

Schriftenreihe des
Lehrstuhls für
Logistikmanagement

Nr. 1
Jahrgang 2018

Kotzab, H. (Hrsg.)

Intelligentes LKW-Parkraummanagement

Bäumler, Ilja

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Inhaltsverzeichnis..... | I |
| Abbildungsverzeichnis | II |
| Tabellenverzeichnis..... | II |
| Abkürzungsverzeichnis | III |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Problemhintergrund | 1 |
| 1.2 Forschungsfrage und methodischer Zutritt..... | 1 |
| 1.3 Gang der Argumentation | 2 |
| 2 Einordnung des Parkraummanagements und Ansätze zur Generierung zusätzlich Lkw-Parkflächen..... | 3 |
| 2.1 Einordnung von Lkw-Parkraummanagement im Kontext von intelligenten Transportsystemen | 3 |
| 2.2 Systeme und Technologien für intelligentes Parkraummanagement | 4 |
| 2.3 Telematisches Parkraummanagement | 6 |
| 2.3.1 Telematics Controlled Parking und Intelligent Controlled Compact Parking | 6 |
| 2.3.2 Dynamische Parkstandsanzeige mehrerer hintereinander liegender Raststätten .. | 7 |
| 2.4 Weitere nicht telematische Lösungen..... | 8 |
| 3 Methode..... | 9 |
| 4 Ergebnis..... | 12 |
| 5 Diskussion | 16 |
| 5.1 Lkw-Parkraum und Digitalisierung | 16 |
| 5.2 Kriminalitätsrate | 17 |
| 5.3 Kritische Betrachtung der Ergebnisse | 18 |
| 6 Fazit und Ausblick | 20 |
| Danksagung..... | 21 |
| Literaturverzeichnis..... | 22 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1 Zusätzliche LKW-Parkflächen durch intelligentes Parkraummanagement | 6 |
| Abbildung 2 Parksituation für Lkw auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden (BMVBS, 2008)..... | 11 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 Klassifizierung von intelligenten Parkraummanagementsystemen..... | 5 |
| Tabelle 2 Einteilung der Tank- und Raststellen in Abhängigkeit ihres Angebotes auf den betroffenen Autobahnabschnitten | 9 |
| Tabelle 3 Kategorisierung und Anzahl unterschiedlicher Tank- und Rastanlagen je Kategorie | 12 |
| Tabelle 4 Zusammenfassung der Analyse aller Rast- und Tankanlagen auf den defizitären Autobahnabschnitten in Deutschland..... | 12 |
| Tabelle 5 Erhebung Lkw-Parkstände auf deutschen BAB 2013 | 16 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------|---|
| ITS | Intelligent Transport System |
| IKT | Informations- und Kommunikationstechnologien |
| ATMS | Advanced Traffic Management |
| ATIS | Traveller Information |
| AVCS | Advanced Vehicle Control System |
| CVO | Commercial Vehicle Operations |
| APTS | Public Transportation |
| ARTS | Rural Transportation |
| AHS/ IVI | Automated Highway Systems/ Intelligent Vehicle Initiative |
| ADUS | Archived Data User Services |
| WSN | Wireless Sensor Networks |
| LKW | Lastkraftwagen |
| PKW | Personenkraftwagen |
| m | Meter |
| km | Kilometer |
| BAB | Bundesautobahn |
| BMVBS | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung |
| SETPOS | Secure European Truck Park Operational Services |
| Mrd | Milliarden |
| t | Tonnen |

1 Einleitung

1.1 Problemhintergrund

Das deutsche überörtliche Straßenverkehrsnetz hat eine Länge von ca. 230.000 km wovon knapp 13.000 km auf die Autobahn entfallen. Zusätzlich kommen noch ca. 600.000 km Länge sonstiger Straßen hinzu (z.B. Gemeindestraßen) (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017). Auf den knapp 13.000 km Autobahn wurden 2015 3,5 Mrd. Tonnen Güter transportiert. 2016 waren es mit einem leichten Anstieg knapp 3,6 Mrd. Tonnen (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017). Prognosen zufolge wird das Güteraufkommen weiter ansteigen.

