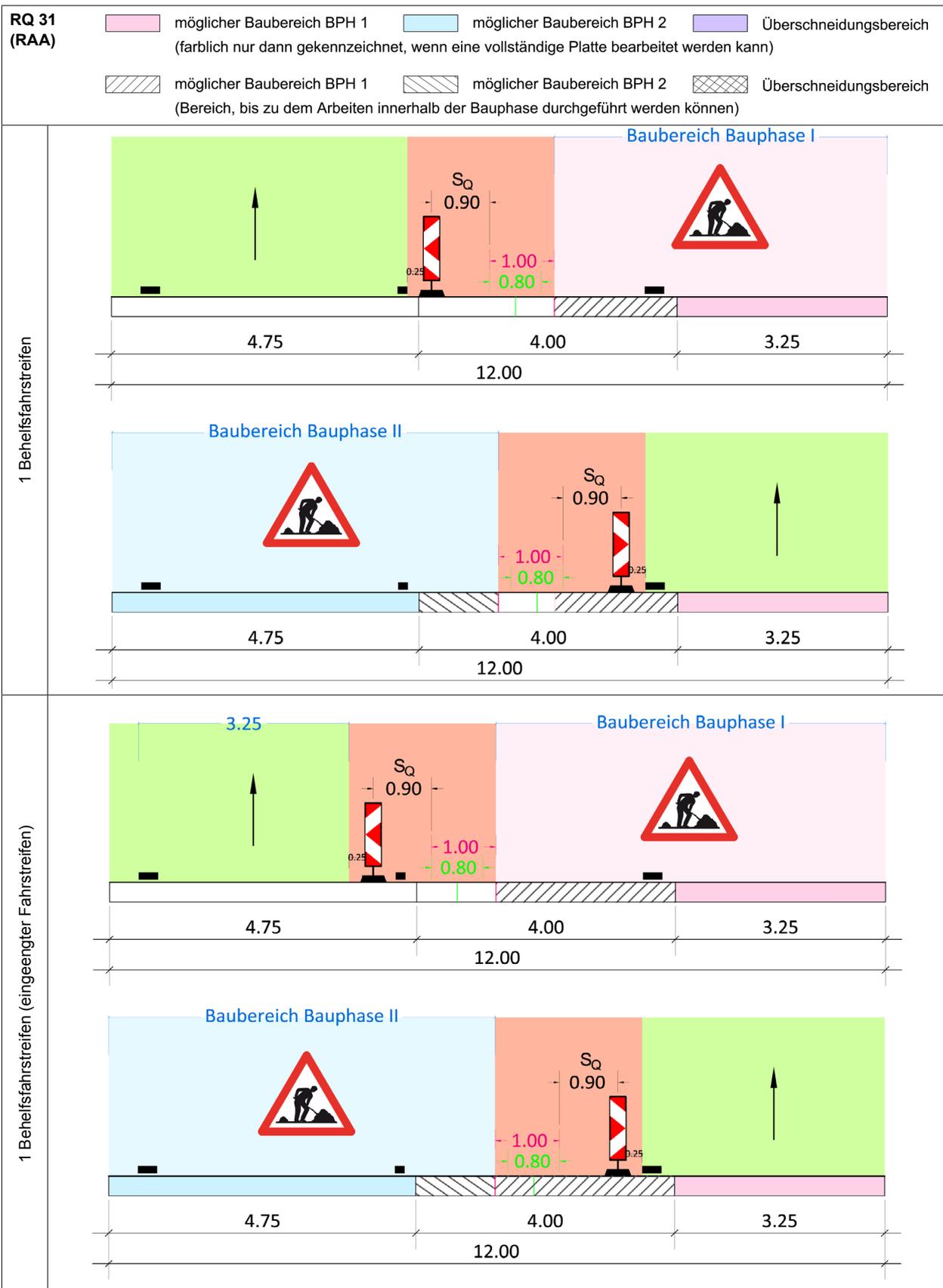
Eine Fugensanierung aller Fugen im Querschnitt kann hingegen bei einigen Querschnitten bereits bei Reduzierung um einen Fahrstreifen erfolgen.



Tab. 3.19: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 43,5 mit Nutzung des Seitenstreifens



Tab. 3.20: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 36 mit und ohne Nutzung des Seitenstreifens



Tab. 3.21: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 31 mit Nutzung des Seitenstreifens

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung ohne Fahrstreifenreduktion	Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake						
					Plattenersatz/-sanierung					Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen		
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 4	x	x	x	x	x	x	x
	RQ 36	6	14,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x
	RQ 31	4	12,00	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 4	x	x	x	x	x	x	x
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x
	RQ 28	4	10,50	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
RAL	RQ 25	4	9,75	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 21	4	7,75	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 33	6	13,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x
	RQ 26	4	10,00	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x
	RQ 29	4	11,00	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 26	4	10,00	2 + 2	-	-	x	x	x	x	x
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	-	x	x

✓	Maßnahme ist möglich
x	Maßnahme ist nicht möglich
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt
	durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
	Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.22: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei unveränderter Verfügbarkeit (ohne Fahrstreifenreduktion)

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-1)	Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake						
					Plattenersatz /-sanierung					Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen		
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 3	✓	x	x	x	✓	x	x
	RQ 36	6	14,50	3 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 31	4	12,00	2 + 1	-	-	✓	x	✓	x	x
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 3	✓	x	x	x	✓	x	x
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 28	4	10,50	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
RAL	RQ 25	4	9,75	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
	RQ 21	4	7,75	3 + 1	-	-	x	x	-	x	x
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
	RQ 33	6	13,50	3 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 26	4	10,00	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	-	x	x
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 2	-	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 29	4	11,00	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
	RQ 26	4	10,00	2 + 1	-	-	✓	x	✓	✓	x
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	-	x	x

✓	Maßnahme ist möglich
x	Maßnahme ist nicht möglich
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt
	durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
	Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.23: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-2)	Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake						
					Plattensatz/-sanierung					Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen		
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 2	✓	✓	x (FT)	✓	✓	✓	✓
	RQ 36	6	14,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 31	4	12,00	2 + 0	-	-					
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 2	✓	✓	x (FT)	✓	✓	✓	x
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 28	4	10,50	2 + 0	-	-					
	RQ25	4	9,75	2 + 0	-	-					
RAL	RQ 21	4	7,75	4 + 0	-	-			-		
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 0	-	-					
	RQ 33	6	13,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-					
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-			-		
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 29	4	11,00	2 + 0	-	-					
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-					
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-			-		

✓	Maßnahme ist möglich
x	Maßnahme ist nicht möglich
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt
	durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
	Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich

Tab. 3.24: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen

Die Reduzierung um zwei Fahrstreifen (Tabelle 3.24) würde bei den 4-streifigen Querschnitten zu einer Vollsperrung der Richtungsfahrbahn führen. Dies ist jedoch nicht möglich, weshalb diese Querschnitte rot gekennzeichnet sind. Allgemein würde in diesem Fall jedoch Baufreiheit herrschen.

Für die übrigen Regelquerschnitte sind die meisten Arbeiten bei Reduzierung um zwei Fahrstreifen jedoch möglich. Probleme bestehen weiterhin beim RQ 42,5 und RQ 38,8, bei denen die Platten des ersten Überholfahrstreifens in herkömmlicher Weise nicht instandgesetzt werden können. Hier könnte durch den Einsatz von Fertigteilen jedoch Abhilfe geschaffen werden. Beim RQ 38,5 ist zudem das Bearbeiten der Oberfläche innerhalb von zwei Bauphasen mit der beschriebenen Verkehrsführung nicht möglich.

3.2.3 Landstraßen mit Trennung der Richtungsfahrbahnen

Aus Tabelle 3.25 ist erkennbar, dass bei herkömmlichen Plattengeometrien selbst die Aufrechterhaltung von einem Behelfsfahrstreifen nicht möglich ist, wenn der gesamte Querschnitt in zwei Bauphasen erneuert werden soll. Da auf der Gegenrichtung insgesamt nur zwei Fahrstreifen Platz finden, muss die Anzahl der Fahrstreifen um zwei Fahrstreifen reduziert werden (Verkehrsführung 2+0).

4.1 Konfliktbetrachtungen – Arbeitsstellen von längerer Dauer

Bild 4.1 und Bild 4.2 zeigen Verkehrsführungen bei geänderter Plattengeometrie für den RQ 43,5 mit einer unterschiedlichen Anzahl an Behelfsfahrstreifen. Es wird deutlich, dass mit Reduzierung auf zwei Behelfsfahrstreifen bei geänderter Plattengeometrie der gesamte Querschnitt erneuert werden kann. Bei herkömmlicher Plattengeometrie ist dies nur dann der Fall, wenn die Fuge zwischen erstem und zweiten Überholfahrstreifen rechts der Markierung liegt.

Für den RQ 36 wurde eine Variante mit geänderter Plattengeometrie untersucht. Für Arbeitsstellen längerer Dauer sind die Verkehrsführungen mit zwei und einem Behelfsfahrstreifen in Bild 4.3 und Bild 4.4 dargestellt. Wie zu erkennen ist, ist die gesamte Querschnittsfläche erst bei der Reduzierung auf einen Fahrstreifen in zwei Bauphasen bearbeitbar. Es ergibt sich gegenüber der Variante mit herkömmlicher Plattengeometrie (Tabelle 3.5) also kein Vorteil für Arbeitsstellen von längerer Dauer. Eine Veränderung der Plattengeometrie ist für diesen Fall demnach nicht zielführend.

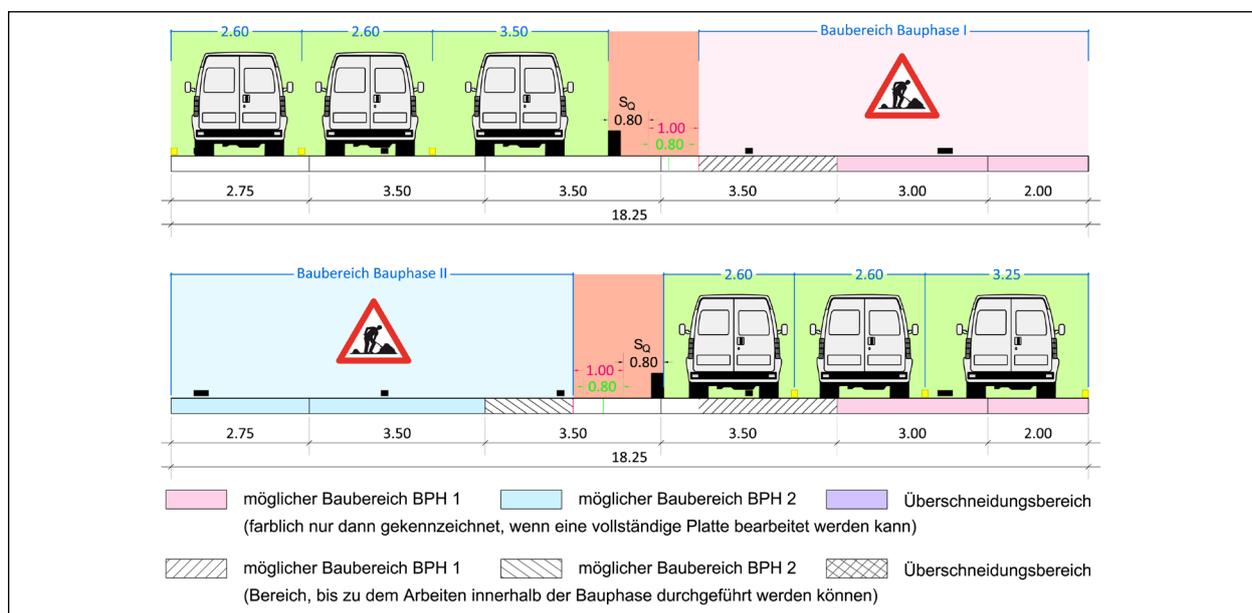


Bild 4.1: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 43,5 (3 Behelfsfahrstreifen)

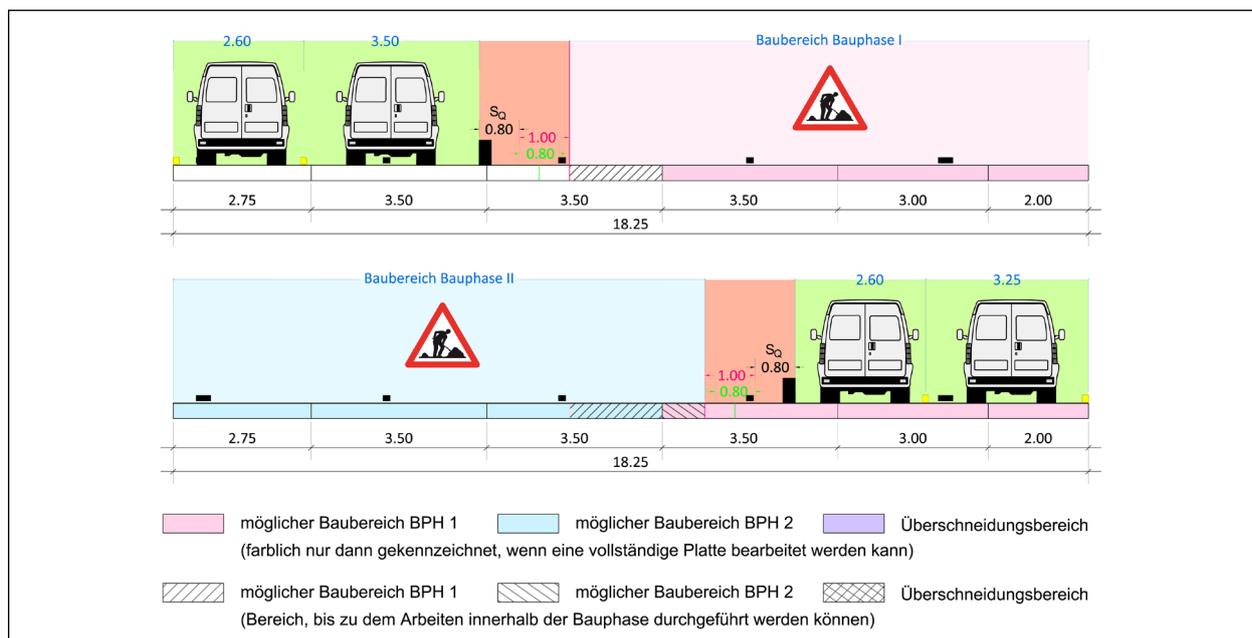


Bild 4.2: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 43,5 (2 Behelfsfahrstreifen)

