
Evaluation Lkw-Park- leitsystem BAB A45

Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für
Straßenwesen

Evaluation Lkw-Parkleitsystem BAB A45

von

Jörg Schönharting, Stefan Wollte
Transportation Research & Consulting GmbH, Stuttgart

Dieter Cichon
CAT GmbH, Pfinztal

Uwe Koch, Volker Schönharting
abstracture GmbH&Co KG, Mainz

Andreas Hoene, Rick Hollmann
Zentrum für Logistik und Verkehr, Universität Duisburg-Essen, Duisburg

Impressum

Fachveröffentlichung zu Forschungsprojekt: 03.0593
Evaluation Lkw-Parkleitsystem BAB A45

Fachbetreuung:
Jens Dierke

Referat:
Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

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

<https://doi.org/10.60850/fv-v-03.0593>

Bergisch Gladbach, Juli 2024

Zu diesem Forschungsprojekt werden nur die Kurzfassung und der Kurzbericht veröffentlicht. Die Langfassung des Schlussberichts kann auf Anfrage an verlag@bast.de zur Verfügung gestellt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben. Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Kurzfassung

Evaluation Lkw-Parkleitsystem BAB A45

Zwischen der Nachfrage nach Parkmöglichkeiten für Lkw an Autobahnen und dem Angebot besteht trotz der umfangreichen Erhöhung der Parkkapazitäten in den letzten Jahren ein erhebliches Defizit. Das Bundesverkehrsministerium will dieses Defizit neben dem Aus- und Neubau von Rastanlagen unter anderem durch den Einsatz von Parkleitsystemen reduzieren. Das vorliegende Forschungsprojekt widmet sich der Evaluation solcher Parkleitsysteme.

Im Vorlauf zum Forschungsprojekt wurde ein Lkw-Parkleitsystem (PLS) für Rastanlagen an Bundesautobahnen entwickelt und in einem Testgebiet mit 4 Rastanlagen auf der BAB A45 aufgebaut. Primäres Ziel des PLS ist die Ermittlung und Kommunikation der freien Lkw-Parkstände auf Rastanlagen. Dazu wurden ein „Parkplatzdetektionssystem mit flächenhafter Erfassung“ und dynamische Anzeigetafeln eingesetzt.

Zur Prüfung der Wirksamkeit des PLS wurden die Lkw-Routen im Testgebiet nach der Kennzeichenerfassungsmethode ermittelt. Die Messungen und Auswertungen umfassten zeitlich 7 Phasen, in denen unterschiedliche Informationsumfänge den auf der BAB A45 Richtung Gießen verkehrenden Lkw angeboten wurden. Zusätzlich wurde das PLS über eine Befragung der Lkw-Fahrerinnen und Fahrer bewertet.

Die Auswertungen ergaben folgendes Bild:

1. Lkw-Fahrer, deren Lenkzeit zugunsten einer Ruhephase unterbrochen werden muss, sind an den Informationen des PLS über freie Parkstände in hohem Maße interessiert. Für die Entscheidung zugunsten eines Parkstandes zum Abhalten der Ruhephase sind die Informationen über freie Parkstände auf Grundlage der durchgeführten Befragung eine wichtige Hilfe. Durch die Messungen konnte diese Aussage allerdings nicht verifiziert werden.
2. Bei der Untersuchung des Parkplatzwahlverhaltens konnte trotz des geäußerten Interesses keine signifikante Veränderung beim Vergleich der Messphasen mit unterschiedlichem Informationsumfang des PLS nachgewiesen werden: Hohe Auslastungen in der PWC Pflingstweide und der PWC Stauerburg wurden nicht in nennenswertem Umfang abgebaut, freie Parkstände auf der T+R Langenbergheim wurden nicht genutzt. Auch ein Einfluss des PLS auf den Parksuchverkehr konnte nicht festgestellt werden.
3. Das Parkverhalten innerhalb der Rastanlagen wurde ebenfalls räumlich und zeitlich differenziert untersucht. Positiv zeigte sich hier die sortiertere Befüllung nach Einführung des PLS: Zuerst werden die StVO-Parkstände gefüllt, es folgt das geduldete Parken in Fahrgassen z.B. hinter den gefüllten Schrägparkständen und erst im Anschluss daran bei hohem Parkdruck auch behinderndes und gefährdendes Parken. Die zusätzliche Bereitstellung von Parkinformationen innerhalb der Rastanlagen hat diesen gewünschten Effekt weiter unterstützt.
4. Während der Messphasen entspannte sich der ursprünglich vorhandene Parkdruck aufgrund des Rückgangs des Lkw-Verkehrs. Neben der allgemeinen Verkehrsentwicklung spielte auch die Brückenproblematik auf der BAB A45 für den Rückgang eine Rolle. Daraus folgend war für Lkw-Fahrerinnen und Fahrer die Entscheidung zugunsten einer Rastanlage mit freien Parkständen weniger relevant.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die folgenden offenen Fragestellungen zum Lkw-Parken erkannt

- Analyse der Kapazität von Längsparkstreifen als dynamische Größe
 - Untersuchung des Zusammenspiels der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf das Parkverhalten von Lkw-Fahrerinnen und Fahrern auf Rastanlagen
 - Weitere Analyse von kurzen Verweilzeiten auf Rastanlagen
- die nicht Teil des vorliegenden Forschungsvorhabens waren.