Daraus resultieren hohe Anforderungen an das Straßenverkehrsnetz sowie an bewirtschaftete und unbewirtschaftete Raststätten, da Berufskraftfahrer durch die Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2006 zu Lenk- und Ruhezeiten verpflichtet werden (Union, 2006). Eine vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2008 in Auftrag gegebene Parkstandserhebung für LKW-Stellplätze identifizierte ein Defizit von rund 14.000 LKW-Stellplätzen. Das bedeutet, dass fast jeder vierte Berufskraftfahrer keinen legalen oder in der Nähe des Autobahnabschnittes befindlichen LKW-Parkplatz hatte. Die Folgen daraus waren innerorts abgestellte LKWs, illegal abgestellte LKWs in Ausfahrt- sowie Einfahrtsbereichen von Raststätten sowie abgestellte LKWs auf PKW-Parkplätzen. Neben der Lärmbelastung durch innerörtlichen Schleichverkehr führen illegal abgestellte LKW an Ein- und Ausfahrten zu einer Lärmbelastung für den Berufskraftfahrer während seiner Ruhephasen. Darüber hinaus stellen falsch abgestellte LKWs eine Sicherheitsgefährdung für andere Verkehrsteilnehmer dar.

Dies führte dazu, dass seit 2008 hohe Investitionen in den Neu-, Um- und Ausbau von Raststätten getätigt wurden (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011). Nach Aussagen des damaligen Verkehrsministers Ramsauers sei das Ziel gewesen bis 2012 11.000 neue LKW-Parkplätze zu schaffen, wobei 2011 bereits die Hälfte dieses Ziel erreicht war (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011). Zwei Jahre später (2013) wurde die Parkstandserhebung erneut durchgeführt. Auch diesmal wurde trotz neu geschaffener LKW-Parkplätze ein Defizit von rund 11.000 LKW-Parkplätzen ermittelt.

Zwar ist der prozentuale Anteil an fehlenden LKW-Stellplätzen von 23 % auf 15 % gesunken, allerdings wurde das absolute Parkstandsdefizit aufgrund von steigendem Güteraufkommen nur marginal reduziert. Als weitere Folge wurden LKWs weiterhin sicherheitsgefährdend in Ein- und Ausfahrtsbereichen von Raststätten abgestellt (Dierke et al., 2016).

1.2 Forschungsfrage und methodischer Zutritt

Eine Weiterführung der bisherigen Strategie zur Beseitigung des LKW-Parkraumdefizits kann aufgrund von finanziellen und räumlichen Restriktionen nicht die alleinige Lösung sein. Deshalb wird nach intelligenten Lösungsansätzen gesucht, die die bestehende Kapazität nutzen und nur durch geringfügige und kostenschonende Maßnahmen erhöhen können.

Eine Möglichkeit zur Lösung des Parkraumdefizits stellen telematische Parkraummanagementsysteme dar. Diese nutzen den bestehenden Raum und erweitern ihn

durch Sensorik und Bilderkennungstechnologien, sodass die absolute Parkplatzanzahl erhöht wird. Eine weitere Möglichkeit zur effizienteren Nutzung von Parkplätzen stellen dynamische und veränderliche Anzeigetafeln dar. Darauf zu lesen sind Informationen über die Anzahl verfügbarer Parkplätze auf den nächsten zwei bis vier Raststätten.

Aufbauend auf diesen Überlegungen lassen sich zwei Forschungsfragen ableiten:

- 1. Welche Maßnahmen und intelligente Parkraummanagementsysteme sind zur Lösung des LKW-Parkraumdefizits vorhanden?**
- 2. Um wie viele Einheiten kann vorhandener Parkraum durch den Einsatz intelligenter LKW-Parkraummanagementsysteme erhöht werden?**

Um die Forschungsfragen beantworten zu können musste in erster Linie eine Literaturrecherche durchgeführt werden um den aktuellen Stand der Technik bestimmen zu können und daraus mögliche Technologien für das Parkraummanagement identifizieren zu können. Für die Suche nach relevanten Systemen für intelligentes Parkraummanagement wurden die Fachdatenbanken von sciencedirect.com, ebscohost.com, emeraldinsight.com und wiso-net.de genutzt. Dazu wurden die Begriffe "truck", "lorry", "parking", "truck parking management" in unterschiedlicher Kombination für die Suchbereiche "abstract, title, keywords" für die Literatursuche verwendet. Bei der Suche wurden 13 Paper, Zeitungsartikel und andere Meldungen als relevant identifiziert.