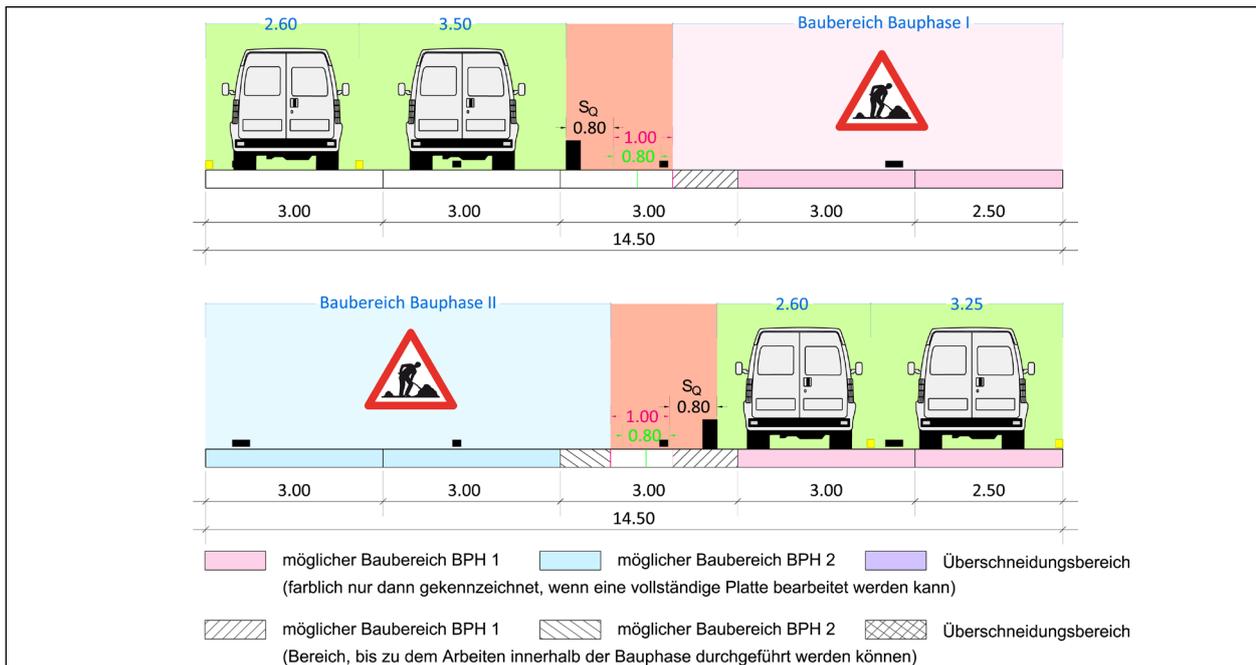


Bild 4.3: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 36 (2 Behelfsfahrstreifen)

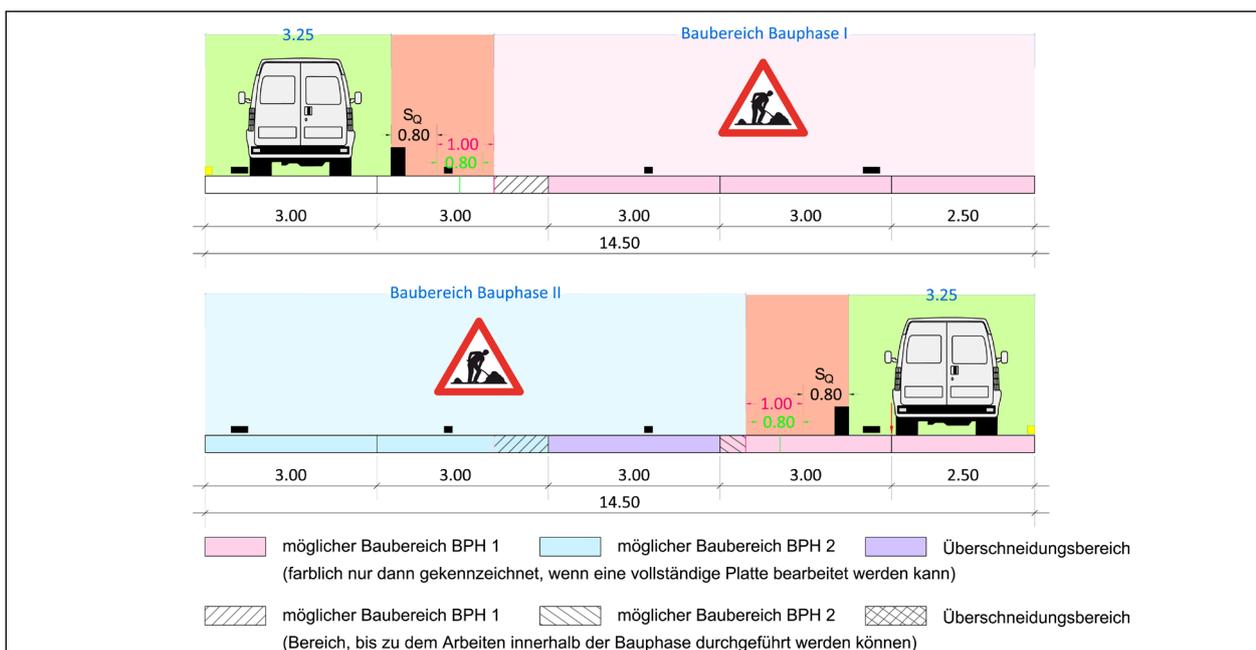


Bild 4.4: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 36 (1 Behelfsfahrstreifen)

In Bild 4.5 und Bild 4.6 sind die Verkehrsführungen für einen RQ 31 mit geänderter Plattengeometrie mit zwei bzw. einem Behelfsfahrstreifen dargestellt. Es zeigt sich, dass bei Reduzierung auf einen Behelfsfahrstreifen der Querschnitt auf der gesamten Breite erneuert werden kann. Bei herkömmlicher Plattengeometrie (Tabelle 3.9) sind Maßnahmen selbst bei Reduzierung auf einen Behelfsfahrstreifen nicht auf der gesamten Querschnittsbreite möglich (Ausnahme: Plattenersatz im Hauptfahrstreifen mit Längsteilung der ursprünglichen Platten).

Die Anwendung alternativer Plattengeometrien wurde für alle Regelquerschnitte untersucht. Hierfür wurden, wie bereits bei den herkömmlichen Plattengeometrien Konfliktbetrachtungen bei unterschiedlicher Fahrstreifenanzahl durchgeführt. Für den RQ 25 war eine Änderung der Plattengeometrie nicht sinnvoll. Die entsprechende Zeile bleibt daher in den Tabellen leer. Für den RQ 36 und den RQ 31 wurden verschiedene Varianten untersucht, die sich jedoch nur geringfügig unterscheiden, und die Tabellen aufgenommen.

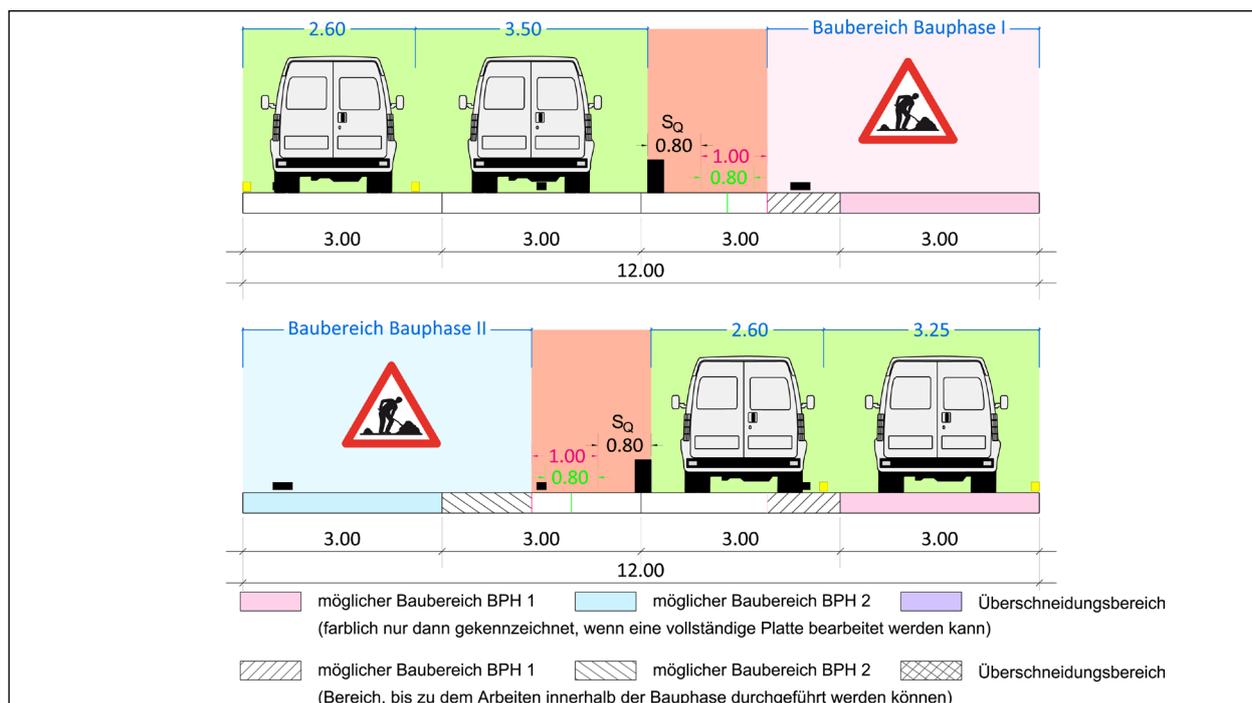


Bild 4.5: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 31 (2 Behelfsfahrstreifen)

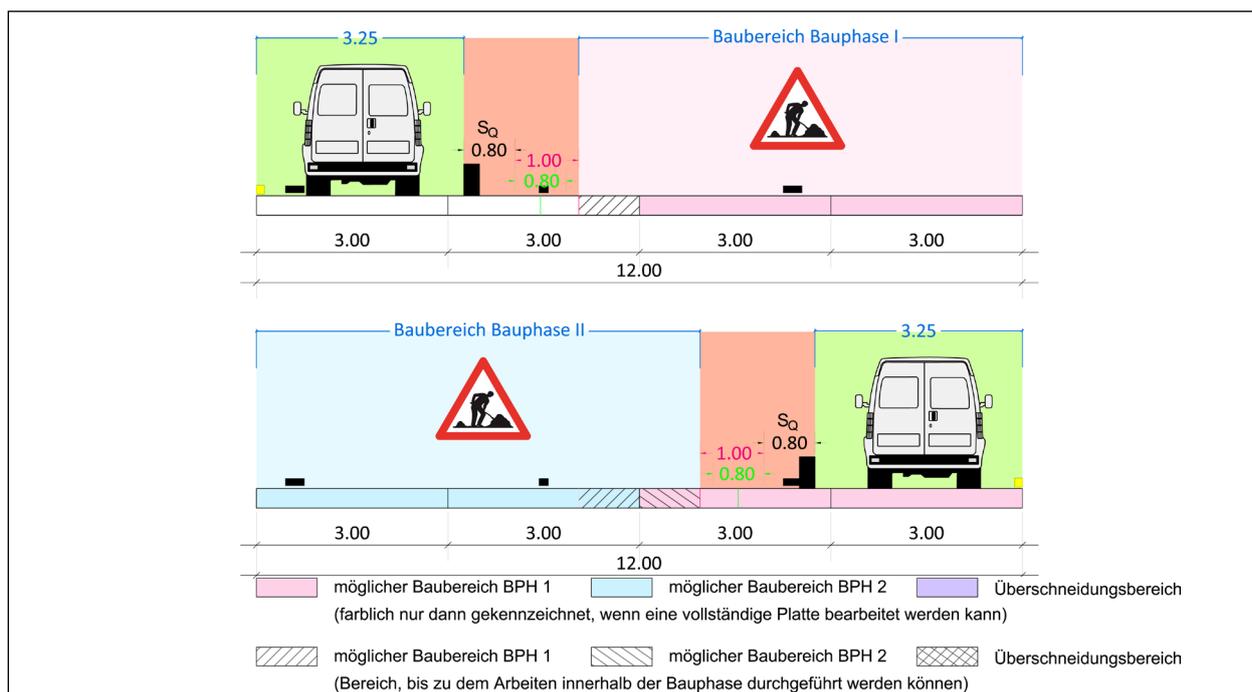


Bild 4.6: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 31 (1 Behelfsfahrstreifen)

Die Ergebnisse sind für Arbeitsstellen längerer Dauer, bei denen eine Überleitung des Verkehrs erfolgen kann, in Tabelle 4.1 bis Tabelle 4.3 zusammengestellt. Da die Fugen teilweise innerhalb eines Fahrstreifens liegen teilen sich diese teilweise in zwei Plattenbereiche auf.

Tabelle 4.1 enthält die Maßnahmen, die möglich sind, wenn durch Überleitung des Verkehrs auf die Gegenfahrbahn eine unveränderte Verfügbarkeit

(unveränderte Fahrstreifenanzahl im Gesamtquerschnitt) sichergestellt werden kann.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Plattengeometrie (Tabelle 3.16) ergeben sich Vorteile beim RQ 43,5, RQ 28, RQ 29,5 und RQ 29, bei denen Plattensanierungen nunmehr auf der gesamten Breite und somit auch ein streifenweiser Ersatz im Hauptfahrstreifen oder die grundhafte Erneuerung der Richtungsfahrbahn ohne weitere Einschränkungen

(z. B. Längsteilung der Platten) möglich sind. Für den RQ 31,5 und den RQ 33 wird durch die geänderte Lage der Fugen auch die Sanierung aller Fugen im Querschnitt möglich.

Bei Reduzierung um einen Fahrstreifen im Gesamtquerschnitt (Tabelle 4.2) können durch die veränderte Fugenlage beim RQ 38,5 sicher alle Platten erneuert werden und somit eine grundlegende Erneuerung der Fahrbahn erfolgen. Bei den Regelquerschnitten RQ 21 und RQ 20 ist im Gegensatz zur herkömmlichen Plattengeometrie (Tabelle 3.17) die Fugensanierung auf gesamter Fahrbahnbreite

möglich. Zudem kann bei diesen beiden Querschnitten ein Teil des Hauptfahrstreifens erneuert werden.

Bei Reduzierung um zwei Fahrstreifen (Vergleich Tabelle 4.3 und Tabelle 3.18) ergeben sich durch die geänderte Plattengeometrie keine weiteren Vorteile, da bei den meisten Querschnitten durch eine Überleitung der übrigen Fahrstreifen Baufreiheit gegeben ist.

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung ohne Fahrstreifenreduktion	Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE													
					Plattenersatz/-sanierung								Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving		
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen									
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 36	6	14,50	4 + 2	-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
					-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
					-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 31	4	12,00	4 + 0	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
					-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 3	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 2	-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 28	4	10,50	3 + 1	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 25	4	9,75	3 + 1														
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 2	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 2	-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 29,5	4	11,50	3 + 1	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 33	6	13,50	4 + 2	-	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x
	RQ 26	4	10,00	3 + 1	-	-	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	5 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 29	4	11,00	3 + 1	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 26	4	10,00	3 + 1	-	-	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x

✓	Maßnahme ist möglich		durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
x	Maßnahme ist nicht möglich		Fahrstreifenreduktion führt zur Vollspernung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich	x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt		alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht

Tab. 4.1: Konfliktbetrachtung bei unveränderter Verfügbarkeit bei geänderter Plattengeometrie

					Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE												
Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-1)	Plattensersatz/-sanierung							Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving		
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen								
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 36	6	14,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
					-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
					-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 31	4	12,00	3 + 0	-	-											
					-	-											
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 28	4	10,50	3 + 0	-	-											
RQ 25	4	9,75	3 + 0														
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 1	-	-	✓	x	x	✓	-		x	x	✓	x	
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 29,5	4	11,50	3 + 0	-	-											
	RQ 33	6	13,50	4 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-											
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	x	✓	-		x	x	✓	x	
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	5 + 0	-												
	RQ 29	4	11,00	3 + 0	-												
	RQ 26	4	10,00	3 + 0	-	-											
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	x	✓	-		x	x	✓	x	

✓	Maßnahme ist möglich		durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
x	Maßnahme ist nicht möglich		Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich	x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt		alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht

Tab. 4.2: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen im Gesamtquerschnitt bei geänderter Plattengeometrie

					Arbeitsstelle längerer Dauer mit TSE									
Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-2)	Plattenersatz/-sanierung					Streifenweiser Ersatz des Hauptfahrstreifens	Grundhafte Erneuerung einer Richtungsfahrbahn	Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving	
					3. Überholfahrstreifen	2. Überholfahrstreifen	1. Überholfahrstreifen	Hauptfahrstreifen	Seitenstreifen					
RAA	RQ 43,5	8	18,25	6 + 0										
	RQ 36	6	14,50	4 + 0	-									
					-									
	RQ 31	4	12,00	2 + 0	-	-								
					-	-								
	RQ 38,5	8	16,50	5 + 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 31,5	6	13,00	4 + 0	-									
	RQ 28	4	10,50	2 + 0	-	-								
RQ 25	4	9,75	2 + 0											
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 0	-	-								
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	4 + 0	-									
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 0	-	-								
	RQ 33	6	13,50	4 + 0	-									
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-								
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-								
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	4 + 0	-									
	RQ 29	4	11,00	2 + 0	-									
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-								
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-								

✓	Maßnahme ist möglich		durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
x	Maßnahme ist nicht möglich		Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich	x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt		alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht

Tab. 4.3: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen im Gesamtquerschnitt bei geänderter Plattengeometrie

4.2 Konfliktbetrachtungen – Arbeitsstellen von kürzerer Dauer

Neben den Arbeitsstellen längerer Dauer war auch zu prüfen, inwiefern sich die geänderte Plattengeometrien bei Arbeitsstellen von kürzerer Dauer auswirken.

