
Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Verkehrstechnik Heft V 404

Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland

von

Thorsten Kathmann, Christian Müller
DTV-Verkehrsconsult GmbH, Aachen

Dennis Kass, Maximilian Kass
VE-Kass Ingenieurgesellschaft mbH, Köln

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Verkehrstechnik Heft V 404

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. 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 BASt, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung: <https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt SV.0016
Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden
und der Bundesrepublik Deutschland

Fachbetreuung:
Alexander Bloch, Tim Podleschny

Referat:
Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Verkehrsstatistik

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:
MedienMélange:Kommunikation

Druck, Verlag und Produktsicherheit:
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 0 | E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331 | ISBN 978-3-95606-868-3 | <https://doi.org/10.60850/bericht-v404>

Bergisch Gladbach, Juli 2025

Kurzfassung – Abstract

Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland

Lang-Lkw stellen mit einer Länge von bis zu 25,25 m besonders lange Fahrzeug im Straßenverkehr dar. Aufgrund ihrer Größe unterliegt deren Nutzung höheren Auflagen als die Verwendung üblicher Lkw. Dies hat zur Folge, dass Lang-Lkw in der EU für gewöhnlich nicht über Landesgrenzen fahren dürfen. Durch ein Abkommen zwischen den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland konnte dies für diese beiden Länder ermöglicht werden. Im vorliegenden Forschungsprojekt ist erstmalig der grenzüberschreitende Verkehr der Lang-Lkw zwischen den beiden Ländern untersucht worden. Hierfür fiel die Wahl auf neun Standorte an deutschen Bundesautobahnen und –fernstraßen. Die Ermittlung der Fahrzeuge fand mangels automatischer Erfassungsgeräte für Lang-Lkw anhand der Auswertung von angefertigtem Bildmaterial statt. Anhand der Kennzeichenfarbe konnten für die Lang-Lkw Fahrten am Tag Rückschlüsse auf die Nationalität der Fahrzeuge getroffen werden. Hier hat sich gezeigt, dass mehr niederländische Fahrzeuge beobachtet werden konnten, als Deutsche. Ebenso konnte durch eine Typenzuordnung gezeigt werden, dass der Typ 3 Lang-Lkw der dominierende Fahrzeugtyp ist. Zur Unterstützung kamen Seitenradargeräte zum Einsatz, die eine Längenmessung der Fahrzeuge ermöglicht haben. Gleichzeitig konnte die aktuelle Entwicklung der Seitenradarerfassung genutzt werden, um die automatische Erfassung der Lang-Lkw anhand des Projekts voran zu treiben. Für alle neun Standorte fand eine Erfassung der Lang-Lkw, getrennt in beide Fahrtrichtungen, statt. Der Erhebungszeitraum hat jeweils eine Woche über die vollständigen 24 Stunden eines Tages betragen. Zur Überprüfung der Ergebnisse ist diese stichprobenartige Erhebung an allen Standorten in einer zweiten, von der ersten Erhebungswoche unabhängigen, Woche erneut durchgeführt worden.

Es konnte gezeigt werden, dass das Angebot der grenzüberschreitenden Lang-Lkw Nutzung genutzt wird. Die Verkehrsmengen sind jedoch sehr gering und variieren stark an den unterschiedlichen Grenzbereichen. Die wiederholende Erhebung der Standorte konnten die geringen Verkehrsmengen der einzelnen Standorte bestätigen. Die zusätzliche Längenmessung hat gezeigt, dass Lang-Lkw vermehrt ab einer Länge von 24 m genutzt werden. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die Abstimmung des zugelassenen Straßennetzes noch weiterer Feinheiten bedarf, da ein Grenzbereich nur von der deutschen Seite befahren werden darf und somit die Fahrt theoretisch an der Grenze beendet werden müsste.

Measurements of long trucks in the border area with the Netherlands and the Federal Republic of Germany

With a length of up to 25.25 m, long trucks are particularly long vehicles in road traffic. Due to their size, their use is subject to higher regulations than the use of normal trucks. As a result, long trucks are usually not allowed to drive across national borders in the EU. This was made possible by an agreement between the Netherlands and the Federal Republic of Germany. In the present research project, the cross-border traffic of long trucks between the two countries was investigated for the first time. Nine locations on German federal motorways and trunk roads were chosen for this purpose. Due to the lack of automatic recording devices for long trucks, the vehicles were identified by evaluating photographic material. On the basis of the colour of the number plate, it was possible to draw conclusions about the nationality of the vehicles for the long trucks during the day. This showed that more Dutch vehicles could be observed than German ones. Likewise, it could be shown through a type classification that the type 3 long truck is the dominant vehicle type. To support the measurements, side radar equipment was used, which made it possible to measure the length of the vehicles. At the same time, the current development of side radar detection could be used to advance the automatic detection of the long trucks on the basis of the project. The long trucks were recorded separately in both directions of travel for all nine locations. The survey period was one week; covering the complete 24 hours of each day. In order to increase the verification of the results, this random survey was carried out again at all locations in a second week, independent of the first survey week.

It could be shown that the offer of cross-border long trucks is used. However, the traffic volumes are very low and vary greatly at the different border areas. The repeated survey of the locations confirmed the low traffic volumes at the individual locations. The additional length measurement showed that long trucks are increasingly used from a length of 24 metres. It was also shown that the coordination of the authorised road network requires further fine-tuning, since a border area may only be entered from the German side and thus the journey would theoretically have to end at the border.

Summary

Measurements of long trucks in the border area with the Netherlands and the Federal Republic of Germany

1 Introduction

A long truck is a truck with excess length, the vehicle length may be up to 25.25 m depending on the type (cf. § 4 II LKWÜberlStVAusnV). In the Federal Republic of Germany, the weight restrictions remain unchanged. Long combination vehicle (LCV) may also not exceed a weight of 40 tonnes, or 44 tonnes in combined transport. Long trucks offer freight forwarders the opportunity to save fuel and climate damaging emissions, as the increased loading volume for the same quantity of goods can be transported with fewer journeys, as two long trucks can replace three conventional trucks in terms of transport volume (cf. Burg et. al, 2017).

An initial trial of the long trucks was conducted under the auspices of the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS) from 1 January 2012 to 31 December 2016 (cf. Irzik et. al, 2016). The Federal Highway Research Institute accompanied the field trial scientifically and documented the findings in numerous reports. During this period, haulage companies had to register their long trucks with the BASt, so that statistics were available for these vehicles. With the end of the trial phase, this registration was no longer necessary, so that current statistics on the number of long trucks in Germany are no longer available in this form.

In contrast to standard trucks without excess length, long trucks are usually not allowed to cross the borders of the Schengen area. Cross-border traffic is not allowed when driving on European roads with long trucks. However, this is in clear contradiction to the free movement of goods within the European Union (EU) and makes the use of long trucks potentially less attractive for haulage companies, as they cannot fully exploit the freedoms of the European internal market with long truck combinations.

In order to deal with this problem, the Ministry of Infrastructure and Water Management of the Kingdom of the Netherlands and the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure of the Federal Republic of Germany concluded a bilateral agreement on 24 September 2021. This was published on 8 November 2021 under the name "Announcement of the German-Dutch Agreement on Technical Agreements on the Cross-Border Traffic of Vehicles and Vehicle Combinations with Excess Length between the Federal Republic of Germany and the Kingdom of the Netherlands" (cf. BMDV, 2021).

The research project is dedicated to the first-time determination of the cross-border traffic of long trucks between the Kingdom of the Netherlands and the Federal Republic of Germany.

The aim is not only to record the long trucks themselves, but also to record the colour of the number plate in order to assign nationalities and to recognise the different types of long trucks permitted.

2 Development of the methodology

The survey is camera-based. Based on the images taken, the number of long trucks is counted afterwards. Several cameras are used for this purpose. These enable both a recording from the front, in order to show the long trucks in their entirety, and a recording from the rear, in order to be able to carry out an additional check using the prescribed long truck markings. Another camera is used in conjunction with an infrared transmitter to detect the long trucks at night. The camera settings are selected in such a way that the focus and sufficiently long exposure times do not allow detailed recognition of vehicle occupants and number plates. In this way, a long truck can be recognised, but details such as the number plate are only captured vaguely. This enables recognition of the number plate colour (white/yellow) during daylight hours. Side radar units are used to support visual recognition. These extend the observations to include length measurements of the vehicles. In this way, the long truck observations can be further verified and the quality of the results can be increased through the statement of the vehicle length. In addition, the research project

will be used to advance the automatic detection of long trucks using the side radar equipment. This is not yet possible at the time of the project start.

According to the manufacturer, this is potentially possible due to current technical developments. Due to the availability of the image material, the research project should be used as an opportunity to take a significant step forward in this development.

A total of nine border areas between the Netherlands and the Federal Republic of Germany will be surveyed. The survey period is planned to be one week. The data collected will be verified by means of a second measurement over the same period of time. Due to the locations on federal motorways and a federal trunk road as well as the short period of use, a power supply via accumulators is planned in order to be able to guarantee operation over the entire survey period, maintenance work will be necessary in the course of the surveys.

In order to avoid surveys during holiday periods and public holidays, a comparison was made for North Rhine-Westphalia, Lower Saxony and the Netherlands. As a result, the project should ideally be surveyed within four weeks in order to meet all requirements. Accordingly, four or five border areas were surveyed simultaneously, so that a total of eight or ten measurement sites were installed.

Due to the high number of simultaneous measurements and the tight schedule, a pre-test was carried out in advance. Side radar units are not usually used on federal motorways. Likewise, the cameras were developed in this form for the research project. The findings from this pre-survey could be used to make minor adjustments that were crucial for the smooth running of the project.

In addition, a comparison of the survey data from the side radar devices with the existing permanent counting stations in the area of the border crossings is planned. These primarily serve to verify the count values. At the same time, it is planned that the data collected by the side radar units will support the visual evaluation. If vehicles with the appropriate length are measured by the side radar equipment and are not recognised as long trucks by the survey personnel, a new targeted check is possible.

3 Measurements

The surveys are to be carried out in total for the border crossings with the Netherlands on the A280, B402, A30, A3, A57, A40, A61, A52 and A4. These have been checked in advance on the basis of site visits. The aim was to check whether suitable infrastructure is available at the individual locations to secure the exhibition equipment. Likewise, the data recorded, such as the available parking location for the vehicle, walking times to the location as well as travel times between the different locations. The surveys took place in calendar weeks 12, 16, 19 and 21 in 2023. They were divided in such a way that the first nine border areas were surveyed in calendar weeks 12 and 16. The second survey wave took place in calendar weeks 19 and 21. The survey data from the side radar units were available in the morning for the previous day. This made it possible to check whether the vehicles were recorded as intended by comparing them with permanent counting stations. The deviation of the devices was generally up to 10 % for heavy traffic. This has causal reasons: However, the most important finding was that up to this order of magnitude of deviation in heavy traffic, the long trucks are reliably measured and no vehicles are lost that could be detected in the video evaluation.

A total of 36 surveys took place during the project, which had to be installed, maintained and uninstalled accordingly. Despite the large number of sites, the intensive use of measuring equipment and the relatively short survey period, all sites were completely surveyed. For all sites, both image material and the survey data from the side radar units were available for the entire survey period. As mentioned above, the image material was analysed after the surveys.

4 Results

The survey results show that the traffic volumes of the long trucks are very low. In the six days (Mon-Sat) of a survey week, up to 119 vehicles could be observed at one location in one direction of travel. In total, approximately 1,000 long trucks were recorded at each of the 18 locations in both survey waves. There were significant differences in the number of vehicles observed at the various locations. Especially the two southern locations of the A52 and A4 are almost not used by long trucks. The survey figures could be confirmed in the verification in the second survey wave at all locations. Despite the very low number of vehicles at the locations, these could in part almost exactly match the number of vehicles from the first survey wave. This also applies to the distribution according to nationalities and types. Locations with comparatively high traffic volumes are the A30 and the A40 with traffic volumes that sometimes exceed 100 vehicles per survey week. Other locations such as the B402 or the A3 with around 80 vehicles per survey week are also comparatively constant. These very similar survey figures could be observed for all locations per direction of travel. Particularly in view of the very low traffic volumes, this is a very good indication of very constant traffic behaviour in the course of the LCV border crossings. Here, both the symmetrical vehicles for the directions of travel in the Netherlands and Germany and the very comparable survey figures between the respective survey weeks can be observed. A closer look at the vehicles also shows that different haulage companies can be observed again and again. In general, it can be observed that the number of trips for each six complete days is very low and that the long trucks only account for a small share of the general traffic volume.

Some of the long trucks could be directly assigned to the food industry or flower transports due to the large print of the forwarder. In this case, the loading space advantage seems particularly interesting, as the problem of the weight limit of 40 t (or 44 t in combined transport) is probably less of an issue here, but rather the limitation of the loading space for normal trucks. The recurring observations of long trucks indicate that a few haulage companies have specialised in the use of long trucks and that routes are used at recurring intervals. In addition, at the border crossing on the A40, a vehicle was observed that had two additional trailers. This type is not permitted in Germany, but is allowed in the Netherlands, so crossing the border is generally not allowed.

For the general type distribution of the long trucks, it can be stated that the long truck type 3 has the largest number of observations. However, an exciting distribution can be seen here. Type 3 is the very dominant long truck type in the three northern border areas, with about 70-90% of the type distribution. At the other locations, type 2 is gaining in importance, and in isolated cases this also applies to type 4, which was observed at the A61 location, for example, in a very comparable way to type 2. Type 3 is mainly represented at the A52 and A4 locations. Very similar figures on the distribution of long truck types emerged from the 2012-2016 field trial of long trucks (cf. Burg et al., p.26). Here, when only considering the long truck types 2 to 5 for the distribution of journeys, 63 % of journeys with type 3, 35 % with type 2 and 2 % of journeys with a long truck type 5 could be observed. Overall, these tendential distributions could also be shown in this study. The long truck type 3 continues to dominate, followed by type 2, which has a notable share in the distribution. In cross-border traffic, type 4 appears as a marginal phenomenon, while type 5 was almost not observed.

Due to the low number of journeys on the A52 and A4, a check of the positive networks of the border areas has been carried out. After checking all border areas, it was found that on the A52 the direct section at the Dutch border (N280) is not open for long trucks, so that driving on it and thus crossing the border is not permitted. Nevertheless, slightly less than 10 vehicles could be observed each in both survey weeks.

The examination of the nationality distribution is quite clear. Overall, it can be said that considerably more vehicles with yellow number plates than with white number plates could be detected. It can be seen that with the exception of the A30 and A57, in each case in the direction of the Netherlands, the quantity of Dutch vehicles is generally at least twice as large. It should again be mentioned here that color of the licence plate could not be identified in the dark. However, given the clarity of the additional use, it is not assumed that there are significant deviations at night.

It can be stated that

- The number of long truck journeys is generally very low
- Long truck type 3 is by far the most common type of long truck on the border areas followed by type 2 and type 4.
- Long truck type 5 was almost not observed.
- The share of Dutch long trucks exceeds the share of trucks of German origin by far.
- A large proportion of long truck journeys take place at night.
- There are large differences between the use of long trucks at the different locations, simplified a discrepancy between the northern locations (locations with a relatively high number of long trucks) and the southern locations (very few long truck journeys) can be observed.
- The number of long truck journeys was for the most part reproducibly observed in the control measurements of the second survey wave. This also applies to the distribution of the long truck types.
- At the border areas, symmetrical distributions for the different driving directions could be observed; there was no "strong" direction at any location.
- The length advantages of the long trucks are increasingly used from about 24 m onwards.

The development results of the automatic long truck detection are very promising. While at the beginning of the project the long trucks could mostly be classified as trucks with trailers, in the last survey the knowledge gained could be used and the long trucks could already be detected very reliably at almost all locations. There were still very few misclassifications here, but these are very small for the current development status, so that promising results could be achieved here. It is planned to use the results of the survey to further optimise these even after the project has been completed.

5 Conclusion

The surveys could be carried out successfully for all survey locations. In addition to the operation of a new area in the traffic survey, the very tight schedule presented a particular challenge. It was possible to implement the project because all the cogs interlocked successfully throughout the entire course of the project thanks to the cooperation of all those involved in the project. Extensive pre-planning as well as checking the survey methodology in an additional pre-test made it possible to carry out the survey successfully at all locations. Due to the very limited number of weeks available for the survey, eight or ten locations were surveyed simultaneously. In addition to the provision of up to 30 cameras, 10 side radar units and infrared emitters, personnel and time planning were of decisive importance in the operational planning. The time planning had to be arranged in such a way that the personnel could drive to all sites on one day and equip the measuring sites safely and reliably, despite the sometimes very long distances.

The volume of long trucks at the border areas of the Netherlands and the Federal Republic of Germany was recorded for all agreed locations over the entire survey period. It has been shown that the use of long trucks is very sporadic and that there are large deviations in the traffic volume of long trucks between the individual locations. These deviations could be observed in the same way for the different survey weeks. This is particularly remarkable due to the very low number of vehicles, which did not exceed 120 vehicles in each case over the entire survey week. In total, approximately 1,000 vehicles were observed at all sites together in each of the two survey waves. It has been shown that the vehicles come proportionately more from the Netherlands and type is mainly used.

Despite the relatively low usage figures, it should be noted that there is a need for cross-border long truck traffic. The agreement between the Kingdom of the Netherlands and the Federal Republic of Germany is therefore appropriate.

In the course of the research project, it became apparent that the coordination of both countries with regard to the approval of long truck routes requires optimisation. The harmonisation of the two positive networks is essential, as otherwise drivers could potentially drive on sections of the route that are not permitted without their knowledge. This problem is illustrated by the border area of the A52/N280. Due to the flexibility of the positive networks, they are not directly specified in the agreement, so that no direct list can be taken from it. In the joint coordination of border areas, the creation of a joint digital route map can also be considered in order to be able to present a system that is as simple as possible to all participants.

It could also be shown that the registration of different vehicle combinations sometimes leads to misbehaviour on the part of the drivers and that vehicles cross the border that are not permitted in both countries.

By using the side radar equipment for length measurement, it could be shown that long trucks are used especially in the length range of 23.5 m to 25.25 m. Due to the increased requirements compared to the previous system, the length of the long trucks has been reduced. Due to the increased requirements compared to normal truck use, the haulage companies seem to want to use the possible length advantages accordingly.

The chosen survey methodology proved to be a very good combination of technologies, especially in view of the novelty of the research question. The camera recording made it possible to record the long trucks over the entire survey period. Here, the space to be surveyed was a particular challenge, as a large viewing area had to be illuminated by infrared light in order to enable silhouette recognition and thus type classification. It was also possible to assign the country of origin for the hours in daylight. The optical recognition of the long trucks also requires experience, which could be further developed in the course of the project. The installation of side radar devices supported this in a targeted manner. In this way, vehicles that passed through the cross-section could not only be visually classified, but their length could also be determined and verified as long trucks. In addition, a length distribution for the individual vehicle types could be determined on this basis. Side radar units can also determine the classification of vehicle types. The basic characteristics of the topo boxes used allow an assignment to 8+1 vehicle types according to the TLS 2012.

At the beginning of the project, the manufacturer was also considering a new development of the long truck detection. The image material offered a very rare opportunity to push this forward. Overall, the share of long trucks in heavy goods traffic was low, as described above. In addition, it could be observed that the long truck type 3 is used very frequently compared to the other long truck types. As a result, the optimisation of the type allocation by means of side-radar could be designed most effectively for this type. The very tight schedule did not allow this optimisation to be carried out at the same level for the other long truck types before the last survey. The last week of the survey could therefore be used mainly for the verification of type 3 when identifying the long trucks. At the same time, type 2 and type 4 could also be recognised; here, due to the high degree of similarity, misclassifications occurred in some cases. Despite the very short interim times for optimising the system, it was possible to assign long trucks to types automatically very effectively in the last week of the survey, so that promising results could already be achieved here. The image material obtained offers the possibility to carry out further optimisations in order to be even better positioned for future projects.

By using the side radar equipment, the results for the research project could be significantly optimised and at the same time a considerable technological advance in the field of long truck detection using side radar equipment could be realised.

Literature

[BASt] Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012:

Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Edition 2012

[BMDV] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021:

Bekanntmachung des deutsch-niederländischen Abkommens über technische Vereinbarungen zum grenzüberschreitenden Verkehr von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande

[BMJ] Bundesministerium der Justiz, 2011:

Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge, letzte Änderung 2020 : LKWÜberlStVAusV, Available via: https://www.gesetze-im-internet.de/lkw_berlstausnv/BJNR614410011.html, Last review 12.10.2023

Burg et al., 2017

Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V292 Available via: <https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/index/index/start/10/rows/25/sortfield/score/sortorder/desc/searchtype/simple/query/Lang-Lkw/docId/1841>, Last review 12.10.2023

Irzik et al., 2016 :

Feldversuch mit Lang-LKW. Bundesanstalt für Straßenwesen: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V311, Available via https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2080/file/V311_barrierefreies_ELBA_PDF.pdf, Last review 12.10.2023

Inhalt

Abkürzungen	13
1 Einleitung	14
1.1 Ausgangssituation	14
1.2 Zielstellung	17
1.3 Methodik des Vorgehens	19
2 Vorbereitende Tätigkeiten	22
2.1 Auswahl des Mess-Equipments	22
2.1.1 Kameraauswahl	22
2.1.2 Seitenradargeräte	26
2.2 Dauerzählstellen	25
2.3 Datenschutz	26
2.4 Zeitplan	27
2.5 Vor-Ort-Besichtigungen	28
2.6 Erstellung des Einsatzplans	31
2.7 Durchführung einer Piloterhebung	31
2.8 Zusammenfassung für den Start in die Erhebung	36
3 Start der Erhebung	37
3.1 Erstinstallation	37
3.2 Erfahrungen aus dem ersten Installationstag	37
3.3 Ablauf der ersten Erhebungswoche	38
4 Erhebungsstandorte	39
5 Durchführung der Auswertungen	43
5.1 Vorgehen bei der Erkennung von Lang-LKW	43
5.2 Plausibilisierung der Seitenradarerfassung anhand der Dauerzählstellen	48
5.3 Beispielhafte Erhebungsdaten eines Standortes	49

6	Ergebnis	54
6.1	Ergebnis der Lang-Lkw Erhebung	54
6.2	Einsatz der Dauerzählstellen	63
6.3	Einsatz der Seitenradargeräte	63
7	Fazit	67
8	Ausblick	69
	Literatur	70
	Bilder	71
	Tabellen	72
	Anhang	73

Abkürzungen

BAB	Bundesautobahnen
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMVBS	Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BRD	Bundesrepublik Deutschland
DWO	Digitale wegenkaart Ontheffingen
EU	Europäische Union
FLE	Fahrleistungserhebung
FR D	Fahrtrichtung Deutschland
FR NL	Fahrtrichtung Niederlande
Lang-Lkw	Lang-Lastkraftwagen
Lkw	Lastkraftwagen
LZV	Lange zware vrachtwagen
LKWÜberstVAusnV	Verordnung über Ausnahme von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge
NL	(Königreich der) Niederlande
NWSIB	Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen
NWSIB-NI	Straßeninformationsbank Niedersachsen
PKW	Personenkraftwagen
RDW	Rijksdienst voor wegverkeer
TLS	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen
UTC	Universal Time Coordinated
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Bei einem Lang-LKW handelt es sich um Lastkraftwagen mit Überlänge. Die Fahrzeuglänge darf je nach Typ bis zu 25,25 m betragen (vgl. § 4 II LKWÜberlStVAusnV). In der Bundesrepublik Deutschland bleiben die Gewichtseinschränkungen unverändert bestehen. Auch Lang-Lkw dürfen ein Gewicht von 40 Tonnen, beziehungsweise 44 Tonnen im Kombinierten Verkehr, nicht überschreiten.¹ Lang-Lkw bieten Speditionen die Möglichkeit Kraftstoff und klimaschädliche Emissionen einzusparen, da durch das erhöhte Ladevolumen für die gleiche Warenmenge mit weniger Fahrten transportiert werden kann, da zwei Lang-Lkw drei herkömmliche Lkw bezüglich des Transportvolumens ersetzen können (vgl. Burg et. al, 2017)

Eine erste Erprobung der Lang-Lkw wurde unter der Federführung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) vom 1. Januar 2012 bis zum 31. Dezember 2016 durchgeführt (vgl. Irzik et. al, 2016). Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat den Feldversuch wissenschaftlich begleitet und die Erkenntnisse in zahlreichen Berichten dokumentiert. In diesem Zeitraum mussten Speditionen ihre Lang-Lkw Fahrzeuge bei der BASt anmelden, so dass eine Statistik für diese Fahrzeuge vorgelegen hat. Mit Auslauf der Erprobungsphase ist diese Anmeldung nicht mehr notwendig gewesen, so dass eine aktuelle Statistik über das Lang-Lkw Aufkommen in Deutschland in dieser Form zum jetzigen Zeitpunkt nicht mehr vorliegt.

Im Gegensatz zu Standard Lkw ohne Überlänge ist es Lang-Lkw für gewöhnlich nicht gestattet die Grenzen des Schengener Raums zu passieren. Grenzüberschreitender Verkehr ist bei der Befahrung europäischer Straßen mit Lang-Lkw nicht ohne weiteres möglich. Dies steht jedoch im deutlichen Widerspruch zum freien Warenverkehr innerhalb der Europäischen Union (EU) und macht den Einsatz von Lang-Lkw für Speditionen potenziell unattraktiver, da sie die Freiheiten des europäischen Binnenmarkts mit Lang-Lkw Gespannen nicht vollumfänglich ausnutzen können.