1.3 Gang der Argumentation

Diese Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Im ersten Kapitel werden die Problemstellung, Zielstellung sowie Forschungsfragen aufgeführt. Danach folgen die Ergebnisse der Literaturrecherche in Form von vorhandenen Lösungsansätzen für das Parkraumdefizit. Ebenso wird das Thema im Kontext von intelligenten Transportsystemen beleuchtet. Neben den möglichen Technologien werden auch weitere nicht technologische Lösungsansätze vorgestellt. In Kapitel 3 wird dann die Methode zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage aufgeführt. Im vierten Kapitel werden die Ergebnisse der Parkraumanalyse vorgestellt, sodass im darauffolgenden Kapitel vor dem Hintergrund der aktuellen Lage, und Kriminalitätsrate die Ergebnisse diskutiert werden können ebenso findet sich eine kritische Reflexion bezüglich der Datenerhebung und der Digitalisierung. Die Arbeit schließt mit der Beantwortung der Forschungsfragen und einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf in diesem Bereich.

2 Einordnung des Parkraummanagements und Ansätze zur Generierung zusätzlich Lkw-Parkflächen

2.1 Einordnung von Lkw-Parkraummanagement im Kontext von intelligenten Transportsystemen

Sussman, der eine zentrale Rolle in der Entstehung von intelligenten Transportsystemen einnimmt, definiert intelligente Transportsysteme (ITS) folgendermaßen:

„Intelligent transportation systems (ITS) apply technologies in communications, control, electronics, and computer hardware and software to improve surface transportation system performance.“ (Sussman, 2005).

Grundsätzlich kann ITS in den privaten und wirtschaftlichen Verkehr als auch in autonome und kooperative Systeme unterteilt werden. Sussman (2005) unterteilt ITS in sechs unterschiedliche Bereiche: ATMS – Advanced Traffic Management, ATIS – Traveller Information, AVCS – Advanced Vehicle Control System, CVO – Commercial Vehicle Operations, APTS – Public Transportation, ARTS – Rural Transportation. (Sternberg and Andersson, 2012) fügen hier noch zwei weitere ITS Bereiche hinzu: AHS/IVI – Automated Highway Systems/Intelligent Vehicle Initiative und ADUS – Archived Data User Services. Eine Erläuterung dieser Bereiche ist in „The ITS Freight Roadmap of the Swedish ITS Council“ von Sternberg und Andersson (2012) zu finden.

ITS besteht aus einer Vielzahl unterschiedlicher Technologien und ist bezogen auf sein Anwendungsfeld in vielen Bereichen einsetzbar. Zu den Schlüsseltechnologien, die ITS für den alltäglichen Gebrauch möglich gemacht haben, zählen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) (Garcia-Ortiz et al., 1995; Nagarajan et al., 2005). Diese ermöglichen es Daten zu sammeln, zu verarbeiten und anschließend für Verkehrsteilnehmer zur Verfügung zu stellen. Jede dieser Stufen wird mittels kabelloser Datenübertragung durchgeführt, was eine standortunabhängige Datenerfassung, -verarbeitung und -ausgabe ermöglicht (Stephan Müller, 2012).

Bäumler und Kotzab (2016) kategorisierten ITS für den Straßengüterverkehr und ermittelten fünf Bereiche: 1. Flottenmanagement, 2. Fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme, 3. City-Logistik, 4. Mautsysteme und 5. Systemarchitektur. Der fünfte Bereich ist zwar ein wesentlicher Treiber intelligenter Transportsysteme, wird für diese Arbeit allerdings als integraler Bestandteil der vier erstgenannten Bereiche gesehen.

Vor dem Hintergrund dieser Arbeit lässt sich intelligentes Parkraummanagement in die erste von Bäumler und Kotzab (2016) identifizierte Kategorie legen, da es Fuhrparkunternehmen und Speditionen wichtig ist, die Gesetze bezüglich der Lenk- und Ruhezeiten einzuhalten, und dem Fahrer dementsprechend zuverlässige und der transportierten Ladung sichere Parkflächen zu gewähren. Nach Sussmans (2005) und Sternberg und Anderssons (2012) Klassifizierung lässt sich Parkraummanagement wohl eher zu dem Bereich ATIS zählen, da der Lkw-Fahrer

sowohl vor Fahrtantritt als auch während der Fahrt über aktuelle und spätere Möglichkeiten für geeignete Parkplätze informiert werden möchte.