Tabelle 4.4 zeigt, dass auch bei Veränderung der Plattenbreite keine Arbeiten möglich sind.

Bei Reduzierung der Fahrstreifenanzahl um einen Fahrstreifen (Tabelle 4.5) sind oftmals Arbeiten in den äußeren Fahrstreifen bzw. äußeren Hälften der Platten möglich. Der Hauptfahrstreifen kann mit herkömmlicher Bauweise hingegen bei keinem der Querschnitte instandgesetzt werden.

Eine Fugensanierung aller Fugen im Querschnitt kann hingegen bei einigen Querschnitten bereits bei Reduzierung um einen Fahrstreifen erfolgen. Bei Vergleich mit den herkömmlichen Plattengeometrien (Tabelle 3.23) ergeben sich keine Vorteile.

Im direkten Vergleich von herkömmlicher und alternativer Plattengeometrie (Vergleich Tabelle 4.6 und Tabelle 3.24) bei Reduzierung um zwei Fahrstreifen ergeben sich bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer keine Vorteile durch die geänderte Plattengeometrie. Teilweise wird die Situation sogar ungünstiger. So können z. B. bei alternativer Plattengeometrie Plattenteile im Hauptfahrstreifen und 1. Überholfahrstreifen beim RQ 35,5 oder RQ 33 nicht saniert werden, während die Platten bei herkömmlicher Geometrie in der betrachteten Verkehrsführung ersetzt werden könnten.

					Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake														
Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung ohne Fahrstreifenreduktion	Plattensatz/-sanierung										Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving			
					3. Überholfahrstreifen		2. Überholfahrstreifen		1. Überholfahrstreifen		Hauptfahrstreifen		Seitenstreifen						
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 36	6	14,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
					-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	RQ 31	4	12,00	3 + 3	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
					-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	RQ 28	4	10,50	2 + 3	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
RQ25	4	9,75	2 + 3	-															
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 33	6	13,50	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 26	4	10,00	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 3	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 29	4	11,00	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 26	4	10,00	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 20	4	7,50	2 + 2	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	
✓	Maßnahme ist möglich				durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit														
x	Maßnahme ist nicht möglich				Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall														
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich				Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich														
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt				alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht														

Tab. 4.4: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei unveränderter Verfügbarkeit (ohne Fahrstreifenreduktion)

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-1)	Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake											
					Plattensatz/-sanierung									Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving	
					3. Überholfahrstreifen		2. Überholfahrstreifen		1. Überholfahrstreifen		Hauptfahrstreifen		Seitenstreifen			
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 3	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x
	RQ 36	6	14,50	3 + 2	-	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	
					-	✓	x	x	x	x	x	✓	x	x		
					-	✓	x	x	x	x	x	✓	x	x		
	RQ 31	4	12,00	2 + 1	-	-	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	
					-	-	✓	x (FT)	x (FT)	x (FT)	x (FT)	✓	✓	✓		
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 3	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 2	-	✓	x	x	x	x	x	✓	x	x		
RQ 28	4	10,50	2 + 1	-	-	✓	x	x	x	✓	✓	x	x			
RQ25	4	9,75	2 + 1													
RAL	RQ 21	4	7,75	2 + 1	-	-	x	x	x	x	-	x	x			
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 2	-	✓	x	x	x	x	✓	x	x			
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 1	-	-	✓	x	x	✓	x	x				
	RQ 33	6	13,50	3 + 2	-	✓	x	x	x	(x)	x	x				
	RQ 26	4	10,00	2 + 1	-	-	✓	x	x	x	x	✓	x			
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	x	x	-	x	x			
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 2	-	✓	x	x	x	x	x	✓	x	x		
	RQ 29	4	11,00	2 + 1	-	-	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x		
	RQ 26	4	10,00	2 + 1	-	-	✓	x	x	x	x	✓	x			
	RQ 20	4	7,50	2 + 1	-	-	x	x	x	x	-	x	x			

✓	Maßnahme ist möglich		durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit
x	Maßnahme ist nicht möglich		Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich	x (FT)	Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt		alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht

Tab. 4.5: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen bei geänderter Plattengeometrie

Querschnitte nach Regelwerk	RQ	Anzahl Fahrstreifen Querschnitt	Befestigte Breite	Verkehrsführung mit Fahrstreifenreduktion (-2)	Arbeitsstelle kürzerer Dauer mit Bake												
					Plattensersatz /-sanierung										Fugensanierung	Bearbeiten der Oberfläche mittels Grinding/Grooving	
					3. Überhol-fahrstreifen		2. Überhol-fahrstreifen		1. Überhol-fahrstreifen		Haupt-fahrstreifen		Seitenstreifen				
RAA	RQ 43,5	8	18,25	4 + 2	✓	✓	✓	x (FT)	x (FT)	x (FT)	x (FT)	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 36	6	14,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
					-	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	
					-	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 31	4	12,00	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RQ 38,5	8	16,50	4 + 2	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	
	RQ 31,5	6	13,00	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	(*)	(*)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	RQ 28	4	10,50	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RQ25	4	9,75	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RAL	RQ21	4	7,75	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RAS-Q 96	RQ 35,5	6	14,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 29,5	4	11,50	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RQ 33	6	13,50	3 + 1	-	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RAS-Q 82	RQ 37,5	6	15,25	3 + 1	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	RQ 29	4	11,00	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RQ 26	4	10,00	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RQ 20	4	7,50	2 + 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
✓	Maßnahme ist möglich				durch Fahrstreifenreduktion ist eine Verkehrsführung +0 möglich, es sind keine Behelfsfahrstreifen mehr auf der betrachteten Richtungsfahrbahn erforderlich, es herrscht Baufreiheit												
x	Maßnahme ist nicht möglich				Fahrstreifenreduktion führt zur Vollsperrung der Richtungsfahrbahn, da keine Überleitung möglich--> für eine Baumaßnahme unmöglicher Fall												
xxx	Maßnahme ist unter den genannten Bedingungen möglich				Maßnahme mit herkömmlichen Methoden nicht möglich, durch den Einsatz von Fertigteilen wird sie allerdings möglich												
-	Fahrstreifen existiert nicht im Querschnitt				alternative Plattengeometrien nicht sinnvoll/nicht untersucht												

Tab. 4.6: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen bei geänderter Plattengeometrie

4.3 Rechnerische Überprüfung der Auswirkungen kleinerer Plattengeometrien

Die geänderten Plattengeometrien sollen für ausgewählte Regelquerschnitte rechnerisch untersucht werden. Es ergeben sich schmalere und kürzere Platten. Die Plattenbreiten ergeben sich aus den in Kapitel 4.1 aufgeführten Zeichnungen. Als Plattenlänge wurden jeweils 3,50 m berücksichtigt. Durch die veränderten Plattengeometrien verändert sich die Strukturantwort bei Belastung. Üblicherweise wird ein Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis mit der RDO Beton durchgeführt, um eine gültige minimale Deckendecke zu berechnen, bei welcher bei gegebener Lebenszeit und Verkehrsbelastung ein definierter prozentualer Ausfall der Tragfähigkeit nicht überschritten wird. Für schmale Platten, welche nicht der tatsächlichen Fahrstreifenaufteilung entsprechen, also Fugen innerhalb eines Fahrstreifens auftreten, kann die RDO Beton nicht ordnungsgemäß angewandt werden, da sie für diesen Fall nicht entwickelt wurde. Daher wurde mit numerischen Methoden durch Einsatz der Finite-Elemente-Methode (FEM) geprüft, ob eine andere Plattenaufteilung bei ansonsten gleichen Parametern hinreichend tragfähig und somit einsetzbar ist.

4.3.1 Modellbildung

Das hier verwendete numerische Finite-Elemente-Modell zur Berechnung der mechanischen Strukturantwort wurde bereits in [FE 04.0327] beschrieben. Das Modell besteht aus dem Untergrund und den darauf liegenden Betonplatten, welche über eine Kontaktformulierung aufliegen. Die Fugen der Betonplatten werden über spezielle Elemente modelliert, deren Materialformulierung nur auf Druck-,

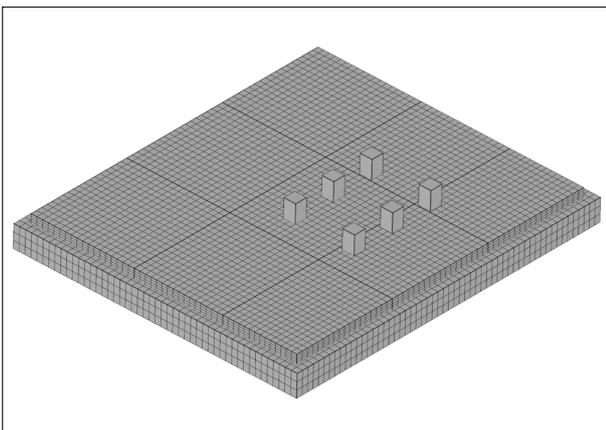


Bild 4.7: Beispiel für ein Finite-Elemente-Modell eines Platten-systems mit Untergrund, Fugen und 6 Achslasten

nicht aber auf Zugbeanspruchung reagiert. Im Modell werden 3 X 3 Platten zusammenhängend simuliert, welche die Hauptfahrbahn mit umliegenden Bereichen abbilden. Auf den Betonplatten werden die Räder eines dreiachsigen Fahrzeugs durch Einzellemente abgebildet, welche mit einer der Achslast entsprechenden Kraft belastet werden und über eine Kontaktformulierung auf die Platten wirken. Zusätzlich wird der Temperaturgradient als Belastung über die einzelnen Plattenschichten aufgebracht. Die Simulation erfolgt geometrisch nicht-linear. Eine exemplarische Struktur ist in Bild 4.7 dargestellt.

Die Vergleiche werden für drei Regelquerschnitte (RQ 31, RQ 36, RQ 43,5) durchgeführt. Für jeden Querschnitt wurden jeweils zwei Plattengeometrien gewählt, welche einer herkömmlichen und einer alternativen Aufteilung entsprechen. Die Plattenaufteilungen sind in Bild 4.8 bis Bild 4.13 dargestellt.

Regelquerschnitt 31

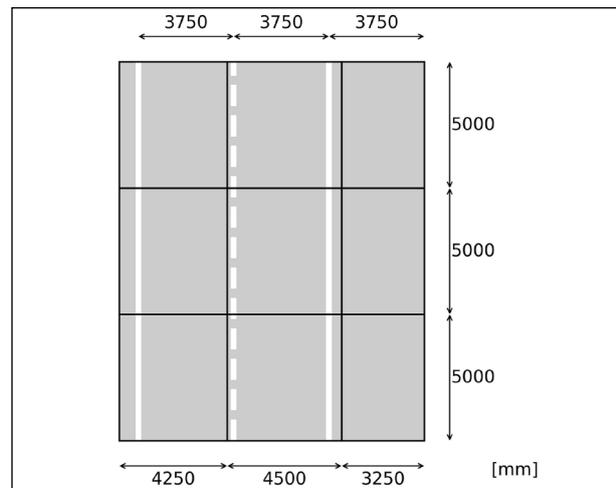


Bild 4.8: RQ 31, herkömmliche Plattenaufteilung

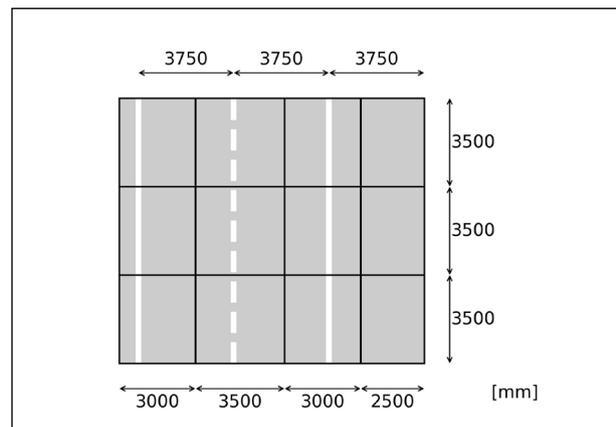


Bild 4.9: RQ 31, alternative Plattenaufteilung

Regelquerschnitt 36

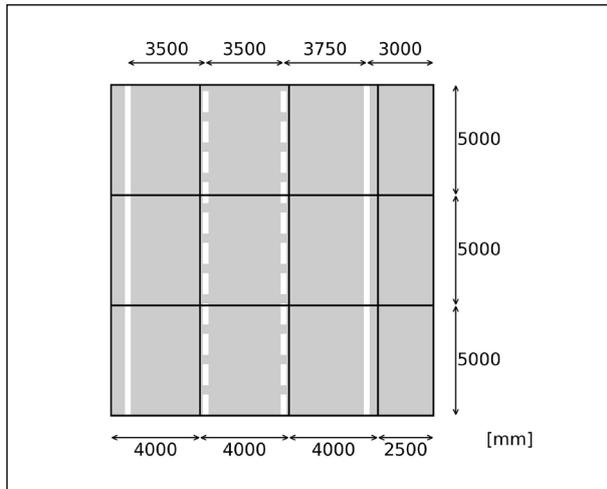


Bild 4.10: RQ 36, herkömmliche Plattenaufteilung

Regelquerschnitt 43,5

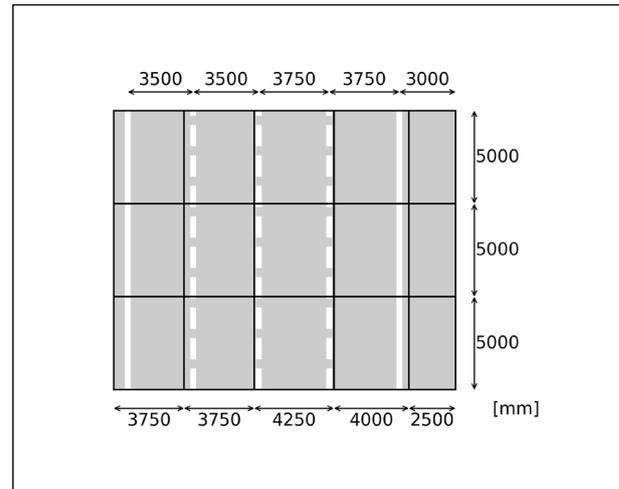


Bild 4.12: RQ 43,5, herkömmliche Plattenaufteilung

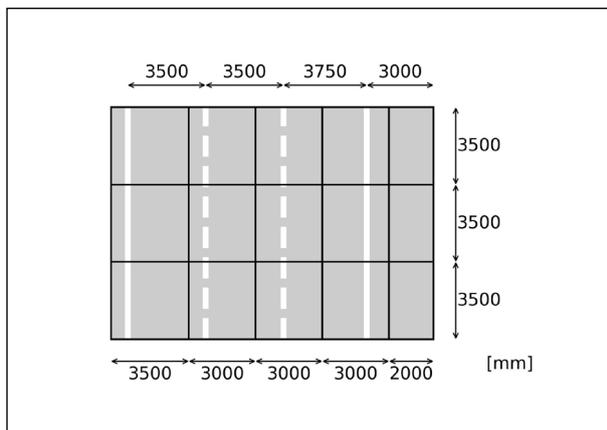


Bild 4.11: RQ 36, alternative Plattenaufteilung

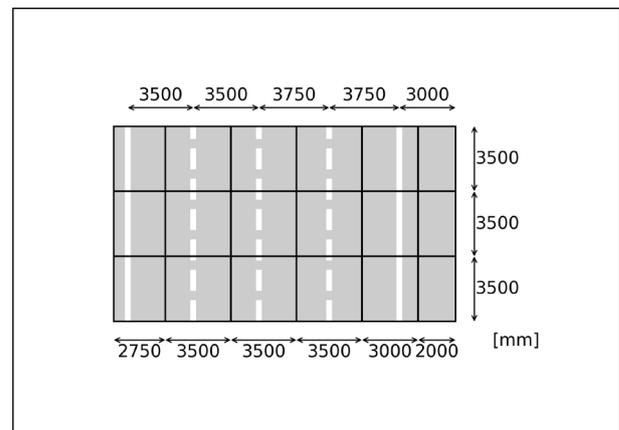


Bild 4.13: RQ 43,5, alternative Plattenaufteilung

4.3.2 Ermittlung der maßgebenden Lastpositionen

Die Bewertung der Standfestigkeit der Fahrbahn mit veränderten Plattengeometrien erfolgt durch einen Vergleich der Spannungen und ertragbaren jährlichen Achsübergängen der beiden Geometrien. Die Ermittlung der mechanischen Strukturantwort wurde durch Finite-Elemente-Simulationen mit einer betriebsinternen Software durchgeführt. Für die Simulation wurde eine häufig in der Praxis anzutreffende Kombination der Materialparameter ausgewählt, welche im Detail in Tabelle 4.7 aufgeführt werden.