Um dieser Problematik Herr zu werden, haben das Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft des Königreichs der Niederlande sowie das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur der Bundesrepublik Deutschland am 24. September 2021 ein bilaterales Abkommen getroffen. Unter dem Namen „Bekanntmachung des deutsch-niederländischen Abkommens über technische Vereinbarungen zum grenzüberschreitenden Verkehr von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande“ ist dieses am 8. November 2021 veröffentlicht worden (vgl. BMDV, 2021). Hierbei wird festgelegt, dass der grenzüberschreitende Verkehr für Lang-Lkw zwischen dem Königreich der Niederlande und der Bundesrepublik Deutschland für drei Jahre gestattet wird. Innerhalb des Abkommens wird zudem geregelt, welche Anforderungen und Vorgaben bei dem grenzüberschreitenden Verkehr eingehalten werden müssen. Vereinfacht kann dies zusammengefasst werden, indem gesagt werden kann, dass sowohl alle niederländischen als auch alle deutschen Vorgaben der

¹ <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lang-lkw-aenderungsverordnung.html> Verordnung, [15.03.2023]

Lang-Lkw Nutzung eingehalten werden müssen. In beiden Ländern existieren gesonderte Verordnungen zur Nutzung von Lang-Lkw. In den Niederlanden handelt es sich hierbei um die „Beleidsregel keuring en ontheffingverleining LZV“. In Deutschland wird dies in der „Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge (LKWÜberStVAusnV) behandelt. Zusätzlich werden hier jeweils Positivnetze für Lang-Lkw festgelegt, mit denen Strecken für die Nutzung mit Lang-Lkw freigegeben werden.² Der grenzüberschreitende Verkehr für Lang-Lkw ist an den Grenzbereichen gestattet, die im Positivnetz für Lang-Lkw beider Länder aufgenommen sind. Bei den hier untersuchten Stellen im Forschungsprojekt handelt es sich um alle acht Grenzbereiche an Bundesautobahnen (BAB) und einen an einer Bundesstraße. Die zuvor beschriebene Information über das Positivnetz der Lang-Lkw liegt in Deutschland in Form einer PDF-Datei vor. Diese zeigt eine visuelle Darstellung des Streckennetzes sowie die zulässigen Streckenabschnitte in schriftlicher Form. Zusätzlich können einzelne Sektoren auf der Karte ausgewählt werden, um eine übersichtliche Streckenliste der vorgegebenen Bereiche genauer betrachten zu können. Des Weiteren kann über Zusatzangebote wie die Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB)³ eine digitale Karte abgerufen werden, die das Lang-Lkw Netz in der 10. Änderungsverordnung abbilden kann. Auf dem niedersächsischen Pendant der Straßeninformationsbank Niedersachsen (NWSIB-NI)⁴ steht diese Funktion nicht zur Verfügung. Das niederländische Positivnetz kann über das Onlineportal „Digitale wegenkaart Ontheffingen“ (kurz: DWO)⁵ betrachtet werden. Über das Portal stehen ebenfalls weitere Angebote zur Verfügung, so dass der Abruf des aktuell gültigen Lang-Lkw Netzes nur eine Funktion darstellt. Hier besteht die Möglichkeit, die Route anhand des zugelassenen Straßennetzes über das Portal zu planen. Auf diese Weise kann eine mögliche Route für die Lang-Lkw in den Niederlanden direkt über das Portal kontrolliert werden. Diese Umsetzung erscheint bei der ersten Kontrolle praktikabler für Speditionen als ein Abgleich von Streckenlisten in Form einer PDF Datei, wie es aktuell in Deutschland der Fall ist. Die Planung von grenzüberschreitenden Routen ist nicht möglich, da keine gemeinsame Karte beider Länder zur Verfügung steht. Die zu untersuchenden Grenzbereiche innerhalb des Forschungsprojekts ermöglichen einen Grenzübertritt vom deutschen zum niederländischen Hoheitsgebiet. Im speziellen handelt es sich hierbei um die Grenzbereiche an der

- A280
- B402
- A30
- A3
- A57
- A40
- A61
- A52
- A4

² https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/positivnetz-lang-lkw.pdf?__blob=publicationFile [22.08.2023]

³ <https://www.nwsib-online.nrw.de/> [22.08.2023]

⁴ <https://nwsib-niedersachsen.de> [22.08.2023]

⁵ <https://dwo.rdw.nl/ConsultRestrictions/ViewRestrictions> [22.08.2023]

Diese ergeben sich jedoch nicht aus dem Abkommen selbst, sondern aus den Positivnetzen der beiden Länder (vgl. Art. 5, BMDV, 2021).

Im Laufe des Forschungsprojekts kam es teilweise zu sehr geringen grenzüberschreitenden Lang-Lkw Aufkommen. Aus diesem Grund kam es zu einem Abgleich der beiden Positivnetze, die für den Grenzbereich der N280/A52 eine Diskrepanz aufgezeigt hat, auf die im weiteren Verlauf konkret eingegangen wird. Es kann vorab gesagt werden, dass zum Zeitpunkt der Bearbeitung eine Befahrung des niederländischen grenznahen Streckenabschnitts auf der N280 nicht zulässig ist.

Neben unterschiedlichen Vorgaben wie bspw. dem Eignungsnachweis der Fahrenden werden vor allem die Längen, Konfigurationen und das zulässige Gesamtgewicht (zGG) in diesen Verordnungen geregelt.

In Deutschland sind aktuell fünf unterschiedliche Typen von Lang-Lkw zugelassen, die dem Bild 1-1 entnommen werden können.

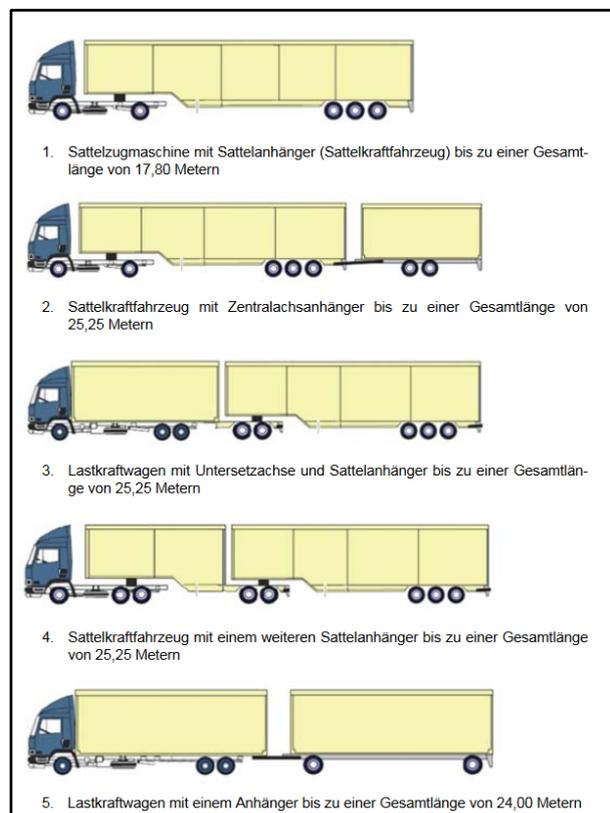


Bild 1-1: Fünf Typen der Lang-LKW, Quelle: Bild 1 Irzik et. al

Der Lang-Lkw Typ 1 ist aktuell in Deutschland bis zum 31. Dezember 2023 zugelassen.⁶ In den Niederlanden ist dieser Typ nicht vorgesehen, so dass ein grenzüberschreitender Verkehr mit dem Lang-Lkw Typ 1 nicht gestattet ist. Eine Besonderheit in den Niederlanden ist es, dass Lang-Lkw ein zulässiges Gesamtgewicht (zGG) von bis zu 60 Tonnen aufweisen dürfen, ebenso sind in den Niederlanden Fahrzeugkombinationen aus bis zu drei Fahrzeugen zulässig (vgl. § 1 e Beleidsregel keuring en ontheffingverlening LZV). Da eine Aufstockung des Gesamtgewichts für Lang-LKW in Deutschland nicht vorgesehen ist, liegt das zGG entsprechend bei 40 bzw. 44 Tonnen für Kombinierte Verkehr. Ebenso ist keine Kombination aus drei Fahrzeugen (Triebfahrzeug + zwei Anhänger) nicht gestattet. Insgesamt orientieren sich diese Freigaben an der Richtlinie 96/53/EG des Europäischen Rates in der die höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge geregelt sind. Anhand dieser Richtlinie dürfen die EU-Mitgliedstaaten mögliche Fahrzeugkombinationen freigeben. Hier bestehen Abweichungen zwischen Deutschland und den Niederlanden, so dass nur die Typen die in beiden Ländern eine Freigabe erhalten haben über die Grenze fahren dürfen. Diese Abweichungen werden im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts auffallen und weiter thematisiert.

1.2 Zielstellung

Das zentrale Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erfassung des Lang-Lkw Aufkommens im Grenzgebiet des Königreichs der Niederlande und der Bundesrepublik Deutschland. Die Erfassung findet an allen neun Grenzbereichen, an denen der Grenzübergang für Lang-Lkw zugelassen ist, statt. Die Erhebung der Lang-Lkw wird in Form zweier stichprobenartiger Erhebungen durchgeführt. Die Erhebung eines Standorts wird jeweils über die Dauer einer Woche durchgeführt und nach einer gewissen Zeitspanne wiederholt. Die Erfassung findet jeweils über alle Stunden der Untersuchungswoche (Mo-Sa) statt. Neben der grundsätzlichen Erfassung der Lang-Lkw soll eine Erfassung der unterschiedlichen Lang-Lkw Typen stattfinden. Zusätzlich soll gemäß der technischen Möglichkeit und unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Zuordnung der Fahrzeuglandesherkunft anhand der Kennzeichenfarbe durchgeführt werden. In welcher Form diese Daten zu übergeben sind, ist vorher vereinbart worden. Der vereinbarte Datensatz stellt hierbei die Mindestanforderungen an das Erhebungsergebnis dar.

Dies betrifft zu einem den Header-Datensatz, wie Tabelle 1-1 zu entnehmen ist.

Feld	Name	Typ	Format:	Beschreibung
1	ID (P)	Key (2)		Eindeutiger Identifier zur Zuordnung der Stunden- und Einzeldaten
2	TK	Num (4)		aktuelle TK-Nummer
3	ZSTNr	Num (4)		Aktuelle ZST-Nummer
4	Abschnitt (P)	Alph (255)		z.B., A3 – AS 2 AC-Laurensberg – BG' (Bundesgrenze)
5	Geokoordinate n (P)	Num (9)		ETRS89/UTM Zone 32 N: X_Koordinate (EPSG: 25832)
6	Geokoordinate n (P)	Num (9)		ETRS89/UTM Zone 32 N: Y_Koordinate (EPSG: 25832)
7	Ausrichtung (P)	Alph (2)		Ausrichtung (Blickrichtung) des Zählgerätes: N: Blickrichtung Niederlande (Bundesgrenze) D: Blickrichtung nicht Niederlande

Tab. 1-1: Header-Datensatz, Quelle: Ausschreibungsunterlagen

⁶ <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lang-lkw-aenderungsverordnung.html>, [15.03.2023]

Ebenso sollen an den Standorten aggregierte Stundenwerte erstellt werden. Tabelle 1-2 zeigt auf in welcher Form dies geschehen soll.

Feld	Name	Typ	Format:	Beschreibung
1	ID (P)	Key (2)		Eindeutiger Identifier zur Zuordnung der Stunden- und Einzeldaten
2	Stat_Richtung	Num (1)		1: in Stationierungsrichtung, 2: gegen Stationierungsrichtung
3	Richtung (P)	Alph (1)		N: Richtung Niederlande (Bundesgrenze) D: Richtung nicht Niederlande
4	Zaehldat (P)	Date	dd . mm . yyyy	Datum des Zähltages
5	Stunde (P)	Num (2)		Uhrzeit1: 0-1 Uhr, 2: 1-2 Uhr.... 23: 22-23 Uhr: 24: 23-0 Uhr
6	Lang-Lkw (P)	Num (5)		Anzahl aller Lang-Lkw je Stunde
7	Typ 2	Num (5)		Anzahl aller Lang-Lkw Typ 2 je Stunde
8	Typ 3	Num (5)		Anzahl aller Lang-Lkw Typ 3 je Stunde
9	Typ 4	Num (5)		Anzahl aller Lang-Lkw Typ 4 je Stunde
10	Typ 5	Num (5)		Anzahl aller Lang-Lkw Typ 5 je Stunde
11	Sonstige	Num (5)		Nicht genau klassifizierbare Typen oder Schwertransporter etc.
12	Besonderheiten/ Bemerkungen	Alph. (255)		Freitext / NULL
13	Wetterverhältnisse	Num (2)		1: sonnig, 2:bewölkt, 3 Regen, 4 Schnee , 5: Nebel, NULL (überwiegend je Stunde)

Tab. 1-2: Zähldatenformat aggregierte Stundendaten, Quelle: Ausschreibungsunterlagen

Zusätzlich sollen ebenfalls die Einzelfahrzeugdaten wie in Tabelle 1-3 beschreiben festgehalten werden.

Feld	Name	Typ	Format:	Beschreibung
1	ID (P)	Key (2)		Eindeutiger Identifier zur Zuordnung der Stunden- und Einzeldaten
2	Stat_Richtung	Num (1)		1: in Stationierungsrichtung, 2: gegen Stationierungsrichtung
3	Richtung (P)	Alph (1)		N: Richtung Niederlande (Bundesgrenze) D: Richtung nicht Niederlande
4	Zaehldat (P)	Date	dd . mm . yyyy	Datum des Zähltages
5	Zeitstempel (P)	timestamp	hh : mm : ss	
6	Fzg (P)	Num (1)		1: Lang-LKW (falls keine Klassifizierung möglich) 2: Lang-LKW Typ 2 3: Lang-LKW Typ 3 4: Lang-LKW Typ 4 5: Lang-LKW Typ 5 9: sonstige (Schwertransport o.ä.)
7	Nationalität	Alph. (1)		D: Deutschland N: Niederlande (je nach Erkennbarkeit, Auflieger oder Zugmaschine)
8	Bemerkungen	Alph (255)		Freitext, NULL

Tab. 1-3: Einzelfahrzeugdaten, Quelle: Ausschreibungsunterlagen

Ziel ist es eine Datengrundlage zu schaffen, um eine Bewertung des bilateralen Abkommens durchführen und somit eine Entscheidung über eine mögliche Verlängerung des Abkommens unterstützen zu können.

Neben der zentralen Zielsetzung des Forschungsvorhabens bieten aktuelle und spannende Entwicklungen in der automatischen Erfassung von Fahrzeugen Möglichkeiten, um den Innovationsprozess bei Verkehrserhebungen weiter voran zu treiben. Dies soll eine zusätzli-

che Zielsetzung darstellen, auf die innerhalb der Methodik des Vorgehens genauer eingegangen wird. Hierbei ist zu verdeutlichen, dass die Erprobung der automatischen Erfassung der Lang-Lkw anhand der vorgesehenen Seitenradargeräte in ihrem Ergebnis nicht entscheidend für den Projekterfolg ist. Die zentrale Zielstellung der Erhebung des Lang-Lkw Aufkommens wird, basierend auf der manuellen Kameraauswertung, hiervon unabhängig beantwortet. Ziel der ergänzenden Arbeiten ist die Überprüfung, ob und in wie weit die neue Technologie die Verkehrserhebung sinnvoll unterstützen kann. Ebenso ist geplant die gewonnenen Erkenntnisse zu nutzen, um den technologischen Fortschritt weiter zu forcieren.

1.3 Methodik des Vorgehens

Das Forschungsvorhaben ist zuvor sehr detailliert beschrieben worden. Um das gesamte Verkehrsaufkommen der Lang-Lkw bestimmen zu können, können drei zentrale Fragestellungen für die Detektion der Einzelfahrzeuge abgeleitet werden:

- Handelt es sich um einen Lang-Lkw?
- Um welchen Typ Lang-LKW handelt es sich?
- Welche Kennzeichenfarbe liegt vor?

Zur Methodik der automatisierten Detektion von Merkmalen für die Beantwortung dieser Fragestellungen ist zu Beginn des Forschungsvorhabens aufgrund einer Literaturrecherche folgender Stand der Technik hervorgegangen:

Eine Länderzuordnung über die Kennzeichenerkennung bieten zahlreiche Anbieter an. Dies erfolgt über eine bildgebende Erhebungsmethodik. Ebenso sind die eingesetzten Kameras häufig in der Lage unterschiedliche Fahrzeugklassifizierungen automatisch durchzuführen. Beispielhaft stellt die Firma Tattile unterschiedliche Systeme zur Erkennung von Kennzeichen und Fahrzeugen her.⁷ Um alle Anforderungen an den Datenschutz gewährleisten zu können ist es jedoch notwendig, dass nur die Informationen der passierenden Fahrzeuge gespeichert werden und nicht das Bildmaterial selbst, da sonst die Erhebung von genauen personenbezogener Daten (wie das Kennzeichen in klarer Form) unvermeidbar wäre. Ebenso ist die gezielte Klassifizierung für Lang-Lkw nicht möglich. Da das Bildmaterial jedoch im Nachgang wie zuvor beschrieben nicht zur Verfügung stehen kann, ist eine Auswertung der Fahrzeuge im Nachhinein nicht möglich. Diese Systeme stellen deswegen keine zweckdienliche Erhebungsmethodik dar. Im Laufe der Recherche hat sich gezeigt, dass durch die Erkennung der Lang-Lkw in ein neues Feld vorgestoßen wird. Die gezielte Erkennung der Lang-Lkw stellt eine neue Aufgabe in der Verkehrsforschung dar.

Aufgrund der Literaturrecherche hat sich die Entscheidung manifestiert, die manuelle Auswertung von Bildmaterial als Auswertungsmethodik für die angestrebten Erhebungen auszuwählen. Um diese ordnungsgemäß durchführen zu können sind die Anforderungen an das Messequipment zuvor bestimmt worden. Die allererste Anforderung ist zunächst das Festhalten der Lang-Lkw in erkennbarer Form, so dass eine Typenzuordnung gewährleistet werden kann. Damit einhergehend ist die zentrale Frage des Datenschutzes zu berücksichtigen. Hierbei wird angestrebt, die Farberkennung der Nummernschilder zu gewährleisten, ohne persönliche Daten festzuhalten. Gleichzeitig ist es zu vermeiden, dass persönliche Daten des Fahrpersonals festgehalten werden. Wie dies umgesetzt werden soll, wird in Kapitel 2.1.1 genauer behandelt. Ebenso ist es notwendig, dass die Auswertung auch über die Nachtstunden durchgängig funktioniert. Das Konzept wird in diesem Punkt so entwickelt, dass keine

⁷ <https://www.tattile.com/>

Stand: 15.03.2023

Beeinflussung des Verkehrs durch sichtbar emittiertes Licht stattfinden soll. Dies betrifft sowohl technische als auch genehmigungsrelevante Aspekte. Hierdrauf wird ebenfalls in den vorbereitenden Arbeiten in Kapitel 2.1.1 eingegangen. Die Erstellung des Erhebungskonzepts ist in enger Zusammenarbeit mit unseren Projektpartner der VE-Kass Ingenieurgesellschaft mbH entstanden. Hier kann neben der fachlichen Expertise aufgrund jahrelanger Erfahrungen im Bereich der Verkehrserhebungen mittels Bildauswertung von einer, aus zahlreichen gemeinsamen Projekten entstandenen, engen Zusammenarbeit der beiden Projektpartner profitiert werden.

Bei der Auswahl der Kamerasysteme sind zudem Anforderungen an den mobilen Einsatz abzuklären. Es wird davon ausgegangen, dass die Auswahl der Erhebungsstandorte sehr begrenzt ist, da angestrebt wird, die Erhebungen direkt zwischen dem jeweiligen Grenzübergang und der nächsten Anschlussstelle durchzuführen. Dies hat zur Folge, dass davon ausgegangen wird, dass an keinem Erhebungsstandort auf eine örtliche Stromversorgung zurückgegriffen werden kann. Die Auslegung des Systems erfolgt aus diesem Grund mit einer mobilen Stromversorgung in Form des Betriebs mit Akkumulatoren.

Von den Erfahrungen aus anderen Projekten kann in diesem Fall profitiert werden, da es sich hier gezeigt hat, dass besonders die Platzierung des Messequipments von entscheidender Bedeutung ist. Sollte das Messequipment über der Fahrbahn installiert werden, haben die Erfahrungen gezeigt, dass sich der Installations- und Genehmigungsaufwand deutlich erhöht. Der Installationsaufwand betrifft hier vor allem die Entwicklung einer sicheren und geprüften Befestigungsmethodik. Dies soll in Anbetracht des sehr eng getackten Projektzeitplans vermieden werden, damit der Erfolg des Projekts nicht aufgrund solcher Prozesse gefährdet wird. Die Erhebung wird auf die Erfassung aus dem Seitenraum konzipiert.

Insgesamt sind an neun Standorten Verkehrserhebungen über zwei voneinander unabhängige Erhebungswochen durchzuführen. Da es sich bei allen Grenzübergängen um BAB bzw. um eine vierspurige Bundesstraße handelt, ist die gemeinsame Erfassung beider Fahrrichtungen an keinen Standorten eine Option, da bei der Aufnahme aus dem Seitenraum kein übersichtliches Bild für beide Fahrrichtungen gewährleistet werden kann. Dies führt dazu, dass insgesamt neun Standorte mit jeweils zwei unabhängigen Messinstallationen über zwei Erhebungszeiträume ausgestattet werden müssen. Auf diese Weise werden im Laufe des Forschungsvorhabens insgesamt 36 Erhebungen durchgeführt. Die besonderen Anforderungen an das Messequipment, das Personal, die Berücksichtigung lokaler Begebenheiten und der Erstellung des Erhebungszeitplans werden ebenfalls bei den vorbereitenden Arbeiten genauer beleuchtet.

Die Neuartigkeit der Erhebung stellt eine einzigartige Chance zur Weiterentwicklung aktueller Technologien der automatischen Fahrzeugerkennung dar. Die Firma RTB GmbH & Co. KG bietet bereits ein durch die BASt zugelassenes Seitenradargerät zur Erfassung des Verkehrsaufkommens nach den Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) 2012 an. Hierbei können die Fahrzeugklassen nach dem 8+1 Prinzip klassifiziert werden.⁸ Die Kategorie der Lang-Lkw wird hierbei nicht gesondert betrachtet. Aufgrund der engen und langjährigen Zusammenarbeit zwischen der DTV-Verkehrsconsult GmbH und der RTB GmbH & Co. KG hat sich gezeigt, dass aktuell eine neue Generation der Seitenradargeräte bereit ist, um bei einer Felderprobung eingesetzt zu werden. Neben den vorherigen Funktionen, ist vor allem eine Optimierung der Achserkennung sowie des Abstands der Achsen

⁸ https://www.rtb-bl.de/wp-content/uploads/RTB_Topo-2.pdf, Stand: 17.03.2023

zueinander möglich. Diese Fähigkeiten können in der theoretischen Überlegung eine Erkennung der einzelnen Lang-Lkw Typen ermöglichen. Ebenso findet eine Messung der Fahrzeuglänge und eine Silhouettenerkennung statt. Aufgrund dieser Informationen und der Achskonfiguration von Zugfahrzeug, Sattelaufleger oder Anhänger kann in der Theorie der Lang-Lkw Typ zugordnet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Typenzuordnung nach Lang-Lkw Typ 2-5 wie in Bild 1-1 zu sehen nicht praxisnah ist bzw. diese Konfigurationen nur jeweils ein Beispiel darstellen. Da aktuell Erhebungsdaten für Lang-Lkw vollständig fehlen, ist es das Ziel in Kombination mit den Erkenntnissen aus der Bilderhebung eine Datenbank aufzubauen, mit der die automatische Erfassung der Lang-Lkw Typen vorangetrieben werden kann.

Die Erhebungsdaten des Seitenradargeräts können die Bildauswertung bereits zum jetzigen Zeitpunkt durch eine zentrale Information sofort zuverlässig unterstützen und somit die Datenqualität hinsichtlich der Länge der Fahrzeuge erhöhen. Die Fahrzeuge, die das Seitenradargerät passieren, werden in ihrer Länge erfasst. Dies ermöglicht einen Abgleich mit den Informationen aus dem erhobenen Bildmaterial. So kann die optische Erkennung des Fahrzeugs durch eine quantitative Messung der Fahrzeuglänge unterstützt werden.

Die Erhebung des Verkehrsaufkommens über Dauerzählstellen ist dagegen gängige Praxis. An allen Standorten stehen Verkehrserhebungsdaten aus Dauerzählstellen zur Verfügung. Diese Daten stehen der DTV-Verkehrsconsult bereits zur Verfügung. Die Nutzung der Daten für das Forschungsvorhaben ist mit den zuständigen Stellen bereits abgestimmt und bestätigt worden. Der Abgleich der Erhebungsdaten soll vor allem einen Vergleich zwischen Dauerzählstelle und Seitenradargerät ermöglichen. Hierdurch können die Erhebungsdaten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden und ggf. Korrekturen vorgenommen werden.

Aufgrund des vorhandenen Überholverbots für Lang-Lkw auf deutschen Straßen (vgl. § 9 LKWÜberlV AusnV) kann sich bei der Erfassung der Lang-Lkw auf die Erfassung des rechten Fahrstreifens konzentriert werden, so dass die Erhebung nicht über den ganzen Querschnitt durchgeführt werden muss. Die Verwendung der bildgebenden Erhebung ermöglicht es dennoch mögliche Falschfahrende auf dem linken Fahrstreifen aufzunehmen.

Das Lang-Lkw Aufkommen soll sowohl über die Tagesstunden als auch die Nachtstunden aufgenommen werden. Während bei den Stunden am Tag eine zuverlässige Erkennung des Lang-Lkw Typs und der Kennzeichenfarbe zugesagt werden konnte, mussten aufgrund der Lichtverhältnisse bei Nacht Abstriche gemacht werden. Für die Nachtstunden wird bei der Kameraerhebung auf Infrarottechnologie gesetzt. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass das Bildmaterial nur in schwarz-weiß vorliegt, so dass eine Unterscheidung der Kennzeichenfarbe nicht möglich ist. Dafür werden Verkehrsteilnehmende bei Nacht nicht durch sichtbares Licht gestört. Ebenso wird vor Beginn der Erhebung davon ausgegangen, dass die Zuordnung des Lang-Lkw Typs bei Nacht teilweise erschwert sein wird, da aufgrund der schwächeren Belichtung die Erkennung der Achskonfiguration und der Silhouetten eingeschränkt sein kann.

Von zentraler Bedeutung für das Projekt ist ebenfalls der Zeitplan, da die Übergabe aller Erhebungsdaten im abgesprochenen Datenformat ursprünglich bis zum 30. September 2023 vereinbart gewesen ist. Zusätzlich kommen weitere Faktoren hinzu, die das Zeitfenster für die Erhebungen stark begrenzen. Diese entstehen vor allem durch unterschiedliche Ferienzeiten in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und den Niederlanden. Dies wird in Kapitel 2.4 noch weiter behandelt.

2 Vorbereitende Tätigkeiten

Wie zuvor beschrieben sind für die erfolgreiche Gestaltung des Forschungsvorhabens zahlreiche theoretische Überlegungen in der Praxis umzusetzen. Daher wird zunächst genau beschrieben, welche Herangehensweise für die unterschiedlichen Herausforderungen gewählt werden und mit welchem Ziel sich für eine Variante entschieden worden ist. Im Folgenden wird darauf eingegangen, welche Bedeutung und Konsequenzen hieraus für den Einsatz in Praxis entstehen. Neben der Zusammenstellung des Messequipments und dem Abgleich der unterschiedlichen Datenquellen aus Bilderhebung, Seitenradarerhebung und den Daten der Dauerzählstellen werden die Anforderungen an das Datenschutzkonzept aufgezeigt, die hiermit einhergehen. Der Projekterfolg hängt eng mit der Berücksichtigung des vorgegebenen Zeitplans zusammen. Der Zeitplan stellt im Forschungsvorhaben aufgrund unterschiedlicher Faktoren einen kritischen Faktor dar. Wie dem begegnet werden soll und welche Anforderungen durch die jeweiligen örtlichen Begebenheiten entstehen, wird im Anschluss thematisiert. All diese Informationen werden zusammengeführt und zur Erstellung des Einsatzplans genutzt. Aufgrund der zahlreichen Informationen wird zum Abschluss der Erkenntnisgewinn dieser ganzen Aufgaben zusammengefasst, um einen erfolgreichen Start in die Erhebungen zu ermöglichen.