Abstract

Evaluation of the A45 Motorway Truck Parking Guidance System

Despite the continuous construction and enlargement of rest areas along the motorways in Germany, there has been a significant gap between the demand for truck parking and the supply. The German Federal Ministry of Transport wants to reduce this deficit not only by expanding and building new rest areas, but also with other measures such as the use of parking guidance systems. This research project is dedicated to the evaluation of parking guidance systems.

In the run-up to the research project, a truck parking guidance system (PLS) for rest areas on federal motorways was developed and set up in a test area with 4 rest areas on the A45 motorway. The primary goal of the PLS is to determine and communicate free truck parking spaces at rest areas. For this purpose, a "parking detection system with area coverage" was used.

To test the effectiveness of the PLS, the truck routes in the test area were determined using the number plate recognition method. The measurements and evaluations comprised 7 phases in which different amounts of information were offered to the trucks traveling on the A45 motorway in the direction of Giessen. In addition, the PLS was evaluated via a survey of truck drivers.

The evaluations produced the following picture:

1. Truck drivers whose driving time has to be interrupted in order to take a break are very interested in the information from the PLS about free parking spaces. The information on free parking spaces based on the survey carried out is an important aid for the decision in favor of a parking space for the rest period. However, this statement could not be verified by the measurements.
2. When examining the parking choice behavior, despite the interest expressed, no significant change could be detected when comparing the measurement phases with different amounts of information from the PLS: High occupancy rates in the rest areas PWC Pfingstweide and the PWC Staufferburg were not reduced to any significant extent, free parking spaces on the T+ R Langenbergheim were not used. An influence of the PLS on the parking search traffic could not be determined either.
3. The parking behavior within the rest areas was also examined in a spatially and temporally differentiated manner. The more sorted filling after the introduction of the PLS was positive here: First the legal parking spaces are filled, followed by tolerated parking in driving lanes, e.g. behind the filled inclined parking spaces, and only then with high parking pressure also obstructive and dangerous parking. The additional provision of parking information within the rest areas has further supported this desired effect.
2. During the measurement phases, the originally existing parking pressure relaxed due to the decrease in truck traffic. In addition to the general traffic development, the bridge problem on the BAB A45 also played a role in the decline. As a result, the decision in favor of a rest area with free parking spaces was less relevant for truck drivers.

The following open questions about truck parking were identified as part of the investigations

- Analysis of the capacity of parking lanes as a dynamic variable

- Investigation of the interaction of the different influencing factors on the parking behavior of truck drivers at rest areas
 - Further analysis of short dwell times at rest areas
- which were not part of the present research project.

Kurzbericht

1. Aufgabenstellung

Zwischen der Nachfrage nach Parkmöglichkeiten für Lkw an Autobahnen und dem Angebot besteht trotz des umfangreichen Aus- und Neubaus von Rastanlagen seit Jahren ein erhebliches Defizit, das zu Engpässen und zu Sicherheitsproblemen führt. Das Bundesverkehrsministerium will dieses Defizit mit einem 5-Punkteplan deutlich reduzieren. Unter anderem soll durch den Einsatz von Parkleitsystemen der Lkw-Parksuchverkehr verringert und der vorhandene Lkw-Parkraum noch besser genutzt werden. Das vorliegende Forschungsprojekt widmet sich dieser Fragestellung.

Im Vorlauf zum Forschungsprojekt wurde ein Konzept für ein bundeseinheitliches Lkw-Parkleitsystem (PLS) für Rastanlagen an Bundesautobahnen entwickelt und in einem Testgebiet aufgebaut (PLS BAB A45). Das Testgebiet der Autobahn GmbH des Bundes befindet sich auf der BAB A45 zwischen den Anschlussstellen Langenselbold-West und Münzenberg in Fahrtrichtung Gießen. Im Testgebiet befinden sich die Rastanlagen „PWC Auf der Pflingstweide Ost“, „T+R Langen-Bergheim Ost“, „PWC Auf der Nachtweide“ und „PWC Stauferburg Ost“. Zwischen den Rastanlagen liegen die Ausfahrten AS 40 Hammersbach, AS 39 Altstadt, AS 38 Florstadt, AS 37, Wölfersheim. Das Testgebiet wird nach Norden hin abgeschlossen mit der AS 36 Münzenberg.