Für die Untersuchung wurden bei einer gegebenen Plattengeometrie die Unterlage, die Achslast, die Belastung und die daraus folgende Betondeckenhöhe variiert. Da die Achslasten sich an beliebigen Positionen auf den Platten befinden können, wurde eine Untersuchung kritischer Achsstellungen mit

Tragschicht	
Verformungsmodul E_{v2} bei Schottertragschicht (STS)	115 MPa
Verformungsmodul E_{v2} bei Asphalttragschicht (ATS)	220 MPa
Wärmedehnzahl a_{cT}	$0,0002 \frac{1}{K}$
Querdehnzahl μ	0,5
Dichte	$2,4 \frac{kN}{m^3}$
Dübel und Anker	
Elastizitätsmodul	200.000 MPa
Wärmedehnzahl a_{cT}	$12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$
Querdehnzahl μ	0,3
Beton	
Zug-E-Modul E_{ctm}	39.000 MPa
Spaltzugfestigkeit f_{ctk}	3,3 MPa
Wärmedehnzahl a_{cT}	$11,5 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$
Querdehnzahl μ	0,2
Dichte	$2,4 \frac{kN}{m^3}$

Tab. 4.7: Materialparameter für die Simulation

ansonsten gleichbleibenden Parametern durchgeführt. Die Achslasten wurden in einem Raster mit Abständen von 25 cm angeordnet. In Bild 4.14 bis Bild 4.19 werden die Ergebnisse dargestellt. Jeder Punkt repräsentiert eine Achsstellung, wobei sich der Punkt in der Mitte der Dreifachachse befindet. Für die Achsstellung wurde eine Simulation durchgeführt und in den Platten die höchste auftretende Hauptspannung ermittelt. Die höchste Spannung tritt in jedem Fall an der Oberfläche der Betonplatten auf. Diese berechnete Hauptspannung wird durch die farblich kodierten Flächen wiedergege-

ben. Das Bild gibt kein Spannungsbild einer einzelnen Struktur wieder, sondern die extrahierten Ergebnisse aller Achsstellungen.

Auf Basis dieser Untersuchung wurden einzelne kritische Achsstellungen ausgewählt, diese sind farblich unterschieden auch in Bild 4.14 bis Bild 4.19 dargestellt. Bedingt durch den strukturellen Aufbau befinden sich diese kritischen Stellungen in einer symmetrischen Anordnung, weshalb nur die oberen Punkte für die weitere Untersuchung herangezogen wurden.

Regelquerschnitt 31

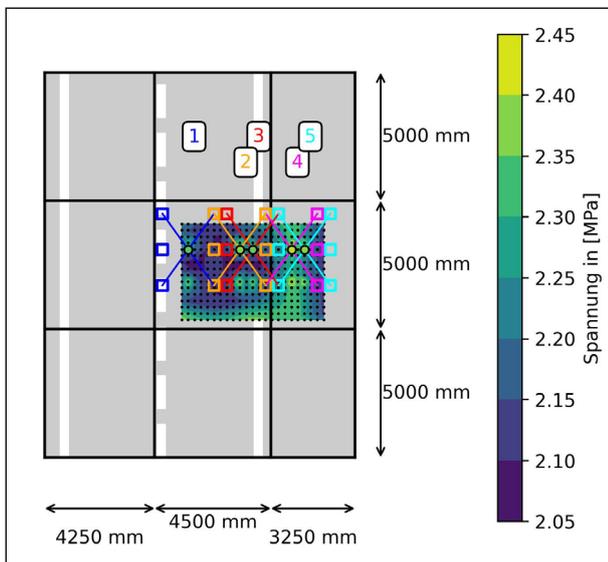


Bild 4.14: RQ 31, herkömmliche Plattenaufteilung

Regelquerschnitt 36

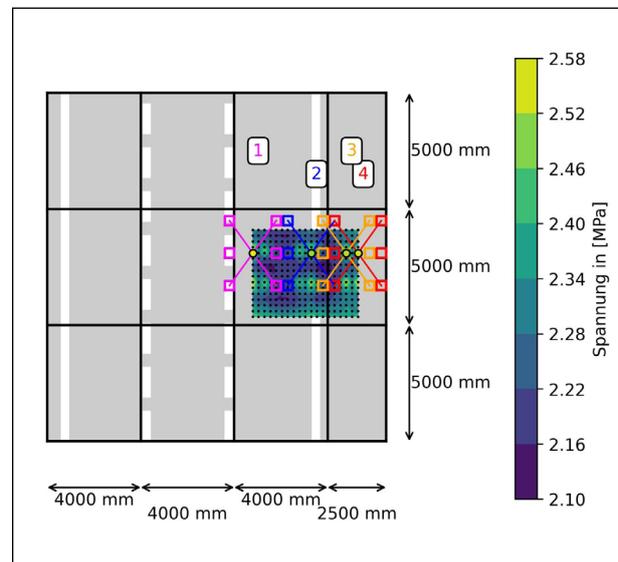


Bild 4.16: RQ 36, herkömmliche Plattenaufteilung

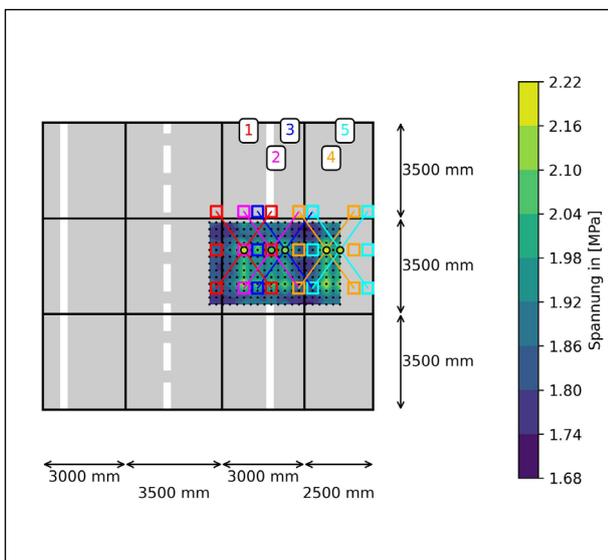


Bild 4.15: RQ 31, alternative Plattenaufteilung

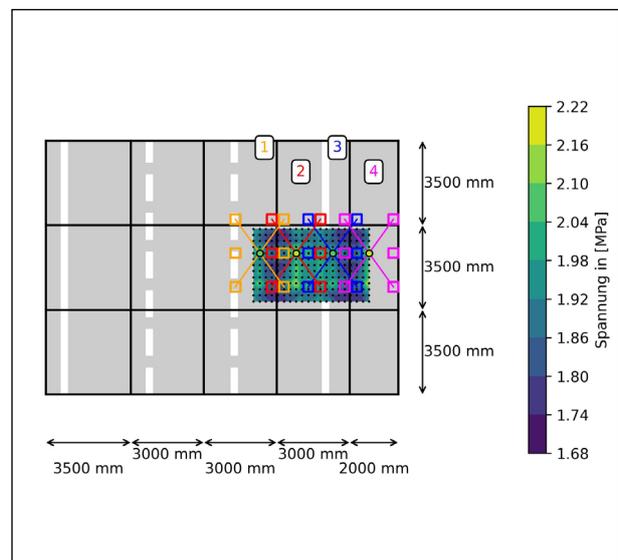


Bild 4.17: RQ 36, alternative Plattenaufteilung

Regelquerschnitt 43,5

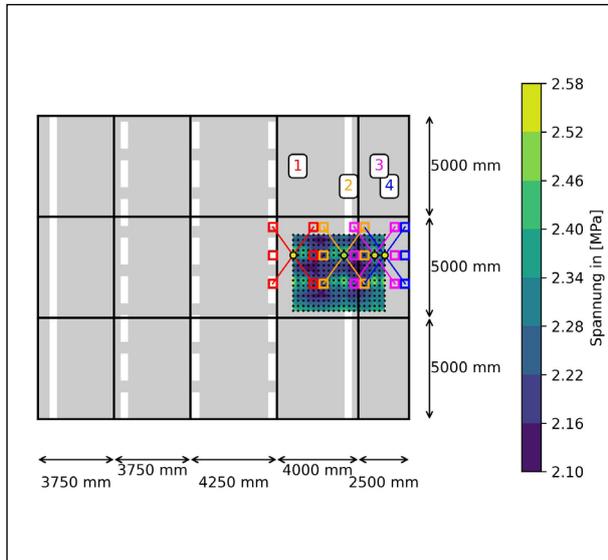


Bild 4.18: RQ 43,5, herkömmliche Plattenaufteilung

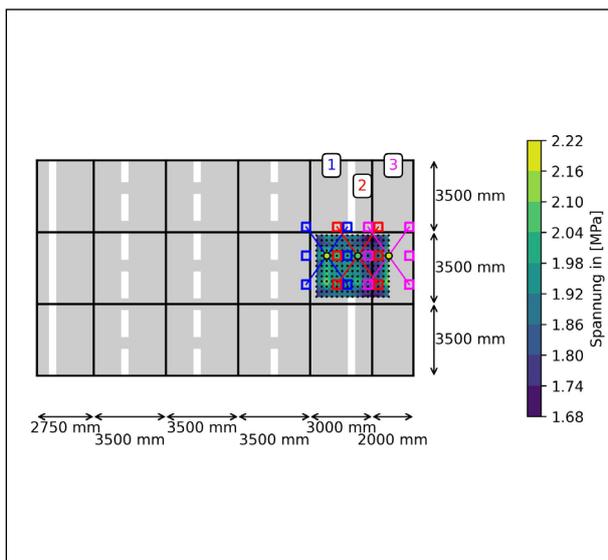


Bild 4.19: RQ 43,5, alternative Plattenaufteilung

4.3.3 Spannungs- und Ermüdungsanalyse

Die in Kapitel 4.3.2 ausgewählten Laststellungen wurden anschließend für eine weitere Spannungsanalyse herangezogen. Es wird für jeden Querschnitt, Plattenaufteilung und Laststellung die Tragschicht (Asphalttragschicht und Schottertragschicht), die Achslast (10 Tonnen und 16 Tonnen) und Belastungszahl B (32 Mio, 100 Mio, 150 Mio) variiert. Dadurch ergeben sich jeweils 12 Parameterkombinationen, welche in Tabelle 4.8 aufgelistet werden. Die Ergebnisse der Spannungsanalyse sind in Bild 4.20 bis Bild 4.22 dargestellt. Auf der Abszisse sind die 12 Parameterkombinationen aufgetragen. Auf der Ordinate wird jeweils der Mittelwert

Parameterkombination	Achslast [t]	B-Zahl [Mio]	Tragschicht	Deckenhöhe [mm]		
				RQ 31	RQ 36	RQ 43,5
1	10	32	ATS	290	270	270
2	10	32	STS	295	280	280
3	10	100	ATS	300	280	280
4	10	100	STS	305	285	285
5	10	150	ATS	305	285	285
6	10	150	STS	305	290	290
7	16	32	ATS	290	270	270
8	16	32	STS	295	280	280
9	16	100	ATS	300	280	280
10	16	100	STS	305	285	285
11	16	150	ATS	305	285	285
12	16	150	STS	305	290	290

Tab. 4.8: Parameterkombinationen

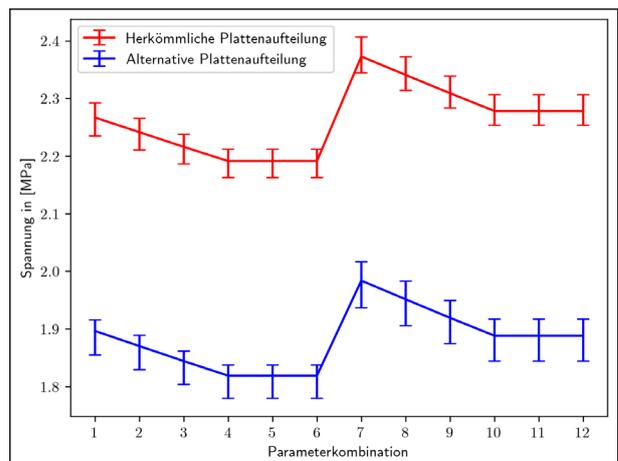


Bild 4.20: RQ 31, Hauptspannungsauswertung

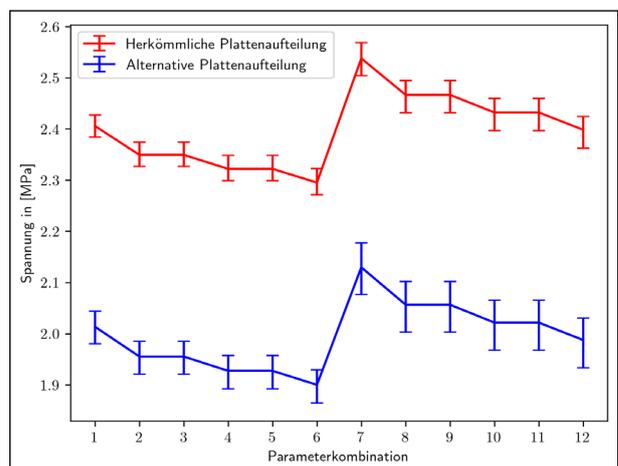


Bild 4.21: RQ 36, Hauptspannungsauswertung

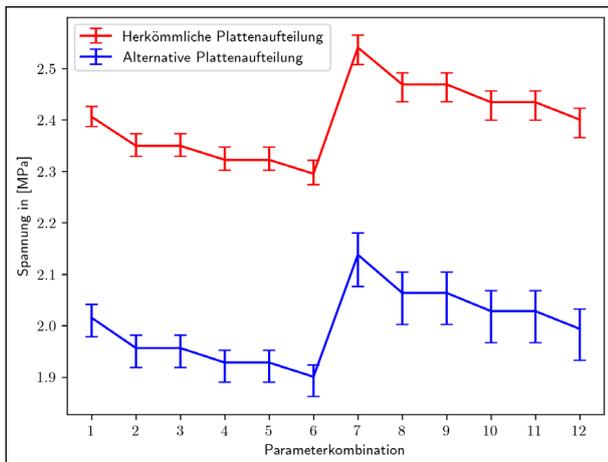


Bild 4.22: RQ 43,5, Hauptspannungsauswertung

	RQ 31	RQ 36	RQ 43,5
Herkömmliche Plattenaufteilung	2,26 MPa	2,40 MPa	2,40 MPa
Alternative Plattenaufteilung	1,88 MPa	2,00 MPa	2,00 MPa
Differenz	0,38 MPa	0,40 MPa	0,40 MPa
Abweichung	16,83 %	16,77 %	16,65 %

Tab. 4.9: Durchschnittliche Hauptspannung über alle Parameterkombinationen

der Spannungsergebnisse für alle Laststellungen getrennt für die unterschiedlichen Plattenaufteilungen dargestellt. Der zusätzliche Balken gibt den jeweiligen Minimal- und Maximalwert wieder.

