

# Straßen- verkehrstechnik

3



www.strassenverkehrstechnik-online.de

# Lkw-Parkmanagementsystem auf BAB in Bayern am Beispiel der Park- und Rastanlage Offenbau

Andreas von Dobschütz, Ina Partzsch, Michael Maurer und Bernhard Niechoj

Verfasseranschriften:  
 BOR Dipl.-Ing.  
 A. von Dobschütz,  
 Bayerische Straßenbau-  
 verwaltung Zentralstelle für  
 Verkehrsmanagement  
 München,  
 Winzerstr. 43,  
 80797 München,  
 andreas.dobschuetz@abdsb.bayern.de;  
 Dipl.-Ing. I. Partzsch,  
 Fraunhofer-Institut  
 für Verkehrs- und Infra-  
 struktursysteme IV,  
 Zeunerstr. 38,  
 01069 Dresden,  
 ina.partzsch@ivi.fraunhofer.de;  
 M. Maurer,  
 Volkman & Roszbach  
 GmbH & Co. KG,  
 Hohe Straße 9-17,  
 56410 Montabaur,  
 m.maurer@volkmann-  
 rossbach.de;  
 Dipl.-Ing. (FH) B. Niechoj,  
 Niechoj GmbH,  
 Bildstock 5,  
 88085 Langenargen,  
 bernhard.niechoj@niechoj.de

Die Bayerische Straßenbauverwaltung unterstützt seit 2007 aktiv die Entwicklungen von telematischen Detektionseinrichtungen zur dynamischen Belegungserfassung von Lkw-Stellflächen an Bundesautobahnen. Im Rahmen von insgesamt drei Pilotanlagen wurden in Bayern die unterschiedlichsten Verfahren bzw. Arten von Detektionssystemen getestet. Im Beitrag wird explizit auf das Testfeld Offenbau an der BAB A 9 zwischen München und Nürnberg eingegangen. Exemplarisch wird ein System vorgestellt, welches erfolgreich die gestellten Anforderungen an ein telematisches Zählsystem zur Belegungserfassung einhalten konnte. Die Arbeiten der Bayerischen Straßenbauverwaltung unterstützen hierbei die Aktivitäten auf Bundesebene durch die BAST und das BMVBS, eine technische Lösung für die dynamische Stellplatzdetektion an BAB-Strecken zu erhalten.

Since 2007, the Bavarian Road Administration actively supports the development of telematic sensor units to dynamically detect the occupancy rates of HGW parking facilities along the Federal Motorways. Various different methods and forms of sensors have been tested on three test sites in Bavaria. The article will explicitly focus on the test site Offenbau, which is located at the A 9 between Munich and Nuremberg. It shall serve as an example to demonstrate a system that could successfully meet the demands for a telematic counting system to detect occupancy. The work on the Bavarian side is in line with and supports the activities on the federal German level, of the Federal Highway Research Institute and the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development to find a technical solution for dynamic occupancy detection on Motorways.

## 1 Motivation und Zielstellung

Immer noch wird der Güterfernverkehr in Deutschland zum großen Teil vom Verkehrsträger Straße abgewickelt. Es ist zu beobachten, dass die Verkehrsleistung somit weiterhin in direkter Verbindung zu konjunkturellen Schwankungen innerhalb der EU und insbesondere der Bundesrepublik Deutschland steht. Dies konnte u.a. 2007 im Netz der Bundesautobahnen (BAB) der Autobahndirektion Nordbayern beobachtet werden. Nicht nur die Veränderungen europäischer Rahmenbedingungen, wie z.B. die Erweiterung des EU-Wirtschaftsraumes auf die östlichen Nachbarländer Bayerns, wirkten sich auf den straßengebundenen Güterkraftverkehr aus, sondern auch die Zunahme der Wirtschaftsleistung in der Bundesrepublik Deutschland (BMVBS, 2006). So konnte in den Jahren 2006 bis 2008 im BAB-Streckennetz der Autobahndirektion Nordbayern innerhalb von drei Jahren ein signifikanter Zuwachs von Fahrten mit Lkw (> 3,5 t zGG) beobachtet werden. Exemplarisch sind hier die BAB A 3 oder BAB A 6 zu nennen. Bei hohen durchschnittli-

chen Belastungen von ca. 12.000 Lkw/Tag betrug das absolute Wachstum teilweise bis zu ca. 1.000 Lkw/Tag.

Unabhängig von den Wachstumsraten der Verkehrsbelastung ist die Zunahme der Fahrleistung zu sehen. Die Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen (BMVBS, 2007) geht von einer Zunahme der Fahrleistung für Lkw, je nach Relation, um über 60 % bis zum Jahr 2025 aus. Dies wird insbesondere durch die Zunahme der langen Fahrten mit Lkw begründet. Daraus kann abgeleitet werden, dass zukünftig mit einer weiteren Zunahme des Parkdrucks an BAB-Strecken zu rechnen ist. Diese Zunahme kann unabhängig von einer eventuell stagnierenden absoluten Anzahl der Lkw-Belastung entlang der Fernverkehrsrouten gesehen werden. Ein dringender Handlungsbedarf kann aus diesem verkehrlichen Aspekt abgeleitet werden.

### 1.1 Ausgangslage

Um planerische Grundlegenden zum Aufkommen und Verhalten des ruhenden Verkehrs an Betriebsstrecken der Bundes-

autobahnen zu erhalten, wurde bundesweit eine Vielzahl von Analysen durchgeführt. Die empirischen Grundlegenden wurden hierbei in der Regel durch Zählungen und Befragungen im Straßenraum gewonnen.

Auch im Zuständigkeitsbereich der Autobahndirektion Nordbayern wurden solche Analysen und Erhebungen durchgeführt. Neben den klassischen Stichprobenzählungen wurde hier auch eine neuartige, sehr wirtschaftliche Methode zur Flächen-erhebung angewandt. Diese kann auch anderen Straßenbauverwaltungen empfohlen werden, weil

- die sehr heterogene Nachfragecharakteristik bezüglich des Lkw-Verkehrsaufkommens, wie sie u.a. auf unterschiedlichen BAB-Strecken in Bayern auftritt, messtechnisch erfasst werden kann,
- das Fehlen von verkehrstechnischen Einrichtungen, die statistisch abgesicherte Belastungswerte liefern, kompensiert werden kann,
- eine höhere statistische Qualität im Vergleich zu Stichprobenzählungen erzielt werden kann und
- die detaillierte Abbildung der Nutzungs-

charakteristik einer Rastanlage möglich wird.

In Zusammenarbeit mit der Firma CAT GmbH wurde hierbei ein portables und besonders leicht in und außer Betrieb zu nehmendes System entwickelt und eingesetzt, das in der Lage ist, über einen Zeitraum von bis zu sieben Werktagen mittels Fahrzeugwiedererkennung die Verweilzeiten von Pkw und Lkw in Rastanlagen zu ermitteln. Beispielhaft sind im Bild 1 die unterschiedlichen Verweilzeiten und die Belegungsanzahl einer großen Tank- und Rast-Anlage (T+R-Anlage) dargestellt.