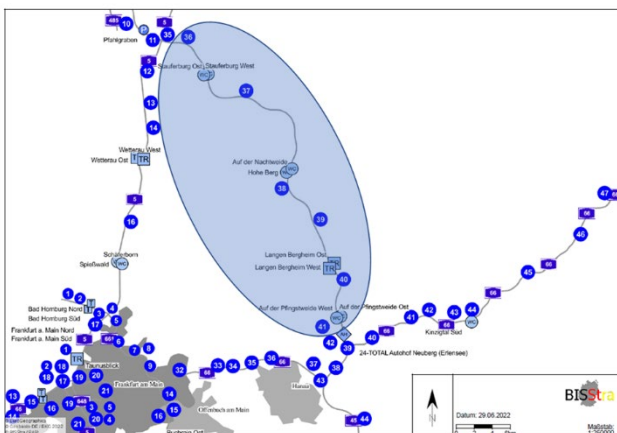


Bild 1-1: Lage des Testfeldes im Autobahnnetz (Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG 2022, eigene Bearbeitung)

Auf den Rastanlagen des Testgebiets stehen in Summe zwischen 20 Uhr und 8 Uhr des folgenden Tages 236 Lkw-Parkstände für StVO-konformes Parken zur Verfügung. Im Zeitraum 8 Uhr bis 20 Uhr sind es 184 Parkstände. Auf 74 Positionen kann „geduldet“ geparkt werden. Auf weiteren 64 Positionen wird das Parken als behindernd und auf 28 Positionen als gefährdend eingestuft.

2. Untersuchungsmethode

Primäres Ziel des PLS BAB A45 ist die Ermittlung und Kommunikation der freien Lkw-Parkstände auf den genannten Rastanlagen mit Hilfe eines „Parkplatzdetektionssystem mit flächenhafter Erfassung“. Kern des Parkplatzdetektionssystems des PLS BAB A45 sind 3D-Laser, die die Oberflächen der Verkehrsflächen in ca. 15°s-Intervallen scannen. Anschließend erfolgt eine räumlich nach unterschiedlichen Bereichen differenzierte Auswertung durch das System. Die Parkinformationen wurden im Projekt über dynamische Anzeigetafeln auf der Autobahn und innerhalb der Rastanlagen bereitgestellt.

Zur Prüfung der Wirksamkeit des PLS wurden Lkw-Routendaten mittels der Kennzeichenerfassungsmethode ermittelt. Es wurde ein Kamerasystem eingesetzt, das aus einer ANPR-Kamera, einem Radardetektor, einem Stromversorgungssystem, einem Massenspeicher, einem Kommunikationsmodul und einer vorinstallierten Software bestand. Mit dem System wurden die Fahrzeugart und die Lage des Kennzeichens identifiziert, das Kennzeichen ausgewertet und verschlüsselt auf einem Massenspeicher abgelegt.

Die Messungen und Auswertungen umfassten zeitlich insgesamt 7 Phasen, in denen unterschiedliche Informationsumfänge den auf der BAB A45 Richtung Gießen verkehrenden Lkw angeboten wurden:

- Phase 1: keine Information, alle Anzeigetafeln sind dunkel
- Phase 2: Es werden die Informationen „freie Parkstände an der folgenden Rastanlage“ angeboten.
- Phase 3: Es werden die Informationen „freie Parkstände an der folgenden Rastanlage und an den 2 weiteren folgenden Rastanlagen“ angeboten.
- Phase 4: Auswertungen
- Phase 5: Informationen gemäß Phase 3.
- Phase 6: Informationen gemäß Phase 3 und zusätzliche Informationen zu freien Parkständen an den Verzweigungspunkten innerhalb der Rastanlage.
- Phase 7: Auswertungen.

Vorab wurden Indikatoren definiert, von denen eine Aussage zur Wirksamkeit des Parkleitsystems erwartet wurde:

1. Anzahl der Lkw-Ein- und Ausfahrten pro Rastanlage.
2. Verweilzeit von Lkw je Rastanlage.
3. Anzahl der durchfahrenden Lkw pro Rastanlage.
4. Maximale Auslastung je Rastanlage.
5. Anzahl der auf den einzelnen Parkbereichen abgestellten Lkw.

In den Datensammelungsphasen 1 bis 3 (Zeitraum 13.09.2021 bis 19.12.2021) wurden im Rahmen der Kennzeichenerfassung an 13 Querschnitten des Untersuchungsraums 143.393 Kennzeichen erfasst. Es konnten daraus 62.188 Kennzeichen den 44 unterschiedlichen Routen im Testgebiet zugeordnet werden. Für 8.973 Kennzeichen gab es keine Routenzuordnung.

Die Routendatei auf Basis des einzelnen Lkw ermöglicht vielfältige Auswertungen zur Häufigkeit und zeitlichen Verteilung der Routen. Damit wird auch ein Vergleich der Ergebnisse in den drei Erhebungsphasen möglich.

Im Bereich der Belegungsmessung wurden die vom Testfeldbetreiber gelieferten Belegungsdaten für alle Messphasen 1 bis 3 sowie 5 und 6 in ca. 15s-Intervallen übernommen, archiviert und für spätere Auswertungen verfügbar gemacht.

Im Gegensatz zur Kennzeichenerfassung ermöglicht die Belegungsmessung eine Antwort auf die Frage, wo Lkw parken. Bei markierten Parkständen ist es möglich, das Parkverhalten auf Basis des einzelnen parkenden Lkw zu analysieren. Für Längsparkstreifen kann nur die Belegung bzw. die Anzahl an freien Parkmöglichkeiten pauschal abgerufen werden.

Die Auswertungen der Belegungsmessung zeigten auch hier das Potenzial für die Wirksamkeitsuntersuchungen.