Es wird direkt ersichtlich, dass die höchsten Hauptspannungen grundsätzlich für die alternative Plattenaufteilung deutlich niedriger sind als bei der herkömmlichen Plattenaufteilung. In Tabelle 4.9 sind die durchschnittlichen Spannungen für die jeweilige Plattenaufteilung über alle Parameterkombinationen und Positionen notiert. Durch die alternative Plattenaufteilung wird eine Reduktion der Hauptspannung im Mittel um ca. 0,4 MPa erreicht, bzw. eine Verringerung um ca. 16 %.

Neben dem Spannungsvergleich ist auch eine Bewertung der Ermüdung erforderlich. Dazu wird die ertragbare B-Zahl für die alternativen Plattenaufteilungen berechnet und verglichen. Der Ansatz folgt der [FE 04.0327] beschriebenen Methodik. Hintergrund der Methodik ist eine Kalibrierung der für die RDO Beton verwendeten Ermüdungsfunktionen (siehe Gleichung (4-1)) mit dem Belastungsgrad, definiert als Hauptspannung im Hauptfahrstreifen bezogen auf die Spaltzugfestigkeit.

$$\gamma_{c,fat} = 0,15 \times \log(\gamma_q \times B_n) + 0,748 \times e^{-0,1365} \quad (4-1)$$

$\gamma_{c,fat}$ Ermüdungsfaktor

B_n Anzahl der äquivalenten Bezugsachslasten während der normativen Nutzungsdauer

$\gamma_{q,L}$ Querverteilungsfaktor für den Nachweis an der Längsfuge

$\gamma_{q,Q}$ Querverteilungsfaktor für den Nachweis an der Quertfuge

Die ertragbare B-Zahl kann nun mit der Formel

$$B_n = \frac{10^{\frac{\gamma_{c,fat} - 0,748 \times e^{-0,1365}}{0,15}}}{\gamma_{q,FEM}} \quad (4-2)$$

berechnet werden, wobei $\gamma_{c,fat}$ für die herkömmliche Plattenaufteilung am Hauptfahrstreifen ermittelt werden muss. Die Methodik stellt allerdings eine rein theoretische Überlegung dar, welche aus der Betrachtung der Ermüdungskurve resultiert. Die theoretischen berechneten B-Zahlen sind für die Baupraxis irrelevant. Mit der Methodik kann aber eine qualitative Ermittlung der Lastaufnahme erfolgen, insbesondere wenn sie deutlich kleiner oder größer ist. Für alle Parameterkombinationen wurden die ertragbaren B-Zahlen mithilfe der jeweiligen höchsten Hauptspannung für alle relevanten Laststellungen berechnet. Auch hier ergibt sich eine vielfach höhere Belastbarkeit bei alternativer Plattenaufteilung.

4.4 Zusammenfassung

Die herkömmliche und alternative Plattenaufteilung wurde für 3 verschiedene Querschnitte untersucht und die höchste auftretende Hauptspannung und die jeweils ertragbare B-Zahl berechnet. In jedem Fall zeigt die alternative Plattenaufteilung eine bessere Tragfähigkeit, auch im Lastfall Ermüdung. In den Berechnungsbeispielen ist die maximale Hauptspannung etwa 20 % niedriger bei herkömmlicher Plattenaufteilung. Aus rein numerisch-mechanischer Sicht ist diese Plattenaufteilung ausschließlich vorteilhaft gegenüber der herkömmlichen Plattenaufteilung.

Die rechnerischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die kleineren Plattengeometrien deutlich günstiger sind als die herkömmlichen. Dies betrifft insbesondere das mechanische Verhalten, da die Auf-

schüsselungen und Aufwölbungen der einzelnen Betonplatten infolge unterschiedlicher Temperatur- und Feuchteverhältnisse signifikant abnehmen. Die Zahl der Fugen nimmt zwar zu, jedoch sind die Fugenbewegungen deutlich verringert, so dass die Fugenfüllstoffe nicht so stark in Anspruch genommen werden. Dies kann zu einer längeren Nutzungszeit der Fugenfüllung führen.

Allerdings hat die Konfliktbetrachtung ergeben, dass zum einen kleinere Plattenbreiten nicht in jedem Fall angewendet werden können (zu kleine oder im Querschnitt zu unterschiedlich breite Platten) und zum anderen, dass der Einsatz von alternativen Plattenbreiten hinsichtlich der Durchführbarkeit von Maßnahmen nicht bei allen Regelquerschnitten zu einer Verbesserung gegenüber der herkömmlichen Plattenbreiten führen.

Eine Änderung der Plattengeometrie bietet z. B. Vorteile, wenn aufgrund einer größeren Baustellenlänge die Behelfsfahstreifenbreiten erhöht werden müssen, die Breite einer Richtungsfahrbahn dann nicht mehr ausreicht, um die Behelfsfahstreifen aufzunehmen und somit ein (weiterer) Fahstreifen weiterhin auf der zu erneuernden Richtungsfahrbahn geführt werden muss. Dies ist z. B. der Fall beim RQ 31, bei dem bei Arbeitsstellenlängen > 6 km nur noch eine 3+1-Verkehrsführung möglich ist.

5 Anwendung innovativer Systeme

5.1 Einsatz von Fertigteilen

Durch den Einsatz von Fertigteilen kann die Bauzeit verkürzt werden, so dass für einen punktuellen Plattenersatz lediglich Arbeitsstellen von kürzerer Dauer eingerichtet werden müssen. Fertigteile können teilweise über Nacht eingebaut werden, so dass die Fahrbahn am nächsten Morgen wieder dem Verkehr zur Verfügung steht. Hierfür kann auch eine temporäre Fahstreifenreduzierung zum Einsatz kommen, ohne den Verkehrsfluss maßgeblich zu beeinflussen.

Zur Ermittlung der relevanten Arbeitsraumbreiten nach [ASR A5.2 2018] sind die folgenden Teilarbeiten zu betrachten:

- Ausbau der alten Fahrbahndecke
- Vorbereitung der Einbaustelle (z. B. Einbringen von Dübeln)

- Einheben der Fertigteile in vorbereitete Aussparung (Bild 5.1)
- Höhenjustierung der Fertigteile (Bild 5.2 und Bild 5.3)
- Unterpressen der Fertigteile (Bild 5.4)
- Abschließende Fugenfüllung

Der Ausbau der alten Fahrbahndecke erfolgt wie bei einer herkömmlichen Plattensanierung mittels Trennschnitt und anschließendem Herauslösen. Ebenso werden Dübel- oder Ankerlöcher gebohrt und die Stähle eingeklebt. Für diese Arbeiten ist es nicht notwendig, dass sich ein Arbeiter neben der Einbaustelle im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhält. Lediglich Arbeitsraumbreiten für ein Hinaus- oder Überlehnen sollten in Ansatz gebracht werden.

Beim Einheben der Fertigteile (Bild 5.1), was bei kleineren leichteren Elementen per Bagger und bei größeren schwereren Teilen mittels Mobilkran erfolgt, sind Arbeiter zur Führung notwendig. In den meisten Fällen kann dies von verschiedenen Positionen aus erfolgen, so dass sich im Grenzbereich zum fließenden Verkehr kein Arbeiter aufhalten muss. Dies kann sich jedoch von Baumaßnahme zu Baumaßnahme unterscheiden und sollte daher dennoch bei der Planung berücksichtigt werden.

Das Ausrichten der Fertigteile kann mit unterschiedlichen Methoden erfolgen, zum einen mittels Stellschrauben an Traversen, die auf der angrenzenden Konstruktion aufliegen, und zum anderen mit in dem Fertigteil integrierten Systemen. Letztere sind für die Betrachtung der Arbeitsraumbreiten nicht relevant, da sich für die Höhenjustierung in diesem Fall Arbeiter direkt auf dem Fertigteil befinden. Die Stellschrauben befinden sich wie in Bild 5.2 zu sehen bei Verwendung von Traversen im Bereich der angrenzenden Betondecke. Je nach Baumaßnahme sind Traversen an der Längs- oder Querseite der Fertigteile angebracht. Bei der Planung kann dies bereits berücksichtigt werden, so dass sich Traversen nur an der Querseite befinden. Allerdings sind Traversen an der Längsseite z. B. bei mehreren Fertigteilen hintereinander nicht vermeidbar. Daher ist für jede Maßnahme zu entscheiden, ob eine relevante Arbeitsraumbreite zu berücksichtigen ist (bei Traversen an Längsseite) oder nicht (Traversen an Querseite).

Das Unterpressen der Fertigteile erfolgt überwiegend über die im Fertigteil eingebrachten Öffnun-



Bild 5.1: Einheben und Ausrichten von Fertigteilen



Bild 5.2: Höhenjustierung mittels Traversen



Bild 5.3: Höhenjustierung mittels Einbauelementen



Bild 5.4: Unterpressstellen auf den Fertigteilen

gen bzw. über eingebaute Elemente (Bild 5.4). Hierfür befinden sich die Arbeiter auf dem Fertigteil. Das Unterpressmaterial verteilt sich an der Unterseite des Fertigteils und füllt alle Hohlräume aus. Schließlich steigt es in den Fugen auf. Teilweise wird das Unterpressmaterial jedoch auch über die Fugen selbst eingebracht. Hierbei befindet sich der Arbeiter direkt über der Fuge. Dieser Arbeitsschritt ist entweder zu unterbinden oder mit geeigneter Arbeitsraumbreite zu berücksichtigen. Hierfür ist das Aufteilen der Mindestarbeitsraumbreite von 80 cm wie bei der Fugensanierung denkbar. Die Füllung der Fugen erfolgt als abschließende Tätigkeit und wird mit einer Arbeitsraumbreite von $B_M=0,80$ m, aufgeteilt auf 0,40 m beidseits der Fuge berücksichtigt.

Beim Fertigteilereinbau ist für einen großen Teil der Arbeitsschritte eine Arbeitsraumbreite von $B_M=0,40$ m bzw. 0,80 m aufgeteilt auf zweimal 0,40 m anzusetzen, so dass insgesamt eine Breite von 0,40 m zu berücksichtigen ist. Gegenüber der Ortbetonbauweise, bei der für den Kantenmaurer eine Arbeitsraumbreite von $B_M \geq 1,00$ m anzusetzen ist, ist dies zusätzlich zur Schnelligkeit ein weiterer Vorteil der Fertigteilbauweise.

Neben der ausreichenden Sicherheits- und Arbeitsraumbreiten spielt auf Fertigteilbaustellen insbesondere auch der vorhandene Arbeitsbereich eine Rolle, da sich zeitgleich mehrere Fahrzeuge und Maschinen in der Baustelle befinden müssen (z. B. bei der Anlieferung der Fertigteile).

5.2 Einsatz von Schnellbeton

Auch durch den Einsatz von Schnellbeton kann die Dauer einer Baumaßnahme (z. B. für den Plattenaustausch) reduziert werden. Da dieser innerhalb kurzer Zeit aushärtet und wieder befahren werden kann.

Auch hier sind die einzelnen Arbeitsgänge hinsichtlich der notwendigen Arbeitsraumbreiten im Grenzbereich zum fließenden Verkehr hin zu untersuchen:

- Ausbau der alten Fahrbahndecke
- Einbringen von Dübeln und Anker/Arbeiten entlang der Längskante (Bild 5.7)
- Einbringen des Betons (Bild 5.8)

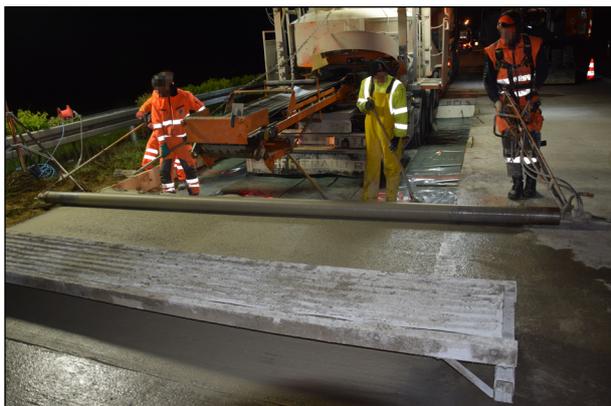


Bild 5.5: Einbau mit Nivellierwalze längs der Fahrbahn



Bild 5.9: Verdichten mittels Rüttelbohle [Foto: OAT]



Bild 5.6: Einbau quer zur Fahrbahn



Bild 5.10: Oberflächentexturierung [Foto: OAT]

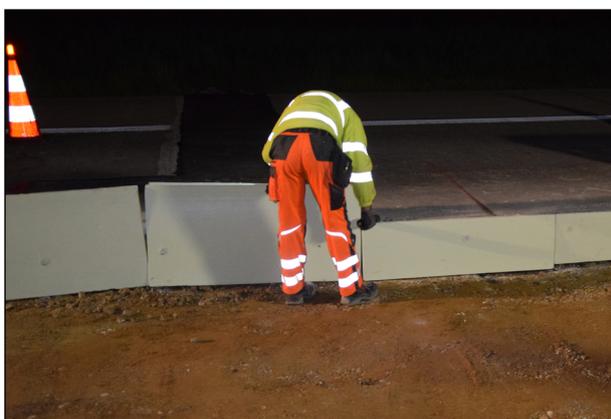


Bild 5.7: Arbeiten entlang der Längskante



Bild 5.8: Einbringen des Betons [Foto: OAT]

- Verdichten des Betons (Bild 5.5, Bild 5.6 und Bild 5.9)
- Oberflächentexturierung (Bild 5.10)
- Nacharbeiten der Kanten
- Abschließende Fugenarbeiten

Die für die einzelnen Arbeitsschritte relevanten Arbeitsraumbreiten wurden bereits in Kapitel 3.1.2 untersucht.

Wie aus den Bildern zu erkennen ist, sind vielerlei Arbeiten damit verbunden, dass sich ein Arbeiter im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhält. Teilweise kann dies durch kleine Änderungen jedoch vermieden werden, so zum Beispiel durch eine Änderung der Einbaurichtung oder durch das Texturieren von der dem Verkehr abgewandten Seite. Für die Ermittlung der erforderlichen Arbeitsraumbreite wird jedoch das Nacharbeiten der Kanten, das mit einer Arbeitsraumbreite von $B_M=1,00$ m (Kapitel 3.1.2) festgelegt wurde.

Im Ergebnis ist dieser Lösungsansatz zwar vorteilhaft im Hinblick auf die Verfügbarkeit (kürzere Dauer der Arbeitsstelle) jedoch nicht im Hinblick auf die notwendigen Arbeitsraumbreiten.