2.2 Systeme und Technologien für intelligentes Parkraummanagement

Unter Technologien für intelligentes Parkraummanagement werden die technologischen Errungenschaften verstanden, die ein automatisches Registrieren und Ableiten von Zustandsdaten ermöglichen. Darunter zählen Sensoren aber auch funkbasierte Übertragungstechnologien.

Revathi und Dhulipala (2012) präsentieren in ihrer Untersuchung eine Klassifizierung von Parksystemen sowie eine Übersicht über verschiedene Technologien, die ein Parksystem „intelligent“ machen. Dabei wird deutlich, dass ein geeigneter Sensor zur Fahrzeugdetektion sowie ein dahinter geschaltetes System zur Weitergabe der Parkflächenverfügbarkeit benötigt werden. Unter anderen sind Infrarot-, magnetische und piezoelektronische Sensoren aber auch Bild- und automatische Nummernschilderkennung (ANPR) sinnvoll, wenn das Fahrzeug oberhalb des Asphalts detektiert werden soll. Ebenso werden auch Gewichtssensoren unterhalb des Asphalts eingesetzt um belegte Stellflächen an das System weiterzureichen. Zusätzlich muss ein geeignetes System die Daten verarbeiten und über mehrere Schnittstellen an die Nutzer weiterleiten. Revathi und Dhulipala (2012) zeigen kurz auf wie ein solches System konfiguriert sein müsste. Dabei gibt es eine Basisstation, die per Funkübertragung die Stellflächenverfügbarkeit registriert und beispielsweise mit weiteren Daten Öffnungszeiten der Parkgarage oder Navigation zum freien Stellplatz versorgt. Diese Informationen werden dann über ein Computernetzwerk an angemeldete Nutzer weitergeleitet.

Chen et al. (2016) analysieren die Möglichkeiten einer intelligenten Parkstanddetektion mithilfe von magnetischen Sensoren und einem kabellosen Sensornetzwerks. Ihre Systemarchitektur besteht aus drei Schichten: 1. Detektion, 2. Zugang, 3. Zusammenführung. In der ersten Schicht befinden sich die Magnetischen Sensoren, die sich unter dem Asphalt befinden. Die zweite Schicht bilden die sichtbaren Empfänger, an die die Funkdaten der Parkstandssensoren gesendet werden. Die dritte Schicht bildet die Basisstation in der die Informationen aller sichtbaren Empfänger zusammenlaufen. Diese Informationen werden dann wiederum entweder per Funk oder fester Leitung an die Nutzer weitergegeben. Je nach Bedarf lässt sich dieses System in drei unterschiedlichen Intensitätsgraden implementieren. Dies bezieht sich allerdings nur auf die Menge an Parkstandssensoren und nicht auf die Systemarchitektur.

Im Gegensatz zu den hier vorgestellten fertigen Systemarchitekturen für intelligentes Parkmanagement klassifizierten Faheem et al. (2014) die grundlegenden Ansätze zum intelligenten Bereitstellen von Parkflächen. So lassen sich nach deren Einschätzung sechs Hauptansätze erkennen. Diese Hauptansätze sind in **Tabelle 1** dargestellt und kurz zusammengefasst. Es werden zusätzlich noch weitere Systeme aufgezeigt, die allerdings eine Kombination der hier vorgestellten sechs Systeme darstellen.

Was nicht außer Acht gelassen werden darf ist die Tatsache, dass es sich bei diesen Parkraummanagementsystemen um Systeme für PKW handelt. Diese sind kleiner, wendiger

und unterliegen nicht so vielen bis gar keinen Restriktionen wenn es um Lenk- und Ruhezeiten oder Brückenstraßen geht. Allerdings sind Abwandlungen der vorgestellten Systeme auch für LKWs denkbar.