Die dritte Datenart bezieht sich auf die automatischen Verkehrszählungen mit den im Untersuchungsgebiet installierten Dauerzählstellen. Die Daten des Lkw-Verkehrs wurden für die Erhebungsphasen 1 bis 3 sowie 5 und 6 selektiert und auf dem Server des Forschungsnehmers für Auswertungen archiviert. Sie dienen auch der Diskussion, inwieweit sich die allgemeine Verkehrsentwicklung auf das Parkaufkommen der Lkw ausgewirkt hat.

Somit lagen umfangreiche Daten für eine differenzierte Analyse der Wirksamkeit des PLS vor und es konnten die eingangs formulierten Hypothesen:

- Durch das PLS wird das Parken auf behindernden / gefährdenden Parkständen bei Vorhandensein von freien Parkständen reduziert;
- Ein PLS ist vor allem für Langzeitparker von Interesse. Mit dem PLS wird ein freier Parkstand für Langzeitparken direkter und schneller gefunden;
- Ein PLS verbessert den Komfort für Lkw-Fahrer und Fahrerinnen und unterstützt damit auch den Stressabbau

geprüft werden.

3. Untersuchungsergebnisse

Als wesentliches Ergebnis der Auswertungen zur Wirksamkeit des PLS zeigte sich eine Entzerrung der Hochlaufphasen des Parkens in den verschiedenen Bereichen innerhalb der Rastanlagen.

In der Phase 2 (Anzeige der freien Parkstände der nächsten Rastanlage) war noch keine nennenswerte Veränderung gegenüber dem Null-Fall (keine Anzeige) festzustellen. Im Gegensatz dazu war in Phase 3 (Anzeige der freien Parkstände der folgenden 3 Rastanlagen) eine deutliche Änderung des Hochlaufs der Belegung der Bereiche innerhalb der Rastanlagen bemerkbar: Zuerst werden die StVO-Parkstände belegt, es folgt das geduldete Parken in Fahrgassen z.B. hinter den gefüllten Schrägparkständen und erst im Anschluss daran bei hohem Parkdruck auch behinderndes und gefährdendes Parken.

Die festgestellten Überlastungen auf den Rastanlagen PWC Pfingstweide, PWC Nachtwende und PWC Stauferburg nahmen im Verlauf der Phasen 1 bis 3 sowie 5 und 6 ab, jedoch in erster Linie aufgrund der allgemeinen Verkehrsentwicklung. Eine Umverteilung des Langzeitparkens zur T+R Langen-Bergheim, die zu allen Tagesstunden Reserven an freien Parkständen aufweist, konnte während der Messphasen nicht in einem nennenswerten Umfang nachgewiesen werden.