2.1 Auswahl des Mess-Equipments

Um die Erkennung der Lang-Lkw in der beabsichtigten Form gewährleisten zu können, muss eine Kameraauswahl stattfinden. Für den Einsatz bei Nacht ist die Unterstützung durch einen Infrarotsender notwendig, damit die Szenerie ohne sichtbares Licht für die Verkehrsteilnehmenden für die Kamera ausgeleuchtet werden kann. Ergänzt wird die Kameraauswahl durch die Verwendung eines Seitenradargeräts. Wie zuvor beschrieben ist dies für die Erhebung nicht notwendig. Hierdurch besteht die Möglichkeit der Datenverifizierung sowie einer quantifizierten Aussage der Fahrzeuglängen. Zusätzlich sind die Aspekte der beabsichtigten Unterstützung des technologischen Fortschritts bei der Erkennung der Lang-Lkw zu beachten.

2.1.1 Kameraauswahl

Ziel

Die Auswahl der für den Einsatzzweck passenden Kameras unterliegt folgenden Aspekten:

- Ist die Erkennung der Lang-Lkw und der unterschiedlichen Typen gegeben?
- Der Bildgebung sowohl bei Tag als auch bei Nacht
- Der farblichen Erkennung der Kennzeichen bei Tag ohne Detailerkennung
- Keine Erkennung von Personen
- Der Eignung für den Praxiseinsatz
- Der Verfügbarkeit
- Der sicheren und zuverlässigen Datenerfassung

Das Kamerasystem muss all diese Anforderungen erfüllen. Es wird schnell deutlich, dass eine Vielzahl an Anforderungen an das Kamerasystem besteht. In diesem Punkt kann von der großen Erfahrung der VE-Kass Ingenieurgesellschaft mbH stark profitiert werden.

Umsetzung

Die VE-Kass Ingenieurgesellschaft mbH hat unterschiedliche Kamerasysteme entwickelt mit der die Erhebung des Verkehrs ermöglicht werden kann. Daher kann in diesem Zusammenhang nicht von einem Kamerahersteller gesprochen werden. Die Kameras können modular auf Basis eines Raspberry Pis zusammengestellt und in einem witterungsgeschützten Gehäuse untergebracht werden. Bild 2-1 zeigt ein Beispiel der zum Einsatz kommenden Kameras.



Bild 2-1: Kamera der VE-KASS, Quelle: Eigene Bilder VE-KASS

Zunächst wird sich dafür entschieden zwei unterschiedliche Kameras zu verwenden. Die eine Kamera dient der vollständigen Erfassung der Lang-Lkw und deren Kennzeichenfarbe. Hierdurch soll die farbliche Zuordnung ermöglicht und die erste Erkennung der Lang-Lkw gewährleistet werden. Um die Kennzeichenfarbe erkennen zu können wird ein (Teil)frontaler Blick auf die Fahrzeuge benötigt. Hierauf ist die grundsätzliche Erkennung der Lang-Lkw Typen nicht immer vollständig zweifelsfrei möglich. Um die Zuordnung der Lang-Lkw Typen zuverlässig gewährleisten zu können, ist eine weitere Kamera im Einsatz. Diese ermöglicht einen seitlichen Blick auf das Fahrzeug und somit die genaue Erkennung der Silhouette. Im Zusammenspiel dieser Systeme wird durch die Unterstützung mittels eines Infrarotsenders die Erkennung der Lang-Lkw über den gesamten Erhebungszeitraum grundsätzlich ermöglicht. Wie zuvor beschrieben, ist in den Nachtstunden mit einer geringeren Aussagequalität

zu rechnen. Das Infrarotverfahren lässt keine Farbwiedergabe der Bilder zu, so dass eine farbliche Zuordnung der Kennzeichen nicht möglich ist. Ebenso muss durch den Infrarotsender aufgrund der Länge der Fahrzeuge ein sehr weiter Bereich ausgeleuchtet werden, so dass damit zu rechnen ist, dass die Typenzuordnung erschwert sein wird. Hierbei wird es jedoch zu tragen kommen, dass die Bilder über Bewegtbilder ausgewertet werden. Diese sind deutlich besser zu verarbeiten als Standbilder bzw. das menschliche Auge ist deutlich toleranter für Effekte aufgrund von Bewegungsunschärfen bei Videobildern. Dieser Effekt wird vor allem die nächtliche Auswertung betreffen und eine höhere Aussagequalität ermöglichen, als die Betrachtung von reinen Standbildern. Die Erkennung der Kennzeichenfarbe bei Tag ohne genaue Details wird durch den Verzicht auf Auflösungsqualität ermöglicht. Durch die Wahl einer Einstellung mit relativ hoher Offenblende und relativ langer Verschlusszeit ist die Erkennung des Fahrzeugs und der Kennzeichenfarbe möglich. Die Details des Kennzeichens jedoch nicht. Die Verwendung der Offenblende bewirkt, dass nur ein geringer Bereich in der vollständigen Schärfenebene des Kamerabildes liegt. Die längere Verschlusszeit hat zur Folge, dass das Fahrzeug aufgrund seiner Größe nur minimal verschwimmt und noch vollständig für das Auge auch mit seiner Silhouette zu erkennen ist. Die im Vergleich zum Fahrzeug jedoch sehr kleinen Details auf dem Kennzeichen können bei dieser Herangehensweise nicht aufgenommen werden, da diese durch die Einstellung verschwimmen. Die Erkennung der Fahrzeuginsassen ist ebenfalls nicht gegeben. Dies liegt an zwei Gegebenheiten, die sich gegenseitig begünstigen: Die Belichtung innerhalb der Fahrzeugkabine ist aufgrund des Sonnenlichts meistens mehrere Blendenstufen geringer als die Belichtung der Umgebung. Zudem sind die Kameras in ihrem Dynamikumfang für moderne Kameras relativ gering, so dass der dunkle Bereich der Fahrzeugkabine nicht detailliert zu erkennen ist.

Durch die Verwendung der eigenen Kameras der VE-Kass Ingenieurgesellschaft bestehen große Erfahrungen bei der Montage und Inbetriebnahme der Kameras, so dass der Einsatz hier optimal geplant werden kann. Durch die vorhandenen Erfahrungswerte kann ebenfalls der Energie- und Speicherbedarf bei der Einsatzplanung zielgerichtet abgeschätzt und berücksichtigt werden.

2.1.2 Seitenradargeräte

Ziel

Das Ziel des Seitenradargeräteeinsatzes ist die Unterstützung der Bildauswertung und der Aufbau einer Datenbank zur zuverlässigen Erkennung der Lang-Lkw Typen anhand der Seitenradargeräte. Die Geräte können anhand von Längenmessungen die Erhebungen unmittelbar sinnvoll unterstützen, da somit die Längen von Lkw überprüft werden können. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, ebenso wie bei den Dauerzählstellen, den Schwerverkehr festzuhalten und somit den Anteil der Lang-Lkw an dem gesamten Schwerverkehr zu überprüfen.

Bei dem Aufbau der Datenbank gibt es vor allem die Herausforderung mögliche Kombinationen der Achskonfigurationen zu ermitteln, die für die unterschiedlichen Lang-Lkw Typen in Frage kommen. Hierbei sollten bereits auf Basis der Bildauswertung der ersten Erhebungswelle Erkenntnisse für den Aufbau der Datenbank möglich sein. Die Anwendung der Erkenntnisse wird angestrebt, um zu überprüfen, ob und in welchem Maße eine Verbesserung der Ergebnisse der Lang-Lkw Erkennung erreicht werden kann. Sollte eine Zuordnung der Lang-Lkw Typen zuverlässig funktionieren, könnten Seitenradargeräte möglicherweise

in Zukunft bei weiteren Projekten ohne den Einsatz einer Kameraerhebung eingesetzt werden. Hierbei ist zu betonen, dass eine Erkennung der Kennzeichenfarbe nicht möglich wäre.

Umsetzung

Bei den Seitenradargeräten der Firma RTB handelt es sich um sog. TOPO-Boxen. Diese werden in der Nähe zum Fahrbahnrand installiert. Durch die Emission eines Radarstrahls werden die Fahrzeuge anhand der Reflexion vom Gerät erfasst und klassifiziert. Die Geräte haben eine Akkulaufzeit von etwa 14 Tagen, so dass die Laufzeit von einer Woche unkritisch für den Einsatz in diesem Forschungsvorhaben ist

Über die firmeneigene RTB App kann die Verbindung zu dem Gerät hergestellt werden. Dies ermöglicht eine Überprüfung der Fahrzeuge direkt am Standort. Somit kann die richtige Einstellung des Geräts direkt vor Ort überprüft werden. Um die Installation sachgemäß durchzuführen, wird sichergestellt, dass das Einsatzpersonal vorab eine entsprechende Einweisung erhält. Die automatische Fahrzeugerkennung kann direkt überprüft werden. Dies betrifft unterschiedliche Eigenschaften wie die Klassifizierung der Fahrzeugart, Fahrzeuglänge, Fahrzeuggeschwindigkeit oder Anzahl der Achsen. Eine direkte Überprüfung der Erhebung vor Ort nach der Installation kann eine hohe Datengenauigkeit unterstützen.

Im Vergleich zu sonstigen Einsätzen gibt es Besonderheiten, die noch weiter abgeklärt werden müssen. Die Seitenradargeräte sind üblicherweise nicht primär für den Einsatz an Autobahnen gedacht. Hierbei können vorhandene Schutzplanken die Ergebnisse beeinträchtigen. Dies wird im Weiteren noch thematisiert. Im Laufe der Auswertung soll überprüft werden, wie die Abweichungen zwischen der Bildauswertung und der Ergebnisse anhand der Seitenradargeräte sind. Hierbei steht zunächst das grundsätzliche Erkennen der Lang-Lkw im Mittelpunkt. Die Einordnung der unterschiedlichen Klassen soll im Laufe des Projekts optimiert werden. Die grundsätzliche Idee des Messaufbaus ist in Bild 2-2 dargestellt.

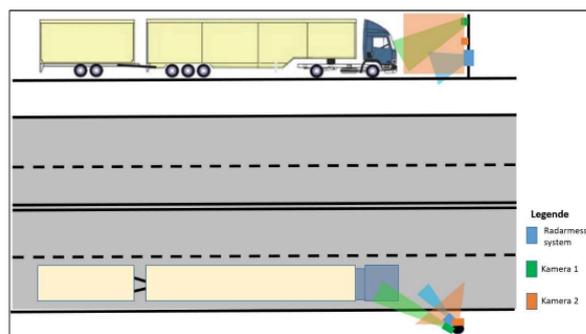


Bild 2-2: Schematische Darstellung des Messaufbaus, Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Dauerzählstellen

Ziel

Das Ziel der Nutzung der Dauerzählstellendaten ist die Plausibilisierung der Zählraten der Seitenradargeräte. Ebenso kann auf diese Weise eine Einschätzung der Lang-Lkw Anteile bezüglich des gesamten Schwerverkehrs getroffen werden.

Umsetzung

Die Dauerzählstellen an den entsprechenden Grenzübergängen werden seitens der DTV-Verkehrsconsult betreut. Daher kann auf diese Datenquelle zurückgegriffen werden. Die Erhebungsdaten aus den Dauerzählstellen liegen meist zu Beginn eines Monats vollständig vor, so dass ein zeitnahe Abgleich möglich ist. Es wird davon ausgegangen, dass nach Rücksprache ebenfalls ein schnellerer Datenausgleich möglich sein kann. Um die Zählzeiten für das Projekt nutzbar zu machen ist mit den zuständigen Stellen der Autobahn GmbH bzw. für die Bundesfernstraßen in Niedersachsen Kontakt aufgenommen worden. Die Zustimmung ist hierbei für alle neun Grenzbereiche erteilt worden.

Bei den Dauerzählstellen handelt es sich um Zählgeräte, die Induktivschleifen für die Zählung des Verkehrs nutzen. Da sowohl bei der Messung mit den Seitenradargeräten als auch mit der Messung über Induktivschleifen mit Abweichungen von der tatsächlichen Verkehrsmenge in gewissen Toleranzbereichen zu rechnen ist, wird davon ausgegangen, dass diese beiden Messungen nicht vollständig deckungsgleich sein werden. Der Abgleich zwischen den Zählsystemen dient entsprechend primär der Plausibilisierung und zusätzlichen Funktionskontrolle.

Bei den Dauerzählstellen handelt es sich um die Zählstellen:

- A280 Bunderneuland
- B402 Hebelermeer
- A30 Gildehaus
- A3 Elten
- A57 Hommersum
- A40 Straelen
- A61 Schwanenhaus
- A52 Elmpt
- A4 AC-Vetschau

Abgesehen von der Autobahn A40 bei der die Anschlussstelle Niederdorf zwischen Grenzbereich und Dauerzählstelle liegt, gibt es keine weiteren Anschlussstellen zwischen Dauerzählstelle und den Grenzübergängen. Daher nehmen sowohl die Zählstellen als auch die Seitenradargeräte an den angedachten Stellen den gleichen vorbeifahrenden Verkehr auf. Die Standorte der Dauerzählstellen sowie die Thematik der kleineren Abweichung an der A40 wird im Kapitel 2.6 bei der Festlegung der Messstandorte erneut aufgegriffen.

2.3 Datenschutz

Wie zuvor beschrieben ist die Einhaltung des Datenschutzes ein zentrales Thema bei der Durchführung des Forschungsvorhabens. Das gesamte Erhebungskonzept wird diesem untergeordnet und nach diesem ausgelegt, um den Anforderungen an den Datenschutz Genüge zu tun. Hierbei wird darauf geachtet, dass keine persönlichen Daten verarbeitet werden. Es ist zwingend notwendig die Bildaufnahmen für die Verarbeitung zur Verfügung zu haben, da eine zuverlässige automatische technische Erkennung sowie Typenzuordnung der Lang-Lkw nicht auf dem Markt existiert. Um die Verarbeitung des Bildmaterials ohne persönliche Daten zu ermöglichen, wird daher wie zuvor beschrieben auf Aufnahmequalität

verzichtet. Die Art der Aufnahme ermöglicht es nicht Kennzeichen oder andere personenbezogene Daten festzuhalten. Sollten widererwarten vereinzelt persönliche Daten festgehalten werden, werden diese unmittelbar nach der anonymisierten Zählung gelöscht. Das Auswerten von persönlich zuordenbaren Informationen wie detaillierten Kennzeicheninformationen findet zu keinem Zeitpunkt statt.

2.4 Zeitplan

Wie bereits zuvor angekungen stellt der Zeitplan des Forschungsvorhabens eine besondere Herausforderung dar. Der Projektbeginn war der 1. Februar 2023, das Projektende in Form der Erhebungsdatenübermittlung ist ursprünglich für den 30. September 2023 angedacht gewesen. Zusätzlich ist, aufgrund des Untersuchungsgebiets, die Vorgabe, dass sowohl Ferienwochen als auch Wochen, die Feiertage beinhalten, nicht zulässig sind, bei diesem Forschungsvorhaben im Besonderen zeitkritisch. Die neun Grenzübergänge zwischen Deutschland und der Niederlande liegen in Nordrhein-Westfalen sowie Niedersachsen. Dies hat zur Folge, dass viele unterschiedliche Ferienzeiten sowie Feiertage berücksichtigt werden müssen. Die Überprüfung möglicher Erhebungswochen, also Wochen in denen weder in den Niederlanden noch in Niedersachsen noch in Nordrhein-Westfalen Schulferien oder Feiertage liegen, hab nur einen kleinen Zeitraum für mögliche Erhebungen ergeben. Das Ergebnis der Überprüfung kann Bild 2-3 entnommen werden. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass die zweite Erhebung eines jeweiligen Standorts nicht in der Folgeweche der ersten Erhebung durchgeführt werden soll.

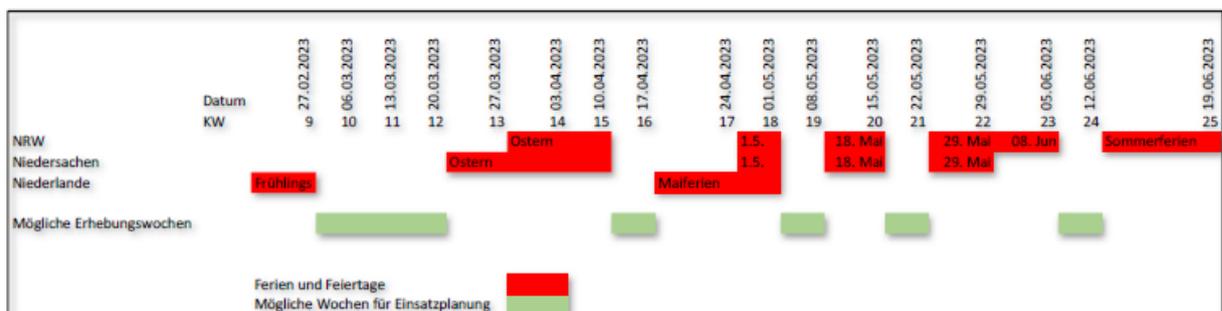


Bild 2-3: Überprüfung möglicher Einsatzwochen, Quelle: Eigene Darstellung

Die in rot markierten Wochen in Bild 2-3 stellen Wochen dar, die nicht als Erhebungswochen geeignet sind. Dagegen sind geeignete Wochen in grün dargestellt. Hierbei wird eins auf dem ersten Blick ersichtlich: Mögliche Zeiträume für die Erhebung sind bis zu den Sommerferien nur sehr rar gesät. Der Zeitraum nach den Sommerferien wird mit Blick auf das Ende des Forschungsvorhabens als sehr zeitkritisch angesehen und ist daher aus Gründen der Übersicht auf der Grafik weggelassen worden.

Insgesamt wird sich anhand des Zeitplans für die Umsetzung der Erhebungen innerhalb von vier Wochen entschieden. Gleichzeitig wird ebenfalls eine Ersatzerhebungswoche vor den Sommerferien vorgehalten. Bei den Erhebungswochen handelt es sich um die KW12, 16, 19 sowie 21. Als Ersatztermin ist die KW24 vorgesehen. Insgesamt stehen demnach sowohl für die erste Erhebung als auch für die zweite Erhebung jeweils zwei Wochen zur Durchführung der Erhebungen zur Verfügung an denen das Lang-Lkw Aufkommen an den neun Grenzbereichen mit jeweils zwei Messaufbauten erfasst werden soll. Um diese möglichst gleichmäßig zu verteilen wird angestrebt in einer Woche vier Standorte und in einer anderen Woche

fünf Standorte zu erheben. In wie weit dies praxistauglich ist, ist eine Frage, die es bei den im folgenden Kapitel beschriebenen Vor-Ort-Besichtigungen zu klären gilt.

Die einzige Möglichkeit den engen Zeitplan einhalten zu können ist die simultane Aufnahme mehrerer Standorte. Insgesamt müssen somit für die Erhebung des einen Teils der Grenzbereiche acht Standorte und für den anderen Teil zehn Standorte mit Messequipment ausgestattet werden. Dafür muss das Material inkl. möglicher Ersatzgeräte entsprechend vorhanden sein. Ebenso müssen die Zeiten für die Installationsarbeiten bei der Einsatzplanung berücksichtigt werden.

2.5 Vor-Ort-Besichtigungen

Die Vor-Ort-Besichtigungen werden durchgeführt, um das zuvor erarbeitete Erhebungskonzept auf die Umsetzbarkeit vor Ort zu überprüfen. Ob Standorte für die Erhebung geeignet sind wird dabei unter anderem anhand folgender Fragen geprüft:

- Gibt es geeignete Standorte für die Installation des Messaufbaus?
- Wie kann sich den Standorten sicher genähert werden?
- Wo kann das Fahrzeug im nachgeordneten Netz sicher geparkt werden?
- Gibt es Besonderheiten am Standort, die es zu berücksichtigen gilt?

Die Vor-Ort-Besichtigungen sind an insgesamt zwei Tagen durchgeführt worden. Hierfür wurde zunächst ein Steckbrief für jeden Standort angefertigt und über Kartendienste sowie virtuelle Streckenbefahrungen, die über NWSIB⁹ oder Mapillary¹⁰ durchgeführt worden sind, erste Einschätzungen möglicher Standorte getroffen, um diese vor Ort gezielt überprüfen zu können. Zusätzlich werden diese Zeiten bei der Erstellung des Einsatzplans großzügig angesetzt, um dem Einsatzpersonal ein sicheres Arbeiten ohne Zeitdruck zu ermöglichen. Nach der ersten Installation des Messequipments wird dies überprüft und ggf. angepasst.

Bei der Suche nach geeigneten Standorten wurde sich auf vorhandene Masten oder Gabelständer am Seitenrand konzentriert. Diese sollten einen sicheren Stand haben und ausreichend groß sein, um das Messequipment aufnehmen zu können, ohne dass die Funktion des befestigten Schilds durch Überdeckung beeinträchtigt wird. Zusätzlich sollte das Schild nach Möglichkeit möglichst orthogonal zum Grund stehen.

Die Vor-Ort-Besichtigungen haben das Festlegen von Erhebungsstandorten für alle neun Grenzübergänge ermöglicht. Es war an allen Standorten möglich vorhandene Schildermasten für die Installation der Messsensorik zu nutzen.

Anhand der Vor-Ort-Besichtigungen sind die Standorte für die Messpunkte festgelegt worden. Das Vorgehen soll beispielhaft für den Standort der A280 erläutert werden.

⁹ <https://www.nwsib-online.nrw.de/>

Stand: 24.03.2023

¹⁰ https://www.mapillary.com/?locale=de_DE

Stand: 24.03.2023



Bild 2-4: Lageplan geplanter Messpunkte und Dauerzählstelle, Quelle: Screenshot Openstreetmaps (© OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0)



Bild 2-5: Vorgesehener Gabelständer für die Installation FR NL, Quelle: Eigenes Foto



Bild 2-6: Vorgesehener Gabelständer für die Installation FR D, Quelle: Eigenes Foto

Anhand von Bild 2-4 ist die vorgesehene Position der Messpunkte und die Stelle der Dauerzählstelle zu sehen. Bild 2-5 und Bild 2-6 zeigen vorhandene Gabelständer, die gut für die Installation des Messequipments geeignet sind. Neben der Festlegung der einzelnen Punkte ist durch die Vor-Ort Besichtigung ebenfalls möglich festzulegen, an welchen Stellen das Fahrzeug im nachgeordneten Netz geparkt werden und wie sich sicher den Messstandorten genähert werden kann. Die genaue Planerstellung ist auf Basis von Luftbildkarten entstanden. Die Planung ist mit der Auftraggeberin in einem Jour Fixe gemeinsam abgestimmt worden.

An der A280 wird so verfahren, dass das Fahrzeug abgestellt und sich dem Standort sicher hinter der Schutzplanke genähert wird. Im Anschluss wird mit dem Fahrzeug die Fahrbahnseite gewechselt und danach der zweite Messstandort eingerichtet.

Zusätzlich ist für jeden Standort ein Plan erstellt worden, an welcher Stelle das Fahrzeug geparkt werden und wie sich dem Standort sicher genähert werden kann.

An den beiden Besichtigungstagen sind am ersten Tag die ersten vier südlichen Grenzübergänge an der A40, A52, A61 und A4 besichtigt worden. Am nächsten Tag die Standorte der A280, B402, A30, A3 und A57.

Obwohl laut Positivnetz Lang-Lkw zumeist nicht an der ersten Ausfahrt die Autobahn verlassen dürfen, wird sich dafür entschieden, die Messstandorte zwischen den Grenzübergängen und der nächsten Anschlussstelle zu legen, da auf diese Weise auch der Schwerverkehr vollständig erhoben werden und mögliche unerlaubte Abfahrten von Lang-Lkw keine Abweichungen bei den Erhebungen verursachen.

Sowohl die vier südlichen Standorte als auch die fünf nördlicheren Standorte konnten jeweils an einem Tag vor Ort besichtigt werden. Hierbei hat sich gezeigt, dass besonders die

Anfahrt der fünf nördlichen Standorte, auch aufgrund der längeren Fahrzeit, zeitkritischer ist. Es ist daher angedacht an diesem Tag früh mit den Arbeiten zu beginnen. In diesem Fall kann von den Erfahrungen der ersten vier Standorte profitiert werden.

Am Standort der A40 in Fahrtrichtung Niederlande hat sich die Besonderheit ergeben, dass der grenznahe Bereich im weiten Teil an einen kleinen Gewerbepark angrenzt. Eine Annäherung an den Messstandort kann daher nur über dieses Gelände stattfinden. Um dies zu ermöglichen wurde die entsprechende Firma kontaktiert und eine Genehmigung zum Abstellen des Fahrzeugs sowie Betreten des Geländes für die Arbeiten im Zuge des Forschungsvorhabens eingeholt.

2.6 Erstellung des Einsatzplans

Der Einsatzplan ist auf Grundlage aller bisher gewonnenen Erkenntnissen erstellt. Hieraus ergibt sich, dass die Standorte an der A40, A52, A61 sowie A4 in der KW12 im ersten Erhebungsdurchgang erhoben werden. Die Standorte an der A280, B402, A30, A3 und A57 werden in der KW16 erhoben. In KW19 und KW21 werden alle Standorte in der gleichen Reihenfolge im zweiten Erhebungsdurchgang erneut erhoben. Für die einzelnen Erhebungsstandorte ist festgelegt worden, wie die Installation durchgeführt wird.

2.7 Durchführung einer Piloterhebung

Ziel

Der Zeitplan für das gesamte Forschungsvorhaben ist sehr eng getaktet. Daher werden bei der ersten Erhebung vier Grenzübergänge, also insgesamt acht Erhebungsstandorte direkt zu Beginn gleichzeitig erhoben. Insgesamt ist für den Einsatz aller Geräte eine große Erfahrungsgrundlage vorhanden. Der gemeinsame Einsatz der unterschiedlichen Messgeräte und der Einsatz der Messgeräte zur Überprüfung der Lang-Lkw an Bundesfernstraßen hat jedoch – naturgemäß der ersten gezielten Erhebung von Lang-Lkw innerhalb des Forschungsvorhabens – noch nicht stattgefunden. Die Auftragnehmer haben daher den Vorschlag unterbreitet, den beabsichtigten Messaufbau am Grenzübergang der A4 für einen verkürzten Einsatzzeitraum in einer Piloterhebung zu testen. Ziel war es das Zusammenspiel der verschiedenen Geräte, deren beabsichtigten Funktion und den Praxiseinsatz bezüglich der Erfassung von Lang-Lkw an Bundesfernstraßen zu überprüfen. Auf diese Weise sollen mögliche Schwachstellen vor der ersten Erhebung herausgefunden werden. Dies ermöglicht ein Eingreifen in das Vorgehen bereits vor Beginn der eigentlichen Erhebungen. Dies ist in diesem Fall von besonderer Bedeutung, da bereits in der ersten Erhebungswoche acht Messungen durchgeführt werden. Sollten Korrekturen notwendig sein, würden diese erst im Nachgang durchführbar sein. Sehr wahrscheinlich müssten diese Messungen wiederholt werden. Dies gilt es mit Blick auf den eng getakteten Zeitplan möglichst zu vermeiden. Damit einher geht ebenfalls die Vermeidung von Kosten.