Tabelle 1 Klassifizierung von intelligenten Parkraummanagementsystemen

| System- klassifizierung | Beschreibung |
|----------------------------------|--|
| Expert system | Systeme dieser Art werden auch Agentensysteme genannt. Dabei repräsentieren diese Agenten Elemente der betrachteten Systeme und nehmen deren Eigenschaften wie intelligentes und oder autonomes Verhalten an. Unter Umständen können sie auch selbstständig verhandeln. In Bezug auf intelligentes Parkraummanagement können Agentensysteme nicht nur den Datentransfer reduzieren, sondern auch eine optimale Parkraumlösung unter Einbezug vieler weiterer Aspekte (z.B. Parkgebühren oder Distanz zum Parkraum) für den Fahrer finden. Diese Systeme werden in dynamischen Umgebungen mit vielen Interaktionen eingesetzt (Longfei et al., 2009). |
| Fuzzy logic based system | Fuzzy-Theorie beschreibt ein Verfahren bei dem Systeme von Experten lernen und sich deren Entscheidungen und Steuerungen aneignen können, sodass bei wiederkehrenden Situationen das System unterstützend eingreifen kann. In Kombination mit weiteren Sensoren und Bilderkennung können solche Systeme in kürzerer Zeit Parkstände finden und einparken. |
| Wireless sensor based system | Bei den <i>Wireless Sensor Networks</i> (WSN) kann mit geringem Aufwand ein Fläche über Videodetektion oder Sensorik kontrolliert werden. Die Sensoren übermitteln ihre aktuellen Zustände über die Empfänger, die wiederum die Daten zusammenfassen und daraus Parkmöglichkeiten für die Nutzer herausarbeiten. |
| GPS based systems | GPS-basierte Systeme stellen eine sehr einfache aber auch unzuverlässige Art der Parkraumsuche dar. Hier werden dem Fahrer in Abhängigkeit seiner Koordinaten die nächsten Parkräume aufgezeigt, allerdings ohne die Gewährleistung eines freien Platzes. Pullola et al. (2007) entwerfen auf Grundlage von GPS-Daten sowie aus vergangenen und aktuellen Parkstandswerten eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für Parkraumverfügbarkeit im gewählten Parkraum. |
| Vehicular communications systems | Lu et al. (2010) beschreiben ein System, das mithilfe von Fahrzeug zu mehreren Sendemasten Kommunikation eine große Parkfläche überwachen kann und Fahrer insgesamt zu einer kürzeren Zeit an die freien Parkflächen lotsen kann. Dabei werden drei Effekte erzielt: Echt-Zeit Navigation zum Parkplatz, Anti-Diebstahlschutz, leicht zugängliche Informationsbereitstellung. |
| Vision based systems | Bilderkennungsbasierte Systeme funktionieren mittels installierten Kameras. Eine Software erkennt bei welchen Kantenmustern es sich um Fahrzeuge handelt und legt dementsprechend fest, ob der Parkplatz belegt |

ist. Auch bei diesen Systemen können Routennavigation als auch Echtzeit Informationen bei der Parkplatzsuche helfen. Diese Systeme haben bezüglich der sensorbasierten Systeme zwei Nachteile. Zum einen sind sie teuer, und zum anderen findet kontinuierlich ein hoher Datentransfer statt, sodass die Empfängerknotenpunkte bei einer Funkübertragung unter einer hohen Belastung stehen (Faheem et al., 2014).

2.3 Telematisches Parkraummanagement

In diesem Kapitel sollen unterschiedliche „intelligente“ Lösungsvorschläge für die momentane Parkraumnot für LKWs präsentiert werden. Die meisten hier präsentierten Systeme beziehen sich auf die Autobahnabschnitte und die daran anliegenden bewirtschafteten und unbewirtschafteten Tank- und Rastanlagen. Lastkraftwagenfahrer haben je nach Fahrtlänge ihres Transportauftrags unterschiedliche Bedürfnisse während ihrer Pausen. Für die Anwendbarkeit und Schaffung neuer Parkräume muss dieser Aspekt berücksichtigt werden, sodass nicht jede Kapazitätsschaffung auch einen Mehrgewinn darstellt.