5.3 Verbesserungspotenziale bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen

Für den Platten- bzw. Teilplattenersatz sind unter Kapitel 5.1 und Kapitel 5.2 bereits Vorschläge erörtert worden.

Hinsichtlich der Erneuerung der Fugenfüllung sollte in Zukunft ein teil- bzw. vollautomatisierter Herstellungsprozess vorgesehen werden. Hierdurch kann nicht nur die Qualität der Ausführung verbessert werden, sondern auch die Sicherheit für das Arbeitspersonal. Unter Umständen kann dann sogar der Arbeitsraum B_M entfallen. Dies ist nicht nur relevant für die Fugensanierung sondern auch für den (Teil)-Plattenersatz mittels Fertigteilen, bei dem das Füllen der Fugen den maßgebenden Arbeitsschritt darstellt. Kann die bislang noch notwendige Arbeitsraumbreite entfallen, ergibt sich für diese Instandsetzungsmaßnahme ein größerer Anwendungsbereich. Grundsätzlich sollten hinsichtlich der Arbeitssicherheit alle üblichen Arbeitstechnologien überprüft werden, inwieweit eine einseitige Einbaume-

thodik zum Einsatz kommen könnte, um den Arbeitsraum B_M reduzieren bzw. entfallen lassen zu können. Dabei wird mit hoher Wahrscheinlichkeit der derzeit übliche Maschineneinsatz modifiziert werden müssen.

Sind bei der Fugensanierung Arbeiten neben der Fuge erforderlich, sollten diese auf der verkehrsgewandten Seite erfolgen. Gegebenenfalls sind Einbaurichtungen anzupassen.

6 Vorschläge zur Aufnahme in die ZTV Beton-StB

Die ZTV Beton-StB regeln den Bau des Straßenoberbaus mit Betondecke im Neubau und bei der grundhaften Erneuerung. Bei der Betrachtung der Verfügbarkeit spielt die Lage der Längsfugen eine entscheidende Rolle. Dabei können die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit während der Nutzungszeit je nach Regelquerschnitt recht unterschiedlich sein.

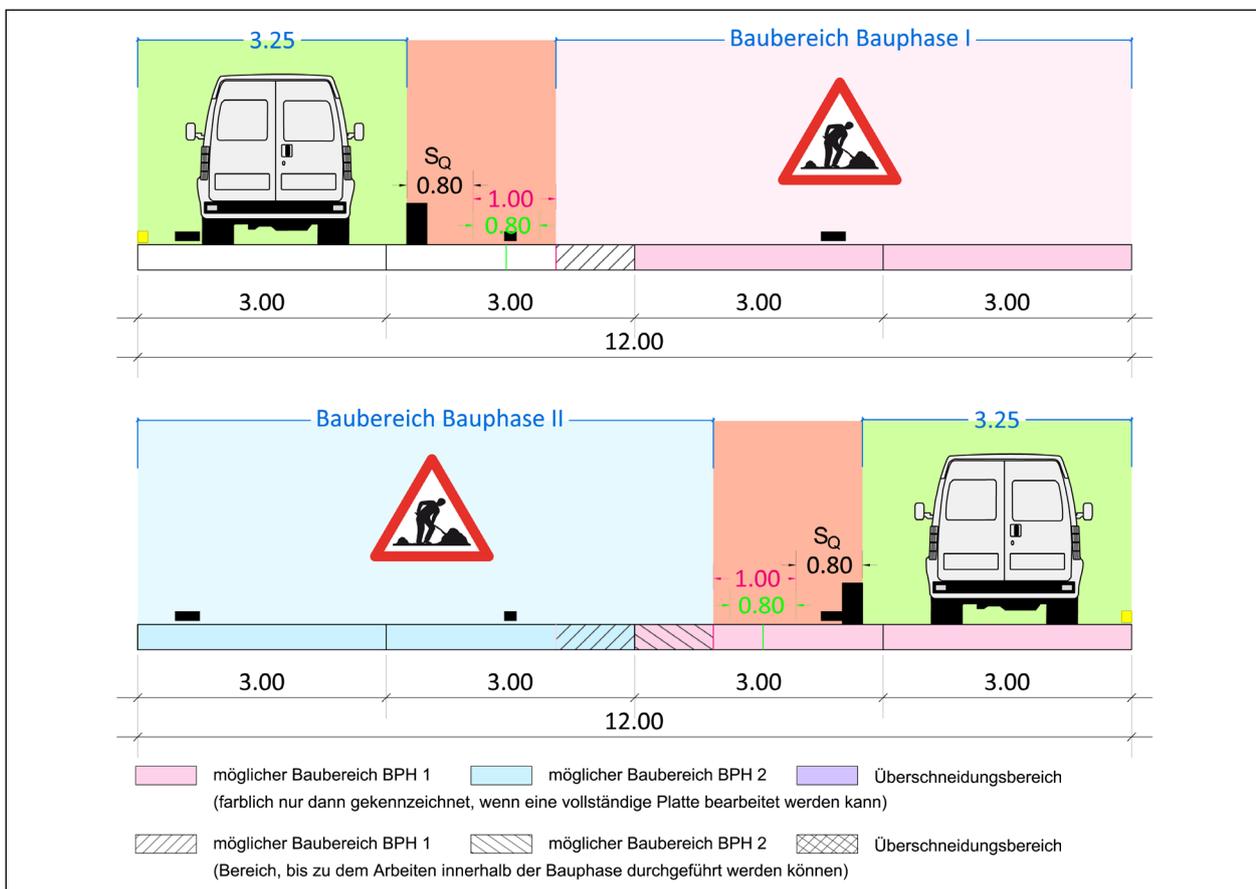


Bild 6.1: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 31

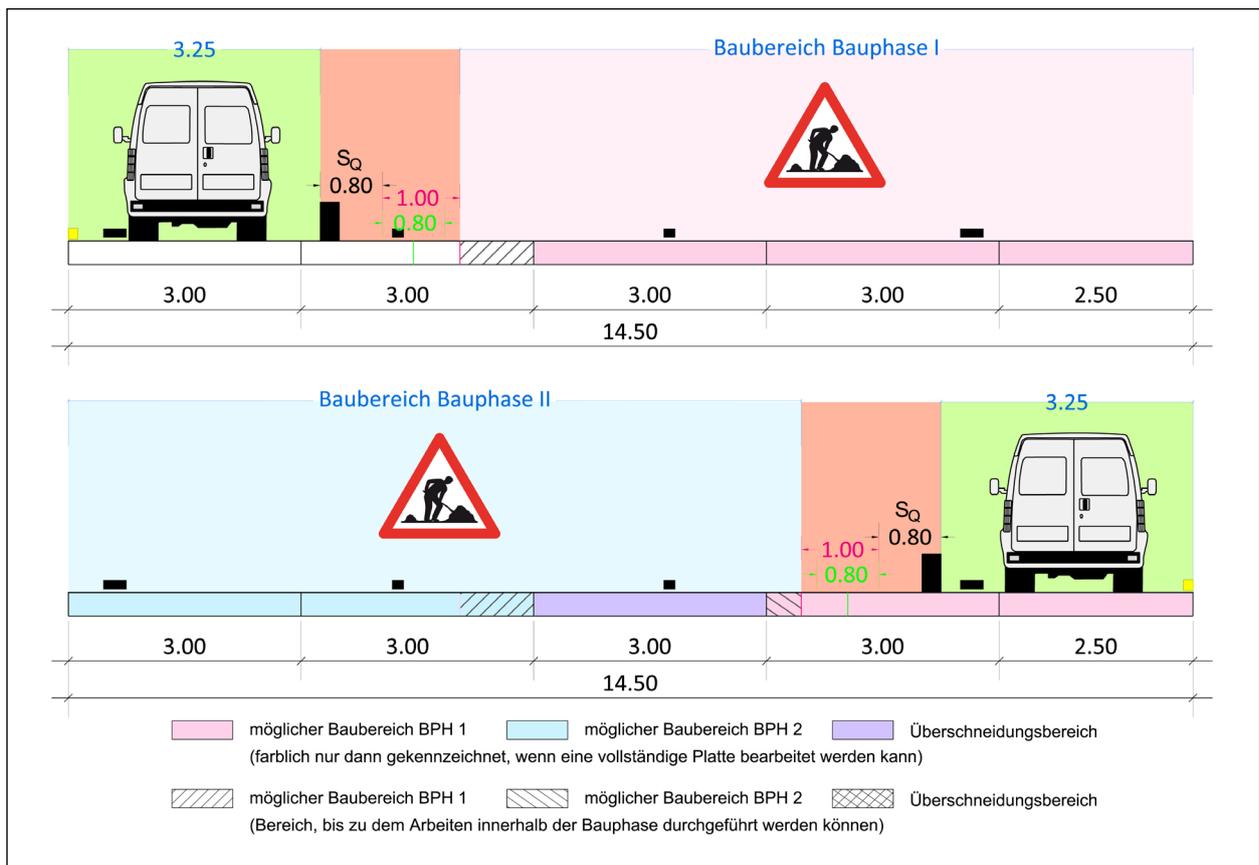


Bild 6.2: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 36

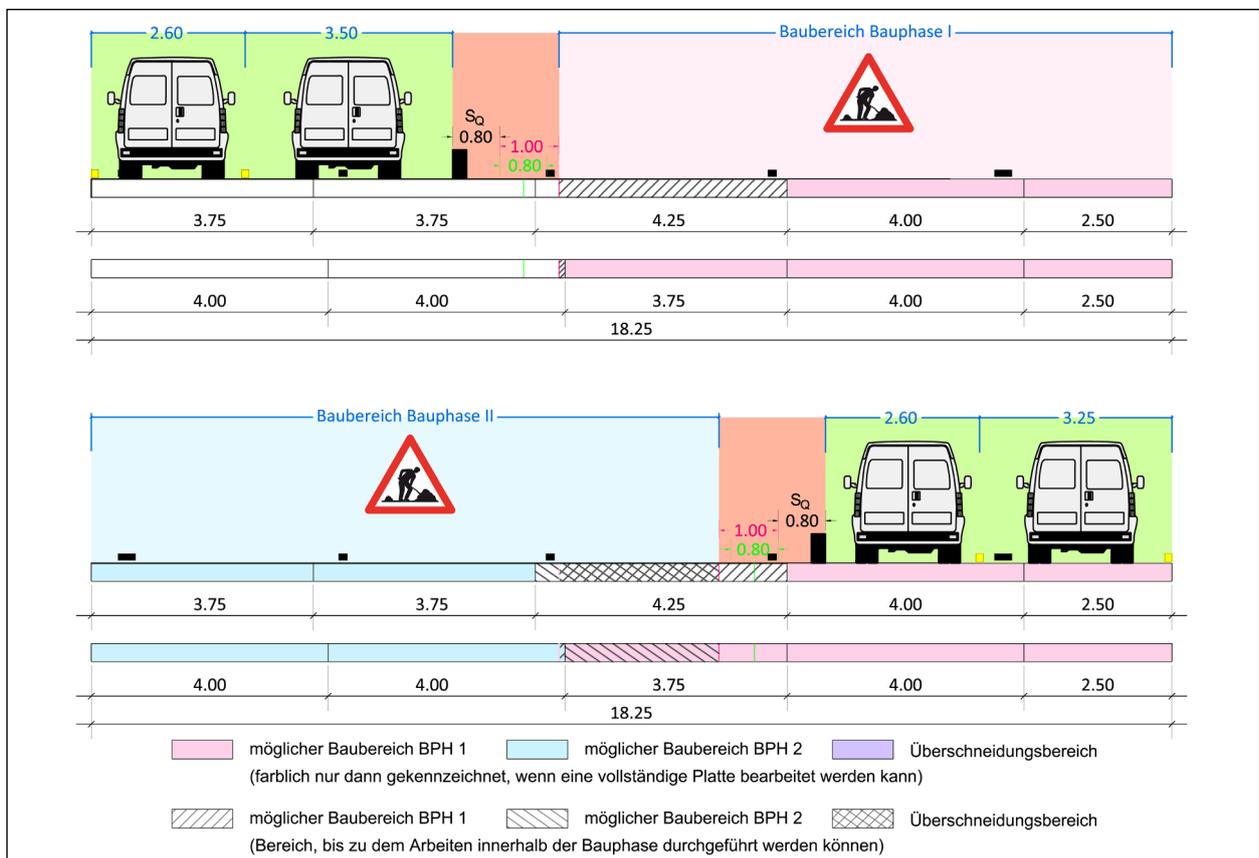


Bild 6.3: Verkehrsführung bei herkömmlicher Plattengeometrie RQ 43,5

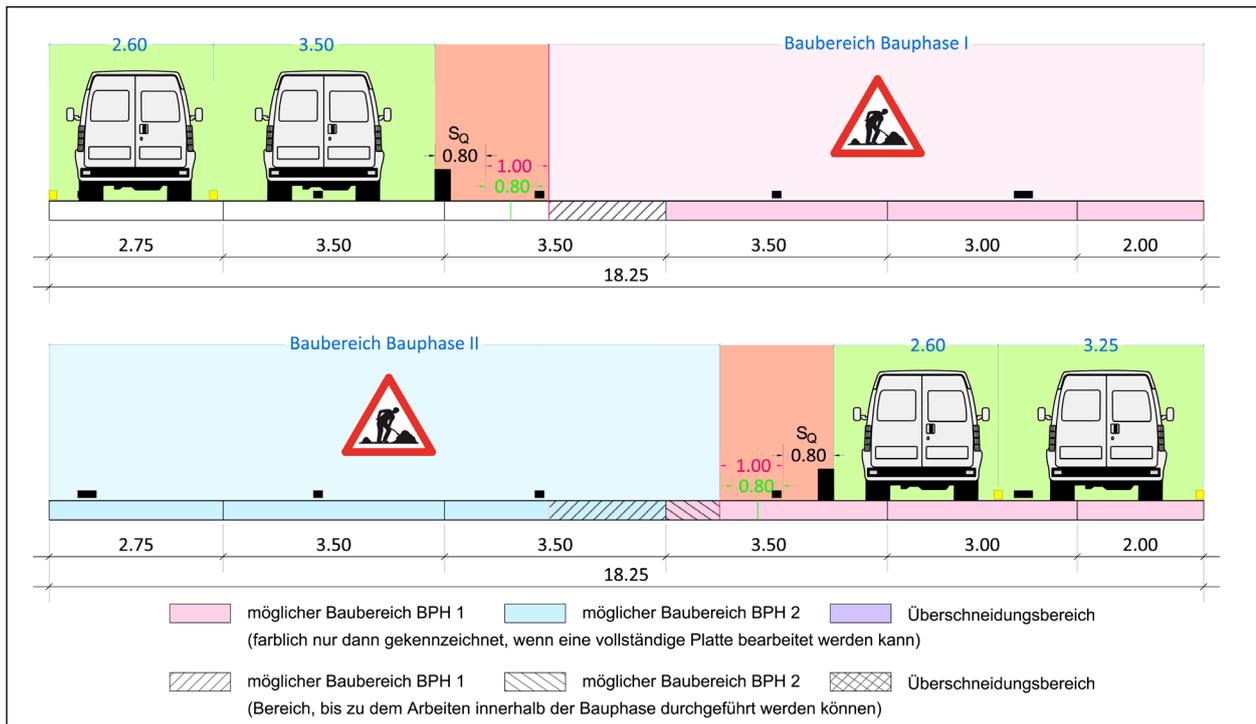


Bild 6.4: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 43,5

Grundsätzlich ist festzustellen, dass bei einer erforderlichen grundhaften Erneuerung einer Richtungsfahrbahn die Überleitung des gesamten Verkehrs auf die Gegenfahrbahn die Vorzugslösung sein sollte. Die geschaffene Baufreiheit führt zu sichereren Verkehrsverhältnissen, da der Konflikt Verkehr – Baustellenbetrieb entkoppelt ist. Zudem ist die Qualität der Bauausführung entscheidend besser, was im Regelfall zu einer Erhöhung der Lebensdauer führt.