Seitens der Auftraggeberin ist die Durchführung einer Piloterhebung auf Zustimmung gestoßen, so am 22. Februar 2022 die gemeinsame Installation am Grenzübergang A4 Vetschau stattgefunden hat.

Umsetzung

Bei der Installation der Piloterhebung konnte die Auftraggeberin einen Eindruck der Installationsarbeiten gewinnen. Der Erhebungszeitraum war von Mittwoch, dem 22. Februar 2022 bis zum Freitag, dem 24. Februar 2022. Zu dem zuvor geplanten Installationsaufbau sind bei der Piloterhebung zwei Abweichungen getestet worden. Bei der Verwendung der Seitenradargeräte handelte es sich um Vorgängermodelle im Vergleich zu den für die Erhebungen eingeplanten Geräte. Dies liegt darin begründet, dass die DTV-Verkehrsconsult diese beiden Geräte selbst besitzt. Durch die Installation einer aktuellen Softwarevariante konnte die grundsätzliche Funktion für die Erkennung der Fahrzeuge an mehrstreifigen Fahrbahnen hergestellt werden. Eine direkte Zuordnung der Lang-Lkw ist hier noch nicht möglich. Zweck des Einsatzes war es jedoch zu überprüfen, ob die Erfassung der Fahrzeuge, auch in ihrer Länge, zuverlässig an Bundesstraßen mit der üblichen Herangehensweise funktioniert. Dies war mit den Geräten möglich. Es wird davon ausgegangen, dass die Erkennung der Fahrzeuge mit der neuen Gerätegeneration weiter optimiert werden konnte, so dass die Ergebnisse mit dem genutzten Gerät die minimal zu erwartenden Ergebnisse darstellen.

Die zweite Abweichung bei der Durchführung der Piloterhebung zum geplanten Messaufbau betrifft den Einsatz der Kameras. Zuvor ist es angedacht gewesen mit zwei Kameras den Verkehr von Vorne bzw. seitlich zu beobachten. Bei der Piloterhebung ist eine zusätzliche Kamera installiert worden, die eine rückwärtige Beobachtung des Verkehrs ermöglicht. Dies hat folgende Absicht: Lang-Lkw müssen an der Fahrzeugrückseite markiert werden. In Deutschland handelt es sich hierbei um ein gelbes Warnzeichen mit roter Umrandung mit der Inschrift „Lang-LKW“ (vgl. § 5 I (13) LKWÜberlStVAusnV). In den Niederlanden sind ähnliche Markierungen vorgesehen (vgl. Beleidsregel keuring en ontheffingverleining LZV).

Zusätzlich hat sich bei der Installation des Messequipments gezeigt, dass Passanten, die durch günstig gelegene Wege nah an der Messstelle vorbeigehen können, Interesse an den Arbeiten bzw. Messaufbauten zeigen. Es wird vereinbart, dass die Auftragnehmer mit der Auftraggeberin ein gemeinsames Informationsschreiben anfertigen, um Passanten über die Erhebung zu informieren. Die eingerichtete Möglichkeit sich über das eingerichtete E-Mail-Postfach zu melden, wurde im Laufe des Projekts nicht genutzt. Der Messaufbau an der A4 Vetschau kann für die Fahrtrichtung Deutschland Bild 2-7 und Bild 2-8 entnommen werden.



Bild 2-7: Messaufbau Piloterhebung Frontansicht FR D, Quelle: Eigenes Foto



Bild 2-8: Messaufbau Piloterhebung Rückansicht FR D, Quelle: Eigenes Foto



Bild 2-9: Messaufbau Piloterhebung Frontansicht FR NL, Quelle: Eigenes Foto



Bild 2-10: Messaufbau Piloterhebung Rückansicht FR NL, Quelle: Eigenes Foto

Der Aufbau des Messequipments hat ebenfalls in die Fahrtrichtung Niederlande stattgefunden, wie Bild 2-9 und Bild 2-10 zeigen. Die Installation hat dabei in der angedachten Zeit funktioniert. Ebenso konnte durch den gemeinsamen Termin mit der Auftraggeberin vor Ort zahlreiche Fragen gemeinsam abgeklärt und das genaue Vorgehen aufgezeigt werden.

Erkenntnisse

Die wichtigste Erkenntnis aus der Erhebung ist, dass die Fahrzeuge sowohl in den Tag- als auch in den Nachtstunden erkannt werden können. Der Bildwinkel der Kameras ermöglicht selbst bei der geringen Entfernung zur Fahrbahn die Aufnahme der LKW. Die rückwärtige Kamera ermöglicht die Betrachtung der Rückseite der Fahrzeuge und das Erkennen der Lang-Lkw Markierung. Hier ist es ebenfalls nicht möglich detaillierte Kennzeicheninformationen zu erkennen.

Zur Überprüfung des Seitenradargeräts ist ein Abgleich mit den Zählwerten der Dauerzählstelle Vetschau durchgeführt worden. Hieraus hat sich ergeben, dass die Zählungen des Schwerverkehrs in Fahrtrichtung Niederlande um etwa 10 % und in Fahrtrichtung Deutschland um etwa 34 % abgewichen sind. In beiden Fällen hat das Seitenradargerät weniger Fahrzeuge erfasst als die Dauerzählstelle. Eine Abweichung in Höhe von etwa 10 % wird in diesem Falle noch akzeptiert, da es sich um den Vergleich zweier unterschiedlicher Zählgeräte handelt. Ebenso kann es zu Abschattungen von Fahrzeugen kommen, die anhand der Zählwerte nicht direkt nachvollziehbare Abweichungen verursachen können. Eine Abweichung von 30 % ist deutlich zu hoch und deutet auf mögliche Problematiken bei der Erfassung der Fahrzeuge hin. Ebenso hat sich gezeigt, dass viele Fahrzeuge, die auf dem Bildmaterial zu erkennen gewesen sind, nicht in den Erhebungsdaten des Seitenradargeräts vorzufinden sind.

Hieraus kann festgestellt werden, dass die Plausibilisierung bzw. Überprüfung der Erhebungsdaten anhand der Dauerzählstellen funktioniert.

Die Fehlersuche hat im engen Austausch mit RTB stattgefunden. Nach Überprüfung der Bedingungen vor Ort hat sich die Problematik offenbart. Die Schutzplanke befindet sich in einer Höhe von etwa 0,85 m im Vergleich zur Fahrbahnoberkante (FOK). Die ideale Einsatzhöhe des Seitenradargeräts beträgt 1,00 m über FOK. Grundsätzlich stellt dies kein Problem dar, da der Radarstrahl über die Schutzplanke strahlen kann, wenn das Seitenradargerät in unmittelbarer Nähe zur Schutzplanke installiert wird. Durch die Installation der Geräte am vorhandenen Gabelständer ist das Seitenradar etwa 1,50 m von der Schutzplanke entfernt. Aufgrund des weiten Abstands zur Schutzplanke kommt es zu Abschattungseffekten. Nach gemeinsamer Rücksprache ist festgelegt worden, dass die Seitenradargeräte an Standorten, an denen eine Schutzplanke überwunden werden muss, auf einer Höhe von 1,20 m über FOK installiert werden. Unabhängig hiervon konnte festgestellt werden, dass sowohl die Akkus als auch die Speicherkartenkapazität der Kameras für den beabsichtigten Einsatzzeitraum geeignet sind.

In dem zweitägigen Zeitraum konnte am Standort der A4 kein Lang-Lkw beobachtet werden. Die Kombination aus Kameraerhebung und Seitenradargerät hat sich als zweckdienlich erwiesen. Die Beobachtung des Verkehrs über die Kamera hat ohne die Erkennung von Detailinformationen wie das genaue Kennzeichen funktioniert, gleichzeitig ist eine farbliche Erkennung der Kennzeichen in den Tagstunden möglich gewesen.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass etliche Fahrzeuge mit einer Länge von mehr als 18,75 m gemessen worden sind. Bei der Überprüfung des Bildmaterials ist an diesen Stellen in den

meisten Fällen ein Autotransporter zu sehen gewesen. Diese dürfen in Deutschland eine mit Übertragung eine Länge von bis zu 20,75 m vorweisen (vgl. §22 Abs. 4 StVO). Da die Erfassung von Autotransporter nicht Ziel des Forschungsprojekts ist, sollen diese nicht unbedingt erfasst werden. Nach Rücksprache mit der BASt konnte aus den vorherigen Lang-Lkw Projekten eine kleine Stichprobe der Längenverteilung der unterschiedlichen Lang-Lkw Typen ermittelt werden. Dies hat die Vermutung bestätigt, dass die Betreiber von Lang-Lkw in der Regel daran interessiert sind die Größenvorteile möglichst umfangreich zu nutzen. Die kürzeste Länge aus den Daten der BASt betrug 22,82 m. Um eine Abtrennung zu den Autotransportern zu ermöglichen, wird in gemeinsamer Absprache eine Länge von 21 m als Schwellenwert für Lang-Lkw festgelegt. Dies betrifft jedoch zunächst nur die Zuordnung der Fahrzeuge durch das Seitenradargerät und nicht die Auswertung über das Bildmaterial. Ebenso ist die Zuordnung der Längen unterhalb dieser Grenze weiterhin problemlos möglich, da die Fahrzeuge auch weiterhin erfasst werden.

Der Pilotversuch und die gemeinsame Besprechung im anschließenden Jour Fixe hat ergeben, dass die Seitenradargeräte an Standorten mit Schutzplanke auf einer Höhe von 1,20 m über FOK installiert werden. Ebenso wird die zusätzlich getestete Kamera, die die Rückseite der Fahrzeuge aufnehmen, im Projekt ebenfalls an allen Standorten installiert. Ebenso hat sich gezeigt, dass die Längenabtrennung ab 18,75 m nicht zweckdienlich ist, da viele Fahrzeuge diese Länge überschreiten, obwohl es sich nicht um einen Lang-Lkw handelt. Inwiefern die Länge von 21 m als Abgrenzung für Lang-Lkw zu anderen Fahrzeugen sinnvoll ist, wird im Laufe des Projekts anhand der Untersuchungsergebnisse überprüft.

2.8 Zusammenfassung für den Start in die Erhebung

Der Pilotversuch hat aufgezeigt, dass das Erhebungskonzept in seiner angedachten Form geeignet ist, um die Fahrzeuge zu erfassen. Der Pilotversuch war hierbei sehr zweckdienlich. Durch kleinere Anpassung wie der Kamera, die die Rückseite der Fahrzeuge beobachtet, kann die Ergebnisqualität noch weiter gesteigert werden. Das „Lang-LKW“ Schild kann somit als zusätzliches Merkmal zur Erkennung der Lang-Lkw zur Verfügung stehen.

Aus den ganzen Vorabüberlegungen zeigt sich jedoch auch eins: Besonders der enge Zeitplan stellt eine Herausforderung des Projektes dar. Aufgrund der unterschiedlichen Ferienzeiten und Feiertage kommen viele mögliche Zeiträume nicht in Frage. Ebenso kann der Zeitraum nach den Sommerferien mit Blick auf den angestrebten Projektabschluss nicht als gut nutzbarer Einsatzzeitraum angesehen werden. Es wird daher beschlossen, dass für das Projekt insgesamt vier Erhebungswochen angesetzt werden. Zunächst werden die vier Standorte an der A4, A52, A61 sowie A40 und danach die fünf Standorte an der A57, A3, A30, B402 und A280 aufgenommen. Dies wird für den zweiten Erhebungsdurchgang genauso wiederholt, um hier einen möglichst langen Zeitraum zwischen den beiden Erhebungen zu ermöglichen.

Dies geht jedoch mit sehr hohem Materialaufwand einher. Für die Installation eines Messaufbaus werden drei Kameras, ein Infrarotsender, zusätzliche Akkuboxen sowie das Seitenradargerät benötigt. Bei der Erhebung der vier Standorte werden insgesamt 24 Kameras, 8 Infrarotsender, 16 zusätzliche Akkuboxen und 8 Seitenradargeräte benötigt. Für die Erhebung der fünf Standorte werden 30 Kameras, 10 Infrarotsender, 20 zusätzliche Akkuboxen und 10 Seitenradargeräte gleichzeitig benötigt. Hierbei kann von den langjährigen Erfahrungen der VE-Kass Ingenieurgesellschaft zurückgegriffen werden, die neben der Erfahrung bei dem Umgang mit der Installation dieser Vielzahl an Geräten auch über das Material an sich verfügt.

3 Start der Erhebung

3.1 Erstinstallation

Start der Erhebung ist der 20.03.2023. Hier sind die Grenzbereiche A40, A61, A52 und A4 mit der Messsensorik ausgestattet worden. Der erste Standort wurde dabei gemeinsam von den Projektbeteiligten mit der Messsensorik ausgestattet. Hierfür wurde sich am nahegelegenen Parkplatz des Schulzentrums bzw. Sportanlage am Hander Weg in Aachen getroffen. Danach wurde gemeinsam mit möglichst wenigen Fahrzeugen zum Messstandort gefahren. Zusätzlich gab es Unterstützung durch die Firma RTB. Der Treffpunkt wurde genutzt, um die Seitenradargeräte zu übergeben. In diesem Zusammenhang hat Herr Schmidt bei der Installation der neuen Gerätegeneration der Seitenradargeräte tatkräftige Unterstützung geleistet und das Vorgehen für die Installation genau erklärt. In beiden Fahrtrichtungen konnte sicher hinter der Schutzplanke gearbeitet werden, daher war es möglich das genaue Vorgehen sicher zu erklären. Ebenso ist für den Standort in Fahrtrichtung Deutschland das Informationsschild für Passanten angebracht worden. In Abstimmung mit der BAST wurde sich bei dem Standort in Fahrtrichtung Niederlande dagegen entschieden das Informationsschreiben aufzuhängen, da Passanten nicht unmittelbar am Standort vorbeigehen. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass durch das Informationsschreiben Personen dazu verleitet werden sich den Messstandort an der Autobahn überhaupt erst zu nähern. Im Verlaufe des Projekts hat jedoch niemand die Möglichkeit genutzt, Informationen über das Forschungsprojekt über das E-Mail Funktionspostfach anzufragen.

Aufgrund der Erfahrungen aus dem Pilotversuch ist bereits am Dienstag eine erste Plausibilisierung der Erhebungsdaten des Standorts an der A4 anhand der Dauerzählstelle durchgeführt worden. Hier hat sich gezeigt, dass der erhobene Schwerverkehr des Seitenradars für beide Messstandorte in etwa 10 % geringer ausfällt, als die Erhebungsdaten der Dauerzählstellen. Die Maßnahmen haben entsprechend gewirkt und es wird davon ausgegangen, dass die Messstellen wie beabsichtigt den Verkehr erheben.

3.2 Erfahrungen aus dem ersten Installationstag

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die Installation des Messequipments an allen vier Grenzbe-
reichen trotz des bewusst etwas später gewählten Beginns von 10 Uhr morgens, der intensiven Installationserklärung seitens RTB, dem Abklären von Fragen sowie der Verladung der Seitenradargeräte und der zusätzlichen Materialien wie Standfuß, Ladegeräte, Ersatzakkus und dem Installationswerkzeug gut durchführbar gewesen ist. So waren gegen Abend alle acht Standorte einsatzfähig. Im Laufe des Tages hat sich ebenso gezeigt, dass die getroffenen Kontrollmechanismen gut funktionieren. Bei der Installation eines Seitenradars ist vor Ort direkt sichtbar gewesen, dass das Gerät aktuell nur fehlerhaft zählt. Bei der Deinstallation des Geräts ist das Gerät davon ausgegangen, dass die Akkuleistung aufgebraucht ist, da es kurzzeitig eine zu niedrige Versorgungsspannung hatte. Dies hat dafür gesorgt, dass durch das System eine Warnemail herausgeschickt wurde (vgl. Bild 3-1). Somit konnte der Sachverhalt umgehend geprüft werden und hat sich in diesem Falle glücklicherweise als Fehlalarm herausgestellt.

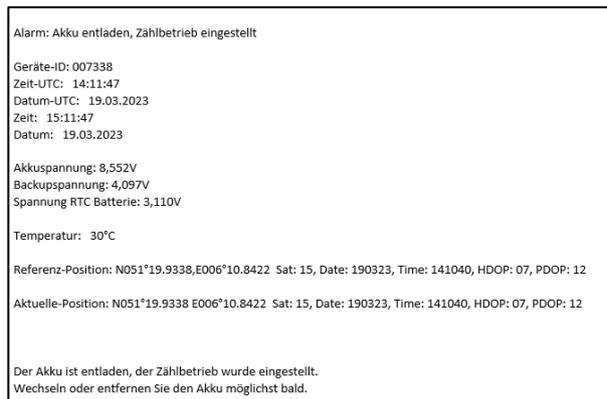


Bild 3-1: Warnmeldung RTB Topo-Box

3.3 Ablauf der ersten Erhebungswoche

Die Übermittlung der Seitenradar-daten hat an jedem Tag stattgefunden, so dass die Erhebungsdaten immer zeitnah zur Verfügung standen. Am Grenzbereich der A4 Vetschau hat zudem nach Rücksprache mit der zuständigen Stelle die Möglichkeit bestanden die Erhebungsdaten der Dauerzählstelle bereits am Dienstag vorliegen zu haben. Somit konnte überprüft werden, ob die beiden Messtage am Sonntag und Montag in guter Qualität funktioniert haben. Der Abgleich der beiden Datensätze hat gezeigt, dass die Korrektur der Einsatzhöhen ihren Zweck erfüllt hat. Eine geringe Aufnahme des Verkehrs um etwa 30 % hat nicht mehr stattgefunden. An beiden Messstandorten konnte eine Abweichung von etwa 10 % festgestellt werden. Dies ist auf dem zu erwartenden Niveau, so dass hier kein Eingreifen notwendig gewesen ist.

Des Weiteren haben in dieser Woche regelmäßige Wartungsfahrten zu den Messstandorten stattgefunden. Dies hat alle zwei Tage stattgefunden. Hierbei sind die Speicherkarten gesichert und gewechselt worden. Ebenso wurden die Akkus ausgetauscht.

4 Erhebungsstandorte

Wie bereits thematisiert sind an insgesamt neun Standorten Erhebungen an zwei separaten Erhebungswochen durchgeführt wurden. Diese werden im Folgenden beschrieben. Dies umfasst neben der geografischen Lage, der Installation der Messsysteme und möglichen Besonderheiten des jeweiligen Standorts mit Blick auf das Projekt das Aufzeigen der Messergebnisse und wird beispielhaft an einem Erhebungsstandort gezeigt. Die weiteren Standortbeschreibungen können dem Anhang entnommen werden. In diesem Kapitel werden die Erhebungsergebnisse des jeweiligen Standorts beschrieben, zusammengefasst, aufgezeigt und die beiden Erhebungswochen untereinander verglichen. Die weiteren Erhebungsergebnisse sind Teil des Anhangs. Die globale Betrachtung der Ergebnisse wird im Kapitel 6 durchgeführt.

Grenzbereich A280

Der Standort im Grenzbereich der deutschen BAB A280 zur niederländischen Autobahn A7 ist der nördlichste aller Erhebungsstandorte. In der direkten Umgebung sind keine Ballungszentren vorhanden. Auf der niederländischen Seite stellt Groningen ein Ballungszentrum dar. Über die weitere Nutzung anschließender BAB können die Städte Oldenburg, Bremen, Hannover oder auch Hamburg erreicht werden. Besonders für die nördlichen Ziele Bremen und Hamburg können die Strecken bei vorheriger Nutzung der niederländischen A6 eine Routenalternative aus den Städten Amsterdam, Den Haag oder Rotterdam sein.

Bild 4-1 zeigt ein Foto des Messaufbaus in Fahrtrichtung Deutschland in der frontalen Ansicht. Die Rückansicht ist auf Bild 4-2 festgehalten. Zu sehen sind insgesamt sieben wetterfeste Boxen sowie ein Infrarotsensor, der ebenfalls für den Außeneinsatz konzipiert ist. Das Seitenradargerät ist in der grauen Box integriert.



Bild 4-1: Messaufbau A280 FR D Frontansicht (Quelle: Eigene Darstellung)



Bild 4-2: Messaufbau A280 FR D Rückansicht (Quelle: Eigene Darstellung)

Bei der Montage wird mit diesem Gerät begonnen, da hierfür die Einsatzhöhe entscheidend ist. Wie der Pre-Test gezeigt hat, muss der Radar auf eine Höhe von 1,20 m zur FOK montiert werden. Hierfür wird mit einer langen Wasserwaage die FOK auf den Mast des Gabelständers übertragen und das Seitenradargerät entsprechend am Gabelträger montiert. Damit das im Innern befindliche Radar auf einer Höhe von 1,20 m hängt. Bei den weiteren Systemen ist die Höhe der Platzierung deutlich unkritischer gewesen. Es musste lediglich sichergestellt werden, dass der Verkehr in gewünschter Form aufgenommen werden kann. Nur bei den höher montierten Geräten handelt es sich um Kameras. Wie abgestimmt nehmen zwei Kameras den Verkehr von vorne auf. Bei der einen handelt es sich um eine Weitwinkelkamera mit der die Lang-Lkw in der Gesamtheit aufgenommen werden können. Ebenso ist eine Kamera vorhanden, die durch die Unterstützung des angebrachten Infrarotsensors auch bei Dunkelheit die Bildgebung ermöglicht. Die dritte Kamera ermöglicht die Beobachtung der Rückseite des Verkehrs, so dass eine weitere Bildgebung der Lang-Lkw sowie eine mögliche Zuordnung über ein angebrachtes Lang-Lkw Schild möglich ist. Alle Kameras sind bereits intern mit einem Akku ausgestattet. Um die Akkuleistung weiter zu erhöhen und ebenso den Infrarotsensor mit Strom zu versorgen sind vorhandene, wetterfeste Boxen, die normalerweise Kamerasysteme beinhalten umfunktioniert worden. Daher ist die Befestigungshöhe der unteren Geräte für die Erhebung nicht relevant. Die Installation der gleichen Geräte nach gleicher Art und Weise an der A280 in Fahrtrichtung Niederlande kann in der Front- (Bild 4-3) und in der Rückansicht (Bild 4-4) entnommen werden. Bild 4-4 zeigt die Installationshöhe im Vergleich zur Schutzplanke sehr eindeutig. Das Seitenradargerät ist auf der beabsichtigten Höhe von 1,20 m des Radars selbst installiert. Dieser befindet sich im oberen Drittel des Gerätekastens. Die verwendeten Kameras befinden sich allesamt auf einer Höhe, die ein Überblicken der Schutzplanke ermöglicht. Der Infrarotsender ist ebenfalls so angebracht, dass der Strahl die Schutzplanke überqueren kann und somit eine Belichtung für die Verkehre in der Dunkelheit gegeben ist. Bei den drei Geräteboxen im unteren Bereich des Gabelständers handelt es sich lediglich um externe Akkus, die auf diese Weise sicher und witterungsgeschützt befestigt werden können. Die Höhe der Geräte ist daher für die Messung lediglich für die benötigte Kabellänge von Bedeutung.



Bild 4-3: Messaufbau A280 FR NL Frontansicht (Quelle: Eigene Darstellung)



Bild 4-4: Messaufbau A280 FR NL Rückansicht (Quelle: Eigene Darstellung)

Wie zuvor in Kapitel 2.5 beschrieben und auf Bild 2-4 ersichtlich, liegt die Dauerzählstelle zwischen dem Grenzübergang und der nächsten Anschlussstelle, so dass beide Messinstallationen durch die gleiche Verkehrsmenge passiert werden. Abweichungen bei den Zählergebnissen können daher minimiert werden. Es ist davon auszugehen, dass beide Geräte voneinander abweichende Ergebnisse liefern werden. Vor allem ist zu beachten, dass die Verkehrszählungen über das Seitenradargerät grundsätzlich nicht für beide Fahrstreifen ausgelegt ist, da es besonders auf Autobahnen häufig zu Abschattungen durch weitere Fahrzeuge kommen kann. Zum großen Teil ist der Schwerverkehr hiervon jedoch nicht betroffen,

da dieser in der Regel auf dem rechten Fahrstreifen fährt. Dadurch, dass an allen Grenzbe-
reichen ausschließlich vierstreifige Ausbauten der Autobahnen bzw. der Bundesfernstraße
vorhanden sind, ist nicht mit übermäßigen Überholvorgängen zu rechnen. Ebenso herrscht,
wie bereits angesprochen, für Lang-Lkw ein bundesweites Überholverbot, so dass die auto-
matische Erkennung auf dem Überholfahrstreifen weiter an Bedeutung verliert. Sollte es im
Bereich der Messstellen zu unerlaubten Überholvorgängen kommen, kann grundsätzlich
davon ausgegangen werden, dass anhand der verschiedenen Kameraperspektiven der
Lang-Lkw erkannt werden kann. Der Datenabgleich mit den Dauerzählstellen war besonders
für die Erstinstallation beim Pre-Test von Bedeutung. Hierdurch konnte durch starke Abwei-
chung von über 30 % der Schwerverkehrsmenge, die durch das Seitenradargerät weniger
erkannt worden ist als durch die vorhandene Dauerzählstelle, eine Erklärung für mögliche
unterschiede Zwischen der Erkennung des Seitenradars und der visuellen Erhebung gefun-
den werden. Durch den Abgleich konnte sichergestellt werden, dass die Geräte in richtiger
Art und Weise montiert sind. Zusätzlich ist bei der ersten Erhebung für den Standort der A4
ein Vergleich der Zählinstrumente bereits im laufenden Betrieb geschehen. Hierfür ist vorab
die Bereitstellung der Zählzeiten für diesen Zeitraum abgeklärt worden, um hierauf unmit-
telbar nach Start der Erhebung zurückgreifen zu können.

Die hier beschriebene Vorgehensweise hat für alle 18 Standorte an beiden Erhebungswo-
chen Anwendung gefunden. Um Redundanzen zu vermeiden können die Informationen
über die weiteren Standorte dem Anhang entnommen werden.

5 Durchführung der Auswertungen

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Auswertung der Erhebungsergebnisse aufgeführt. Dies wird beispielhaft am Standort der A40 in Fahrtrichtung Deutschland aufgezeigt. Das Vorgehen fand für alle Standorte an beiden Erhebungswochen Anwendung.

Für die Ergebniserstellung und Plausibilisierung sind folgende Daten herangezogen worden:

- Erfassung des Verkehrs anhand von Kameraaufnahmen
- Daten aus den Seitenradargeräten
- Daten aus den Dauerzählstellen

Zunächst wird das Vorgehen anhand eines Beispiels aus den Tagesstunden sowie den Nachtstunden aufgezeigt.