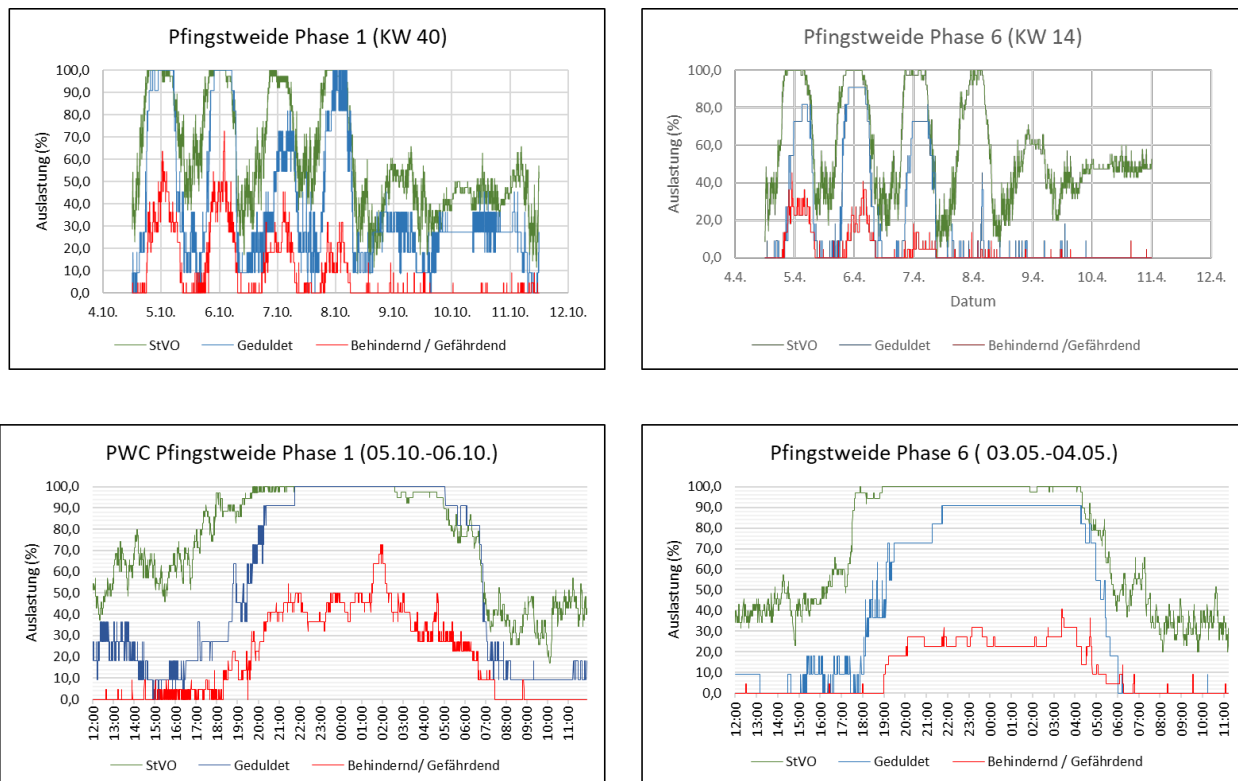


Bild 3-1: Verlauf der Belegung am Beispiel der PWC Pfingstweide

Die Entwicklungen zu einem veränderten Hochlauf der Belegung der einzelnen Parkbereiche, wie sie für die ersten drei Messphasen aufgezeigt werden konnten, setzten sich auch in den Messphasen 5 (keine Veränderung des Informationsangebots gegenüber Phase 3)

und Messphase 6 (inneres PLS ist zusätzlich aktiv) fort. Die Auswertung zur Belegung zeigte eine Stabilisierung des Trends zu einer geordneten Füllung der Bereiche.

Die wesentliche Zielsetzung für das PLS, nämlich eine bessere Nutzung des vorhandenen Parkstandangebots, erscheint durch den verbesserten Hochlauf der Parkplatzbelegung erreicht zu sein. Nicht erreicht wurde hingegen die angestrebte rastanlagenübergreifende Umverteilung der Belegung, wobei die hochbelasteten Rastanlagen Pfingstweide und Stauerburg hätten entlastet und die freien Kapazitäten der Rastanlagen Langen-Bergheim und Nachtweide hätten besser ausgelastet werden sollen.

Zur Unterstützung der Evaluation des Parkleitsystems (PLS) auf Basis der Kennzeichenerfassung und Belegungsmessung an der A45 wurde eine Befragung von 205 Lkw-Fahrern durchgeführt.

84% der Befragten gaben an, auf der Rastanlage die gesetzliche Tagesruhezeit (ca. 9-12 Stunden) oder eine längere Pause zu verbringen. Wenn das Lenkzeitende erreicht ist und der angefahrene Parkplatz keine freien Parkstände mehr aufweist, fahren 48% der befragten Lkw-Fahrer weiter zur nächsten Autobahnrastanlage oder von der Autobahn ab. 32% würden auf Pkw- oder Bus-Parkstände innerhalb der Rastanlage ausweichen. Knapp 14% der Befragten gaben an, bei belegten Lkw-Parkständen in der Fahrgasse oder im Ein- oder Ausfahrtbereich zu parken.

60% der Lkw-Fahrer, die angegeben hatten, das äußere PLS gesehen zu haben, gaben an, dass sie aufgrund der Information über freie Lkw-Parkstände bereits einen früheren oder einen späteren Parkplatz angefahren haben, für den (mehr) freie Lkw-Parkstände angezeigt wurden.

Eine geringere Bereitschaft besteht, die Lenkzeit vorzeitig zu unterbrechen und einen früheren Parkplatz anzufahren, um sicher einen freien Lkw-Stellplatz zu finden.

Nahezu alle Befragten stimmten der Aussage zu, dass man mithilfe des äußeren PLS bei der Parkplatzsuche nicht mehr durch voll belegte Rastanlagen fahren müsse, sondern gezielt Rastanlagen mit freien Kapazitäten anfahren könne. Die Lesbarkeit und Verständlichkeit des äußeren PLS bewerteten ca. 88% aller Befragten mit „sehr gut“. Die große Mehrzahl der Befragten gab auch an, dass mit Hilfe des inneren PLS leichter eine Fahrgasse mit freien Lkw-Parkständen gefunden werden kann.

Zum inneren PLS gaben 85% der Befragten, die in Pfingstweide/Nachtweide geparkt hatten, an, dass sie sich anhand der Information für eine bestimmte Fahrgasse für das Parken entschieden hätten.

4. Folgerungen für die Praxis

Fasst man alle Erkenntnisse zusammen, ergibt sich folgendes Bild:

1. Lkw-Fahrer, deren Lenkzeit zugunsten einer Ruhephase unterbrochen werden muss, sind an den Informationen des PLS über freie Parkstände in hohem Maße interessiert. Für die Entscheidung zugunsten eines Parkstandes zum Abhalten der Ruhephase sind die Informationen über freie Parkstände auf Grundlage der durchgeführten Befragung eine wichtige Hilfe. Durch die Messungen konnte diese Aussage allerdings nicht verifiziert werden.
2. Bei der Untersuchung des Parkplatzwahlverhaltens konnte trotz des geäußerten Interesses keine signifikante Veränderung beim Vergleich der Messphasen mit unterschiedlichem Informationsumfang des PLS nachgewiesen werden: Hohe Auslastungen in der PWC Pfingstweide und der PWC Stauferburg wurden nicht in nennenswertem Umfang abgebaut, freie Parkstände auf der T+R Langen-Bergheim wurden nicht genutzt. Auch ein Einfluss des PLS auf den Parksuchverkehr konnte nicht festgestellt werden.
3. Das Parkverhalten innerhalb der Rastanlagen wurde ebenfalls räumlich und zeitlich differenziert untersucht. Positiv zeigte sich hier die sortiertere Befüllung nach Einführung des PLS: Zuerst werden die StVO-Parkstände gefüllt, es folgt das geduldete Parken in Fahrgassen z.B. hinter den gefüllten Schrägparkständen und erst im Anschluss daran bei hohem Parkdruck auch behinderndes und gefährdendes Parken. Die zusätzliche Bereitstellung von Parkinformationen innerhalb der Rastanlagen hat diesen gewünschten Effekt weiter unterstützt.
4. Während der Messphasen entspannte sich der ursprünglich vorhandene Parkdruck aufgrund des Rückgangs des Lkw-Verkehrs. Neben der allgemeinen Verkehrsentwicklung spielte auch die Brückenproblematik auf der BAB A45 für den Rückgang eine Rolle. Daraus folgend war für Lkw-Fahrerinnen und Fahrer die Entscheidung zugunsten einer Rastanlage mit freien Parkständen weniger relevant.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die folgenden offenen Fragestellungen zum Lkw-Parken erkannt

- Analyse der Kapazität von Längsparkstreifen als dynamische Größe
 - Untersuchung des Zusammenspiels der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf das Parkverhalten von Lkw-Fahrerinnen und Fahrern auf Rastanlagen
 - Weitere Analyse von kurzen Verweilzeiten auf Rastanlagen
- die nicht Teil des vorliegenden Forschungsvorhabens waren.

Summary

1. Task

Despite the extensive expansion and new construction of rest areas in the last years, there has been a significant deficit between the demand for parking facilities for trucks on motorways and the supply, which leads to bottlenecks at rest areas and to safety problems. The Federal Ministry of Transport wants to significantly reduce this deficit with a “5-point action plan”. Among other things, the use of parking guidance systems should reduce truck traffic looking for a parking space and the existing truck parking space should be used even better. The present research project is dedicated to this question.

In the run-up to the research project, a concept for a nationwide truck parking guidance system (PLS) for rest areas on federal motorways was developed and set up in a test area (PLS BAB A45). The test area of the Autobahn GmbH des Bundes is located on the BAB A45 between the Langenselbold-West and Munzenberg junctions in the direction of Gießen. The rest areas “PWC Auf der Pflingstweide Ost”, “T+R Langen-Bergheim Ost”, “PWC Auf der Nachtweide” and “PWC Stauferburg Ost” are located in the test area. Between the rest areas are the exits AS 40 Hammersbach, AS 39 Altenstadt, AS 38 Florstadt, AS 37, Wölfersheim. The test area ends to the north with the AS 36 Munzenberg.

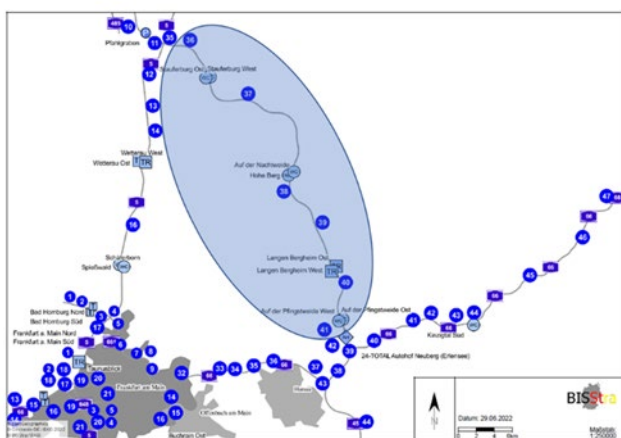


Figure 1 1: Location of the test field in the motorway network (Source: Geobasis data: © GeoBasis-DE / BKG 2022, own editing)

Between 8:00 p.m. and 8:00 a.m. the following day, a total of 236 truck parking spaces are available for StVO-compliant parking at the rest areas in the test area. In the period from 8 a.m. to 8 p.m. there are 184 parking spaces. "Tolerated" parking is available in 74 positions. Another 64 positions are obstructed and 28 positions are dangerous.

2. Method of investigation

The primary goal of the PLS BAB A45 is the determination and communication of the free truck parking spaces at the mentioned service areas with the help of a "parking detection system with area coverage". The core of the parking space detection system of the PLS BAB A45 are 3D lasers that scan the surfaces of the parking areas at approx. 15°s intervals. The system then performs a spatially differentiated calculation. The parking information was provided in the project via variable message signs on the highway and within the rest areas.

To test the effectiveness of the PLS, truck route data was determined using the license plate detection method. A camera system was deployed consisting of an ANPR camera, a radar detector, a power supply system, a mass storage device, a communications module and pre-installed software. The system was used to identify the vehicle type and the position of the license plate, the license plate was evaluated and stored in encrypted form on a mass storage device.