Dennoch erlauben es in manchen Fällen die Verkehrsverhältnisse nicht, den gesamten Verkehr in die Gegenrichtung überzuleiten.

Für die ZTV Beton-StB können drei Gruppen gebildet werden:

- I. Regelquerschnitte mit getrennten Richtungsfahrbahnen
- II. Regelquerschnitte mit drei Fahrstreifen ohne Richtungstrennung
- III. Regelquerschnitte mit zwei Fahrstreifen.

Die maßgebenden Regelquerschnitte der Gruppe I sind der RQ 31, der RQ 36 und der RQ 43,5.

Beim RQ 31 ist grundsätzlich die Überleitung des gesamten Verkehrs in die Gegenrichtung möglich (Baustellenlängen < 6 km). Soll nicht der gesamte Verkehr übergeleitet werden, würde sich eine ver-

änderte Plattengeometrie positiv auf Ausführbarkeit von Erhaltungsmaßnahmen auswirken. Eine denkbare Lösungsmöglichkeit zeigt Bild 6.1.

Der zugehörige Querfugenabstand aus Sicht der Dimensionierung könnte mit 3,50 m bis 4,00 m festgelegt werden.

Beim RQ 36 führt erst eine Reduzierung auf einen auf der zu erneuernden Richtungsfahrbahn verbleibenden Fahrstreifen dazu, dass Arbeiten auf der gesamten Fahrbahnbreite durchgeführt werden können. Eine Änderung der Plattengeometrie ist für diesen Querschnitt hinsichtlich der Verkehrsführung nicht zielführend. Im Allgemeinen sind kleinere Platten jedoch aus dimensionierungstechnischer Sicht vorteilhaft und führen zu geringeren Deckendicken bei gleicher Festigkeit. Ein Beispiel für den RQ 36 zeigt Bild 6.2.

Beim RQ 43,5 ergeben sich verbesserte Möglichkeiten der Verkehrsführung bei Modifizierung der Plattengeometrie. Hierfür kann bei herkömmlicher Plattengeometrie das Verlegen der Fuge zwischen zweitem und drittem Fahrstreifen (siehe Bild 6.3) bereits dazu führen, dass Arbeiten auf der gesamten Fahrbahnbreite durchgeführt werden können.

Bei Veränderung der Plattengeometrie (Bild 6.4) ergibt sich ein gewisser Spielraum für die Lage der Längsfuge im ersten Überholfahrstreifen.

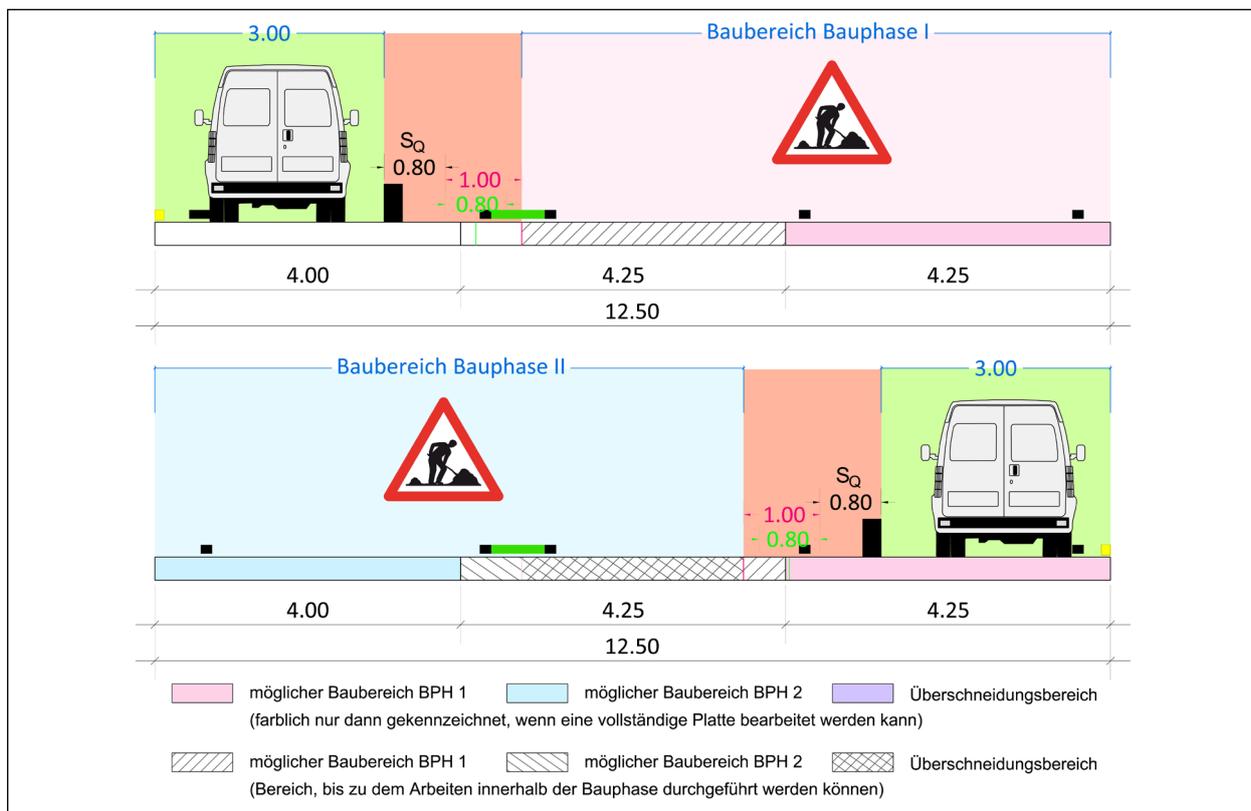


Bild 6.5: Verkehrsführung bei herkömmlicher Plattengeometrie RQ 15,5

Für beide Varianten sollte aus dimensionierungstechnischer Sicht ein Querfugenabstand von 4,00 m angestrebt werden.

Der RQ 15,5 ist maßgebend für die Gruppe II. Es wird deutlich, dass die Arbeiten im Mittelbereich nur unter größerer Verkehrseinschränkung ausführbar sind. Ein Plattenaustausch im mittleren Fahrstreifen ist nur mit Fertigteiltechnik bei Wechselverkehrsführung realisierbar.

Bei den Querschnitten der Gruppe III können Instandsetzungsarbeiten nicht ohne besondere Maßnahmen durchgeführt werden. Besondere Maßnahmen können beispielsweise temporäre Verbreiterungen sein, die hier nicht diskutiert wurden. Ansonsten müssen Umleitungsstrecken ausgewiesen werden, um unter Vollsperrung sanieren zu können.

7 Ergänzungen in den ZTV BEB-StB

Im vorangegangenen Kapitel wurden die Querschnitte, die der ZTV Beton-StB zu Grunde liegen, hinsichtlich der Lage der Fugen diskutiert. Dabei wurden die eventuell notwendig werdenden Arbei-

ten während der Nutzungsphase angenommen. Die ZTV BEB-StB selbst können darauf nicht direkt Einfluss nehmen, so dass technische Lösungsansätze nicht formuliert werden können. Lediglich Hinweise zur Risikoanalyse wären wünschenswert, um die Art der Maßnahme auch aus dieser Sicht zu begründen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A5.2 „Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen“ [ASR A5.2 2018] wurden mit Ausgabe 2018 veröffentlicht, um einen besseren Schutz für die Beschäftigten auf Straßenbaustellen zu erreichen. Die darin enthaltenen seitlichen Sicherheitsabstände (S_Q), und die Mindestbreiten für Arbeitsplätze (B_M), deren Breite sich anhand der gefahrenen Geschwindigkeiten ergeben, sind entsprechend bei Arbeitsstellen zu berücksichtigen, sobald sich Arbeiter im Grenzbereich zum fließenden Verkehr aufhalten müssen. Zudem wurden mit Veröffentlichung der [RSA 2021] die notwendigen Breiten für Behelfsfahrstreifen bei Ver-

kehrsführungen auf mindestens 2,60 m erhöht. Diese erhöhen sich noch weiter mit zunehmender Arbeitsstellenlänge. Der restliche noch vorhandene Bereich, in dem die Arbeiten durchgeführt werden können, reduziert sich dementsprechend.

Um die volle Verfügbarkeit eines Streckenabschnitts zu gewährleisten, sind möglichst alle Fahrstreifen auch während der Bauzeit aufrecht zu erhalten. Hierfür sind insbesondere bei Autobahnen Überleitungen des Verkehrs auf die Gegenrichtung vorzusehen. Dabei richtet sich die Anzahl der Fahrstreifen, die übergeleitet werden können, nach der vorhandenen Querschnittsbreite. In den meisten Fällen ist es nicht möglich, alle Fahrstreifen überzuleiten, so dass mindestens ein Fahrstreifen auf der zu erneuernden Fahrbahn, neben der Baustelle, geführt werden muss. In diesem Fall sind die Regelungen der [ASR A5.2 2018] und [RSA 2021] von entscheidender Bedeutung, um den möglichen Arbeitsraum bestimmen zu können. Hinsichtlich der Verfügbarkeit ist gegebenenfalls zu berücksichtigen, dass Arbeitsstellen kürzerer Dauer nur eine untergeordnete Rolle spielen, da die Arbeiten auch in den verkehrsschwachen Zeiten ausgeführt werden können. Die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit können in diesem Fall geringer ausfallen.

Bei der Betonbauweise bestimmt die Lage der Längsfugen die Breite der Platten. Sie orientiert sich momentan an der Lage der Markierung. Für Arbeiten, die die gesamte Platte betreffen, müssen die Fugen außerhalb der anzusetzenden Bereiche für Verkehrsführung und Arbeitsschutz liegen. Für die relevanten Arbeiten, die sich im Zusammenhang mit der Erhaltung von Betondecken ergeben, war zu eruieren, welche Arbeitsraumbreite (B_M) jeweils anzusetzen ist. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine allgemeingültige Definition von Arbeitsraumbreiten nicht möglich ist, da sie im Wesentlichen von einer Vielzahl an Parametern abhängig ist. Bei der projektbezogenen Betrachtung notwendiger Breiten sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Arbeitsstellenlänge
- Möglichkeit, Verkehr auf die Gegenseite überzuleiten
- Möglichkeit, die Anzahl von Fahrstreifen zu reduzieren
- Dauer der Arbeitsstelle (Arbeitsstelle kurzer oder längerer Dauer)

- Vorhandene Plattengeometrie
- Auszuführende Maßnahme
- Ausführendes Personal
- Genutzte Maschinen und Werkzeug
- Kombination unterschiedlicher Verkehrsführungen in den Bauphasen

Die anzusetzenden Breiten sind daher im Vorfeld einer jeden Baumaßnahme in Abhängigkeit der genannten Parameter zu ermitteln und bei der Ausführung zu berücksichtigen.

Für die weiteren Betrachtungen wurden als maßgebende Arbeitsschritte das Nacharbeiten der Kanten (Kantenmaurer) und das Arbeiten über den Fugen betrachtet und Arbeitsraumbreiten festgelegt. Damit wurden die Konfliktbetrachtungen durchgeführt. Insbesondere bei den schmaleren Querschnitten sind Arbeiten demnach nur noch möglich, wenn die Richtungsfahrbahn komplett für den Verkehr gesperrt wird. Bei der Mehrzahl der Landstraßen, bei denen eine Überleitung des Verkehrs auf die Gegenrichtung nicht erfolgen kann, ist demnach die gesamte Fahrbahn zu sperren, sofern keine provisorischen Verbreiterungen vorgenommen werden können.

Im weiteren Verlauf wurde die Anwendung alternativer Plattengeometrien untersucht. Dabei lag die Breite der Platten bei etwa 3,00 m und die zugehörige Länge bei 3,50 m. Aufgrund der veränderten Lage der Fugen sollten Arbeiten an den Platten besser möglich werden.

Eine Reduktion der Plattenabmessungen kann für verschiedene Szenarien einen bautechnischen Lösungsansatz darstellen, um Maßnahmen ohne oder mit geringeren Einschränkungen der Verfügbarkeit zu ermöglichen.

Die rechnerischen Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Spannungen und Verformungen bei kleineren Plattenabmessungen gegenüber herkömmlichen Plattengeometrien signifikant reduzieren und die ertragbare B-Zahl deutlich erhöht wird. Daher ist davon auszugehen, dass sich bei gleicher Deckendicke die Dauerhaftigkeit maßgeblich verbessert. Die damit einhergehende Verlängerung von Erhaltungsintervallen und folglich die Reduktion der Anzahl an Baustellen im Netz können einen zu einer Erhöhung der Verfügbarkeit beitragen.

Die Zahl der Fugen nimmt zwar zu, jedoch sind die Fugenbewegungen deutlich verringert, so dass die Fugenfüllstoffe nicht so stark in Anspruch genommen werden. Dies kann zu einer längeren Nutzungszeit der Fugenfüllung führen.

Weitere Betrachtungen wurden hinsichtlich der im Betonstraßenbau eingesetzten Technologie durchgeführt. So hat sich gezeigt, dass durch den Einsatz von Schnellbeton zwar die Dauer der Arbeitsstelle verkürzt lässt, sich hinsichtlich der erforderlichen Arbeitsraumbreiten aber keine Vorteile ergeben.

Im Gegensatz dazu kann es für die Instandsetzung von Platten oder Plattenteilen vorteilhaft sein, Fertigteile einzusetzen, da hier gegenüber der Schnellbetonvariante kein Nacharbeiten der Kanten erforderlich ist und somit die Arbeiten über der Fuge den maßgebenden Arbeitsschritt darstellen, was eine geringe Arbeitsraumbreite erfordert. Eine Instandsetzung einer Platte erfolgt dabei meist in zwei Bauphasen, so dass eine Teilung der Platte längs und quer erforderlich wird. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine sinnvolle Aufteilung der Platten erfolgt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass es keine pauschalen Lösungen für die einzelnen Querschnitte geben kann. Ob eine Änderung der Plattengeometrie vorteilhaft ist, ist daher von dem tatsächlich vorhandenen Streckenabschnitt und dessen Randbedingungen abhängig. Aus diesem Grund sind für Ergänzungen in den ZTV Beton diese Randbedingungen zunächst festzulegen und die Maßnahmen entsprechend zu ermitteln.

Die nach den ASR A5.2 anzusetzenden Breiten sind nur dann anzuwenden, wenn sich auch tatsächlich Arbeiter in dem entsprechenden Bereich aufhalten. Werden Arbeiten automatisiert bzw. teilautomatisiert ausgeführt und ist kein Personal im Grenzbereich zum fließenden Verkehr notwendig, können Sicherheitsabstände und Arbeitsraumbreiten entfallen. Im Hinblick darauf sind in Zukunft Systeme zu entwickeln, die im Gefahrenbereich eingesetzt werden können. Somit würde mehr Breite der Fahrbahn für den Verkehr und den Arbeitsbereich zur Verfügung stehen. Die Verfügbarkeit von Streckenabschnitten und die Sicherheit auf Arbeitsstellen könnten somit verbessert werden.