5.1 Vorgehen bei der Erkennung von Lang-LKW

Die einzige aktuell zuverlässige Methodik einen Lang-Lkw und dessen Kennzeichenfarbe zu erkennen, ist die manuelle Auswertung von Kamerabildern. Daher ist auch einzig diese Auswertung entscheidend für das spätere Ergebnis. Die beiden zusätzlichen Erhebungswerkzeuge in Form des Seitenradargeräts sowie der Dauerzählstelle haben zunächst die Absicht die Kameraauswertung zu unterstützen. Beispielsweise können Lkw, die eine Länge von 18,75 m fast nahezu ausreizen für das menschliche Auge auch als ein Lang-LKW erscheinen. Besonders in diesem kritischen Übergangsbereich können durch das Seitenradargerät mögliche Zweifel beseitigt werden. Zunächst ist die Fokussierung auf die Längenmessung der Seitenradargeräte angedacht. Es ist angedacht, mit den gewonnenen Daten des Projekts, die Funktion der Seitenradargeräte noch weiter zu stärken. Wie dies von statten gehen soll, wird in Kapitel 6 näher erläutert. Das Heranziehen der vorhandenen Dauerzählstellendaten dient hierbei der Plausibilisierung der Seitenradargeräte. Bei zu großen Abweichungen müsste entsprechend eingegriffen werden.

Für das angestrebte Vorgehen sind drei Dinge von wesentlicher Bedeutung:

- Keine Erkennung der fahrenden Person
- Kennzeichenfarbe ohne Details
- Konfiguration des Lkws



Bild 5-1: Frontansicht Lang-LKW mit Kennzeichenzuordnung, Quelle: VE-Kass

Die Helligkeit in der Umgebung ist deutlich höher als die in der Fahrerkabine. Dies hat zur Folge, dass, auch aufgrund des geringen Dynamikumfangs der Kamera, die Person nicht zu sehen ist (vgl. Bild 5-1).

Die Kennzeichenfarbe ist gut sichtbar gelb. Gleichzeitig können auch bei Vergrößerung des Bildes keine Details erkannt werden, da die Verschlusszeit lang genug gewählt worden ist.

Anhand der Form ist eine erste Zuordnung des Fahrzeugs als Lang-LKW Typ 2 möglich.



Bild 5-2: Seitliche Ansicht der Achskonfiguration und Lang-LKW Form, Quelle: VE-Kass



Bild 5-3: Rückansicht Lang-LKW mit Lang-LKW Schild, Quelle: Aufnahmen VE-Kass

Die weitere Kamera ermöglicht die seitliche Beobachtung. Hierdurch kann die erste Annahme, dass es sich um Lang-Lkw Typ 2 handelt bestätigt werden (vgl. Bild 5-2). Die Lang-Lkw Markierung ist in diesem Fall deutlich zu erkennen, so dass sichergestellt ist, dass es sich um einen Lang-LKW handelt (vgl. Bild 5-3)

Datum	Standort	UTC-Zeit	Deutsche Zeit	Geschwindigkeit [km/h]	Fahrzeuglänge [m]
20.03.2023	A40 FR D	13:53:49	14:53:49	83,39	24,90

Tab. 5-1: Ausschnitt aus den Erhebungsdaten Beispiel Tag Lang-LKW, Quelle: Eigene Darstellung

In Tab. 5-1 ist die Messung des Seitenradargeräts für den Lang-Lkw zu sehen. Mit einer Länge von 24,90 m kann quantitativ gezeigt werden, dass es sich um einen Lang-Lkw handelt und zum anderen ermöglicht dies eine Längenfeststellung der aufgenommenen Lang-LKW. Die Aussagekraft der Erhebung kann auf diese Weise erheblich gestärkt werden im Vergleich zur alleinigen Nutzung von Kameraauswertungen. Insgesamt gab es an diesem Tag 13.839 Fahrzeugmessungen. Aufgrund der Uhrzeit ist es jedoch möglich den entsprechenden Lang-Lkw unmittelbar zu finden. Damit dies zuverlässig funktioniert sind zwei Dinge zu beachten: Das Seitenradargerät arbeitet mit der koordinierten Weltzeit (kurz UTC aus dem engl. Universal Time Coordinated). Dagegen beziehen die Kameras eine digitale Version der Atomuhr in der Berliner Zeitzone. Dadurch entsteht eine Zeitabweichung von einer Stunde, die die Kameras vor dem Seitenradargerät sind. Nach der Zeitumstellung am 26.03.2023 beträgt diese Differenz zwei Stunden. Die Erfahrungen aus anderen Erhebungen haben gezeigt, dass es hier potenziell zu kleineren zeitlichen Abweichungen in Form von Sekunden, evtl. sogar Minuten kommen kann. Vorteilhaft ist hier, dass das Bildmaterial zur Verfügung steht. Ebenso sind die Lang-Lkw sehr eindeutig zu erkennen und somit auch in den Erhebungsdaten des Seitenradargeräts zu erkennen, so dass bei möglichen Abweichungen eine Zuordnung in der Regel möglich sein sollte.

Wie in diesem Beispiel zu sehen ist liegt hier die Abweichung lediglich bei 1-2 Sekunden. Diese sehr kleine Abweichung kann auch durch den unterschiedlichen Erfassungsmoment des Fahrzeugs durch die Kameras (Zeitpunkt des Screenshots durch Auswerter) bzw. das Seitenradargerät liegen. Diese kleine Abweichung stellt kein Hindernis für die Zuordnung der beiden Datensätze dar, da die Erhebungsdaten der Seitenradargeräte anhand einer manuellen Bildauswertung zugeordnet werden können. Auf diese Weise kann das Matching der unterschiedlichen Datensätze sehr zuverlässig durchgeführt werden. Da beide Erfassungssysteme in Kombination sehr gut miteinander harmonisieren, bietet dies ebenfalls die Möglichkeit zur gegenseitigen Überprüfung der jeweiligen Erhebungsergebnisse und somit der Erhöhung der Ergebnisqualität.

Wie auf den Bildern zu erkennen ist kann die fahrende Person in den Nachtstunden ebenfalls nicht erkannt werden. Dies liegt daran, dass der Infrarotstrahler leicht nach unten geneigt ist, um so die Kontur der Fahrzeuge besonders im Bereich der Räder sichtbar zu machen. Die Erkennung des genauen Typs ist möglich.

In der Nacht findet die Auswertung ebenfalls über die Auswertung des Bildmaterials statt. Das Bildmaterial als Screenshot des Videos hat jedoch die Problematik, dass es die vorhandene Situation nur unzureichend darstellen kann. Diese Screenshots können den Bildern Bild 5-4 bis Bild 5-6 entnommen werden.



Bild 5-4: Erster Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme



Bild 5-5: Zweiter Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme



Bild 5-6: Dritter Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme

Wie zuvor bereits angemerkt, erfolgt die Bildauswertung über das Bewegtbild. Dadurch ist eine Unterscheidung der unterschiedlichen Lang-Lkw Typen bei Nacht deutlich effektiver als die Betrachtung der einzelnen Standbilder. Ebenso liegt durch die Erhebungen der Tagstunden viel Erfahrung bei der Erkennung von Lang-Lkw vor. So kann in diesem Beispiel zusätzlich sofort anhand des Seitenradargeräts gezeigt werden, dass es sich mit einer Länge

von 24,93 m eindeutig um einen Lang-Lkw handelt. Aufgrund des Zeitstempels lässt sich dieser, ohne großen zeitlichen Aufwand, schnell eindeutig zuordnen (vgl. Tab.5-2). Eine Zuordnung der Kennzeichen ist aufgrund der Überbelichtung der Kennzeichen bzw. der Infrarotbelichtung nicht möglich.

Datum	Standort	UTC-Zeit	Deutsche Zeit	Geschwindigkeit [km/h]	Fahrzeuglänge [m]
20.03.20203	A40 FR NL	03:42:34	04:42:32	80,81	24,93

Tab.5-2: Ausschnitt aus Erhebungsdaten Beispiel Nacht Lang-LKW, Quelle: Eigene Darstellung

Im Anschluss hat auch hier ein Abgleich mit den Seitenradaraten stattgefunden, mit denen die Ergebnisse bestätigt werden konnten und eine quantitative Längenbestimmung vorgenommen werden kann. In den Nachtstunden kann das Seitenradargerät die Erhebung in gleicher Qualität unterstützen, da die Lichtverhältnisse für das Gerät keine Relevanz haben.

Im Regelfall spricht der Hersteller von einer Längenabweichung von etwa ± 40 cm, so dass hier von einer sehr genauen Messung von Fahrzeugen, die mit 80 km/h die Zählstelle passieren, vorliegt. Im Falle des Lang-Lkws aus Bild 5-1 wäre bei einer gemessenen Länge von 24,90 m (vgl. Tab.5-1) eine absolute Abweichung von 40 cm eine prozentuale Abweichung von sehr geringen 1,6 %.

5.2 Plausibilisierung der Seitenradarerfassung anhand der Dauerzählstellen

Tab.5-3 zeigt eine erste Überprüfung der Seitenradarzahlungen und der Zählung der Dauerzählstellen des Schwerverkehrs für die gesamte Erhebungswoche an allen Standorten. Es ist zu sehen, dass sich die Abweichungen im Bereich der zuvor bekannten 10 % befinden. Anhand der doppelten Zählung ist ebenfalls zu zeigen, dass die Menge des Schwerverkehrs an den einzelnen Standorten stark voneinander abweicht und in der gleichen Woche teilweise die sechsfache Menge an Schwerverkehr erfasst worden ist.

	A40 NL	A40 D	A61 NL	A61 D	A52 NL	A52 D	A4 NL	A4 D
TOPO	38.852	38.759	24.553	26.463	6.148	5.556	20.351	19.904
DZ	42.342	41.789	27.035	30.384	6.697	6.187	21.858	22.265
Abweichung	3.490	3.030	2.482	3.921	549	631	1.507	2.361
Abweichung in %	8,24	7,25	9,18	12,9	8,20	10,20	6,89	10,60

Tab. 5-3: Vereinfachter Abgleich SV-Verkehr Dauerzählstelle und Seitenradargeräte für die vollständige Woche, Quelle: Eigene Darstellung

Über den Erhebungszeitraum sind diese Abweichung weitestgehend gleichbleibend. Die Erhebungsqualität ist somit über den gesamten Erhebungszeitraum auf einem konstanten Niveau. Die Abweichung der Zählzeiten kann folgenden Grund haben:

Das Seitenradargerät kann Fahrzeuge auf dem linken Fahrstreifen nicht erfassen, wenn gleichzeitig ein Fahrzeug auf der rechten Fahrbahn die Sicht hierzu verdeckt. Die Dauerzählstellen arbeiten über Induktionsschleifen im Boden, so dass die Fahrzeuge bei der Überfahrt erfasst werden. Hier besteht die Problematik durch mögliche Abschattungseffekte nicht.

Da für die Lang-Lkw ein Überholverbot vorgegeben ist, wird davon ausgegangen, dass in der Praxis bei der Erfassung von Lang-Lkw keine nennenswerte Problematik entsteht.

In welcher Größenordnung dies jeweils passiert, kann nicht kontrolliert werden, da keine Einzelfahrzeugdaten bei den Dauerzählstellen zur Verfügung stehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zwei verschiedene Geräte über einen längeren Erhebungszeitraum nicht auf einen identischen Zählwert kommen werden.

Bei der relativ geringen Abweichung kann sichergestellt werden, dass möglichst viele Lang-Lkw tatsächlich erfasst werden und zusätzliche Informationen für die Erhebung der Lang-Lkw zur Verfügung stehen. Zudem besteht durch den Abgleich mit den Dauerzählstellen die Möglichkeit, einen vereinfachten Abgleich des Lang-Lkw Aufkommens zum Schwerverkehrsaufkommen durchzuführen. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Anteils der Lang-Lkw am Schwerverkehr für alle Standorte.

Ein Abgleich des Leichtverkehrs findet nicht statt, da dieser für die Erhebung nicht relevant ist. Der Abgleich des gemessenen Schwerverkehrs anhand der Dauerzählstelle sowie des Seitenradars dient primär der Überprüfung, ob das Seitenradargerät ordnungsgemäß über den Erhebungszeitraum betrieben werden konnte. Dies kann unter anderen auch der Plausibilisierung dienen, sollten hohe Abweichungen zwischen Daten der Seitenradar- und der Bilderhebung vorhanden sein.

5.3 Beispielhafte Erhebungsdaten eines Standortes

Das Bildmaterial ermöglicht eine deutliche Unterscheidung zu den Lang-LKW, auch wenn diese länger als 18,75 m sind. Für den Standort an der A40 in Fahrtrichtung Deutschland liegt exemplarisch die Grundlage für die angestrebte Auswertung vor. Hierfür wurden die Uhrzeit, die Kennzeichenfarbe und der Lang-Lkw Typ aus dem Bildmaterial entnommen. Danach hat ein Abgleich mit den Erhebungsdaten des Seitenradargeräts stattgefunden und es konnte die Länge der Fahrzeuge ergänzt werden. Tab. 5-4 stellt die Erhebung der Lang-Lkw für den Standort A40, Fahrtrichtung Deutschland dar.

Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	20.03.2023	00:52:15	2	Nacht	24,78
2	Q12	20.03.2023	2:27:05	2	Nacht	25,7
3	Q12	20.03.2023	4:34:57	3	Nacht	24,59
4	Q12	20.03.2023	5:03:27	3	Nacht	24,78
5	Q12	20.03.2023	6:14:08	2	Nacht	24,71
6	Q12	20.03.2023	6:48:40	3	Weiß	24,58
7	Q12	20.03.2023	10:08:02	3	Gelb	24,08
8	Q12	20.03.2023	13:48:44	4	Weiß	26,26
9	Q12	20.03.2023	14:04:02	3	Gelb	25,83
10	Q12	20.03.2023	14:53:47	2	Gelb	24,9
11	Q12	20.03.2023	15:06:00	2	Weiß	25,12
12	Q12	20.03.2023	17:27:42	2	Gelb	24,84
13	Q12	20.03.2023	18:35:22	2	Gelb	24,95
14	Q12	20.03.2023	18:47:43	3	Weiß	23,97
15	Q12	20.03.2023	20:04:06	3	Nacht	24,91
16	Q12	20.03.2023	22:03:17	3	Nacht	25,47
17	Q12	20.03.2023	22:56:09	3	Nacht	24,54
18	Q12	20.03.2023	23:40:56	3	Nacht	25,14
19	Q12	20.03.2023	23:50:31	3	Nacht	25,56
Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	21.03.2023	0:13:32	2	Nacht	24,94
2	Q12	21.03.2023	0:19:01	2	Nacht	25,46
3	Q12	21.03.2023	0:56:00	2	Nacht	24,03
4	Q12	21.03.2023	2:43:10	2	Nacht	25,47
5	Q12	21.03.2023	2:57:56	2	Nacht	25,16
6	Q12	21.03.2023	4:49:09	3	Nacht	24,69
7	Q12	21.03.2023	4:57:22	3	Nacht	23,57
8	Q12	21.03.2023	5:04:26	2	Nacht	24,66
9	Q12	21.03.2023	6:49:33	3	Gelb	24,65
10	Q12	21.03.2023	6:51:11	2	Gelb	25,45
11	Q12	21.03.2023	10:27:59	2	Gelb	24,4
12	Q12	21.03.2023	13:59:45	3	Weiß	24,92
13	Q12	21.03.2023	14:12:54	3	Gelb	25,5
14	Q12	21.03.2023	15:04:47	2	Gelb	23,86
15	Q12	21.03.2023	17:24:01	3	Gelb	23,89
16	Q12	21.03.2023	18:48:20	3	Gelb	24,4
17	Q12	21.03.2023	20:02:35	3	Nacht	24,7
18	Q12	21.03.2023	21:16:23	3	Nacht	24,46
19	Q12	21.03.2023	22:40:51	3	Nacht	24,7
20	Q12	21.03.2023	22:43:38	2	Nacht	24,89

21	Q12	21.03.2023	22:54:12	3	Nacht	24,72
22	Q12	21.03.2023	23:00:33	3	Nacht	24,79
23	Q12	21.03.2023	23:06:08	2	Nacht	24,93
24	Q12	21.03.2023	23:08:20	4	Nacht	25,6
25	Q12	21.03.2023	23:41:53	3	Nacht	24,97
Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	22.03.2023	0:13:26	2	Nacht	24,91
2	Q12	22.03.2023	1:08:30	3	Nacht	24,37
3	Q12	22.03.2023	1:48:29	2	Nacht	25,08
4	Q12	22.03.2023	2:21:50	2	Nacht	24,8
5	Q12	22.03.2023	5:01:34	3	Nacht	24,21
6	Q12	22.03.2023	6:02:37	3	Nacht	24,74
7	Q12	22.03.2023	6:48:18	3	Gelb	24,29
8	Q12	22.03.2023	11:45:46	3-Zug	Gelb	26,11
9	Q12	22.03.2023	13:57:13	3	Gelb	25,23
10	Q12	22.03.2023	15:07:28	2	Gelb	24,67
11	Q12	22.03.2023	17:21:04	3	Gelb	24,13
12	Q12	22.03.2023	18:15:19	2	Gelb	24,99
13	Q12	22.03.2023	18:45:58	3	Weiß	25,09
14	Q12	22.03.2023	20:23:08	3	Nacht	24,96
15	Q12	22.03.2023	20:23:55	2	Nacht	24,9
16	Q12	22.03.2023	20:31:34	3	Nacht	24,7
17	Q12	22.03.2023	20:49:28	3	Weiß	25,43
18	Q12	22.03.2023	21:11:13	3	Nacht	25,21
19	Q12	22.03.2023	21:30:52	3	Nacht	24,57
20	Q12	22.03.2023	22:06:09	2	Nacht	25,05
21	Q12	22.03.2023	22:19:30	2	Nacht	25,33
22	Q12	22.03.2023	22:49:01	2	Nacht	25,17
23	Q12	22.03.2023	22:58:51	3-Zug	Nacht	25,65
24	Q12	22.03.2023	23:08:14	3	Nacht	24,3
Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	23.03.2023	1:35:16	3	Nacht	25,36
2	Q12	23.03.2023	1:47:57	3	Nacht	25,47
3	Q12	23.03.2023	2:10:10	3	Nacht	24,89
4	Q12	23.03.2023	2:18:38	2	Nacht	25,15
5	Q12	23.03.2023	5:04:19	3	Nacht	24,4
6	Q12	23.03.2023	11:47:07	3	Gelb	25,32
7	Q12	23.03.2023	17:13:33	2	Gelb	24,35
8	Q12	23.03.2023	17:29:36	3	Weiß	25,58
9	Q12	23.03.2023	18:55:26	3	Weiß	23,99
10	Q12	23.03.2023	20:26:18	3	Nacht	24,46
11	Q12	23.03.2023	20:47:59	3	Nacht	24,86
12	Q12	23.03.2023	23:40:15	3-Zug	Gelb	25,39

Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	24.03.2023	0:07:36	2	Nacht	24,34
2	Q12	24.03.2023	2:31:07	2	Nacht	25,22
3	Q12	24.03.2023	5:03:07	2	Nacht	n.v.
4	Q12	24.03.2023	5:03:18	3	Nacht	24,44
5	Q12	24.03.2023	6:47:21	3	Weiß	23,91
6	Q12	24.03.2023	14:10:02	3	Gelb	24,94
7	Q12	24.03.2023	14:37:02	3-Zug	Gelb	25,05
8	Q12	24.03.2023	17:34:42	3	Weiß	24,41
9	Q12	24.03.2023	19:37:56	3	Nacht	24,73
10	Q12	24.03.2023	21:06:36	3	Nacht	25,26
Lf. Nr.	QZ	Datum	Zeit	Typ	Kennzeichen	Länge [m]
1	Q12	25.03.2023	0:39:20	3	Nacht	25,18
2	Q12	25.03.2023	3:54:55	3	Nacht	25,17
3	Q12	25.03.2023	7:29:09	3	Gelb	24,44
4	Q12	25.03.2023	9:59:51	3	Gelb	24,36
6	Q12	25.03.2023	15:18:52	3	Weiß	24,69
7	Q12	25.03.2023	22:19:47	3	Nacht	24,08
8	Q12	25.03.2023	22:42:14	3	Nacht	24,41
9	Q12	25.03.2023	23:54:37	3	Nacht	25,19

Tab. 5-4: Lang-Lkw Erfassung Standort A40 FR D, Quelle: Eigene Erhebungsdaten

Die Tab. 5-4 liefert einen Überblick über die Anzahl der Fahrzeuge am jeweiligen Tag, hierbei handelt es sich zunächst nur um tatsächliche Lang-Lkw und nicht um Sonderfahrzeuge in Form der Autotransporter. Die Spalte QZ mit Q12 beschreibt die interne Standortbezeichnung des Messpunkts. Wie zuvor beschrieben kann die Kennzeichenerfassung in der Nacht nicht durchgeführt werden, im Verlaufe des Tages ist die Zuordnung der Kennzeichenfarbe zuverlässig möglich. Im gesamten Erhebungszeitraum kann der Lang-Lkw Typ zuverlässig erkannt werden. Im Anschluss an die Bildauswertung hat der Abgleich mit dem Seitenradargerät gezeigt, dass die Zuordnung der Werte gut und eindeutig durchführbar ist. Abgesehen von einem Lang-Lkw konnte für alle aufgenommenen Lang-Lkw ein Erhebungswert festgestellt werden. Pro Tag konnten bis zu 25 Lang-Lkw gesichtet werden. Gegen Ende der Woche hat die Anzahl der Fahrzeuge sichtlich abgenommen. Eine mögliche geringere Zählung des Schwerverkehrs, wie sie sich aus dem Abgleich der Seitenradargeräte und der Dauerzählstellen gezeigt hat, wirkt sich nicht negativ auf die Erfassung der Lang-Lkw aus. Teilweise sind in den Daten der Seitenradargeräte mehr Fahrzeuge als in der Bildauswertung beobachtet worden. Aktuell wird davon ausgegangen, dass hier teilweise fehlerhafte Messungen aufgrund von Stauerscheinungen entstanden sind oder Nässe Fahrzeuge für das Seitenradargerät länger erscheinen lassen hat. An diesem Standort sind besonders der Typ 2 und Typ 3 der Lang-Lkw vertreten. Bei dem Typ „3-Zug“ handelt es sich um Fahrzeuge mit zwei weiteren Anhängern. Diese sind in Deutschland nicht erlaubt. Es handelt sich um eine Lang-Lkw Konfiguration aus den Niederlanden. Hier hat eine Zuordnung zu der Kategorie der Sonderfahrzeuge stattgefunden. Es ist auffällig, dass die Länge der Fahrzeuge nicht deutlich länger ist als die der anderen Lang-Lkw. Anhand der Längenmessungen kann gezeigt werden, dass die getroffene Abgrenzung der Lang-Lkw mit 21 m sehr defensiv und sinnvoll gewählt

worden ist. Der kürzeste gemessene Lang-Lkw, der anhand der Bildauswertung an diesem Standort erhoben wurde, ist 23,91 m lang gewesen. Teilweise sind Messwerte mit Längen über 25,25 m vorhanden. Diese können primär durch kleinere Messabweichungen erklärt werden. So stellt bspw. eine Abweichung der Längenmessung von 50 cm bei einem 25 m Lang-Lkw eine Abweichung der Längenmessung von lediglich 2 % bei einem vorbeifahrenden Fahrzeug mit etwa 80 km/h durch eine mobile Messinstallation dar. Die Längenverteilungen als solches werden für die Einzelfahrzeugdaten festgehalten und aus Gründen der Übersicht sowie der Berücksichtigung von Messtoleranzen im weiteren Verlauf der Ergebnisauswertung in Längenkategorien eingruppiert.

Zur Vereinfachung hat die Auftraggeberin eine Ableitung der Nationalitäten zu Niederländisch und Deutsch aus den Kennzeichenfarben Gelb und Weiß in diesem Falle zugelassen, diese Zuordnung hat im Anschluss der Datenübermittlung an die DTV-Verkehrsconsult im Zuge der Datenzusammenführung stattgefunden.

Insgesamt kann gesagt werden, dass alle Erhebungen erfolgreich durchgeführt wurden und die unterschiedlichen Messsysteme sich hierbei gegenseitig sinnvoll unterstützen konnten. Die automatische Erkennung der Lang-Lkw anhand der Seitenradargeräte hat aufgrund der fehlenden Grundlageninformationen noch keine Verwendung gefunden. Die Daten in dieser Form bilden die Grundlage für Erstellung der Erhebungsdaten im abgesprochenen Dateiformat. Da eine Längenmessung vorab nicht vorgesehen ist, werden die Erhebungsdaten um diese Information erweitert, damit diese wertvollen Informationen nicht verloren gehen. Das genaue Vorgehen wird mit der Auftraggeberin abgestimmt.

Die in Tab. 5-4 gezeigte Tabelle diente der internen Verarbeitung und dem Abgleich der unterschiedlichen Erhebungsergebnisse, so dass der manuellen Bildauswertung die Ergebnisse der Seitenradarmessung zugespielt und durch die Fahrzeuglängen ergänzt werden konnten. Im Anschluss sind diese Ergebnisse für alle 36 Erhebungen in das vereinbarte Datenübergabeformat überführt wurden.

Für die weiteren Standorte haben die Erhebungen in gleicher Weise stattgefunden. Alle Erhebungsstandorte sind in zwei, voneinander unabhängigen, Erhebungswochen durchgeführt wurden. Dies ist in gleicher Weise wie bei dem zuvor beschriebenen Standort passiert. Die Beschreibungen der weiteren Standorte und der ausführlichen Erhebungsergebnisse in Form von Anzahl, Typen- und Herkunftsverteilung kann dem Anhang entnommen werden.

Zunächst fand ein Abgleich der Erhebungsdaten der beiden Erhebungswochen je Standort statt, um jeweils Aussagen das beobachtete Lang-Lkw Aufkommen der unterschiedlichen Erhebungswochen treffen zu können. Im Anschluss sind die unterschiedlichen Standorte gesamtheitlich für das gesamte Projekt in Vergleich gezogen worden.

6 Ergebnis

In diesem Kapitel werden die drei zentralen Aspekte des Projekts noch einmal beleuchtet:

- Ergebnis der Lang-Lkw Erhebung
- Einsatz der Dauerzählstellen zur Qualitätssicherung der Seitenradargeräte
- Entwicklung der automatischen Lang-Lkw Erkennung

Hier findet sowohl eine qualitative Betrachtung der allgemeinen Erkenntnisse als auch eine quantitative Betrachtung der Erhebungszahlen statt.

6.1 Ergebnis der Lang-Lkw Erhebung

Nachdem im vorausgegangenen Kapitel das Vorgehen bei der Erhebung beispielhaft am Standort der A40 aufgezeigt werden konnte, wird in diesem Kapitel ein gesamtheitlicher Vergleich der verschiedenen Aspekte der Erhebung durchgeführt. Dieser baut auf den Ergebnissen aller Erhebungen auf. Detailliert sind die Erhebungsergebnisse aller Standorte im Anhang aufgelistet. Dies beinhaltet ebenfalls die unterschiedlichen Lang-Lkw Typen sowie die Nationalitätenverteilung der Fahrzeuge.