Zusätzlich zu den unmittelbaren verkehrlichen Erkenntnissen, u.a. über

- deutliche Überlastungserscheinungen in den Nachtstunden und
- Verweilzeiten entsprechend der Lenk- und Ruhezeitregelung

konnte bei einer Vielzahl von Anlagen Parksuchverkehr identifiziert werden. Dieser tritt ein, wenn die Anlage bereits deutlich überlastet ist. Gründe hierfür sind u.a., dass neben den nach StVO ausgewiesenen Parkflächen auch sämtliche Restflächen, wie z.B. Pkw-Parkbuchten oder Fahrgassen, mit stehenden Lkw-Fahrzeugen belegt sind. Der Parksuchverkehr kann anhand sehr kurzer Verweilzeiten (= Durchfahrtszeit durch die Anlage) identifiziert werden, die in den Nachtstunden signifikant ansteigen.

Parksuchverkehr von Lkw an Rastanlagen ist nicht nur aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht unerwünscht, sondern auch aus Erwägungen bezüglich von Verkehrssicherheitsaspekten als kritisch zu betrachten, sodass Gegenmaßnahmen dringend geboten sind.

### 1.2 Aufgabenstellung

Um den Mangel an Parkraum koordiniert zu beheben, können zwei grundsätzliche Lösungsansätze unterschieden werden:

- weitere bedarfsgerechte bauliche Ausweitung von Lkw-Stellflächen,
- Maßnahmen zur optimalen Nutzung von vorhandenen Kapazitäten, insbesondere durch den Einsatz von Intelligenen Verkehrssystemen (IVS).

Die klassischen baulichen Maßnahmen werden hier nicht näher betrachtet, da das BMVBS und somit viele Länderverwaltungen, aufbauend auf der Erhebung durch die BAST im Jahr 2008, bereits Investitionsschwerpunkte für den bedarfsgerechten Ausbau gesetzt haben.

Dieser Beitrag widmet sich dem zweitgenannten Lösungsansatz, nämlich durch

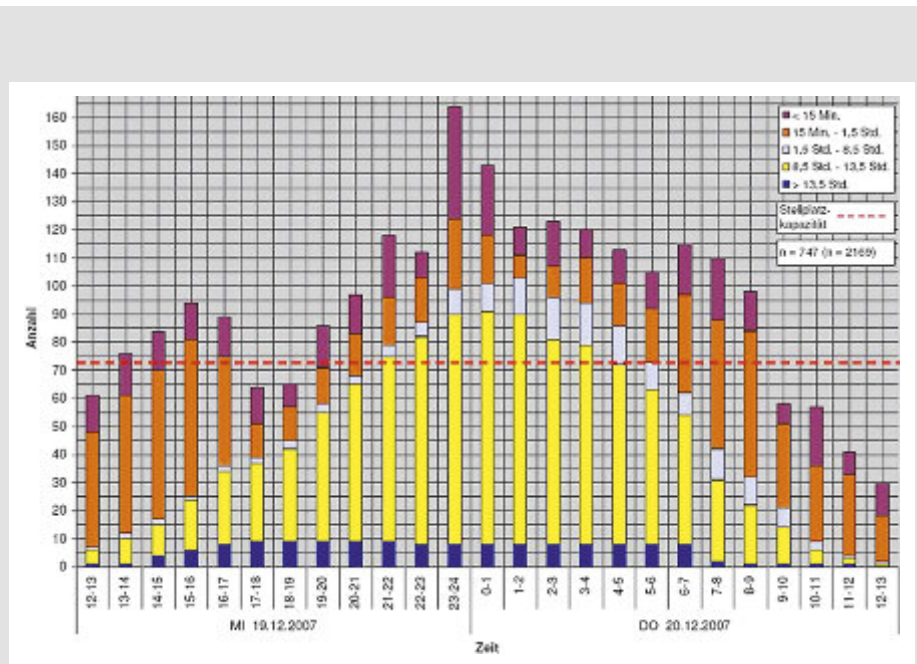


Bild 1: Nachfrageintensität (absolut) der verweilenden Lkw in der jeweiligen Zeitklasse je Stunde (ABDN, 2008)

IVS eine optimale Ausnutzung der vorhandenen und zukünftig neu entstehenden Lkw-Stellplatzkapazitäten zu erreichen. Insbesondere wird auf die Aktivitäten der bayerischen Straßenbauverwaltung eingegangen, die seit 2007 in mehreren Testfeldern Erfahrung aus Sicht eines Straßenbetreibers sammeln konnte. Nachfolgend finden sich hierzu einige Grundaspekte, wie die Belegung von Lkw-Stellflächen zum Zweck der Verkehrsinformation und Verkehrssteuerung ermittelt werden können.

### 1.3 Angewandte Erfassungsmethoden

Im Kern der bayerischen Testfelder werden sowohl Neuentwicklungen, als auch am Markt vorhandene Detektionsverfahren für die Ermittlung der Lkw-Belegung auf Rastanlagen pilothaft getestet. Im Mittelpunkt stehen hierbei insbesondere:

- Art der Belegungsermittlung (indirekt/direkt),

- Komponentenauswahl (Detektion, Datenübertragung, Datenverarbeitung, Anzeigen, Energieversorgung),
- Anordnung und dem Einbau von Komponenten,
- betriebliche Abläufe,
- Kosten.

Angedacht ist, die Erkenntnisse aus den Pilotprojekten in Bayern für ein flächendeckendes Streckenmanagement im Zuge der hochbelasteten BAB-Strecken einzusetzen.

Nach Stand der Technik werden zwei Grundprinzipien der Belegungsermittlung unterschieden: die direkte und die indirekte Belegungsdetektion (Bild 2).

Bei der direkten Belegungsermittlung wird prinzipiell auf die verfügbare Fläche abgezielt. Insbesondere die Verfahren, die z.B. mit Videodetektion arbeiten, können hier zusätzlich eine Klassifizierung der erkannten Objekte durchführen. Ein grundsätzlicher Nachteil dieses Verfahrens ist je-

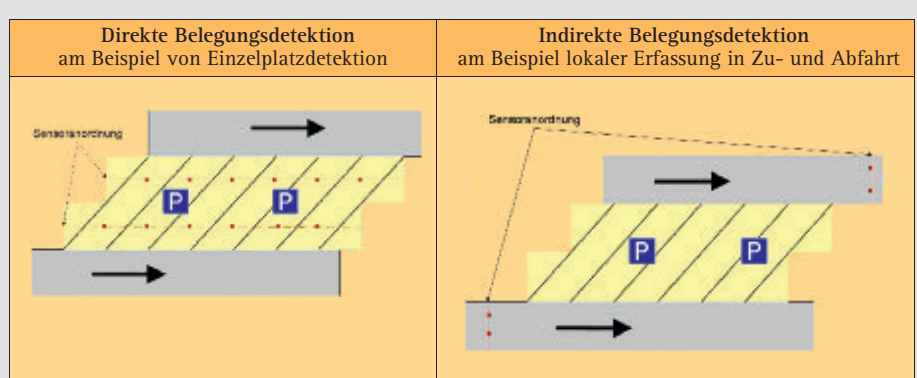


Bild 2: Prinzipdarstellung der Detektionsarten

Tabelle 1: Übersicht Technologien (ABDN, 2010)

Belegungsdetektion	Direkte Belegungsdetektion	Indirekte Belegungsdetektion in den Ein- und Ausfahrten
Magnetfeldsensor	X	X
Induktionsschleife	auf den einzelnen Stellplätzen	
Terminal und Schranke	X	X
Kennzeichenerfassung		X
Laserscanner		X
Videodetektion	X	über Kopf

doch, dass die Kosten pro Stellplatz direkt an die Stellplatzanzahl gekoppelt sind. Dem gegenüber steht das Prinzip der indirekten Belegungsdetektion. Über lokale Verkehrsdatenerfassungseinrichtungen in Zu- und Abfahrt wird die Belegung nach dem Bilanzierungsprinzip erfasst. Vereinzelt bestehen auch Mischformen (direkte und indirekte Belegungsermittlung), die z. B. durch eine Fahrzeugwiedererkennung erfolgt.