Literatur

- [FE 04.0327] „Aspekte der Dimensionierung und Konstruktion zur Sicherstellung der Verfügbarkeit bei temporärer Nutzung von Randbereichen von Bundesfernstraßen“, FE 04.0327/2018/OGB, Schlussbericht 11/2021
- [FE 08.0223] „Analyse der Auswirkungen von Witterungsextremen an bestehenden Straßenbefestigungen in Betonbauweise“, Schlussbericht 05/2020
- [FR/EG 2021] FREUDENSTEIN, S.; EGER, M.: Arbeitsraum und Fugenanordnung – Anpassung an die ASR A5.2, Artikel Straße und Autobahn, Heft 01/2021
- [HEI 2021] <https://www.heidelbergcement.de/de/presse/2018-12-17>, Zugriff am 11.08.2021
- [OAT 2021] <https://www.oat.de>, Zugriff am 11.08.2021
- [OE/PE/VI 2018] OESTERHELD, R.; PECK, M.; VILLARET S.: Straßenbau heute, Band 1: Betonstraßen, Verlag Bau+Technik, 2018
- [WI/VI 2021] WIELAND, M.; VILLARET, S.: Nachhaltiger Straßenbau – der Weg in die Zukunft, Artikel Straße und Autobahn, Heft 03/2021

Verwendete Regelwerke

- [ASR A5.2 2018] Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A5.2, Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen im Grenzbereich zum Straßenverkehr – Straßenbaustellen, Ausschuss für Arbeitsstätten, Ausgabe 2018
- [RAA 2008] Richtlinien für die Anlage von Autobahnen, Ausgabe 2008, FGSV, Köln

[RAL 2012]	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Ausgabe 2012, FGSV, Köln
[RAS-Q]	Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS Teil: Querschnitte, letzte Ausgabe 1996, FGSV, Köln
[RDO Beton]	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen, Ausgabe 2009, FGSV, Köln
[RSA 1995/2017]	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, Ausgabe 1995 mit Änderungen und Ergänzungen 2017, FGSV, Köln
[RSA 2021]	Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, Ausgabe 2021, FGSV, Köln
[RStO 12]	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, FGSV, Köln
[ZTV BEB 2015]	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen, Ausgabe 2015, FGSV, Köln
[ZTV Beton 2007]	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, FGSV, Köln

Bilder

Bild 2.1:	Bezugslinie für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr [ASR A5.2 2018]
Bild 2.2:	unterschiedliche seitliche Sicherheitsabstände S_Q und Mindestbreiten für Arbeitsräume B_M für den Einsatz einer Fräse [ASR A5.2 2018]
Bild 2.3:	Seitlicher Sicherheitsabstand S_Q und Mindestbreite für Arbeitsräume B_M für den Einsatz eines Betonfertigers [ASR A5.2 2018]
Bild 2.4:	Beispiel eines Querschnitts mit Verkehrsraumbreite 6,00 m [RSA 2021]
Bild 2.5:	Breite Behelfsfahstreifen, S_Q und B_M bei Verwendung von Leitbaken
Bild 2.6:	Breite Behelfsfahstreifen, S_Q und B_M bei Verwendung von temporären Schutzeinrichtungen
Bild 3.1:	Fugensanierung – Herausreißen des alten Fugenmaterials [OAT 2021]
Bild 3.2:	Aufteilung der Arbeitsraumbreite auf 0,40 m beidseits der Fuge bei Arbeiten, die direkt über der Fuge erfolgen
Bild 3.3:	Fugensanierung – Ausbürsten des Fugenspalt [OAT 2021]
Bild 3.4:	Fugensanierung – Füllen des vorbereiteten Fugenspalt [OAT 2021]
Bild 3.5:	Plattenersatz – Schnitte entlang der Längsfuge [OAT 2021]
Bild 3.6:	Bohren von Löchern zum nachträglichen Einbau von Dübeln bzw. Ankern [OAT 2021]
Bild 3.7:	Anbringen und Anpassen einer bleibenden Fugeneinlage mit Überbeugen des Arbeiters
Bild 3.8:	Einbringen und Verteilen des Betons beim Plattenersatz [Foto: OAT]
Bild 3.9:	Einbringen und Verteilen des Betons beim Plattenersatz
Bild 3.10:	Abziehen der Oberfläche mit Nivellierwalze
Bild 3.11:	Einsatz einer Rüttelbohle [Foto: OAT]

- Bild 3.12: Nachstellen der Position des Kantenmaurers [Foto: OAT]
- Bild 3.13: Oberflächentexturierung mit Besenstrich [OAT 2021], [Foto: OAT]
- Bild 3.14: Grindingmaschine [OAT 2021]
- Bild 3.15: Arbeitsbereich Gleitschalungsfertiger 0,70 m neben Betonkante
- Bild 3.16: Mögliche Arbeitswege im Bereich von Betonfertigern
- Bild 3.17: Unterschiedliche Positionen beim Nacharbeiten der frischen Betonkante
- Bild 3.18: Relevante Arbeitsraumbreite beim streifenweisen Ersatz
- Bild 4.1: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 43,5 (3 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.2: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 43,5 (2 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.3: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 36 (2 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.4: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 36 (1 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.5: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 31 (2 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.6: Verkehrsführung mit geänderter Plattengeometrie RQ 31 (1 Behelfsfahstreifen)
- Bild 4.7: Beispiel für ein Finite-Elemente-Modell eines Plattensystems mit Untergrund, Fugen und 6 Achslasten
- Bild 4.8: RQ 31, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.9: RQ 31, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.10: RQ 36, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.11: RQ 36, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.12: RQ 43,5, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.13: RQ 43,5, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.14: RQ 31, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.15: RQ 31, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.16: RQ 36, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.17: RQ 36, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.18: RQ 43,5, herkömmliche Plattenaufteilung
- Bild 4.19: RQ 43,5, alternative Plattenaufteilung
- Bild 4.20: RQ 31, Hauptspannungsauswertung
- Bild 4.21: RQ 36, Hauptspannungsauswertung
- Bild 4.22: RQ 43,5, Hauptspannungsauswertung
- Bild 5.1: Einheben und Ausrichten von Fertigteilen
- Bild 5.2: Höhenjustierung mittels Traversen
- Bild 5.3: Höhenjustierung mittels Einbauelementen
- Bild 5.4: Unterpressstellen auf den Fertigteilen
- Bild 5.5: Einbau mit Nivellierwalze längs der Fahrbahn
- Bild 5.6: Einbau quer zur Fahrbahn
- Bild 5.7: Arbeiten entlang der Längskante
- Bild 5.8: Einbringen des Betons [Foto: OAT]
- Bild 5.9: Verdichten mittels Rüttelbohle [Foto: OAT]
- Bild 5.10: Oberflächentexturierung [Foto: OAT]
- Bild 6.1: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 31
- Bild 6.2: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 36
- Bild 6.3: Verkehrsführung bei herkömmlicher Plattengeometrie RQ 43,5
- Bild 6.4: Verkehrsführung bei geänderter Plattengeometrie RQ 43,5
- Bild 6.5: Verkehrsführung bei herkömmlicher Plattengeometrie RQ 15,5

Tabellen

- Tab. 2.1: Regelquerschnitte und Fahrbahnbreiten
- Tab. 2.2: Mindestmaße für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr bei Straßenbaustellen längerer Dauer [ASR A5.2 2018]
- Tab. 2.3: Mindestmaße für seitliche Sicherheitsabstände (S_Q) zum fließenden Verkehr bei Straßenbaustellen kürzerer Dauer [ASR A5.2 2018]
- Tab. 2.4: Mindestbreite von Behelfsfahstreifen nach den [RSA 2021]
- Tab. 2.5: Mindestbreite von Behelfsfahstreifen nach den [RSA 1995]
- Tab. 2.6: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +0 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)
- Tab. 2.7: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +1 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)
- Tab. 2.8: Notwendige Breite Behelfsfahrbahn bei +2 Verkehrsführungen (mit Berücksichtigung der Mindestbreite einer TSE)
- Tab. 2.9: Mögliche Verkehrsführungen während der Bauarbeiten bei unveränderter Verfügbarkeit für unterschiedliche Baustellennlängen
- Tab. 3.1: ermittelte relevante Mindestarbeitsraumbreiten für einzelne Maßnahmen
- Tab. 3.2: Konfliktbetrachtung RQ43,5 (RAA)
- Tab. 3.3: Konfliktbetrachtung RQ38,5 (RAA)
- Tab. 3.4: Konfliktbetrachtung RQ 37,5 (RAS-Q 82)
- Tab. 3.5: Konfliktbetrachtung RQ 36 (RAA)
- Tab. 3.6: Konfliktbetrachtung RQ 35,5 (RAS-Q 96)
- Tab. 3.7: Konfliktbetrachtung RQ 33 (RAS-Q 96)
- Tab. 3.8: Konfliktbetrachtung RQ 31,5 (RAA)
- Tab. 3.9: Konfliktbetrachtung RQ 31 (RAA)
- Tab. 3.10: Konfliktbetrachtung RQ 29,5 (RAS-Q 96)
- Tab. 3.11: Konfliktbetrachtung RQ 29 (RAS-Q 82)
- Tab. 3.12: Konfliktbetrachtung RQ 28 (RAA) . 57
- Tab. 3.13: Konfliktbetrachtung RQ 26 (RAS-Q 96/ RAS-Q 82)
- Tab. 3.14: Konfliktbetrachtung RQ 25 (RAA)
- Tab. 3.15: Konfliktbetrachtung RQ 20 (RAS-Q 96/ RAS-Q 82)
- Tab. 3.16: Konfliktbetrachtung bei unveränderter Verfügbarkeit (ggf. mit Überleitung auf Gegenfahrbahn)
- Tab. 3.17: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung im Gesamtquerschnitt um einen Fahrstreifen
- Tab. 3.18: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung im Gesamtquerschnitt um zwei Fahrstreifen
- Tab. 3.19: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 43,5 mit Nutzung des Seitenstreifens
- Tab. 3.20: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 36 mit und ohne Nutzung des Seitenstreifens
- Tab. 3.21: Verkehrsführung bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer RQ 31 mit Nutzung des Seitenstreifens
- Tab. 3.22: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei unveränderter Verfügbarkeit (ohne Fahrstreifenreduktion)
- Tab. 3.23: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen
- Tab. 3.24: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen
- Tab. 3.25: Konfliktbetrachtung RQ 21 (RAL) Arbeitsstelle
- Tab. 4.1: Konfliktbetrachtung bei unveränderter Verfügbarkeit bei geänderter Plattengeometrie
- Tab. 4.2: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen im Gesamtquerschnitt bei geänderter Plattengeometrie
- Tab. 4.3: Konfliktbetrachtung bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen im Gesamtquerschnitt bei geänderter Plattengeometrie

-
- Tab. 4.4: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei unveränderter Verfügbarkeit (ohne Fahrstreifenreduktion)
- Tab. 4.5: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um einen Fahrstreifen bei geänderter Plattengeometrie
- Tab. 4.6: Konfliktbetrachtung (Arbeitsstelle kürzerer Dauer) bei Fahrstreifenreduzierung um zwei Fahrstreifen bei geänderter Plattengeometrie
- Tab. 4.7: Materialparameter für die Simulation
- Tab. 4.8: Parameterkombinationen
- Tab. 4.9: Durchschnittliche Hauptspannung über alle Parameterkombinationen

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Straßenbau“

2022

S 171: Informationssystem Straßenzustand Teil 2: Entwicklung von Sensoren zur Erfassung des strukturellen Zustandes von Asphaltstraßen (SENSOR)

Bald, Böhm, Čičković, Tiemann, Hill, Peitsch, Gablovský, Muschalla, Czaja, Ulrich, Farbischewski, Huczek
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 172: Verbesserung der Erfassung des Verhaltens von Trag-schichten ohne Bindemittel (ToB) zur Berücksichtigung in den RStO, RDO und den RSO

Wellner, Leischner, Spanier € 16,50

S 173: Analyse der Auswirkungen von Witterungsextremen an bestehenden Straßenbefestigungen in Betonbauweise

Villaret, Beckenbauer, Riwe, Tschernack
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 174: Raumdichtebestimmung an hohlraumreichen Asphalten

Dudenhöfer, Rückert
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 175: Einfluss der Fugenöffnungsweite auf die akustischen Eigenschaften von Fahrbahndecken aus Beton

Altreuther, Beckenbauer, Ertsey, Otto, Schubert, Kropp, Hoever
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 176: Strömungsmodelle zur Simulation der Durchsickerung von Straßenbauwerken mit Implementierung hydrologischer Parameter

Michaelides, Koukoulidou, Birlé, Heyer, Vogt
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 177: Bestimmung von Kenndaten zur sicheren Charakterisierung von Fugenvergusmassen

Breitenbücher, Buckenhüskes, Radenberg, Twer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 178: Ringversuch zum statischen Spaltzugversuch nach AL Sp-Beton

Weise, Hüskes, Niedack-Nad
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 179: Die neue Autobahnverwaltung des Bundes – das Straßenrecht der Verkehrswende

Durner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 180: Entwicklung eines aktuellen Verfahrens zur rechnerischen Dimensionierung gemäß den RDO Beton

Kathmann, Hermes, Kucera, Stöver, Neumann, Lehmkühl, Pfeifer € 14,50

2023

S 181: Möglichkeiten und Grenzen des Georadarverfahrens

Hülsbömer, Weißelborg, Gogolin, Mörchen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 182: Optimierung der Anwendbarkeit der Probabilistik in der Dimensionierung und Substanzbewertung von Betonstraßen

Neumann, Liu, Blasl, Reinhardt
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 183: Potenzialuntersuchung zum Einsatz von Asphalteinlagen

Mollenhauer, Wetekam, Wistuba, Büchler, Al-Qudsi, Falchetto, Kollmus, Trifunović, Schmalz, Ziegler
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 184: Generelle Methodik zur Abschnittsbildung bei der Erhaltung kommunaler Straßen

Berthold, Großmann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 185: Potenzialanalyse – Prozesssichere Herstellung lärm- armer Straßen in Betonbauweise OPB – Offenporiger Beton

Freudenstein, Bollin, Eger, Klein, Kränkel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 186: Praxisgerechte Anforderungen an den Polierwiderstand feiner Gesteinskörnungen

Oeser, Schulze, Benninghoff, Renken
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 187: Überprüfung der Geotextilrobustheitsklassen hinsichtlich neuer Produktentwicklungen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 188: Untersuchungen an einer CEM III-Versuchsstrecke auf der BAB A7 bei Wörnitz

Kuhnsch
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 189: Optimierung der Zusammensetzung Offenporiger Asphalte zur Verbesserung des Nutzungsverhaltens

Radenberg, Breddemann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 190: Wirtschaftlichkeitsuntersuchung an Bauweisen mit Betondecke der Belastungsklasse Bk100

Ressel, Engel, Ferraro, Alber, Garrecht, Mielich, Wellner, Kamratowsky, Kraft
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 191: Vergleich der Gebrauchseigenschaften von Asphalten mit Polymermodifiziertem Bindemittel und Gummimodifizierten Bindemitteln mit unterschiedlichen Gummianteilen

Hase, Beyersdorf, Hase, Rademacher, Schindler
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 192: Analyse von Auswertungs- und Bewertungsverfahren für die Anwendung des Traffic-Speed-Deflectometers auf Asphaltbefestigungen

Čičković, Bald, Middendorf

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 193: Materialsteifigkeit des Straßenbetons im Verlauf des Ermüdungsprozesses

Bolz, Wellner, Lindner, Schulze

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 194: Aspekte der Dimensionierung und Konstruktion zur Sicherstellung der Verfügbarkeit bei temporärer Nutzung von Randbereichen von Bundesfernstraßen

Wellner, Sommer, Clauß, Spanier, Villaret, Tschernack, Villaret, Gebhardt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 195: Verfahren zur Bildung und Beschreibung zustandshomogener Abschnitte und repräsentativer Kennzahlen für das Erhaltungsmanagement

Berthold, Großmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 196: Eignung konventioneller Prüfverfahren für Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte im Erdbau

Huber, Birle, Heyer, Demond

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

S 197: Lösungsstudie zur Umsetzung der ASR A5.2 im Kontext mit der Herstellung von Betonfahrbahndecken

Tschernack, Gebhardt, Villaret

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.