Eine vergleichende Betrachtung der beiden Erhebungswellen sowohl in der Gesamterhebung als auch der einzelnen Standorte wird herangezogen, um die Aussagekraft der Stichproben für die unterschiedlichen Betrachtungspunkte einzuordnen. Es können jedoch unterschiedliche Beobachtungen über die einzelnen Standorte getroffen und durch die Wiederholungsmessungen im Allgemeinen meistens reproduziert werden.

Vorab kann zusammenfassend gesagt werden, dass das Lang-Lkw Aufkommen an den unterschiedlichen Grenzbereichen signifikant voneinander abweichend ist. Die Erhebungszahlen der grenzüberschreitenden Lang-Lkw sind jedoch sehr gering und variieren über die insgesamt 36 Erhebungswochen zwischen 0 und 119 Fahrzeugen. Die Erhebungszahlen können in Tab. 6-1 betrachtet werden.

Dabei wurde an den Standorten an der A30 und der A40 das höchste Aufkommen an Lang-Lkw erhoben. Andere Standorte wie an der B402 oder der A3 mit um die 70-80 Fahrzeugen je Erhebungswoche sind vergleichsweise konstant über beide Erhebungswellen. Diese sehr ähnlichen Erhebungszahlen konnten für alle Standorte je Fahrtrichtung beobachtet werden. Besonders mit Blick auf die sehr geringen Verkehrsmengen ist dies ein sehr gutes Indiz für ein sehr konstantes Verkehrsverhalten im Zuge der Lang-Lkw Grenzüberquerungen. Die Anzahl der Fahrten können Tab. 6-1 entnommen werden. Hierbei handelt es sich um alle Fahrten im jeweiligen Untersuchungszeitraum von Montag bis Samstag über alle 144 Stunden. Hier können sowohl die symmetrischen Fahrten für die Fahrtrichtungen Niederlande und Deutschland als auch die sehr vergleichbaren Erhebungszahlen zwischen den jeweiligen Erhebungswochen beobachtet werden. Allgemein ist zu beobachten, dass die Anzahl der Grenzfahrten für jeweils sechs vollständige Tage sehr gering ausfallen und das Lang-Lkw Aufkommen nur einen sehr geringen Anteil am allgemeinen Verkehrsaufkommen vorweist.

Standort	FR NL	FR D	FR NL	FR D
	1.Erhebung	1. Erhebung	2.Erhebung	2. Erhebung
A280	49	34	38	35
B402	69	78	72	69
A30	106	108	119	116
A3	70	86	85	84
A57	17	18	29	19
A40	98	98	115	113
A61	60	56	69	53
A52	2	7	2	9
A4	7	3	2	0

Tab. 6-1: Lang-LKW Fahrten in den Grenzbereichen je Erhebungswoche

Bei der genaueren Betrachtung der Fahrzeuge zeigt sich, dass unterschiedliche Speditionen immer wieder beobachtet werden können. Die Lang-Lkw konnten durch den großflächigen Aufdruck der Spedition teilweise direkt der Lebensmittelindustrie oder Blumentransporten zugeordnet werden. Hier erscheint besonders der Laderaumvorteil interessant, da hier wahrscheinlich die Problematik durch die Gewichtsbeschränkung auf 40 t (bzw. 44 t im kombinierten Verkehr) weniger von Belang ist, als begrenzter Laderaum. Die wiederkehrende Lang-Lkw Beobachtungen deuten darauf hin, dass sich wenige Speditionen auf den Einsatz der Lang-Lkw spezialisiert haben und Routen in wiederkehrenden Abständen befahren werden.

Am Standort der A40 bestand eine verhältnismäßig hohe Diversität bei der Zusammensetzung der Lang-Lkw Typen, daher werden die unterschiedlichen Typen anhand dieses Standorts beispielhaft aufgezeigt. Zusätzlich bestand hier die Besonderheit, dass ein niederländisches Fahrzeug der niederländischen Lang-Lkw Kategorie E die Grenze passiert hat. Das Sattelkraftfahrzeug mit Zentralachsanhänger ist in Bild dargestellt. Der Lang-Lkw kann dem Typ 2 zugeordnet werden (vgl. Bild 6-1). Bild 6-2 kann der Hauptvertreter der Lang-Lkw entnommen werden: Typ 3. Es handelt sich um einen Lastkraftwagen mit Untersetzachse und Sattelanhängen. Deutlich seltener konnte über den Erhebungszeitraum der Lang-Lkw Typ 4 beobachtet werden. Ein Beispiel ist in Bild 6-3 zu sehen. Lang-Lkw Typ 5 ist sehr selten aufgetreten und konnte nur nachts beobachtet werden, so dass hier kein qualitativ hochwertiger Screenshot zur Verfügung steht.



Bild 6-1: Beispiel Lang-Lkw Typ 2 am Standort A40 FR NL



Bild 6-2: Beispiel Lang-Lkw Typ 3 am Standort A40 FR NL



Bild 6-3: Beispiel Lang-Lkw Typ 4 am Standort A40 FR NL



Bild 6-4: Beispiel Lang-Lkw niederländischer Typ E am Standort A40 FR NL

Wie zuvor bereits angesprochen konnte am Standort der A40 ein besonderer Typ Lang-Lkw beobachtet werden. Es handelt sich um einen Lastkraftwagen mit zwei zusätzlichen Anhängern (Bild 6-4). Diese Konfiguration ist grundsätzlich in Deutschland so nicht gestattet. Jedoch ist dieser Fahrzeugtyp in den Niederlanden als Typ E gestattet. Da es sich um ein niederländisches Fahrzeug handelt (gelbes Kennzeichen) liegt die Vermutung nahe, dass das Fahrzeug ebenfalls für Transporte mit Grenzübertritt durch die Spedition genutzt wird. Ob es sich hier tatsächlich um einen nicht zulässigen Grenzübertritt handelt oder ob eine Sondergenehmigung für die Nutzung des Fahrzeugs handelt, konnte im Rahmen des Forschungsprojekts nicht bestimmt werden.

Ein ähnlich konstantes Verhalten wie für die Anzahl der Fahrzeuge konnte für die Typenverteilung der Lang-Lkw beobachtet werden. Es ist deutlich hervorzuheben, dass der Lang-Lkw Typ 3 die größte Anzahl Beobachtungen vorweist. Hierbei lässt sich jedoch eine spannende Verteilung erkennen, die in Tab. 6-2 für die erste Erhebungswelle zu sehen ist. Die zweite Erhebungswelle so wie die absoluten Zahlen können dem Anhang entnommen werden.

Standort	Gesamt	Typ2	Typ3	Typ4	Typ5	Sonder	Nicht erkannt
A280_N	49	20%	78%	2%	0%	0%	0%
A280_D	34	18%	79%	3%	0%	0%	0%
B402_N	69	14%	86%	0%	0%	0%	0%
B402_D	78	10%	90%	0%	0%	0%	0%
A30_N	106	12%	86%	2%	0%	0%	0%
A30_D	108	17%	80%	4%	0%	0%	0%
A3_N	70	41%	57%	0%	0%	0%	1%
A3_D	86	35%	65%	0%	0%	0%	0%
A57_N	17	12%	88%	0%	0%	0%	0%
A57_D	18	22%	72%	6%	0%	0%	0%
A40_N	98	32%	61%	0%	0%	7%	0%
A40_D	98	33%	61%	2%	0%	4%	0%
A61_N	60	13%	65%	18%	3%	0%	0%
A61_D	56	16%	63%	21%	0%	0%	0%
A52_N	2	0%	50%	0%	0%	0%	50%
A52_D	7	0%	100%	0%	0%	0%	0%
A4_N	7	0%	100%	0%	0%	0%	0%
A4_D	3	0%	67%	33%	0%	0%	0%

Tab. 6-2: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung nach Anteilen (1. Erhebungswelle)

Der Typ 3 stellt an den drei nördlichen Grenzbereichen den dominierenden Lang-Lkw Typ dar, mit einem Anteil von etwa 70-90 % an allen Lang-Lkw. In geringen Anteilen waren die Typen 2 und 4 beobachtbar. An den weiteren Standorten gewinnt der Typ 2 verstärkt an Bedeutung, vereinzelt gilt dies auch für Typ 4 der bspw. am Standort der A61 sehr vergleichbar zu Typ 2 zu beobachten gewesen ist. An den Standorten der A52 und der A4 ist hauptsächlich der Typ 3 vertreten. Aus dem Feldversuch der Lang-Lkw 2012-2016 haben sich sehr ähnliche Zahlen zu der Verteilung der Lang-Lkw Typen ergeben (vgl. Burg et al., S.26). Hier konnten bei der reinen Betrachtung der Lang-Lkw Typen 2 bis 5, für die Verteilung der Fahrten, 63 % der Fahrten mit Typ 3, 35 % mit Typ 2 und 2 % der Fahrten mit einem Lang-Lkw Typ 5 beobachtet werden. Insgesamt konnten diese tendenziellen Verteilungen in dieser Untersuchung ebenfalls aufgezeigt werden. Der Lang-Lkw Typ 3 dominiert auch weiterhin,

gefolgt von Typ 2, der einen nennenswerten Anteil an der Verteilung vorweist. Bei den grenzüberschreitenden Verkehren erscheint Typ 4 als Randerscheinung, während Typ 5 nahezu nicht beobachtet werden konnte.

Die geringen Zahlen an den Standorten der A52 und A4 (vgl. Tab 6-2) haben eine Überprüfung der Messstandorte bezüglich ihrer Zulassung für Lang-Lkw veranlasst. Die erste Messung an der A52 hat in KW12 stattgefunden. Es haben lediglich zwei Lang-Lkw die Grenze aus Richtung der Niederlande und sieben Lang-Lkw aus Richtung Deutschland überfahren. Bild 6-5 zeigt durch die fehlende grüne Markierung auf, dass der Streckenabschnitt auf der N280 nicht mit Lang-Lkw befahren werden darf.

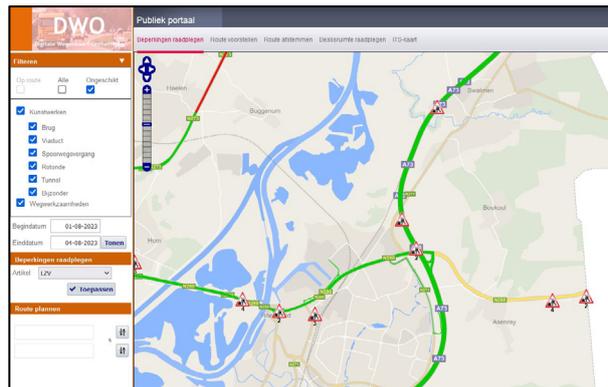


Bild 6-5: Überprüfung Grenzübertritt der Lang-Lkw an der N280/A52, Quelle: Screenshot Online-Portal DWO (<https://dwo.rdw.nl/ConsultRestrictions/ViewRestrictions>) am 10.08.2023

Es handelt sich um den nicht grün markierten Bereich der N280. Die Streckenlänge beträgt bei einer einfachen Überprüfung der Wegelänge über Luftbildkarten etwa 3,5 km. Die restlichen grünmarkierten Strecken sind für die Befahrung mit Lang-Lkw freigegeben. Die deutsche Seite der A52 wird auf der niederländischen Karte nicht abgebildet, diese ist für die Befahrung mit Lang-Lkw freigegeben. Da eine konkrete Streckenliste der Webseite nicht entnommen werden konnte und um Bedienungsfehler der niederländischen Seite auszuschließen, ist eine Anfrage beim der niederländischen Fahrzeugbehörde (Rijksdienst voor wegverkeer kurz: RDW) gestellt worden. Diese hat bestätigt, dass eine Befahrung dieses Streckenabschnitts durch Lang-Lkw nicht zulässig ist. Der Stichprobenumfang an der A52 ist wie zuvor beschrieben sehr gering. Dennoch deutet die Mehrnutzung des Streckenabschnitts in Richtung der Niederlande daraufhin, dass die deutsche Streckenfreigabe problematisch ist, da es sich lediglich um einen Teilabschnitt der N280 handelt und sowohl die N280 im weiteren Verlauf als auch die sich in unmittelbarer Nähe befindliche niederländische A73 für die Befahrung mit Lang-Lkw freigegeben ist, kann es sich ebenfalls um das bewusste in Kauf nehmen der nicht genehmigten Befahrung handeln. Dies kann Umwege vermeiden. Es ist jedoch ebenso möglich, dass es teilweise nicht bekannt ist, dass der Streckenabschnitt nicht für die Befahrung mit Lang-Lkw freigegeben ist. Da in dem Abkommen zwischen den Niederlanden und der Bundesrepublik die Grenzübergänge nicht definiert wurden, ergeben sich diese aus den beiden Positivnetzen. Die Freigabe der Lang-Lkw Routen mit Grenzübertritt sollte zukünftig einheitlich in beiden Staaten geregelt werden, um solche Missverständnisse zu vermeiden.

Im Grenzbereich der A4 konnten ebenfalls über den Zeitraum der beiden Erhebungswochen nur sporadisch Lang-Lkw beobachtet werden. Insgesamt konnten in beiden Fahrtrichtungen

in den beiden Erhebungswochen nur einstellige Lang-Lkw beobachtet werden. In einer Woche konnte kein einziger Lang-Lkw beobachtet werden.

Die Überprüfung der weiteren untersuchten Grenzbereiche hat keine Abweichungen der Positivnetze ergeben. Die Längenverteilung der Lang-Lkw konnte ebenfalls jeweils über beide Erhebungswochen auf ähnliche Weise beobachtet werden. Anhand der Seitenradargeräte konnten die Fahrzeuglängen erfasst werden. Vorab ist für eine erste Abtrennung der Lang-Lkw zu den weiteren Fahrzeugen, auch mit Blick auf Automobiltransporter, eine Länge von 21 m festgelegt worden. Zur übersichtlichen Darstellung und unter Berücksichtigung kleinerer Messtoleranzen der Seitenradargeräte fand eine Zusammenfassung der Häufung der Lang-Lkw in 50 cm Intervallen statt. Nach Rücksprache mit der BASt ist zur Abtrennung von Autotransportern eine untere Schranke von 21 m als Start der ersten Kategorie gewählt worden, diese erstreckt sich bis 21,49 m. Die nächste Gruppe startet bei 21,50 m und endet bei 21,99 m. Dies wird fortgeführt bis zur letzten Gruppe bei denen alle Fahrzeuge, die eine Länge von mindestens 25 m laut Seitenradargerät vorweisen, berücksichtigt werden. Die genaue Anzahl der Fahrzeuge nach Typ können in Tab. 6-3 und Tab. 6-4 betrachtet werden. Diese Verteilungen sind in Bild 6-6 und Bild 6-7 grafisch dargestellt. Es kann beobachtet werden, dass ab einer Länge von 23,5 m erste signifikante Zunahmen in der Anzahl der Fahrzeuge beobachtet werden können. Besonders die Fahrzeuglängen zwischen 24 m und 25 m sind sehr stark vertreten. Diese Verteilungen können bei den beiden Typen 2 und 3 auf eine ausreichend solide Anzahl an Fahrten gestützt werden. Die Aussagekraft der Verteilung bei Typ 4 ist aufgrund der deutlich geringen Zahlen bereits als schwächer anzusehen. Über Typ 5 können aufgrund der geringen Fallzahlen keine Aussagen getroffen werden. Auffällig ist, dass bei der Längenverteilung ab 25 m beim Typ 3 weniger Fahrzeuge zu beobachten sind. Dies könnte bspw. daran liegen, dass das vollkommene Ausreizen der Längenbegrenzung nicht unbedingt vorteilhaft sein muss, da dieser Raum bei der Verladung nicht effektiv genutzt werden kann. Bei Typ 2 konnte dies in dieser Form nicht beobachtet werden. Es ist jedoch vermehrt vorgekommen, dass Typ 2 durch das Seitenradargerät mit einer nicht zulässigen Länge von über 25,25 m gemessen worden ist. Diese sind in die Kategorie der Längen ab 25 m zugeordnet. Unabhängig von der genauen Aufteilung der einzelnen, hier frei gewählten Gruppen, kann festgestellt werden, dass bei der Verwendung von Lang-Lkw die Längenvorteile genutzt werden. Die Anzahl der Lang-Lkw nimmt ab 23,5 m stark zu. Kürzere Längen konnten nur sehr vereinzelt beobachtet werden.

Typ	Gesamt	21m	21,5m	22m	22,5m	23m	23,5m	24m	24,5m	25m
Typ 2	205	0	0	1	0	1	9	27	86	81
Typ 3	705	2	0	6	4	10	67	245	231	140
Typ 4	35	0	0	5	3	1	1	8	8	9
Typ 5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Sonder	11	0	0	0	0	0	0	1	0	10

Tab. 6-3: Längenverteilung Lang-Lkw nach Typen für die erste Erhebungswelle

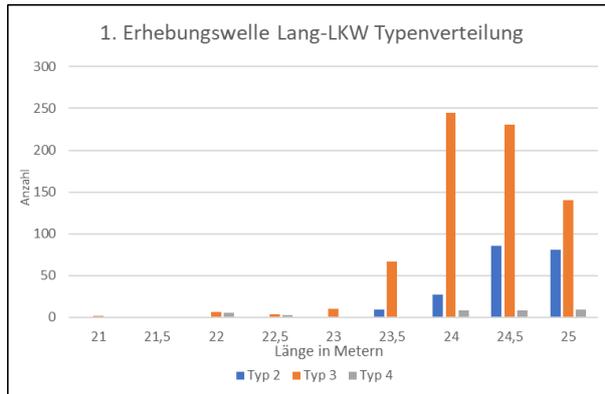


Bild 6-6: Verteilung der Lang-Lkw Typen der ersten Erhebungswelle in 50 cm Kategorien

Typ	Gesamt	21m	21,5m	22m	22,5m	23m	23,5m	24m	24,5m	25m
Typ 2	261	1	0	0	2	3	10	52	86	107
Typ 3	715	2	2	4	1	21	63	238	220	164
Typ 4	43	0	2	3	4	5	1	10	6	12
Typ 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonder	9	0	0	0	0	0	0	0	1	8

Tab. 6-4: Längenverteilung Lang-Lkw nach Typen für die zweite Erhebungswelle

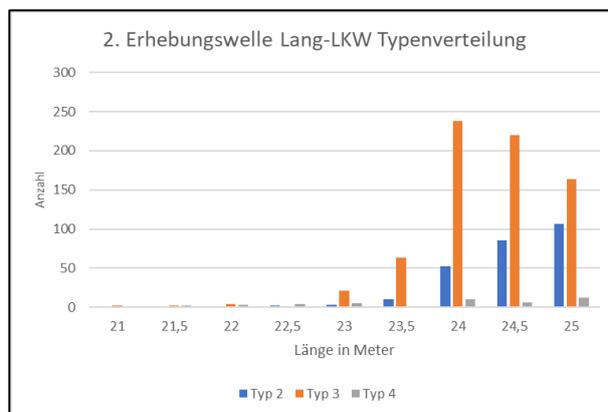


Bild 6-7: Verteilung der Lang-Lkw Typen der zweiten Erhebungswelle in 50 cm Kategorien

Zusammenfassend lassen sich folgende wichtige Aussagen hieraus ableiten:

- In beiden Erhebungswochen liegt der Anteil der Fahrzeuge über 24 Metern bei etwa 85-90 % der Fahrzeuge, so dass davon auszugehen ist, dass die erlaubten Längen durch die Speditionen genutzt werden.
- Der Anteil der Fahrzeuge bis 23,5 Metern liegt jeweils bei unter 5 %. Auch bei den Längenverteilungen konnten in den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen sehr vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Verteilung der Nationalitäten

Die Verteilung der Nationalitäten ist beispielhaft für die erste Erhebungswelle in Tab. 6-5 dargestellt. In dieser ist zwecks Übersicht ebenfalls die Gesamtzahl der beobachteten Lang-Lkw aufgenommen.

Standort u. Fahrtrichtung	Gesamt	Niederländisches Kennzeichen	Deutsches Kennzeichen	Unbekannt (Nacht)
A280 NL	49	49%	2%	49%
A280 D	34	56%	15%	29%
B402 NL	69	39%	3%	58%
B402 D	78	38%	1%	60%
A30 NL	106	32%	22%	46%
A30 D	108	30%	12%	58%
A3 NL	70	17%	7%	76%
A3 D	86	58%	13%	29%
A57 NL	17	53%	35%	12%
A57 D	18	61%	22%	17%
A40 NL	98	28%	6%	66%
A40 D	98	24%	11%	64%
A61 NL	60	55%	10%	35%
A61 D	56	36%	4%	61%
A52 NL	2	0%	0%	100%
A52 D	7	71%	0%	29%
A4 NL	7	29%	0%	71%
A4 D	3	33%	0%	67%

Tab. 6-5: Verteilung der Nationalitäten der Lang-Lkw nach Anteilen (1. Erhebungswelle)

Sowohl die absoluten Zahlen des Lang-Lkw Aufkommens für beide Erhebungen als auch die relativen Zahlen können den Tabellen A19 bis A26 im Anhang entnommen werden. Grundsätzlich ist auch die Verteilung der Nationalitäten wiederkehrend beobachtbar gewesen.

Daher wird die Verteilung exemplarisch an der ersten Erhebungswelle betrachtet. Hier offenbart sich, dass viele der Fahrzeuge in den Abendstunden die Messstellen passiert haben. Wie zuvor beschrieben, konnte aufgrund der Aufnahmen mittels Infrarot bei Dunkelheit keine Farberkennung der Kennzeichen ermöglicht werden. Dies hat teilweise dazu geführt, dass für einen großen Anteil der Fahrzeuge keine Erfassung der Nationalität möglich gewesen ist. Aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl an Fahrzeugen, verringert sich der Stichprobenumfang bezüglich der Nationalitätenverteilung deutlich. Der Anteil der zuordenbaren Fahrzeuge mit niederländischer Herkunft ist deutlich höher. Aufgrund der geringen Anzahl an Fahrzeugen, konnten teilweise keine oder nur sehr wenig Fahrzeuge mit deutscher Herkunft beobachtet werden. Es ist zu erkennen, dass mit Ausnahme der A30 und A57 jeweils in Fahrtrichtung Niederlande in der Regel die Menge an niederländischen Fahrzeugen mindestens doppelt so groß ist.

Insgesamt wurden erheblich mehr Fahrzeuge mit gelben Kennzeichen, als mit weißem Kennzeichen erkannt. Dies spricht dafür, dass in den Niederlanden eine deutlich höhere Nutzung der Lang-Lkw vorhanden sein könnte. Die Arbeit von Steer et al. (2013) zeigt auf, dass in den Niederlanden bereits seit 2001 mit Feldversuchen im Bereich der Lang-Lkw begonnen wurde und sich bis 2011 die Nutzung der Lang-Lkw stetig erhöht hat (Ende der Erhebungszahlen der Studie). So konnten zum damaligen Zeitpunkt bereits 3 % der Tonnenkilometer durch Lang-Lkw in den Niederlanden erbracht werden, während zum gleichen Zeitpunkt in Deutschland lediglich 38 Fahrzeuge bei der BASt im Laufe des Feldversuchs registriert gewesen sind. Eine gesonderte Registrierung der Lang-Lkw in Deutschland ist nicht mehr notwendig, so dass keine aktuellen Zulassungszahlen bekannt sind. Die damalige unterschiedliche Nutzung und Akzeptanz der Lang-Lkw scheinen sich auch hier bei der Verteilung der Nationalitäten widerzuspiegeln. Dies lässt sich jedoch nur über einen Vergleich der jeweils landesweiten Lang-Lkw Nutzung weiter überprüfen. Zudem muss gesagt werden, dass ein sehr hoher Anteil der Lang-Lkw in den Nachtstunden beobachtet werden konnte und somit aufgrund des Erhebungskonzepts keine Aussage über die Nationalität dieser Fahrzeuge gemacht werden kann.

Insgesamt können folgende Aussagen über die Erhebungsergebnisse getroffen werden:

- Die Anzahl der Lang-Lkw Fahrten ist im Allgemeinen sehr gering
- Lang-Lkw Typ 3 ist der mit Abstand am weitest verbreitete Typ der Lang-Lkw an den Grenzbereichen gefolgt vom Typ 2 und Typ 4
- Der Lang-Lkw Typ 5 konnte nahezu nicht beobachtet werden
- Der Anteil an niederländischen Lang-Lkw Fahrten übersteigt (zumindest in den Tagstunden) den mit deutscher Herkunft deutlich
- Ein großer Anteil der Lang-Lkw Fahrten findet in der Nacht statt
- Es sind große Unterschiede zwischen der Nutzung der Lang-Lkw an den unterschiedlichen Standorten zu erkennen, vereinfacht kann eine Diskrepanz zwischen den nördlichen (Standorte mit verhältnismäßig Hoher Anzahl an Lang-Lkw) und den südlichen Standorten (sehr wenig Lang-Lkw Fahrten) festgestellt werden
- Die Anzahl der Fahrten der Lang-Lkw ist größtenteils über die Kontrollmessungen der zweiten Erhebungswelle reproduzierbar zu beobachten gewesen. Dies trifft zu meist ebenfalls auf die Verteilung der Lang-Lkw Typen zu

- An den Grenzbereichen sind symmetrische Verteilungen für die unterschiedlichen Fahrrichtungen zu erkennen gewesen, es gab an keinem Standort eine „starke“ Richtung
- Die Längenvorteile der Lang-Lkw werden vermehrt ab etwa 24 m in Anspruch genommen

6.2 Einsatz der Dauerzählstellen

Der Einsatz der Dauerzählstellen war besonders am Anfang des Projekts von Bedeutung. Durch den Einsatz der neuen Gerätegeneration der Seitenradargeräte in der Umgebung von Bundesautobahnen kam ein neues Einsatzfeld für die Seitenradargeräte zu tragen. Mögliche Abweichungen bei den Zählungen konnten gut mit den vorhandenen Dauerzählstellen überprüft werden. Besonders durch die zusätzlich durchgeführte Vorabhebung ist die Problematik aufgefallen, dass die Schutzplanken die Zählungen beeinflussen können. Es konnten anhand dieser Überprüfung Maßnahmen ergriffen werden, um dies bei der umfassenden Erhebung zu verhindern. In der ersten Erhebungswoche sind die Dauerzählstellen ebenfalls intensiv zum Abgleich der Erhebungswerte zum Einsatz gekommen, hier konnten vorab, nach Rücksprache, Werte sehr zeitnah abgerufen werden, um bereits an den ersten Tagen der Messungen einen Abgleich durchzuführen und die ordnungsgemäße Funktion der Seitenradarzahlgeräte zu überprüfen. Hier lagen die Abweichungen zur Dauerzählstelle bei etwa 10 % aller Fahrzeuge des Schwerverkehrs. Das wichtigste war jedoch, dass bei diesen Abweichungen keine Beobachtungslücken für lange Fahrzeuge im Vergleich zu der Videoauswertung festgestellt werden konnten und somit die Seitenradargeräte die Zählungen in gewünschter Form unterstützen konnten. Aus diesem Grund war der Abgleich mit den Dauerzählstellen deutlich weniger detailliert. Zum Anteil der Lang-Lkw am Schwerverkehr lässt sich jedoch sagen, dass er sehr gering ist, fast schon marginal. So kann an den einzelnen Grenzbereichen ein sehr unterschiedliches Aufkommen an Schwerverkehr vernommen werden. Die Anteile der Lang-Lkw sind hier jedoch nicht proportional zu den Anteilen des Schwerverkehrs an den unterschiedlichen Grenzbereichen, wie am Beispiel der A4 zu erkennen ist, bei der in einer Erhebungswoche für einen Standort keine einzige Lang-Lkw Fahrt beobachtet werden konnte.