Beide dargestellten Prinzipien können mit allen im Verkehrsbereich üblichen Messtechniken umgesetzt werden. Eine Auswahl hierzu findet sich in der Tabelle 1.

## 2 Ermittlung der Stellplatzbelegung

Im Rahmen einer vergleichenden Studie, die die BAST im Auftrag des BMVBS durchführt, werden alle in Deutschland an BAB-Strecken vorhandenen Pilotanlagen mit automatischer Ermittlung der Stellplatzbelegung verglichen und bewertet. Die Thematik der Detektion ist zurzeit auch Gegenstand nationaler und europäischer Forschungsprojekte.

### 2.1 Spezifische Anforderungen Parkplatz-erfassung

Die Erfassung der belegten und freien Stellplätze stellt besondere Anforderungen an die Erfassungstechnik, die sich von denen üblicher Verkehrsdatensysteme erheblich unterscheidet. Die Anforderungen lassen sich nach baulichen, verkehrlichen und verkehrstechnischen Aspekten unterscheiden:

- Bauliche Anforderungen: Fahrspurbreite, Kurvenradien, definierte Zu- und Abfahrten (BMVBS, 1981). Dies ist darin begründet, dass die Fahrbahnbreite in den Ein- und Ausfahrten mit bis zu 7 m wesentlich breiter ist als auf normalen Fahrbahnen und auch zeitweise stehende und rückwärts fahrende Fahrzeuge richtig erfasst werden müssen.

- Verkehrliche Anforderungen: hinzu kommt das extrem kleine Verhältnis von vorhandenen Stellplätzen und täglicher bzw. wöchentlicher Durchfahrtsfrequenz.
- Verkehrstechnische Anforderungen: längenbasierende Fahrzeugklassifizierung erforderlich, hochgenaue Belegungserfassung erforderlich, da die Weitergabe von Fehlinformation des Belegungsstandes an die Verkehrsteilnehmer nicht zulässig ist.
- Betriebstechnische Anforderungen: geringer Kalibrierungsaufwand, wartungsarmer und möglichst vollautomatischer Betrieb, Zugänglichkeit des Detektors.
- Wirtschaftliche Anforderungen: geringe Investitionskosten, geringe Betriebskosten.

Die Genauigkeitsanforderung wird am nachfolgenden Beispiel verdeutlicht:

Eine typische PWC-Anlage mit z.B. 20 Lkw-Stellplätzen wird täglich in der Regel von mehr als 1.000 Fahrzeugen durchfahren. Bei einer Falschklassifizierung von nur 1 %, was bereits deutlich über den Genauigkeitsanforderungen der Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS, 2002) liegen würde, ergäbe sich eine tägliche Fehlbelegung von zehn Stellplätzen. Dies entspricht 50 % der insgesamt verfügbaren Plätze. Hinzu kommt, dass sich die Fehler summieren könnten. Der Gesamtfehler könnte innerhalb weniger Tage die Gesamtanzahl der verfügbaren Stellplätze überschreiten. Daher ist es erforderlich, ein zuverlässiges Erfassungssystem in den Ein- und Ausfahrten einzusetzen, dessen Detektions- und Klassifizierungsfehler kleiner als 0,2 % der erfassten Fahrzeuge beträgt.

Für die Beurteilung der Stellplatzbelegung ist eine Erfassung in zwei oder drei Fahrzeugklassen ausreichend. Darüber hinaus ist auf der Parkplatzebene eine Parkplatz-Steuerungssoftware einzusetzen, die einen automatischen Abgleich der Ein- und Ausfahrtsdaten durchführt. Durch solch

einen intelligenten Messalgorithmus kann ein Wegdriften der sonst kumulierenden Fehler reduziert oder gänzlich verhindert werden. Um die genannten Fehler in der Genauigkeitsanforderung zu berücksichtigen ist es zweckmäßig, sowohl eine Obergrenze für die Genauigkeit der Messquerschnitte in Ein- und Ausfahrt, und zusätzlich einen Maximalfehler für den kumulierten Fehler über einen Zeitraum von einer Woche festzulegen. Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass bei den Messquerschnitten ein Detektions- und Klassifizierungsfehler von  $\leq 0,3$  % sinnvoll ist. Für die kumulierte Belegungserfassung über sieben Tage ist ein Fehler von  $\leq \pm 2$  Fahrzeugen + zusätzliche 4 % der verfügbaren Stellplätze für die einzelnen Fahrzeugklassen eine sinnvolle und technisch erreichbare Genauigkeitsanforderung.

### 2.2 Qualitätskennzahl GEH-Wert

Um an unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlichen Verkehrsbelastungen eine Einschätzung treffen zu können, wie gut ein Zählsystem die Wirklichkeit erfasst, kann der empirische GEH-Wert (TfL, 2006) verwendet werden. Er bildet die Anpassung („goodness of fit“) zwischen gezählten und gemessenen Verkehrsströmen ab. Je stärker die betrachteten Verkehrsströme sind, umso aussagefähiger ist der GEH-Wert. Der GEH-Wert ist wie folgt definiert:

$$GEH = \sqrt{\frac{(M - C)^2}{\frac{M + C}{2}}}$$

mit  
M = Messwert  
C = Wert der Zählung.

Die Empirie hat gezeigt, dass ein GEH-Wert unter 5 eine gute Anpassung darstellt.

## 3 Vorstellung des ParkDetek Systems

In den bisher durchgeführten technologie-offenen Untersuchungen konnte lediglich das ParkDetek Erfassungssystem die unter 2.1 beschriebenen Genauigkeiten erfüllen. Da es sich um einen neuen technologischen Ansatz zur hochgenauen Verkehrsdatenerfassung handelt, soll das System hier näher vorgestellt werden.

### 3.1 Hintergrund

Bei der Entwicklung wurde konsequent die

Kooperation zwischen Unternehmen und Anwendern verfolgt. Dadurch konnten die Bedürfnisse der Anwender optimal in die Systementwicklung einfließen. Die einzelnen Entwicklungsschritte sind nachfolgend dargestellt.

Die Firma Niechoj, ein Gruppenmitglied der Volkmann & Rossbach GmbH & Co. KG (V & R), beschäftigt sich seit Mitte der 90er Jahre mit der berührungslosen Erfassung von Verkehrsdaten. Problemanalysen haben gezeigt, dass es für die Erfassung der Parkplatzbelegung nach dem Bilanzierungsprinzip eines anderen systemtechnischen Ansatzes, gegenüber der herkömmlichen streckenbezogenen Verkehrsdaterfassung, bedarf. Aus diesem Grunde wurde die Kombination aus einem neu entwickelten Bodenradarsensor und einem Laserscanner gewählt.