The measurements and evaluations comprised a total of 7 phases in which different amounts of information were offered to the trucks traveling on the A45 motorway in the direction of Giessen:

- Phase 1: no information, all scoreboards are dark
- Phase 2: The information "Free parking spaces at the following service area" is offered.
- Phase 3: The information "free parking spaces at the following rest area and at the 2 other following rest areas" is offered.
- Phase 4: Evaluations
- Phase 5: Information according to phase 3.
- Phase 6: Information according to phase 3 and additional information on free parking spaces at the branching points within the rest area.
- Phase 7: Evaluations.

Indicators were defined in advance, from which a statement on the effectiveness of the parking guidance system was expected:

1. Number of truck entrances and exits per rest area.
2. Waiting time of trucks per rest area.
3. Number of trucks passing through per rest area.
4. Maximum occupancy per service area.
5. Number of trucks parked in each parking area.

In data collection phases 1 to 3 (period from September 13th, 2021 to December 19th, 2021), 143,393 license plates were recorded in 13 cross-sections of the investigation area. From this, 62,188 license plates could be assigned to the 44 different routes in the test area. There was no route assignment for 8,973 license plates.

The route file based on the individual truck enables a variety of evaluations of the frequency and temporal distribution of the routes. This also makes it possible to compare the results in the three survey phases.

In the area of occupancy measurement, the occupancy data provided by the test field operator for all measurement phases 1 to 3 as well as 5 and 6 were taken at approx. 15s intervals, archived and made available for later evaluations.

In contrast to license plate recognition, occupancy measurement enables an answer to the question of where trucks are parked. With marked parking spaces, it is possible to analyze parking behavior based on the individual parked truck. For parallel parking lanes, only the occupancy or the number of free parking spaces can be called up at a flat rate.

The evaluations of the occupancy measurement also showed the potential for the effectiveness studies here.

The third type of data relates to the automatic traffic counts with the permanent counting stations installed in the study area. The truck traffic data was selected for survey phases 1 to 3 as well as 5 and 6 and archived on the researcher's server for evaluation. They also serve to discuss the extent to which general traffic trends have affected truck parking volumes.

Thus, extensive data were available for a differentiated analysis of the effectiveness of the PLS and the hypotheses formulated at the beginning:

- The PLS reduces parking in obstructive/dangerous parking spaces if free parking spaces are available;
- A PLS is primarily of interest to long-term parkers. With the PLS, a free parking space for long-term parking is found more directly and quickly;
- A PLS improves comfort for truck drivers and thus also helps to reduce stress

being checked.

3. Research Results

The essential result of the evaluation of the effectiveness of the PLS was an equalization of the run-up phases of the different parts within the parking areas.

In phase 2 (display of free parking spaces at the next service area), there was still no significant change compared to the zero case (no display). In contrast, in phase 3 (display of the free parking spaces of the following 3 rest areas), a clear change in the ramp-up of the occupancy of the parking areas within the rest areas was noticeable: First the legal parking spaces are occupied, followed by the tolerated parking in driving lanes e.g. behind the filled inclined parking spaces and only then with high parking pressure also obstructive and dangerous parking.

The congestion found at the rest areas PWC Pfingstweide, PWC Nachtweide and PWC Staufferburg decreased in the course of phases 1 to 3 as well as 5 and 6, but primarily due to the general traffic development. A redistribution of long-term parking to T+R Langenbergheim, which has reserves of free parking spaces at all hours of the day, could not be proven to any significant extent during the measurement phases.