6.3 Einsatz der Seitenradargeräte

Die Seitenradargeräte waren angedacht, um die Verkehrsbeobachtung zu validieren. Gerade dadurch, dass die Fahrzeuge der Lang-Lkw selten zu beobachten sind, ist eine Unterscheidung nur anhand eines Kamerabildes nicht immer sofort möglich. Es besteht die Gefahr, die Lang-Lkw nicht eindeutig identifizieren zu können, da besonders der Übergangsbereich (ab 18,75 m) bei solchen Fahrzeuglängen nur sehr schwierig zu erkennen ist. Zusätzlich erschwert wird dies durch mögliche Verzerrungen des Kamerabilds, die bei der Installation von Kameras in unmittelbarer Fahrbahnnähe unvermeidbar sind, um Fahrzeuge größerer Länge vollständig abbilden zu können. Im Laufe der Erhebungen haben sich die zu erwartenden Lerneffekte des Erhebungspersonals für die Erkennung der Lang-Lkw eingestellt, so dass die Fahrzeuge sehr zuverlässig erkennbar gewesen sind. Unterstützt werden konnte dies auch durch die Messungen der Fahrzeuge mittels Seitenradar, um mögliche Zweifel bei der Längenzuordnung zu überprüfen. Auf diese Weise konnte die Erhebungsqualität, auch

in diesem neuen Aufgabenfeld der Verkehrserhebungen, bereits in diesem Projekt mit Pilotcharakter sichergestellt werden. Die zusätzliche Verifizierung durch Kameras, die den rückwärtigen Verkehr beobachten konnte und dadurch die Lang-Lkw Markierungen aufgenommen haben, hat die Ergebnisse hieraus zusätzlich bestätigen können, so dass insgesamt zwei Rückfallebenen für mögliche Unklarheiten bestanden haben. Hier konnte festgestellt werden, dass die Erkennung der Fahrzeuge als solches sehr gut funktioniert hat und Messwerte für die Fahrzeuge ebenfalls konstant vorhanden gewesen sind. Dass ein Lang-Lkw nicht aufgenommen werden konnte, stellte die absolute Ausnahme dar.

Da es sich hier um ein mobiles Einsatzgerät handelt, kann es zu gewissen Messtoleranzen kommen. An manchen Standorten konnten Fahrzeuge mehrmals beobachtet werden (gleiche Spedition) und höchstwahrscheinlich dasselbe Fahrzeug. Hier konnte beobachtet werden, dass ein Fahrzeug bei drei verschiedenen Messungen insgesamt eine Längenabweichung von nicht mehr als 2 % (unter 50 cm) bei der Längenerkennung vorgewiesen hat und somit grundsätzlich zuverlässige Aussagen über die Längenverteilungen möglich sind. Gleichzeitig sind bei dem Fahrzeug an den unterschiedlichen Beobachtungszeitpunkten teilweise keine oder verschiedene Liftachsen genutzt gewesen.

Die Idee der ergänzenden Entwicklung dieser Thematik im Rahmen des Forschungsprojekts zusätzlich zu dem Forschungsziel als solches, ist es gewesen, die aufgenommenen Lang-Lkw zu nutzen, um die typischen Achskonfigurationen der Lang-Lkw Typen festzustellen. Hier konnte die seltene Gelegenheit genutzt werden sowohl Bildmaterial als auch Messwerte von Seitenradargeräten miteinander abgleichen zu können.

Aufgrund der geringen Zeiten zwischen den einzelnen Erhebungswochen konnten die ersten beiden Wochen primär für die Erhebung von Daten genutzt werden. Durch die Erkennung der Fahrzeuge konnten Varianten für die unterschiedlichen Lang-Lkw Typen aufgestellt werden. Dies ist hauptsächlich mit Tagesaufnahmen geschehen, da die Erkennung der Fahrzeugtypen in der Nacht primär über das Bewegtbild möglich war.

Die Ergebnisse der ersten beiden Erhebungswochen sind recht eindeutig gewesen: Die Zuordnung der Lang-Lkw hat in einer Grundeinstellung, die an den Beispieltypen bzw. -zeichnungen der Lang-Lkw orientiert war, nicht funktioniert. Primär hat das Gerät die Fahrzeuge als Lkw mit Anhänger erkannt. Dies traf für alle vier zu beobachteten Typen in gleicher Weise zu.

Bei der Anlernung des Systems kam es durch die zuvor bereits angesprochene Typenverteilung der Lang-Lkw, zu der Problematik, dass abgesehen von Typ 3 nur geringe Erfahrungswerte aus den bisherigen Erhebungen gezogen werden konnten. Die Liftachsen der Fahrzeuge haben die Problematik der weiteren Variation aufkommen lassen. So konnten Grundtypen von Achskonfigurationen festgestellt werden, die dann durch die Anwendung von Liftachsen weiter aufgeteilt werden konnten. Hier ist es wichtig gewesen, mögliche Liftachsen zu identifizieren und die Veränderung der Achsgruppenerkennung zu bestimmen, die diese hervorrufen können. Durch mehrere Liftachsen kommt es zu Kombinationsfällen.

Für die dritte Erhebungswoche (KW 19) sind erstmals Änderungen bei der automatischen Erkennung der Lang-Lkw in das System integriert gewesen. Diese haben jedoch auch vermehrt zu offensichtlichen Fehlmessungen (Fahrzeu glängen von mehreren Hundert Metern Länge) geführt. Zudem konnte die Zuordnung der Lang-Lkw an sich mit der ersten Optimierung noch nicht ausschlaggebend verbessert werden. Neben der Erhebung als solches ist in dieser Erhebungswoche ein Einsatzteam der Firma RTB am Standort der A40 anwesend gewesen und hat für einen begrenzten Zeitraum weitere Messungen auf Basis der bisherigen

Erkenntnisse durchgeführt. Zur Auswahl kam dieser Standort, da hier eine hohe Anzahl an Lang-Lkw und eine vergleichsweise gute Verteilung der unterschiedlichen Typen der Lang-Lkw in der ersten Erhebungswoche beobachtet werden konnte. Besonders spannend aus Sicht der Optimierung der Radarerkennung ist daher die letzte Erhebungswoche (KW 21) gewesen. Dies hatte neben der eigentlichen Erkennung der Fahrzeuge auch den Grund, dass im Nachgang eine Anpassung nur äußerst schwer möglich gewesen wäre.

Die Ergebnisse der letzten Erhebungswoche sind sehr vielversprechend (vgl. Tabelle 6-6). Insgesamt kam das System in der letzten Erhebungswoche an insgesamt acht Standorten zum Einsatz. Bei sieben der acht Standorte konnte die Lang-Lkw Erkennung deutlich effektiver gestaltet werden als zuvor. Der Typ 3 konnte so gut wie immer erkannt werden, ebenfalls war eine Unterscheidung der Typen 2 und 4 möglich, die aber aufgrund der geringen Stichprobenzahl weniger oft überprüft werden konnte. Teilweise kam es hier zu Fehlzusordnungen. Sehr vereinzelt kam es dazu, dass es zu einer Zuordnung der Lang-Lkw Typen zu Fahrzeugen größerer Längen gekommen ist, bei denen es sich jedoch nicht um einen Lang-Lkw gehandelt hat. Das Bild zeigt die automatische Zuordnung beispielhaft. Die erste Spalte der Klasse zeigt die Fahrzeugzuordnung über das System, während die Spalte „VE-Kass Typ“ die Zuordnung der Lang-Lkw anhand des Bildmaterials zeigt. Typ 3 ist mit der 71 vermerkt und Typ 2 hier mit der 101. Die Zuordnung der Typ 3 Lang-Lkw funktioniert hier zuverlässig. Es kommt jedoch auch zu Fehlzusordnungen, die besonders bei Typ 4 zu erkennen sind. Hierbei ist vor allem die geringe Stichprobe ursächlich, da die Erhebungswerte der Fahrzeuge geringer ausgefallen sind als zuvor angenommen. Ebenso ist Typ 2 und Typ 4 teilweise fast identisch bezüglich der Achskonfiguration. Dies erschwert die Unterscheidung erheblich. Hier lässt sich festhalten, dass es auch weiterhin zu Fehlzusordnungen kommt, diese jedoch verhältnismäßig gering ausfallen. Aufgrund der geringen Anzahl der Lang-Lkw würde dies bei der reinen Betrachtung dennoch merkbare Auswirkungen haben.

Klasse	KlasseTLS	Geschw	Laenge	VE-Kass ID	VE-Kass Zeit	VE-Kass Typ	Kennzeichen
101	Sattelkraftfahrzeug (E, Dp + Dp + Dr)	85,3	24,4	1	02:09:22	2	Nacht
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	85,85	24,56	2	02:18:38	3	Nacht
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	86	24,41	3	03:13:19	3	Nacht
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	79,67	24,12	4	03:22:00	4	Nacht
2	Pkw mit Anhaenger (E, E + E)	106,47	363,8			Kein Lang-LKW	PKW
255	nk Kfz	121,52	437,9			Kein Lang-LKW	PKW
42	Lkw mit Anhaenger(E, Dp + Dp)	85,07	21,23			Kein Lang-LKW	Sonder
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	81,44	24,51	5	10:51:04	3	Gelb
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	83,08	24,1	6	11:20:11	3	Gelb
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	81,06	24,01	7	12:06:03	3	Gelb
101	Sattelkraftfahrzeug (E, Dp + Dp + Dr)	79,34	24,55	8	12:54:42	2	Gelb
250	Teilverdeckte Kfz	105,94	381,75		13:10:17		PKW
235	Krad	154,65	536,63		13:18:11		Lief
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	84,68	24,6	9	15:37:12	3	Gelb
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	80,83	23,77	10	15:49:15	3	Weiß
255	nk Kfz	87,13	289,88		13:10:17		PKW
235	Krad	96,45	344,35		13:10:17		PKW
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	79,22	24,35	11	16:53:17	3	Weiß
235	Krad	104,03	375,11		13:10:17		PKW
71	GigaLiner (E, Dp + Dp + Dr)	85,61	24,51	12	19:03:56	3	Gelb
101	Sattelkraftfahrzeug (E, Dp + Dp + Dr)	77,66	24,71	13	19:28:26	2	Gelb
101	Sattelkraftfahrzeug (E, Dp + Dp + Dr)	82,25	25,34	14	19:52:07	4	Weiß

Tab. 6-6: Ausschnitt aus Erhebungsdaten: A30 FR NL, Montag 22.05.2023

Das aufgenommene Bildmaterial wird in Rücksprache weiter zur Optimierung der Seitenradargeräte genutzt, um weitere Feinheiten im Nachgang des Projekts zu optimieren. Durch den Abgleich des gewonnenen Bildmaterials mit den Erhebungsdaten der Seitenradargeräte, können diese weiter bei der Detektion der Lang-Lkw optimiert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Einsatz der Seitenradargeräte für das Projekt von großer Bedeutung gewesen ist. Die Erkennung der Lang-Lkw konnte unterstützt werden und die Detektion konnte um ein wichtiges Element erweitert werden: Die Länge der Fahrzeuge. Unabhängig vom Laufenden Forschungsprojekt konnte durch das große Engagement der Fa. RTB GmbH & Co. KG die automatische Erkennung der Lang-Lkw vielversprechend weiterentwickelt werden. Hierbei spielen viele unterschiedliche technische Feinheiten eine Rolle, die trotz der sehr geringen Zwischenzeiten bereits erfolgreich gelöst werden konnte. Eine genauere Auswertung wird durch die Firma RTB weiter vorangetrieben. Dies betrifft unter anderem auch den Abgleich der Daten der Seitenradargeräte aus den Erhebungen mit dem Bildmaterial der Lang-Lkw, das nach Rücksprache mit der BASt für diese Zwecke zur Verfügung gestellt werden darf.

7 Fazit

Ziel des Forschungsprojekts war die erstmalige Erfassung des grenzüberschreitenden Lang-Lkw Aufkommens zwischen den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland. Um dies zu erreichen, haben an insgesamt neun Grenzbereichen Erhebungen stattgefunden. Die Erhebungen konnten für alle Erhebungsstandorte erfolgreich durchgeführt werden. Neben dem Betreten eines neuen Bereichs in der Verkehrserhebung stellte der sehr eng getaktete Zeitplan zur Durchführung des Projektes eine besondere Herausforderung dar. Eine Umsetzung konnte realisiert werden, indem durch die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten über den gesamten Projektverlauf alle Zahnräder erfolgreich ineinandergegriffen haben. Eine ausführliche Vorabplanung sowie die Überprüfung der Erhebungsmethodik in einem zusätzlichen Pre-Test haben es ermöglicht, die Erhebung an allen Standorten erfolgreich durchzuführen. Aufgrund der, durch die unterschiedlichen Ferienzeiten, sehr eingeschränkten Erhebungswochen, die zur Verfügung gestanden haben, sind jeweils acht bzw. zehn Standorte zeitgleich erhoben wurden. Hierfür war bei der Einsatzplanung neben der Bereitstellung von bis zu 30 Kameras, 10 Seitenradargeräten und Infrarotstrahlern die Personal- und Zeitplanung von entscheidender Bedeutung. Die zeitliche Planung musste so gestaltet werden, dass das Personal trotz der teilweise sehr langen Wegstrecken an einem Tag alle Standorte befahren und die Messstandorte sicher und zuverlässig mit Messequipment ausstatten konnte.

Das Lang-Lkw Aufkommen an den Grenzbereichen der Niederlande und der Bundesrepublik Deutschland konnte für alle vereinbarten Standorte über den vollständigen Erhebungszeitraum erhoben werden. Hierbei hat es sich gezeigt, dass die Lang-Lkw Nutzung sehr gering ausfällt und zwischen den einzelnen Standorten große Abweichungen beim Verkehrsaufkommen der Lang-Lkw zu beobachten sind. Diese Abweichungen konnten doch für die verschiedenen Erhebungswochen auf gleiche Weise beobachtet werden. Dies ist besonders bemerkenswert aufgrund der sehr geringen Anzahl der Fahrzeuge, die nicht über 120 Fahrzeuge jeweils über die gesamte Erhebungswoche hinausgegangen ist. Insgesamt konnten in beiden Erhebungswellen jeweils etwa 1.000 Fahrzeuge an allen Standorten gemeinsam beobachtet werden. Es hat sich gezeigt, dass die Fahrzeuge anteilig mehr aus den Niederlanden fahren und Typ 3 hauptsächlich genutzt wird.

Trotz der verhältnismäßig geringen Nutzungszahlen ist festzuhalten, dass ein Bedarf an grenzüberschreitendem Lang-Lkw Verkehr vorhanden ist. Das Abkommen zwischen dem Königreich der Niederlande und der Bundesrepublik Deutschland ist somit zweckdienlich.

Im Laufe des Forschungsprojekts hat sich gezeigt, dass die Abstimmung beider Länder bezüglich der Freigabe der Lang-Lkw Strecken Optimierungsbedarf aufzeigt. Die Harmonisierung der beiden Positivnetze ist essentiell, da die Fahrenden ansonsten potenziell ohne ihr Wissen nicht zulässige Streckenabschnitte befahren. Diese Problematik zeigt der Grenzbeereich der A52/N280 auf. Aufgrund der Flexibilität der Positivnetze sind diese nicht direkt in dem Abkommen festgehalten, so dass aus diesem keine direkte Liste zu entnehmen ist. Bei der gemeinsamen Abstimmung von Grenzbereichen kann ebenfalls über die Erstellung einer gemeinsamen digitalen Wegekarte nachgedacht werden, um hier allen Beteiligten ein möglichst einfaches System unterbreiten zu können.

Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass die Zulassung unterschiedlicher Fahrzeugkombinationen teilweise zu Fehlverhalten der Fahrzeugführenden führt und es zu Grenzübertreten von Fahrzeugen kommt, die nicht in beiden Ländern zulässig sind.

Durch den Einsatz der Seitenradargeräte zur Längenmessung konnte gezeigt werden, dass Lang-Lkw besonders im Längenbereich von 23,5 m bis 25,25 m zum Einsatz kommen. Aufgrund der erhöhten Auflagen im Vergleich zum konventionellen Lkw Einsatz scheinen die Speditionen, die möglichen Längenvorteile entsprechend nutzen zu wollen.

Die gewählte Erhebungsmethodik hat sich besonders mit Blick auf die Neuheit der Forschungsfrage als sehr gute Kombination der eingesetzten Technologien gezeigt. Die Kameraerfassung hat über den gesamten Erhebungszeitraum die Erfassung der Lang-Lkw ermöglicht. Hier ist besonders der zu erhebende Raum eine Herausforderung gewesen, da mittels Infrarotlicht ein großer Sichtbereich ausgeleuchtet werden musste, um die Silhouettenerkennung und somit die Typenzuordnung zu ermöglichen. Ebenso konnte für die Stunden bei Tageslicht eine Zuordnung des Herkunftslandes ermöglicht werden. Die optische Erkennung der Lang-Lkw bedarf ebenfalls Erfahrung beim Erhebungspersonal, die im Laufe des Projekts weiter ausgebaut werden konnte. Durch die Installation von Seitenradargeräten konnte dies zielführend unterstützt werden. Fahrzeuge, die den Querschnitt passiert haben, konnten auf diese Weise nicht nur optisch eingeordnet werden, sondern ebenfalls in ihrer Länge bestimmt und als Lang-Lkw verifiziert werden. Zudem konnte auf dieser Basis eine Längenverteilung für die einzelnen Fahrzeug-Typen ermittelt werden. Seitenradargeräte können ebenfalls die Zuordnung von Fahrzeugtypen ermitteln. Die eingesetzten TOPO-Boxen ermöglichen hierbei in ihrer Grundeigenschaft eine Zuordnung in 8+1 Fahrzeugtypen nach den TLS 2012. Mit Beginn des Projekts stand ebenfalls eine Neuentwicklung der Lang-Lkw Erkennung beim Hersteller der Seitenradargeräte im Raum. Das Bildmaterial bot hier eine sehr seltene Gelegenheit dies voranzutreiben. Insgesamt ist der Anteil der Lang-Lkw am Schwerverkehr wie zuvor beschrieben gering gewesen. Zudem konnte beobachtet werden, dass der Lang-Lkw Typ 3 im Vergleich zu den anderen Lang-Lkw Typen sehr häufig zum Einsatz kommt. Dies hatte zur Folge, dass für diesen Typ die Optimierung der Typenzuordnung mittels Seitenradar am effektivsten gestaltet werden konnte. Durch den Einsatz der Seitenradargeräte konnten die Ergebnisse für das Forschungsprojekt signifikant optimiert und gleichzeitig ein erheblicher technologischer Fortschritt im Gebiet der Lang-Lkw Erfassung mittels Seitenradargeräte realisiert werden. Gerade mit Blick auf die Entwicklung dieses spannenden Themengebiets in Europa innerhalb der letzten Jahre können die Ergebnisse des Forschungsprojekts einen wertvollen Beitrag leisten.

8 Ausblick

Die Erhebungsmethodik mittels Videoauswertung mit der Unterstützung durch Seitenradargeräte hat sich für die Erfassung der Lang-Lkw bewährt und kann im Falle weiterer Abkommen zur Überprüfung des grenzüberschreitenden Verkehrs genutzt werden. Zudem konnte die Qualität der automatischen Erfassung der unterschiedlichen Lang-Lkw Typen durch die Seitenradargeräte im Laufe des Projekts signifikant gesteigert werden. Aktuell werden weitere Erprobung im Feld mit der Möglichkeit zur Überprüfung der Erhebungsqualität durch eine weitere Erfassungsmethode empfohlen, um den Stichprobenumfang weiter zu erhöhen. Eine Unterscheidung der Nationalitäten wäre bei der reinen Erfassung über Seitenradargeräte nicht gegeben. Ebenfalls ist die Anwendung einer farblichen Kennzeichenunterscheidung nicht an allen Grenzbereichen möglich. Hierfür bestünde die Möglichkeit der automatischen Kennzeichenerfassung. Die notwendige Technologie erfordert jedoch die Erfüllung deutlich höherer Datenschutzaufgaben und ist zumeist mit höheren Kosten verbunden. Zusätzlich ist die Anwendung von Seitenradargeräten notwendig, da die Algorithmen dieser Kameras eine Erkennung der Lang-Lkw Typen zum jetzigen Stand nicht ermöglicht. Eine Speicherung der Bilddatei zur späteren manuellen Verarbeitung im Zusammenspiel mit der Erfassung eines erkennbaren Kennzeichens ist zumeist mit Blick auf den Datenschutz nicht möglich.

Innerhalb des Forschungsprojekts konnte aufgezeigt werden, dass grenzüberschreitende Lang-Lkw Fahrten zwischen den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt wurden. Das Abkommen zwischen den Niederlanden und Deutschland beschränkt dies auf die gemeinsame Grenzbeziehung, sodass ein transeuropäisches Lang-Lkw Netz nicht in dem Maße besteht, wie es für den gewöhnlichen Straßengüterverkehr vorhanden ist. Weitere bilaterale oder multilaterale Abkommen mehrerer EU-Mitgliedsstaaten können dies weiter fördern. Die höchstmögliche Freiheit könnte gewährt werden, wenn Lang-Lkw ebenfalls nach den Vorgaben des Schengener Abkommens für den transeuropäischen Güterverkehr genutzt werden dürften. Weiter hat die Erhebung Hemmnisse bei der Förderung grenzüberschreitender Lang-Lkw Nutzung aufgezeigt. Jedes EU-Mitgliedsland hat die Freiheit eigenständig zu entscheiden, welche Typen von Lang-Lkw zur Nutzung auf dem Straßennetz freigegeben werden. Ebenso können die Regeln des maximal zulässigen Gesamtgewichts abweichend sein. Eine grenzüberschreitende Nutzung ist in diesem Sinne nur nach einer gemeinsamen Schnittmenge möglich, die fast zwangsläufig Nutzungsfreiheiten im Vergleich zur nationalen Nutzung verursachen muss. Diese Einschränkungen können, wie die Beobachtung des niederländischen Lang-Lkw mit zwei Anhängern aufgezeigt hat, zu Missverständnissen führen. Zudem konnte aufgezeigt werden, dass eine Abstimmung der zulässigen Lang-Lkw Routen unerlässlich ist, um den Verkehrsteilnehmenden ein zuverlässiges Verkehrsangebot unterbreiten zu können. Aktuell erscheint besonders eine digitale Wegekarte, wie sie bereits in den Niederlanden umgesetzt ist, sinnvoll für die Wegeplanung zu sein. Es bietet sich an, dass Staaten, die Abkommen über grenzüberschreitende Lang-Lkw Verkehre treffen, ein gemeinsames Angebot zur Routenplanung schaffen. Den Güterverkehrsunternehmen könnte so für die Einsatzplanung ein passendes Werkzeug an die Hand gereicht werden. Missverständliche Routeninformationen wie an dem Grenzübergang der N 280/A 52 an dem das Lang-Lkw Netz nur auf deutscher Seite freigegeben ist, wären auf diese Weise ebenfalls sofort offensichtlich und könnten korrigiert werden.