Schon bei den ersten praktischen Tests des Bodenradarsensors zeigten sich vielversprechende Ergebnisse bei der Detektion- und Längenmessung.

Insbesondere konnte das Problem von dicht hintereinander fahrenden Fahrzeugen und stehenden Fahrzeugen im Erfassungsbereich gelöst werden. Im nächsten

Schritt wurde im Januar 2010 eine praktische Demonstration, unter Einbeziehung der Bundesanstalt für Straßenwesen und des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz, mit mehreren hundert Überfahrten durchgeführt. Bei dieser Demonstration wurde das Potenzial des neuen Erfassungskonzeptes von allen Beteiligten als sehr gut bewertet. Von den Verantwortlichen des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz wurde für die weitere Entwicklung ein Testfeld auf der T+R-Anlage Brohltal-Ost an der BAB A 61 und ein Testquerschnitt an einer Landesstraße im Westerwald zur Verfügung gestellt. An beiden Querschnitten konnte das System unter realen Bedingungen getestet und weiterentwickelt werden. Seit Sommer 2011 wird die Belegung der Lkw-Stellplätze der T+R-Anlage Brohltal-Ost kontinuierlich durch das System erfasst. Durch die bauliche Trennung der Parkbereiche ist eine Klassifizierung in zwei Fahrzeugklassen nicht erforderlich.

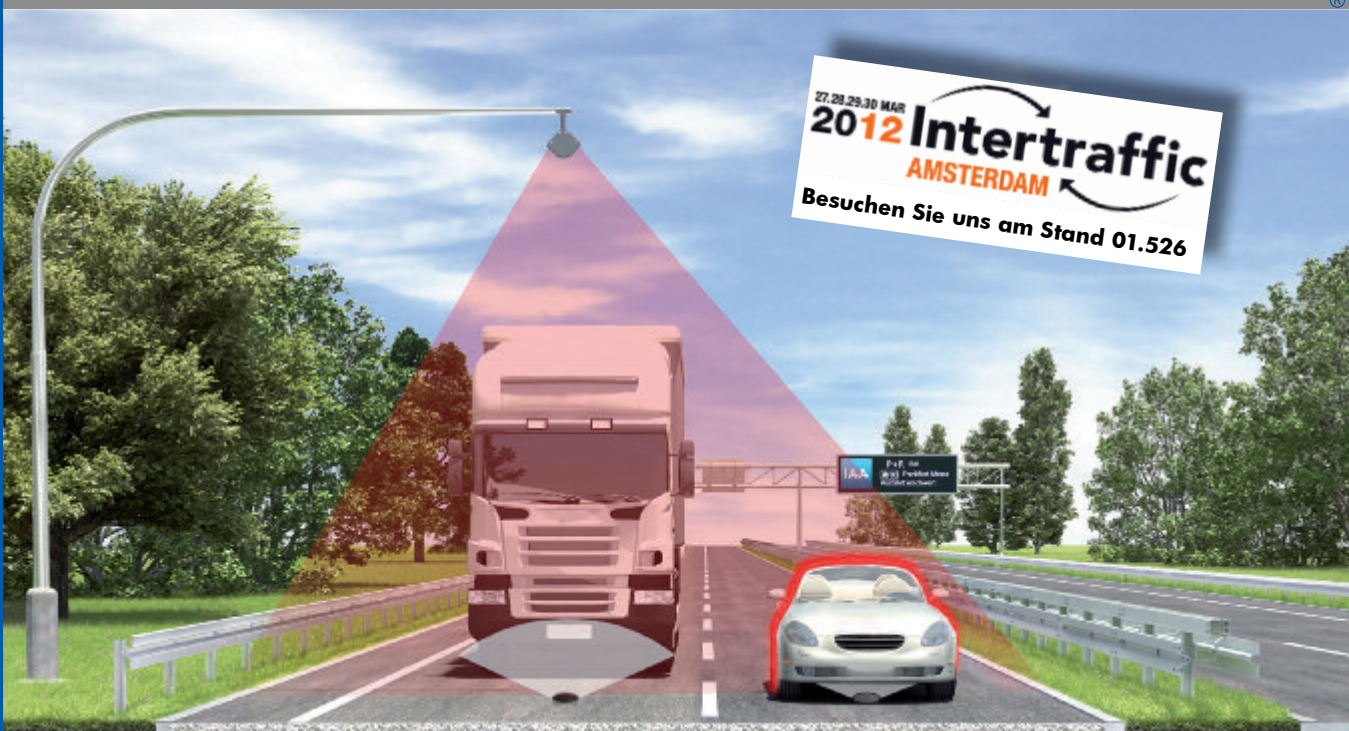
Parallel dazu wurde im Juli 2010 das System und die bis dahin vorliegenden Ergebnisse der Autobahndirektion Nordbayern vorgestellt. Im Rahmen einer Entwick-

lungspartnerschaft wurden gemeinsam zusätzliche Anforderungen an das System gestellt, die insbesondere die Klassifizierung in mindestens zwei Fahrzeugklassen und die Langzeitstabilität betreffen. Für diese Entwicklung stellte die Autobahndirektion Nordbayern das Testfeld an der Parkplatz mit WC-Anlage (PWC-Anlage) Offenbau an der BAB A 9 in Fahrtrichtung Nürnberg zur Verfügung.

Die Konkretisierung der unter Punkt 2.1 genannten allgemeinen Anforderungen führte zu folgenden technischen Entwicklungszielen der lokalen Messquerschnitte:

1. Detektion und Klassifizierung von Fahrzeugen bei beliebiger Geschwindigkeit ( $v \geq 0$  km/h) und Fahrtrichtung.
2. Detektion und Klassifizierung auf überbreiten Fahrbahnen ( $B \leq 8$  m) ohne eindeutige Spurzuordnung.
3. Detektion und Klassifizierung von nebeneinander fahrenden oder überholenden Fahrzeugen.
4. Detektion und Klassifizierung von beliebig lange im Erfassungsbereich stehenden Fahrzeugen.
5. Detektionsrate Fahrzeuggesamtmenge besser 99,7 % am Einzelquerschnitt.

## ParkDetek - hochgenaue Fahrzeugerkennung auf Tank- und Rastanlagen MultiSens - modulares Verkehrsdatensystem aus Radar- und Lasersensoren



VOLKMAN & ROSSBACH GmbH Co. KG • Hohe Straße 9-17 • D-56410 Montabaur  
Tel.: +49 (0) 2602 135-0 • Fax: -490 • [www.volkman-rossbach.de](http://www.volkman-rossbach.de)



Bild 3: Anordnung GroundSens in der Fahrbahn

6. Klassifizierung in mindestens zwei Fahrzeugklassen.
7. Klassifizierungsfehler je Fahrzeugklasse < 1 %.

Für die Gesamtanlage wurden obige Anforderungen an die Einzelquerschnitte um die Zeitkomponente erweitert, so dass nach sieben Tagen die Abweichung der Belegung pro Fahrzeugklasse maximal drei Fahrzeuge betragen darf. Aus Sicht der bayrischen Straßenbauverwaltung stellt dies einen hohen Qualitätsstandard dar, da die Anlage stark frequentiert ist. Die PWC-Anlage Offenbau befahren im Durchschnitt ca. 7.000 Fahrzeuge pro Woche.