2.3.1 Telematics Controlled Parking und Intelligent Controlled Compact Parking

Die in der Überschrift formulierten Systeme ermöglichen es zusätzliche Parkflächen für LKWs zu schaffen ohne dabei weitreichende bauliche Maßnahmen zu ergreifen. Beide Systeme funktionieren vom Prinzip identisch, nämlich indem die mittlere Fahrspur zwischen zwei LKW-Parkreihen (s. **Abbildung 1**) als zusätzlicher Parkplatz genutzt wird.



Abbildung 1 Zusätzliche LKW-Parkflächen durch intelligentes Parkraummanagement

In 2005 wurde das „Telematics Controlled Parking“ auf der Rastanlage Montabaur auf der A3 installiert. Es wurde zum ersten Mal gezeigt, dass LKWs in Abhängigkeit ihrer geplanten Abfahrtszeit in Kolonnen parken können (Follmann und Menge, 2009). Bei diesem System mussten die Berufskraftfahrer bis 2012 an einem Terminal vor der Einfahrt auf die Parkflächen die geplante Abfahrtszeit sowie die Länge ihres LKWs angeben. Anschließend

wurde ihnen ein Parkplatz zugewiesen. Seit 2012 wird die Länge des LKWs automatisch am Terminal detektiert.

Im Gegensatz dazu entscheidet der LKW-Fahrer beim „Intelligent Controlled Compact Parking“ selbst, in welcher Reihe er parken möchte. Dafür sind über allen Parkreihen Abfahrtsanzeigen angebracht. Der Fahrer parkt dann in der Reihe, die seiner möglichen Abfahrtszeit entspricht. Zusätzlich sind Parkflächendetektoren pro Parkreihe ausgestattet. Ein Laserscanner erkennt die Parkreihenauslastung und gibt automatisch die nebenstehende Parkreihe mit der gleichen Abfahrtszeit frei, wenn nicht mind. 20 Meter in der Parkreihe frei sind. Das System passt die Uhrzeiten auf den variablen Anzeigetafeln entsprechend der Parkraumsituation an. Durch die einfache Installation des Systems (röhrenförmiges Stahlgitter oberhalb der Parkreihen mit Wechselverkehrszeichenanlagen und Laser-Detektor) ist eine kurzfristige und schnelle Lösung zur Kapazitätssteigerung an vielen Tank- und Rastanlagen entstanden.

2.3.2 Dynamische Parkstandsanzeige mehrerer hintereinander liegender Raststätten

Berufspendler, die den Schienenverkehr auf ihrem Arbeitsweg bevorzugen, werden dieses Phänomen wahrscheinlich kennen: die letzten Passagierwaggons, oder anders ausgedrückt, die Waggons, die von den Gleiszugängen am weitesten entfernt liegen, sind am leersten. Das hat den einfachen Grund, dass der Passagier hauptsächlich in den Zug gelangen möchte, um dann in aller Ruhe nach einem Platz Ausschau zu halten. Das er bereits nach zwei vollen Waggons die Hoffnung verliert und deshalb auf den Treppen oder zwischen den Gängen anhält liegt an seinem geringen Informationshorizont. Würde er vor Einstieg wissen, dass die letzten Passagierwaggons noch ausreichend freie Plätze bieten, so würde er entweder vor Fahrtantritt weiter laufen und später (in den gleichen Zug) einsteigen, oder zumindest nach kurzer Durchschau im ersten vollen Waggon solange weiterlaufen, bis er in die leeren Passagierwaggons gelangt.

Diese kurze Analogie soll das Parkplatzproblem für LKWs auf der Autobahn darstellen. Hier stellt die Autobahn den Zug und die einzelnen Rastplätze die unterschiedlichen Waggons, in denen der Berufskraftfahrer zur Ruhe kommt dar. Die gesetzlich vorgeschriebenen Lenk- und Ruhezeiten setzen den Berufskraftfahrer insofern unter Druck, als das dieser bei einer vollen angefahrenen Rastanlage nicht einfach die nächste anfahren kann, da er womöglich dann seine Lenkzeiten überschreiten würde. Anders würde es sich allerdings verhalten, wenn der Fahrer über die Parkraumsituation der nächsten zwei oder drei Rastanlagen Bescheid wüsste.