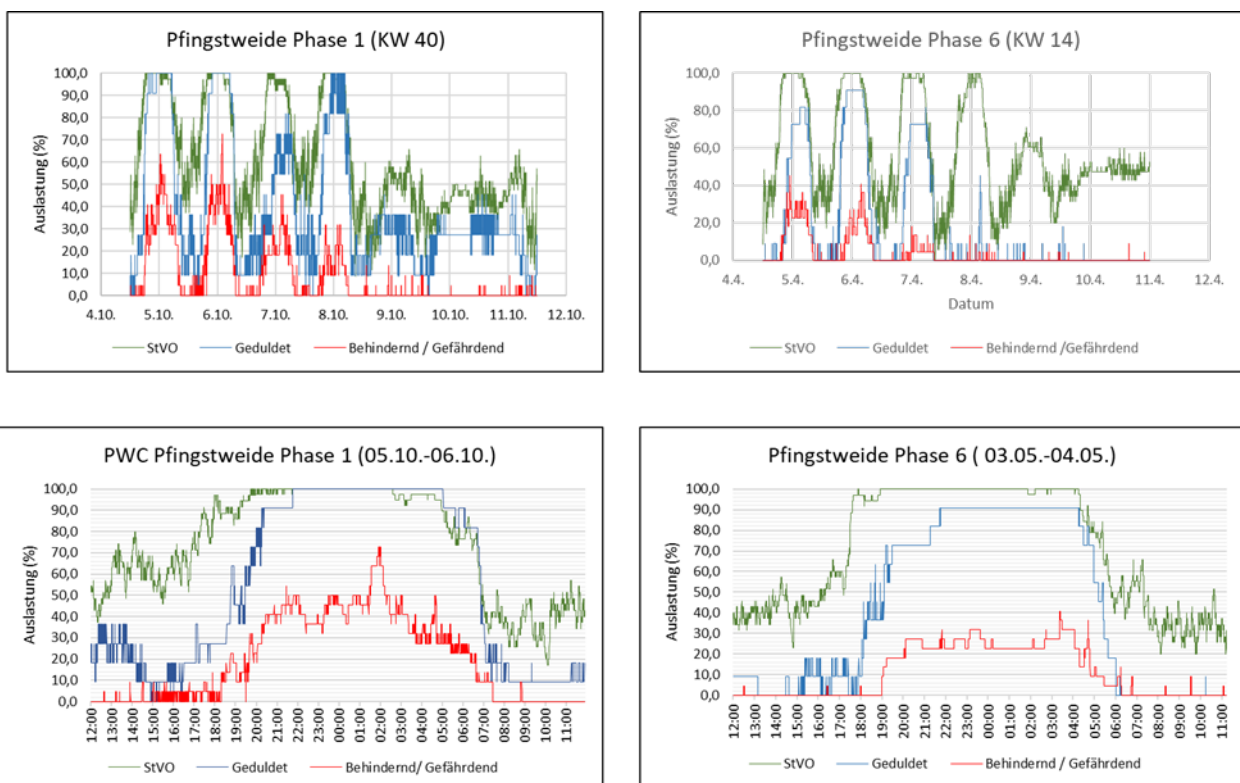


Figure 3 1: Course of occupancy using the example of the PWC Pfingstweide

The developments to a changed ramp-up of the occupancy of the individual parking areas, as they could be shown for the first three measurement phases, also continued in measurement phase 5 (no change in the information offered compared to phase 3) and measurement phase 6 (internal PLS is also active) continued. The evaluation of the occupancy showed a stabilization of the trend towards an orderly filling of the parking areas.

The main objective for the PLS, namely better use of the available parking space, appears to have been achieved through the improved increase in parking space occupancy. On the other hand, the desired redistribution of occupancy across rest areas was not achieved, whereby the busy rest areas Pfingstweide and Stauferburg should have been relieved and the free capacities of the rest areas Langen-Bergheim and Nachtweide should have been better utilised.

A survey of 205 truck drivers was carried out to support the evaluation of the parking guidance system (PLS) based on license plate recognition and occupancy measurement on the A45.

84% of those surveyed stated that they spent the legal daily rest period (approx. 9-12 hours) or a longer break at the rest area. When the end of the driving time has been reached and the parking lot that has been driven to no longer has any vacancies, 48% of the truck drivers surveyed drive on to the next motorway service station or exit the motorway. 32% would switch to parking spaces for cars or buses within the rest area. Almost 14% of those surveyed stated that they parked in the driving lane or in the entrance or exit area when truck parking spaces were occupied.

60% of the truck drivers who stated that they had seen the external PLS stated that they had already driven to an earlier or later parking space for which (more) free truck parking spaces were available because of the information about free truck parking spaces were displayed.

There is less willingness to interrupt the driving time prematurely and drive to an earlier parking space in order to be sure to find a free truck parking space.

Almost all respondents agreed with the statement that with the help of the external DCS when looking for a parking space, you no longer have to drive through fully occupied rest areas, but can drive to rest areas with free capacities. About 88% of all respondents rated the readability and comprehensibility of the external PLS as "very good". The large majority of those questioned also stated that with the help of the internal PLS it is easier to find a lane with free truck parking spaces.

Regarding the inner PLS, 85% of those questioned who had parked in Pfingstweide/Nachtweide stated that they had decided to park in a specific lane based on the information.

4. Implications for practice

If we summarize all the findings, the following picture emerges:

1. Truck drivers whose driving time has to be interrupted in order to take a break are very interested in the information from the PLS about free parking spaces. The information on free parking spaces based on the survey carried out is an important aid for the decision in favor of a parking space for the rest period. However, this statement could not be verified by the measurements.
2. When examining the parking choice behavior, despite the interest expressed, no significant change could be detected when comparing the measurement phases with different amounts of information from the PLS: High occupancy rates in the rest areas PWC Pflingstweide and the PWC Stauferburg were not reduced to any significant extent, free parking spaces on the T+ R Langen-Bergheim were not used. An influence of the PLS on the parking search traffic could not be determined either.
3. The parking behavior within the rest areas was also examined in a spatially and temporally differentiated manner. The more sorted filling after the introduction of the PLS was positive here: First the legal parking spaces are filled, followed by tolerated parking in driving lanes, e.g. behind the filled inclined parking spaces, and only then with high parking pressure also obstructive and dangerous parking. The additional provision of parking information within the rest areas has further supported this desired effect.
4. During the measurement phases, the originally existing parking pressure relaxed due to the decrease in truck traffic. In addition to the general traffic development, the bridge problem on the BAB A45 also played a role in the decline. As a result, the decision in favor of a rest area with free parking spaces was less relevant for truck drivers.

The following open questions about truck parking were identified as part of the investigations

- Analysis of the capacity of parallel parking lanes as a dynamic variable
- Investigation of the interaction of the different influencing factors on the parking behavior of truck drivers at rest areas
- Further analysis of short dwell times at rest areas which were not part of the present research project.