### 3.2 Systemansatz

Das System ParkDetek basiert auf dem

neuentwickelten modularen Fahrzeugerfassungssystem MultiSens. MultiSens ist ein neuartiges Sensor-Kombinationssystem, das auf einem grundlegend neuen technologischen Ansatz basiert. Die zentrale Baugruppe ist dabei der in die Fahrbahn integrierte Radarsensor GroundSens, der die Besonderheit aufweist, eine geschwindigkeitsunabhängige Längenmessung der Fahrzeuge vorzunehmen. Nahezu alle bisher eingesetzten Klassifizierungssysteme arbeiten nach dem Prinzip zweier nacheinander überfahrener Messpunkte, z.B. Doppelschleife oder nacheinander angeordnete Magnetfeldsensoren, bei denen über das Weg-Zeit-Gesetz der gleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeit und dann aus Geschwindigkeit und Aufenthaltsdauer die Länge des überfahrenden Fahrzeuges bestimmt wird. Dieses Prinzip zur Längenermittlung funktioniert jedoch nur solange die Fahrzeuge mit konstanter Mindestgeschwindigkeit über den Sensor fahren. Hier unterscheidet sich der GroundSens Radarsensor grundsätzlich von den herkömmlichen Systemen, da zu jedem Zeitpunkt der Überfahrt die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird und über eine Integration der Geschwindigkeit die Fahrzeuglänge bestimmt wird. Dadurch wird auch bei Fahrzeugen, die den Sensor nicht mit konstanter Ge-

schwindigkeit überfahren oder zeitweilig stehen bleiben, eine korrekte Längenmessung durchgeführt. Diese Fahrmanöver sind typische Merkmale des Verkehrszustandes „Stop and Go“, der häufig in Einfahrtbereichen von Rastanlagen auftritt. Auch wenn die Fahrzeuglänge als alleinige Klassifizierungsgröße nicht ausreichend ist, so ist sie doch die zentrale Grundgröße für einen mehrstufigen Klassifizierungsalgorithmus.

### 3.3 MultiSens Erfassungsquerschnitt

Um die komplexen Anforderungen zu erfüllen, basiert das MultiSens System auf dem Zusammenwirken unterschiedlicher Sensoren. Aufgrund der variierenden und großen Fahrbahnbreiten werden mehrere GroundSens Bodenradarsensoren im Abstand von ca. 1,5 m in die Fahrbahn eingebaut (Bild 3).

Während die GroundSens Sensoren die Längsbewegung und Länge der Fahrzeuge sehr präzise erfassen, misst eine seitlich der Fahrbahn montierte Laserscannereinheit vom Typ ScanSens zusätzlich die Höhen und Breiten der Fahrzeuge. Des Weiteren können mit dem Laserscanner auch einspurige Fahrzeuge (Motorräder) und Anhängerdeichseln sicher erkannt werden (Bilder 4 bis 8).

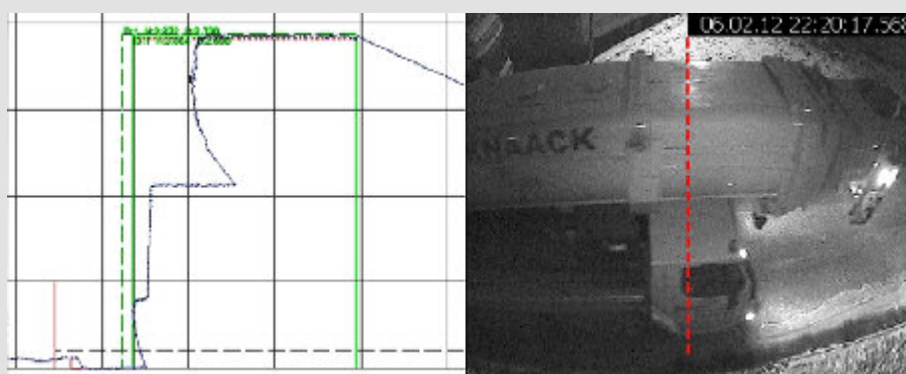


Bild 4: Scanprofil Kranfahrzeug

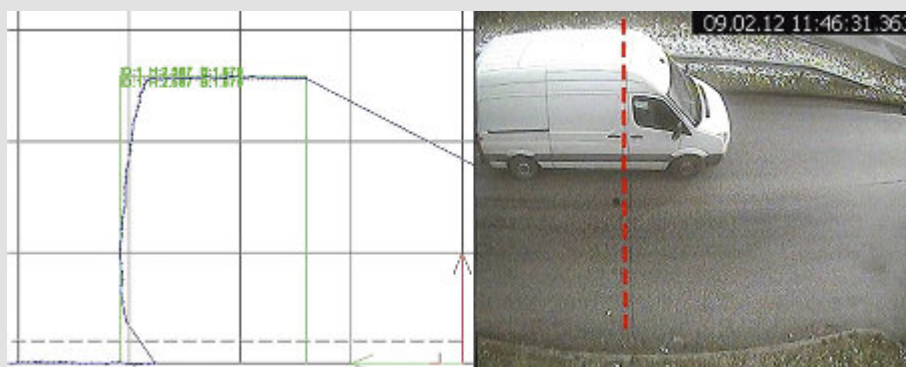


Bild 5: Scanprofil Lieferwagen

### 3.4 ParkDetek Parkplatzsteuerung

Die in den MultiSens X Controller aggregierten Verkehrsdaten werden in der Park Detek Parkplatzsteuerung zusammengeführt. Aufgrund von Messtoleranzen oder Schwankungen in den Messbedingungen bestehen meistens geringe Abweichungen zwischen den Ein- und Ausfahrtsmesswerten eines Fahrzeuges. Deshalb wird im nächsten Schritt durch einen geeigneten Algorithmus eine möglichst zuverlässige Zuordnung und Differenzbildung zwischen Ein- und Ausfahrtswerten durchgeführt. Kernbestandteil hierbei ist die Objektkenngroße, die aus den gemessenen Fahrzeugeigenschaften errechnet wird. Der Algorithmus vergleicht die Kenngrößen der ausfahrenden Fahrzeuge mit denen der zuvor eingefahrenen Fahrzeuge (Bild 9).

### 4 Referenzmessung am Testfeld Offenbau

Das im Abschnitt 3 vorgestellte ParkDetek

System wurde in einem zweiwöchigen realen Test durch das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI untersucht. Nachfolgende Ergebnisse basieren auf dem angefertigten Prüfbericht (Partzsch, 2012).

#### 4.1 Die Testanlage PWC Offenbau

Die PWC Anlage Offenbau, gelegen an der BAB A 9, Fahrtrichtung Nürnberg, Abschnitt 740, Station 3,5, hat 15 Lkw-Stellplätze und 32 Pkw-Stellplätze. In Einfahrt und Ausfahrt befindet sich jeweils ein MultiSens X Querschnitt für die Detektion, Vermessung und Klassifizierung der ein- und ausfahrenden Fahrzeuge. Am Standort stehen zur Fernbeobachtung drei UMTS-Kameras zur Verfügung (Bild 10).