Literatur

[BASt] Bundesanstalt für Straßenwesen, 2012:

Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Ausgabe 2012

[BMDV] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021:

Bekanntmachung des deutsch-niederländischen Abkommens über technische Vereinbarungen zum grenzüberschreitenden Verkehr von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande

[BMJ] Bundesministerium der Justiz, 2011:

Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge : LKWÜberlStVAusnV, letzte Änderung 2020 Abgerufen über : https://www.gesetze-im-internet.de/lkw_berlstvausnv/BJNR614410011.html, [23.04.2023]

Burg et al., 2017:

Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V292, Bergisch Gladbach November 2017, Abrufbar über:
<https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/index/index/start/10/rows/25/sort-field/score/sortorder/desc/searchtype/simple/query/Lang-Lkw/docId/1841>
[28.2.24]

Directie van de Dienst Wegverkeer, 2020:

Beleidsregel keuring en ontheffingverlening LZV. Abgerufen über : <https://wetten.overheid.nl/BWBR0032533/2020-01-01>, [23.04.2023]

Irzik et al., 2016:

Feldversuch mit Lang-LKW. Bundestanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach November 2016

Europäischer Rat, 1996:

Richtlinie 96/53/EG des Rates vom 25. Juli 1996 zur Festlegung der höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr in Gemeinschaft sowie zur Festlegung der höchstzulässigen Gewichte im grenzüberschreitenden Verkehr

Steer et al. 2013:

Eine Bewertung von Megatrucks im Auftrag des Ausschuss für Verkehr und Fremdenverkehr des Europäischen Parlaments, Brüssel November 2013

StVO

Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), die zuletzt durch Artikel 13 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3091) geändert worden ist

Bilder

- Bild 1-1: Fünf Typen der Lang-LKW, Quelle: Bild 1 Irzik et. al
- Bild 2-1: Kamera der VE-KASS, Quelle: Eigene Bilder VE-KASS
- Bild 2-2: Schematische Darstellung des Messaufbaus, Quelle: Eigene Darstellung
- Bild 2-3: Überprüfung möglicher Einsatzwochen, Quelle: Eigene Darstellung
- Bild 2-4: Lageplan geplanter Messpunkte und Dauerzählstelle, Quelle: Screenshot Openstreetmaps (© OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0)
- Bild 2-5: Vorgesehener Gabelständer für die Installation FR NL, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 2-6: Vorgesehener Gabelständer für die Installation FR D, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 2-7: Messaufbau Piloterhebung Frontansicht FR D, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 2-8: Messaufbau Piloterhebung Rückansicht FR D, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 2-9: Messaufbau Piloterhebung Frontansicht FR NL, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 2-10: Messaufbau Piloterhebung Rückansicht FR NL, Quelle: Eigenes Foto
- Bild 3-1: Warnmeldung RTB Topo-Box
- Bild 4-1: Messaufbau A280 FR D Frontansicht (Quelle: Eigene Darstellung)
- Bild 4-2: Messaufbau A280 FR D Rückansicht (Quelle: Eigene Darstellung)
- Bild 4-3: Messaufbau A280 FR NL Frontansicht (Quelle: Eigene Darstellung)
- Bild 4-4: Messaufbau A280 FR NL Rückansicht (Quelle: Eigene Darstellung)
- Bild 5-1: Frontansicht Lang-LKW mit Kennzeichenzuordnung, Quelle: VE-Kass
- Bild 5-2: Seitliche Ansicht der Achskonfiguration und Lang-LKW Form, Quelle: VE-Kass
- Bild 5-3: Rückansicht Lang-LKW mit Lang-LKW Schild, Quelle: Aufnahmen VE-Kass
- Bild 5-4: Erster Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme
- Bild 5-5: Zweiter Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme
- Bild 5-6: Dritter Screenshot Lang-LKW bei nacht A40 FR NL, Quelle: VE-Kass eigene Aufnahme
- Bild 6-1: Beispiel Lang-Lkw Typ 2 am Standort A40 FR NL
- Bild 6-2: Beispiel Lang-Lkw Typ 3 am Standort A40 FR NL
- Bild 6-3: Beispiel Lang-Lkw Typ 4 am Standort A40 FR NL
- Bild 6-4: Beispiel Lang-Lkw niederländischer Typ E am Standort A40 FR NL
- Bild 6-5: Überprüfung Grenzübertritt der Lang-Lkw an der N280/A52, Quelle: Screenshot Online-Portal DWO am 10.08.2023
- Bild 6-6: Verteilung der Lang-Lkw Typen der ersten Erhebungswelle in 50 cm Kategorien
- Bild 6-7: Verteilung der Lang-Lkw Typen der zweiten Erhebungswelle in 50 cm Kategorien

Tabellen

- Tab. 1-1: Screenshot Header-Datensatz, Quelle: Ausschreibungsunterlagen
- Tab. 1-2: Screenshot Zählformat aggregierte Stundendaten, Quelle: Ausschreibungsunterlagen
- Tab. 1-3: Screenshot Einzelfahrzeugdaten, Quelle: Ausschreibungsunterlagen
- Tab. 5-1: Ausschnitt aus den Erhebungsdaten Beispiel Tag Lang-LKW, Quelle: Eigene Darstellung
- Tab. 5-2: Ausschnitt aus Erhebungsdaten Beispiel Nacht Lang-LKW, Quelle: Eigene Darstellung
- Tab. 5-3: Vereinfachter Abgleich SV-Verkehr Dauerzählstelle und Seitenradargeräte für die vollständige Woche, Quelle: Eigene Darstellung
- Tab. 5-4: Lang-Lkw Erfassung Standort A40 FR D, Quelle: Eigene Erhebungsdaten
- Tab. 6-1: Lang-LKW Fahrten in den Grenzbereichen je Erhebungswoche
- Tab. 6-2: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung nach Anteilen (1. Erhebungswelle)
- Tab. 6-3: Längenverteilung Lang-Lkw nach Typen für die erste Erhebungswelle
- Tab. 6-4: Längenverteilung Lang-Lkw nach Typen für die zweite Erhebungswelle
- Tab. 6-5: Verteilung der Nationalitäten der Lang-Lkw nach Anteilen (1. Erhebungswelle)
- Tab. 6-6: Ausschnitt aus Erhebungsdaten: A30 FR NL, Montag 22.05.2023

Anhang

Hier sind die Steckbriefe der einzelnen Standorte zu finden. Diese beschreiben stichpunktartig die Lage und dienen primär dem aufzeigen der Erhebungsergebnisse. Diese dienen zunächst der aktuellen Aufnahme der Zählraten der einzelnen Standorte. Die einzelnen Standorte wurden vorab in zweitägigen Besichtigungsfahrten begangen. Dies war für die Einsatzplanung unerlässlich. Teilweise ist es dazu gekommen, dass nicht alle Messgeräte an einem Träger befestigt werden konnten. Die Aufteilung der Komponenten hat hierbei kein Hindernis bei der Erhebungsdurchführung dargestellt. Bei der Begehung der Standorte ging es primär um die Findung von sicheren Standorten für das Erhebungspersonal und die weiteren Verkehrsteilnehmenden. Sobald diese gefunden werden konnten, rückten weitere Aspekte wie Zeitplanung oder Planung der sicheren Fahrzeugabstellung in den Mittelpunkt. Von zentraler Bedeutung ist hier die allgemeine Einsatzzeit gewesen, um den Aufbau aller Standorte zuverlässig gewährleisten zu können. Die einzelnen Standorte sind nach der internen Nummerierung sortiert. Bei den ersten beiden Standorten handelt es sich um die Nördlichsten an der A280. Die letzten Standorte sind an der A4. Hier beschreibt der erste Standort jeweils den Standort mit Fahrtrichtung Niederlande und der zweite Standort den in Fahrtrichtung Deutschland. Neben der Standortbeschreibung sind sowohl ein Foto der Erhebung, bzw. an der A40 der Standortbestimmungen, als auch die Erhebungsergebnisse in Form von der Gesamtzahl, Typen- und Nationalitätenverteilung aufgelistet, sodass schnell ein Überblick über die vorhandenen Lang-LKW Aufkommen gewonnen werden kann. Im Anschluss können die Erhebungsdaten der Lang-Lkw nach Typenzuordnung für beide Erhebungswellen sowie der Nationalitätenverteilung eingesehen werden. Die Kategorie „Nacht“ steht hierfür für nächtliche Beobachtungen, bei denen keine Erfassung der Kennzeichenfarbe durchgeführt werden konnte und somit keine Zuordnung des Kennzeichens möglich gewesen ist.

Grenzbereich	A280 BG – Bunde-West					
TK-Nummer	2809					
Fahrt-richtung	Niederlande					
Mess-standort	EPSG 25832:	E381800,057	N5893908,848			
Ansicht						
Erhebungs-zeitraum	1. Erhebung	KW16	17.04-22.04.2023			
	2. Erhebung	KW21	22.05-27.05.2023			
Anzahl Lang-LKW	KW16	49				
	KW21	38				
Typen-vertei-lung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	10	38	1	0	0
	2. Erhebung	7	30	1	0	0
Anzahl Nationa-lität Lang-LKW		N		D		n.a.
	1. Erhebung	24		1		24
	2. Erhebung	25		1		12

Tab.A 1: Übersicht Erhebungsdaten A280 FR NL

Grenzbereich	A280 BG – Bunde-West					
TK-Nummer	2809					
Fahrt-richtung	Deutschland					
Mess-standort	EPSG 25832:	E381634,448		N5893819,899		
Ansicht						
Erhebungs-zeit-raum	1. Erhebung	KW16		17.04-22.04.2023		
	2. Erhebung	KW21		22.05-27.05.2023		
Anzahl Lang-LKW	KW16	34				
	KW21	35				
Typen-vertei-lung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	6	27	1	0	0
	2. Erhebung	8	27	0	0	0
Anzahl Nationa-lität Lang-LKW		N		D		n.a.
	1. Erhebung	19		5		10
	2. Erhebung	24		4		7

Tab.A 2: Übersicht Erhebungsdaten A280 FR D

Grenzbe- reich	B402 BG - K202						
TK-Num- mer	3208						
Fahrtrich- tung	Niederlande						
Mess- standort	EPSG 25832:	E369528,302		N5843095,541			
Ansicht							
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16	17.04-22.04.2023			
	2. Erhebung		KW21	22.05-27.05.2023			
Anzahl Lang-LKW	KW16		69				
	KW21		72				
Typen- vertei- lung Lang-LKW			Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung		10	59	0	0	0
	2. Erhebung		9	63	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.	
	1. Erhebung		27	2		40	
	2. Erhebung		34	6		32	

Tab.A 3: Übersicht Erhebungsdaten B402 FR NL

Grenzbe- reich	B402 BG - K202						
TK-Num- mer	3208						
Fahrtrich- tung	Deutschland						
Mess- standort	EPSG 25832:	E369424,007	N5843087,212				
Ansicht							
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16	17.04-22.04.2023			
	2. Erhebung		KW21	22.05-27.05.2023			
Anzahl Lang- LKW	KW16		78				
	KW21		69				
Typen- vertei- lung Lang- LKW			Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung		8	70	0	0	0
	2. Erhebung		4	65	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.	
	1. Erhebung		30	1		47	
	2. Erhebung		39	4		26	

Tab.A 4: Übersicht Erhebungsdaten B402 FR D

Grenzbe- reich	A30 BG - AS2 Gildehaus						
TK-Num- mer	3608						
Fahrtrich- tung	Niederlande						
Mess- standort	EPSG 25832:	E369529,673		N5843093,724			
Ansicht							
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04-22.04.2023		
	2. Erhebung		KW21		22.05-27.05.2023		
Anzahl Lang-LKW	KW16		106				
	KW21		119				
Typen- vertei- lung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder	
	1. Erhebung		13	91	2	0	0
	2. Erhebung		18	96	5	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW		N		D		n.a.	
	1. Erhebung		34		23		49
	2. Erhebung		46		29		44

Tab.A 5: Übersicht Erhebungsdaten A30 FR NL

Grenzbe- reich	A30 BG - AS2 Gildehaus					
TK-Num- mer	3608					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	E369410,012			N5843092,04	
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04-22.04.2023	
	2. Erhebung		KW21		22.05-27.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW16		108			
	KW21		116			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	18	95	5	0	0
	2. Erhebung	14	97	5	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		32	13		63
	2. Erhebung		37	19		60

Tab.A 6: Übersicht Erhebungsdaten A30 FR D

Grenzbe- reich	A3 BG - AS 2 Elten					
TK-Num- mer	4002					
Fahrtrich- tung	Niederlande					
Mess- standort	EPSG 25832:	E305323,695		N5753030,866		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04-22.04.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05-13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW16		70			
	KW19		85			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	30	39	0	0	1 ¹¹
	2. Erhebung	21	64	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		12	5		53
	2. Erhebung		26	10		49

Tab.A 7: Übersicht Erhebungsdaten A3 FR NL

¹¹ Bei dem Fahrzeug handelt es sich nicht um ein Sonderfahrzeug. Für dieses Fahrzeug war keine Typenzuordnung anhand des Bildmaterials möglich.

Grenzbe- reich	A3 BG - AS 2 Elten					
TK-Num- mer	4002					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	E305301,529		N5753002,998		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04-22.04.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05-13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW16		86			
	KW19		84			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	30	56	0	0	0
2. Erhebung	26	58	0	0	0	
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW		N		D		n.a.
	1. Erhebung	50		11		25
2. Erhebung	46		8		30	

Tab.A 8: Übersicht Erhebungsdaten A3 FR D

Grenzbe- reich	A57 BG - AS 2 Kleve					
TK-Num- mer	4302					
Fahrtrich- tung	Niederlande					
Mess- standort	EPSG 25832:	E295874,633		N5728967,011		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04-22.04.2023	
	2. Erhebung		KW21		22.05-27.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW16		17			
	KW21		29			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhe- bung	2	15	0	0	0
	2. Erhe- bung	17	12	0	0	0
Anzahl Na- tionalität Lang-LKW		N		D		n.a.
	1. Erhebung	9		6		2
	2. Erhebung	18		5		6

Tab.A 9: Übersicht Erhebungsdaten A57 FR NL

Grenzbe- reich	A57 BG - AS 2 Kleve					
TK-Num- mer	4302					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	E295544,323		N5728967,802		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW16		17.04- 22.04.2023	
	2. Erhebung		KW21		22.05- 27.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW16		18			
	KW21		19			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	4	13	1	0	0
	2. Erhebung	13	6	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N		D	
	1. Erhebung		11		4	
	2. Erhebung		15		2	
					n.a.	

Tab.A 10: Übersicht Erhebungsdaten A57 FR D

Grenzbe- reich	A40 BG - Niederdorf					
TK-Num- mer	4603					
Fahrtrich- tung	Niederlande					
Mess- standort	EPSG 25832:	E307288,559		N5695799,455		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03-25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05-13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		97			
	KW19		115			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	31	59	0	0	7
	2. Erhebung	59	45	6	0	5
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		27	6		64
	2. Erhebung		44	7		64

Tab.A 11: Übersicht Erhebungsdaten A40 FR NL

Grenzbe- reich	A40 BG - Niederdorf					
TK-Num- mer	4603					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	E307027,55		N5695836,159		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		98			
	KW19		113			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	33	59	2	0	4
	2. Erhebung	48	53	8	0	4
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		24	11		63
	2. Erhebung		37	15		61

Tab.A 12: Übersicht Erhebungsdaten A40 FR D

Grenzbe- reich	A61 BG - AS 1b Nettetal-West						
TK-Num- mer	4603						
Fahrtrich- tung	Niederlande						
Mess- standort	EPSG 25832:	E303693,753		N5690594,448			
Ansicht							
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023		
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023		
Anzahl Lang-LKW	KW12		60				
	KW19		69				
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder	
	1. Erhebung	8	39	11	2	0	
	2. Erhebung	9	53	7	0	0	
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N		D		n.a.
	1. Erhebung		33		6		21
	2. Erhebung		36		10		23

Tab.A 13: Übersicht Erhebungsdaten A61 FR NL

Grenzbe- reich	A61 BG - AS 1b Nettetal-West					
TK-Num- mer	4603					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSP 25832:	E303747,591		N5690563,318		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		56			
	KW19		53			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	9	35	12	0	0
	2. Erhebung	6	38	9	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D	n.a.	
	1. Erhebung		20	2	34	
	2. Erhebung		15	9	29	

Tab.A 14: Übersicht Erhebungsdaten A61 FR D

Grenzbe- reich	A52 BG - AS 2 Elmpt					
TK-Num- mer	4702					
Fahrtrich- tung	Niederlande					
Mess- standort	EPSG 25832:	E296230,473		N5676697,163		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		2			
	KW19		2			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	0	1	0	0	1 ¹²
	2. Erhebung	0	2	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		0	0		2
	2. Erhebung		0	0		2

Tab.A 15: Übersicht Erhebungsdaten A52 FR NL

¹² Bei dem Fahrzeug handelt es sich nicht um ein Sonderfahrzeug. Für dieses Fahrzeug war keine Typenzuordnung anhand des Bildmaterials möglich.

Grenzbe- reich	A52 BG - AS 2 Elmpt					
TK-Num- mer	4702					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	E296077,106		N5676606,491		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		7			
	KW19		9			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	0	7	0	0	0
	2. Erhebung	1	8	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW		N		D		n.a.
	1. Erhebung	5		0		2
	2. Erhebung	4		0		5

Tab.A 16: Übersicht Erhebungsdaten A52 FR D

Grenzbe- reich	A4 BG - AS 2 Aachen Laurensberg					
TK-Num- mer	5072					
Fahrtrich- tung	Niederlande					
Mess- standort	EPSG 25832:	E291073,709		N5633022,876		
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		7			
	KW19		2			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	0	7	0	0	0
2. Erhebung	0	1	1	0	0	
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N	D		n.a.
	1. Erhebung		2	0		5
	2. Erhebung		4	0		5

Tab.A 17: Übersicht Erhebungsdaten A4 FR NL

Grenzbe- reich	A4 BG - AS 2 Aachen Laurensberg					
TK-Num- mer	5072					
Fahrtrich- tung	Deutschland					
Mess- standort	EPSG 25832:	EPSG 25832:	EPSG 25832:			
Ansicht						
Erhe- bungs- zeitraum	1. Erhebung		KW12		20.03- 25.03.2023	
	2. Erhebung		KW19		08.05- 13.05.2023	
Anzahl Lang-LKW	KW12		3			
	KW19		0			
Typenver- teilung Lang-LKW		Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Sonder
	1. Erhebung	0	2	1	0	0
	2. Erhebung	0	0	0	0	0
Anzahl Nationali- tät Lang- LKW			N		D	
	1. Erhebung		1		0	
	2. Erhebung		0		0	

Tab.A 18: Übersicht Erhebungsdaten A4 FR D

	Gesamt	Typ2	Typ3	Typ4	Typ5	Sonder	Nicht erkannt
A280_N	49	10	38	1	0	0	0
A280_D	34	6	27	1	0	0	0
B402_N	69	10	59	0	0	0	0
B402_D	78	8	70	0	0	0	0
A30_N	106	13	91	2	0	0	0
A30_D	108	18	86	4	0	0	0
A3_N	70	29	40	0	0	0	1
A3_D	86	30	56	0	0	0	0
A57_N	17	2	15	0	0	0	0
A57_D	18	4	13	1	0	0	0
A40_N	98	31	60	0	0	7	0
A40_D	98	32	60	2	0	4	0
A61_N	60	8	39	11	2	0	0
A61_D	56	9	35	12	0	0	0
A52_N	2	0	1	0	0	0	1
A52_D	7	0	7	0	0	0	0
A4_N	7	0	7	0	0	0	0
A4_D	3	0	2	1	0	0	0
Gesamt	966	210	706	35	2	11	2

Tab.A 19: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung in absoluten Zahlen (1. Erhebungswelle)

	Gesamt	Typ2	Typ3	Typ4	Typ5	Sonder	Nicht erkannt
A280_N	49	20%	78%	2%	0%	0%	0%
A280_D	34	18%	79%	3%	0%	0%	0%
B402_N	69	14%	86%	0%	0%	0%	0%
B402_D	78	10%	90%	0%	0%	0%	0%
A30_N	106	12%	86%	2%	0%	0%	0%
A30_D	108	17%	80%	4%	0%	0%	0%
A3_N	70	41%	57%	0%	0%	0%	1%
A3_D	86	35%	65%	0%	0%	0%	0%
A57_N	17	12%	88%	0%	0%	0%	0%
A57_D	18	22%	72%	6%	0%	0%	0%
A40_N	98	32%	61%	0%	0%	7%	0%
A40_D	98	33%	61%	2%	0%	4%	0%
A61_N	60	13%	65%	18%	3%	0%	0%
A61_D	56	16%	63%	21%	0%	0%	0%
A52_N	2	0%	50%	0%	0%	0%	50%
A52_D	7	0%	100%	0%	0%	0%	0%
A4_N	7	0%	100%	0%	0%	0%	0%
A4_D	3	0%	67%	33%	0%	0%	0%

Tab.A 20: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung nach Anteilen (1. Erhebungswelle)

	Gesamt	Typ2	Typ3	Typ4	Typ5	Sonder	Nicht er- kannt
A280_N	38	7	30	1	0	0	0
A280_D	35	8	27	0	0	0	0
B402_N	72	9	63	0	0	0	0
B402_D	69	5	64	0	0	0	0
A30_N	119	18	96	5	0	0	0
A30_D	116	14	98	4	0	0	0
A3_N	85	21	64	0	0	0	0
A3_D	84	26	58	0	0	0	0
A57_N	29	17	12	0	0	0	0
A57_D	19	13	6	0	0	0	0
A40_N	115	59	45	6	0	5	0
A40_D	113	49	52	8	0	4	0
A61_N	69	9	51	9	0	0	0
A61_D	53	6	38	9	0	0	0
A52_N	2	0	2	0	0	0	0
A52_D	9	1	8	0	0	0	0
A4_N	2	0	1	1	0	0	0
A4_D	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	1029	262	715	43	0	9	0

Tab.A 21: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung in absoluten Zahlen (2. Erhebungswelle)

	Gesamt	Typ2	Typ3	Typ4	Typ5	Sonder	Nicht er- kannt
A280_N	38	18%	79%	3%	3%	0%	0%
A280_D	35	23%	77%	0%	0%	0%	0%
B402_N	72	13%	88%	0%	0%	0%	0%
B402_D	69	7%	93%	0%	0%	0%	0%
A30_N	119	15%	81%	4%	4%	0%	0%
A30_D	116	12%	84%	3%	3%	0%	0%
A3_N	85	25%	75%	0%	0%	0%	0%
A3_D	84	31%	69%	0%	0%	0%	0%
A57_N	29	59%	41%	0%	0%	0%	0%
A57_D	19	68%	32%	0%	0%	0%	0%
A40_N	115	51%	39%	5%	5%	4%	0%
A40_D	113	43%	46%	7%	7%	4%	0%
A61_N	69	13%	74%	13%	13%	0%	0%
A61_D	53	11%	72%	17%	17%	0%	0%
A52_N	2	0%	100%	0%	0%	0%	0%
A52_D	9	11%	89%	0%	0%	0%	0%
A4_N	2	0%	50%	50%	50%	0%	0%
A4_D	0	-	-	-	-	-	-

Tab.A 22: Anzahl der Lang-Lkw nach Typenzuordnung nach Anteilen (2. Erhebungswelle)

	Niederländisch	Deutsch	Nachts
A280_N	24	1	24
A280_D	19	5	10
B402_N	27	2	40
B402_D	30	1	47
A30_N	34	23	49
A30_D	32	13	63
A3_N	12	5	53
A3_D	50	11	25
A57_N	9	6	2
A57_D	11	4	3
A40_N	27	6	65
A40_D	24	11	63
A61_N	33	6	21
A61_D	20	2	34
A52_N	0	0	2
A52_D	5	0	2
A4_N	2	0	5
A4_D	1	0	2
Gesamt	360	96	510

Tab.A 23: Anzahl der Lang-Lkw nach Nationalität in absoluten Zahlen (1. Erhebungswelle)

	Niederländisch	Deutsch	Nachts
A280_N	49%	2%	49%
A280_D	56%	15%	29%
B402_N	39%	3%	58%
B402_D	38%	1%	60%
A30_N	32%	22%	46%
A30_D	30%	12%	58%
A3_N	17%	7%	76%
A3_D	58%	13%	29%
A57_N	53%	35%	12%
A57_D	61%	22%	17%
A40_N	28%	6%	66%
A40_D	24%	11%	64%
A61_N	55%	10%	35%
A61_D	36%	4%	61%
A52_N	0%	0%	100%
A52_D	71%	0%	29%
A4_N	29%	0%	71%
A4_D	33%	0%	67%

Tab.A 24: Anzahl der Lang-Lkw nach Nationalität nach Anteilen (1. Erhebungswelle)

	Niederländisch	Deutsch	Nachts
A280_N	25	1	12
A280_D	24	4	7
B402_N	34	6	32
B402_D	39	4	26
A30_N	46	29	44
A30_D	37	19	60
A3_N	26	10	49
A3_D	46	8	30
A57_N	18	5	6
A57_D	15	2	2
A40_N	41	7	67
A40_D	37	15	61
A61_N	36	10	23
A61_D	15	9	29
A52_N	0	0	2
A52_D	4	0	5
A4_N	1	0	1
A4_D	0	0	0
Gesamt	444	129	456

Tab.A 25: Anzahl der Lang-Lkw nach Nationalität in absoluten Zahlen (2. Erhebungswelle)

	Niederländisch	Deutsch	Nachts
A280_N	66%	3%	32%
A280_D	69%	11%	20%
B402_N	47%	8%	44%
B402_D	57%	6%	38%
A30_N	39%	24%	37%
A30_D	32%	16%	52%
A3_N	31%	12%	58%
A3_D	55%	10%	36%
A57_N	62%	17%	21%
A57_D	79%	11%	11%
A40_N	36%	6%	58%
A40_D	33%	13%	54%
A61_N	52%	14%	33%
A61_D	28%	17%	55%
A52_N	0%	0%	100%
A52_D	44%	0%	56%
A4_N	50%	0%	50%
A4_D	-	-	-

Tab.A 26: Anzahl der Lang-Lkw nach Nationalität nach Anteilen (2. Erhebungswelle)

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Unterreihe „Verkehrstechnik“

2024

V 382: Potenziale für Photovoltaik an Bundesfernstraßen

Ludwig, Tegeler, Schmedes, Tomhave, Hensel, Forster, Kleinhans, Heinrich, John, Schill € 19,50

V 383: Analyse und Entwicklung leistungsfähiger Einfahrtstypen ohne Fahrstreifenaddition für Autobahnen

Geistefeldt, Brandenburg, Sauer

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

V 384: Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen – Methoden zur Untersuchung und Metaanalyse

Maier, Leonhardt, Ehm

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

V 385: HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf einbahnigen Landstraßen

Geistefeldt, Hohmann, Finkbeiner, Sauer, Vortisch, Buck, Weyland, Weiser, Giuliani

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

2025

V 386: Pilothafte Anwendung des Bridge-WIM Verfahrens zur Ergänzung des Achslastmessstellennetzes

Firus, Petschacher

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

V 387: Akustische Wirksamkeit von Vegetation

Lindner, Schulze

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

V 388: Hochaufgelöste multisensorielle Verkehrsdaten in der Streckenbeeinflussung

Schwietering, Löbbbering, Weinreis, Maier, Feldges

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

V 389: Lärmwetter in der Praxis – Erprobung und Weiterentwicklung der Methodik zur Anwendung meteorologischer Korrekturen auf die Schallausbreitung

Skowronek, Liepert, Müller, Schady, Elsen

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

V 390: Wirkung von Fahrstreifenbegrenzungen an Einfahrten von Autobahnen auf das Fahrverhalten und auf die Verkehrssicherheit

Geistefeldt, Sauer, Brandenburg

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

V 391: Erprobung psychoakustischer Parameter für innovative Lärminderungsstrategien

Oehme, Böhm, Horn, Pourpart, Schweidler, Weinzierl, Fiebig, Schuck

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

V 392: Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen

Albrecht, Reers, Scharf, Grimm, Radford, Namyslo, Günther, Martin, Behr

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

V 393: Optimierung der Abstände von Anzeigequerschnitten und Messquerschnitten in Streckenbeeinflussungsanlagen

Schwietering, Löbbbering, Abarghooie, Geistefeldt, Marnach

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

V 394: Optimierte Steuerungsstrategien für Lichtsignalanlagen durch die Berücksichtigung der Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (C2X)

Schendzielorz, Schneider, Künzelmann, Sautter, Höger

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

V 395: Empfehlungen zur Breite von hochfrequentierten Radverkehrsanlagen unter Berücksichtigung der Verkehrsqualität

Geistefeldt, Brandenburg, Vortisch, Buck, Zeidler, Baier

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

V 396: Wirkung von Behandlungsanlagen der Straßenentwässerung im Hinblick auf AFS63

Rüter, Grotehusmann, Lambert

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

V 397: Gestaltung innerörtlicher Verkehrswegenetze

Friedrich, Wohnsdorf, Gerike, Koszowski, Baier, Wothge

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

V 398: Verfahren für die Engpass- und Mängelanalyse im städtischen Hauptverkehrsstraßennetz

Vortisch, Buck, Fuchs, Grau, Friedrich, Hoffmann, Lelke, Baier

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

V 399: Detektion von Radfahrern im signalgeregelten Bereich von Knotenpunkten in Verbindung mit Absetzung einer Warnmeldung für Kraftfahrzeuge

Kaiser, Schade, Czogalla, Abboud, Mischke

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

V 400: Aktualisierung der Verfahren zur Bewertung der Verkehrsqualität an Knotenpunkten mit LSA

Geistefeldt, Wu, Schmitz, Vieten, Stephan

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

V 401: Verflechtungsstrecken zwischen Knotenpunkten an Autobahnen

Geistefeldt, Brandenburg, Sauer, Vortisch, Buck, Baumann, Grau

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

V 402: Qualitätsgerechte Bewertung der LSA-Steuerung für den ÖPNV

Schmidt, Sommer, Briegel, Lambrecht

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

V 403: Ermittlung von Grundlagen und Bewertungsmethoden einer Ökobilanz des Straßenwinterdienstes

Quack, Liu, Götzfried, Gartiser

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

V 404: Erfassung der Lang-Lkw im Grenzbereich zu den Niederlanden und der Bundesrepublik Deutschland

Kathmann, Müller, Kass, Kass

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

Telefon (04 21) 3 69 03 - 0 · E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de

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.



ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-95606-868-3
<https://doi.org/10.60850/bericht-v404>

www.bast.de