#### 4.2 Überprüfungsmethodik

Über den Zeitraum vom 21.11. bis 7.12.2011 erfolgte mehrmals täglich der stichprobenartige Abgleich zwischen V & R-Zählung und Video-Aufnahmen unter Beachtung des Zeitversatzes der UMTS-Kameras und des Umstandes, dass die PWC-Anlage unbeleuchtet ist, so dass eine Beobachtung nur tagsüber in Frage kam. Dementsprechend wurden ruhige, sich nicht ändernde Situationen abgewartet. Die ersten drei Tage waren von Kalibrierungsaufgaben gekennzeichnet. Es folgte eine erste Testphase bei ruhigem Herbstwetter. Am 1.12.2011 bestand zu den Beobachtungszeiten keine vollständige UMTS-Verbindung, so dass keine Referenzbilder vorliegen. Daran schloss sich eine zweite Testphase mit starkem Sturm, Regen sowie Schnee und Schneeregen an (Tabelle 2).

Untersucht wurde nun die Langzeitstabilität anhand einer Messreihe von Messpunkten möglichst früh am Tag oder mit wenig Belegung. Zugrunde gelegt wird die Klassifizierung nach TLS in Pkw-ähnlich und Lkw-ähnlich.

#### 4.3 Ergebnisse

Das V & R-System ParkDetek bietet auf Basis dieses ersten Langzeittests eine gute Grundlage für die Detektion von Fahrzeugen im Ein- und Ausfahrtbereich einer Parkierungseinrichtung mit Differenzierung in Lkw- und Pkw-ähnliche Fahrzeuge.

Erkannte Schwachstellen werden im Nachgang zu diesem Test behoben. Eine zweite Testphase Anfang 2012 soll dann die vollständige Praxistauglichkeit (inkl.



Bild 6: Scanprofil Pkw mit Anhänger



Bild 7: Scanprofil Pkw

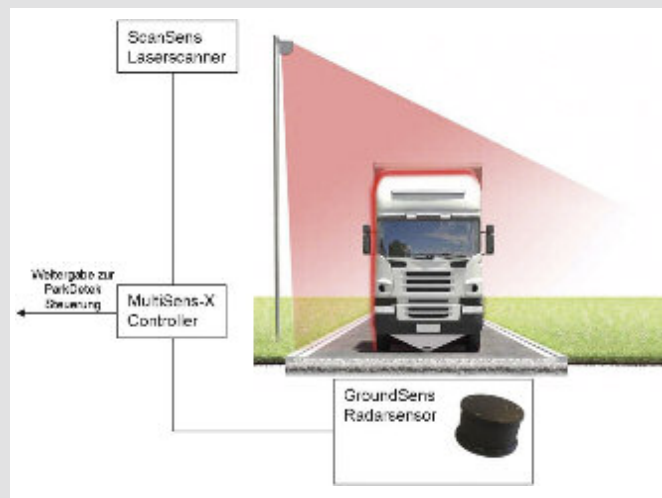


Bild 8: Typische Anordnung des MultiSens Erfassungssystems

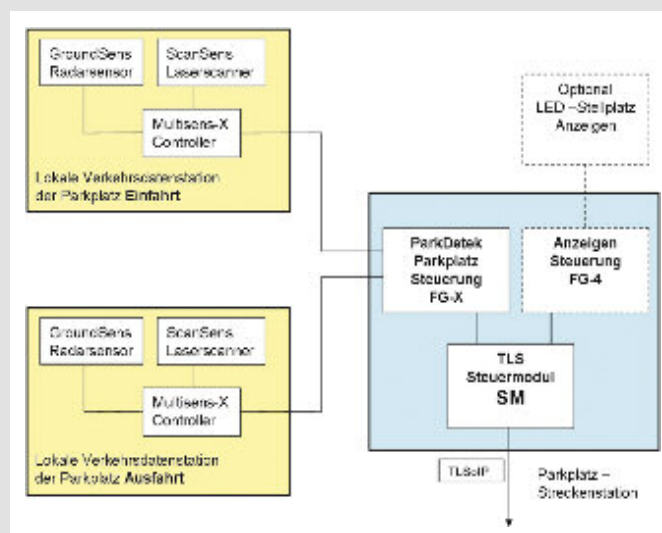


Bild 9: Parkplatzsteuerung



Bild 10: Standort PWC Offenbau mit MultiSens X Querschnitten und Kameras zur Fernbeobachtung

Schlechtwetterperioden und schwierigen Fahrsituationen) bestätigen. Insgesamt wurden vom V & R-System 25597 Datensätze im Zeitraum vom 24.11. bis 7.12.2011 an Ein- und Ausfahrt erfasst, wobei in der Regel für jedes Fahrzeug zwei Datensätze vorliegen (Bild 11). Die ersten drei Beobachtungstage (21. bis 23.11.11) wurden genutzt, um Fehlerquellen (Einbau, parkende Fahrzeuge im Einfahrbereich, usw.) zu beseitigen. Eine Rekalibrierung des Systems wurde durchgeführt. Die drei Tage wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Ab 24.11.2011 lief das System korrekt und bis zum 29.11.2011 konnten keine Fehler bei der Erfassung der Lkw festgestellt werden. Der 1.12.2011 kann aufgrund von Verbindungsproblemen nicht mit in die Evaluierung einbezogen werden. Die Gesamtfehlerzahl am Ende der Evaluierung spricht allerdings dafür, dass die Abweichung am 1.12.2011 nicht gravierend höher, als die an anderen Tagen, gewesen sein kann. Ab dem

2.12.2011 stellten sich vermutlich wetterbedingte Fehler ein, die jedoch, bezogen auf die Gesamtbelegung pro Tag, sehr gering waren. Am Ende der Testphase (7.12.2011) konnte festgestellt werden, dass lediglich ein Lkw zu viel und ein Pkw zu wenig gezählt wurden. Der im Abschnitt 2.2 beschriebene GEH-Wert lag für alle Abweichungen der einzelnen Tagesstichproben (Gesamtfahrzeuganzahl, Lkw-ähnliche, Pkw-ähnliche) unter 2,5 (Bild 12). Nachfolgend sind einige wesentliche Fehlerursachen aufgeführt:

- Verkehrsbedingt:
  - parkende und rangierende Fahrzeuge im Ein- und Ausfahrtbereich,
  - defekte Fahrzeuge, die per Anhänger oder Abschleppfahrzeug abtransportiert wurden, werden zusammen mit dem jeweiligen Zugfahrzeug gezählt.
- Umweltbedingt: Wettereinflüsse (Schnee, Regen, Sturm mit umherfliegenden Baumteilen, Blättern).
- Testbedingt: Vorübergehende Zählfehler der Kontrollpersonen, da der komplette Rastplatz mit den Kameras nicht zu 100 % einsehbar ist.
- Systembedingt: Kontrolle der Komponenten beim Einbau.

Insgesamt kommt man zu der Einschätzung, dass die Umweltbedingungen den geringsten Einfluss auf die Detektionsgüte haben. Eine weitgehende Wetterunabhängigkeit scheint somit gegeben. Den wesentlichen Fehleranteil stellten anspruchsvolle Fahrsituationen dar, die bei der kontinuierlichen Verbesserung des Systems bereits beachtet wurden und Fehlerquellen, die durch kein System erfasst werden können (z. B. Abschleppfahrzeuge, die defekte Fahrzeuge auf dem Rastplatz aufladen und mit diesen den Ausfahrt detektionspunkt durchfahren (Bild 13).

Tabelle 2: Phasen des Testzeitraums

1. Woche						2. Woche				3. Woche						
System- und Testkalibrierung						Testphase I (Schönwetter)				Datenfehler (*)	Testphase II (Wintereinbruch)					
						21.11.2011 (Mo)	22.11.2011 (Di)	23.11.2011 (Mi)	24.11.2011 (Do)		25.11.2011 (Fr)	26.11.2011 (Sa)	27.11.2011 (So)	28.11.2011 (Mo)	29.11.2011 (Di)	30.11.2011 (Mi)

(\*) aufgrund von mangelhafter Datenanbindung liegen für diesen Tag keine Daten vor

Bild 11: Gesamterfassungen über den gesamten Zeitraum, Tageswerte an Ein- und Ausfahrt

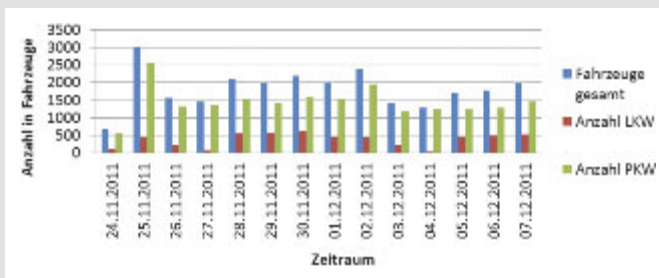
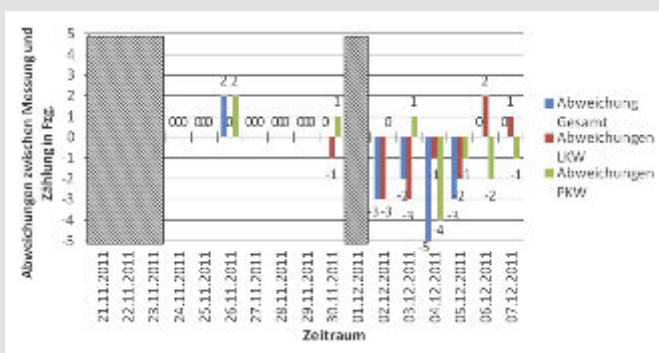


Bild 12: Abweichungen Gesamt über gesamten Zeitraum



## 5 Einbindung in ein Gesamtsystem

Mit den Aktivitäten im Bereich der Parkdetektion am Testfeld Offenbau wird bzw. wurde von den beteiligten Firmen und der Autobahndirektion Nordbayern Grundlagenarbeit betrieben. Neben dem oben dargestellten System werden im Rahmen des Testfeldes auch weitere Erfassungstechnologien getestet. Insbesondere die Systeme, die mit Erdmagnetfeld arbeiten, konnten bisher nicht diese Qualität der Erfassung zeigen. Ohne die Aktivitäten im Rahmen des Testfeldes ist es heute nicht möglich, aus Sicht



der bayerischen Straßenbauverwaltung, aufbauende Systementwürfe für ein Streckenmanagement zu erstellen, die dazu beitragen dürften, ein essentielles Informationsbedürfnis der Fahrzeuglenker, sei es Pkw oder Lkw, zu befriedigen.

Durch eine verlässliche Erfassung von belegten bzw. freien Lkw-Stellflächen an Bundesautobahnen werden straßenseitige, rundfunkbasiert und webbasiert dynamische Verkehrsinformationsdienste möglich.

Beispielhaft für einen straßenseitigen Dienst sei die Realisierung eines Streckenmanagement genannt. Das Streckenmanagement bzw. Parkleitsystem arbeitet mit den klassischen Komponenten der Verkehrsstelematik (Sensor, Auswertung und Aufbereitung, Strategieentscheidung, Informationsübermittlung über dynamische Beschilderung). Das Bild 14 zeigt die Integration der hochgenauen lokalen Sensorik in ein weiträumiges Parkleitsystem, das eine Vielzahl von Rastanlagen umfassen kann. Die aktuellen Belegungsdaten werden hierbei über noch zu definierende Telegramme der TLS an eine Unterzentrale weitergegeben. Diese ermöglicht der je-



Bild 13: Beispiel einer Fehldetektion

weiligen Verkehrs- und Betriebszentrale nach geeigneten Strategien sowohl die streckenseitigen dynamischen Beschilderungen anzusteuern, als auch für aufbauende Dienste die Belegungs- und Zustandsdaten aufzubereiten und an öffentliche Diensteanbieter, wie z.B. die Verkehrsmeldestellen, als auch private Diensteanbieter wie z.B. Flottenbetreiber weiterzugeben.

Durch die vorausschauende Nachversorgung der *Location Code List* (LCL) im Rahmen des Verkehrswarndienstes durch die BAST, wird es für rundfunk-

basierte Dienste möglich sein, den vorhandenen *Traffic Message Channel* (TMC) für die Übermittlung der dynamischen Belegungsinformationen zu nutzen. Mit neuen Standards, wie z.B. das der *Transport Protocol Experts Group* (TPEG), könnte sogar die hochpräzise Belegungsinformation ohne Vergrößerung direkt weitergegeben werden.

Mit internetbasierten Verkehrsinformationsdiensten können durch Verknüpfung, z.B. mit den Daten des digitalen Tachographen, maßgeschneiderte Parkempfehlungen mittels Smartphone Applikationen für



Besuchen Sie uns auf der  
Intertraffic in Amsterdam  
27. - 30. März  
Halle 11, Stand 11.601

## Lösungen von Forster.

Vom einfachen Verkehrszeichen bis hin zu dynamischen Verkehrsleitsystemen, vom Aluminium Lärmschutzelement bis hin zum aufwändigen Designelement – Forster bietet eine Vielzahl an hochwertigen Lösungen.

### Verkehrstechnik

- ▶ Schilderbrücken
- ▶ Wechselverkehrszeichen in Prismen- und LED-Technik
- ▶ Statische Beschilderung

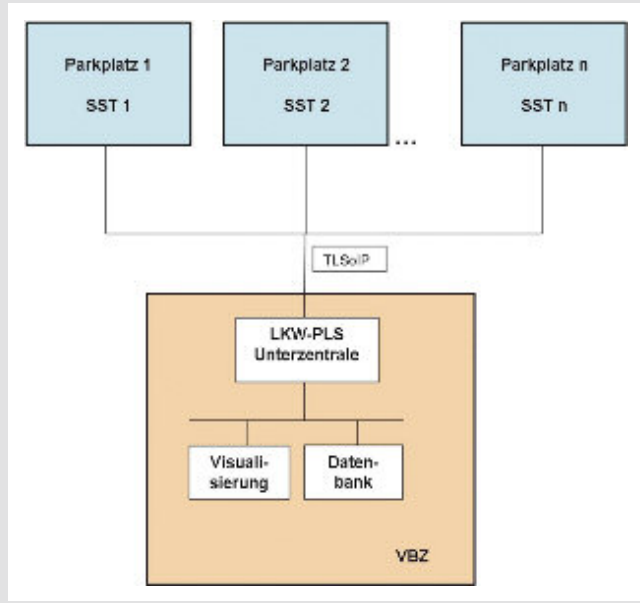
### Lärmschutz

- ▶ Lärmschutzelemente für Straße und Bahn
- ▶ Paneelverkleidungen aus Aluminium
- ▶ Glaskombielemente



Forster Metallbau Gesellschaft m.b.H. • A-3340 Waidhofen/Ybbs  
Weyrer Str.135 • +43 7442 501-0 • forster@forster.at • www.forster.at  
Deutschland: Colberg & Forster GmbH  
31224 Peine • Lehmkuhlenweg 55 • 05171 7671-0  
office@colberg-forster.de • www.colberg-forster.de

Bild 14: Gesamtstruktur BAB-Lkw-Parkleitsystem



Lkw-Fahrer entworfen werden. Die reine Darstellung der aktuellen flächendeckenden Parkbelegung im Internet ermöglicht sowohl verlässliche Pre-Trip-Information, als auch indirekte On-Trip-Information über die Disponenten der Speditionen.

Die geeigneten Systementwürfe für aufbauende Verkehrsinformationsdienste haben im Kern nachfolgende Ziele:

- Minimierung von Parksuchverkehr entlang von BAB-Strecken.
- Durch Zielführung der Fahrzeuge Nutzung von freien Kapazitäten, insbesondere im Bereich von Autohöfen. Ebenfalls optimale Nutzung von neugebauten und erweiterten Rastanlagen eines BAB-Strecken-zuges bereits ab Verkehrsfreigabe.
- Reduktion der verbotswidrig abgestellten Lkw.

Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Grundlegend kann davon ausgegangen werden, dass aus zukünftigen Verkehrsinformationsdiensten positive Effekte für die Verkehrssicherheit, die Umwelt und nicht zuletzt für die Transportunternehmen bzw. Fahrzeuglenker abzuleiten sind.

Die Bayerische Straßenbauverwaltung prüft zurzeit die Machbarkeit eines großräumigen Streckenmanagements für die BAB A 9 zwischen München und Nürnberg. Dieses Konzept wäre jedoch in seiner Dimension neuartig. Die möglichen Wirkungen eines so großräumigen Streckenmanagements können, aus heutiger Sicht, nur prognostiziert werden. Um auch in diesem Bereich Grundlagenkenntnisse zu schaffen, müsste das System im Rahmen eines wissenschaftlich begleiteten Feldtests untersucht werden.

## 6 Ausblick und Fazit

Die Recherche über den aktuellen Stand der Technik zeigte, dass es im Wesentlichen an einem geeigneten Detektionssystem fehlte, das in der Lage war, unter den speziellen Rahmenbedingungen auf Tank- und Rastanlagen hinreichend genaue Belegungsdaten zu erfassen. Sowohl die speziellen Fahrbahnsituationen mit überbreiten Fahrspuren, als auch das typische, inhomogene Fahrverhalten in Ein- und Ausfahrten von Tank- und Rastanlagen, stellen besondere Anforderungen an das Erfassungssystem. Die Systeme, die speziell nach TLS-Richtlinien entwickelt und getestet wurden, erfüllen nicht die in der Praxis geforderten Genauigkeiten. Die im Abschnitt 2.1 ausgeführten Anforderungen an die Messgüte sollten zukünftig für alle Erfassungssysteme gefordert werden. Der tatsächliche Nutzen der Entwicklungs- und Testarbeiten für den Fahrzeuglenker kann jedoch nur dadurch erreicht werden, wenn die im Abschnitt 5 beschriebene Dienste nun realisiert werden.

Bezüglich des Detektionssystems ist festzustellen, dass aufgrund der Aufgabenstellung bei Rastanlagen ein wirtschaftliches System zur Verkehrsdatenerfassung entwickelt wurde, das deutlich über den maximalen Anforderungen der heute gültigen TLS liegt. Aufgrund der voraussichtlich marktfähigen Preise ist hier unbedingt der Einsatz für andere Anwendungsfälle zu prüfen bzw. im Rahmen von Pilotversuchen nachzuweisen.

Durch die umgesetzte und nachgewiesene Funktionalität kann das MultiSens Verkehrsdatensystem für nahezu jede andere

Verkehrsdaten-anwendung eingesetzt werden, bei der es auf eine sehr hohe Genauigkeit der Zähl- und Klassifizierungsdaten ankommt.

Die Entwicklung eines wirtschaftlichen Detektionssystems reiht sich in eine europäische und somit auch nationale Gesamtstrategie ein. Mit der sog. IVS-Richtlinie (2010/40/EU) hat das Europaparlament den Mitgliedsstaaten einen Fahrplan vorgegeben, nach welchen Zielen und mit welchen Maßnahmen u. a. europäische Reiseinformationen entwickelt und gefördert werden sollen. Ebenfalls explizit aufgeführt ist hier das Ziel, Belegungsinformationen von Lkw-Stellplätzen europaweit zu forcieren.

Ohne die aktive Bereitschaft von Straßenbetreibern, wie z.B. die Bayerische Straßenbauverwaltung, geeignete Testfelder bereitzustellen und von der Industrie, Entwicklungspartnerschaften wie z.B. im Rahmen des Testfeldes Offenbau einzugehen, wären Zielstellungen, wie Sie aus der IVS-Richtlinie abzuleiten sind, voraussichtlich nicht oder erst viel später zu erreichen.

### Literaturverzeichnis

- Autobahndirektion Nordbayern, Quantifizierung der derzeitigen Verkehrssituation an Nebenbetrieben und Autohöfen im Umgriff des Direktionsgebietes der ABD Nordbayern, Nürnberg, 2008
- Autobahndirektion Nordbayern, Vorstudie zum RE-Entwurf: Telematisches Lkw-Parken auf der BAB A 9, TRANSVER GmbH, Nürnberg, 2010
- Autobahndirektion Südbayern (2012): Evaluation Lkw-Zähl-system - Vorabbericht V & R ParkDetek. Fraunhofer IVI, Dresden, 25.1.2012
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2006): Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr Mittelfristprognose Winter 2006/2007, BVU, DLR, ISL <http://daten.clearingstelle-verkehr.de/208/> (10.2.2012)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen, BVU, Intraplan, <http://daten.clearingstelle-verkehr.de/220/> (10.2.2012)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (1981): Richtlinie für Rastanlagen an Straßen (RR 1), FGSV 222
- Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Juli 2010 zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern, Richtlinie 2010/40/EU
- Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) (2002): BAST, Bergisch Gladbach
- Transport for London (TfL) (2006): DTO Modeling Guidelines. Version 2.0, July 2006 [http://www.persona.uk.com/victoria/Core\\_docs/B-Series/VSU-B30.pdf](http://www.persona.uk.com/victoria/Core_docs/B-Series/VSU-B30.pdf) (08.02.2012)