Genau bei diesem Informationsdefizit setzen unterschiedliche Systeme zur dynamischen Parkstandsanzeige an. Diese Systeme bestehen aus hauptsächlich zwei Modulen, die allerdings je nach Informationsbereitstellung noch weitere einbeziehen. Das erste Modul besteht aus einem System zur Parkraumüberwachung. Die in Kapitel 2.2 vorgestellten Sensoren und Systemarchitekturen bilden somit die Basis. Diese Informationen werden dann von einem externen Dienstleister oder einer Zentrale zusammengeführt und auf an den Autobahnen angebrachten variablen Anzeigetafeln an die Fahrer übermittelt. Diese Anzeigetafeln zeigen dann allerdings nicht nur die Parkflächenverfügbarkeit der nächsten

Raststelle an sondern auch der nächsten zwei oder drei. Aufgrund dieser Information kann der Fahrer dann entscheiden, ob er seine Pause bei der ersten Gelegenheit oder vielleicht sogar dritten Gelegenheit einhalten will.

Ein zusätzliches Modul könnte eine Anbindung der Parkrauminformationen an das Navigationssystem in der Fahrerkabine darstellen. Es wäre denkbar, dass der Fahrer seine Präferenzen bezüglich seiner nächsten Pause eingibt und das Expertensystem den optimalsten Parkplatz ermittelt. Capdevila et al. (2013) haben sich dieser Problemstellung angenommen und ein automatisches Parkplatzreservierungsmodell in Abhängigkeit der gewählten Fahrerpräferenzen und verblieben Lenk- und Ruhezeiten entwickelt. Eine Parkplatzreservierung wurde als notwendig angesehen, da ein Berufskraftfahrer zwar die aktuelle Parkraumverfügbarkeit der nächsten drei Raststellen durch die variablen Anzeigetafeln einsehen könne, die tatsächliche Parkraumsituation bei Einfahrt oder Erreichen der Rastanlage jedoch völlig abweichen könnte.

2.4 Weitere nicht telematische Lösungen

Neben telematischen und mittels Sensoren zusätzlich generierten Parkflächen sind aber auch andere Möglichkeiten zur Kapazitätserhöhung denkbar. Beispielsweise könnten PKW-Parkflächen für die Abend- und Nachtstunden zur Mischnutzung freigegeben werden. Allerdings müsste darauf geachtet werden ob die Ein- und Ausfahrten auf die besonderen Anforderungen von LKWs abgestimmt sind. Ebenso sollte aber auch darauf geachtet werden, dass durch diese Mischnutzung die allgemeine Sicherheit auf der Rastanlage besteht sowie genügend Parkflächen für PKW vorhanden sind (Bundministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011).





Eine andere Möglichkeit bietet das kürzlich von Bosch und Gebrüder Weiss gestartete Projekt zum Teilen von Parkflächen. Das Teilen der Parkflächen ist dem Prinzip des Car-Sharings nachempfunden. Speditionen und an der Autobahn gelegene Betriebe können über ein Portal von Bosch Parkflächen auf ihrem Gelände anbieten. Diese Stellflächen können über eine Onlineplattform reserviert werden. Dadurch werden zusätzliche Kapazitäten geschaffen ohne bauliche Maßnahmen ergreifen zu müssen. (DVZ Logistik & Verlader, 2017)




3 Methode

Die Analyse der Raststellen wurde nur für die Autobahnabschnitte mit einem Parkplatzdefizit von mehr als fünf fehlenden LKW-Parkständen pro Kilometer durchgeführt. **Abbildung 3** zeigt die behandelten Autobahnabschnitte, wobei die roten Abschnitte im Durchschnitt fünf fehlende Parkplätze pro Kilometer aufweisen. Orangene Abschnitte deuten auf einen Parkplatzmangel zwischen einem und fünf pro Kilometer, gelbe Abschnitte zwischen null und einem pro Kilometer, und grüne Abschnitte haben keine fehlenden Lkw-Parkstände.

Im ersten Schritt wurden alle roten Autobahnabschnitte mit Google-Earth sinnbildlich abgefahren. Dabei wurde von jeder Rast- und Tankmöglichkeit ein Satellitenbild aufgenommen. Es wurde darauf geachtet gleiche Maßstäbe zu verwenden um ein Gefühl für die Größe der Rast- und Tankstellen zu bekommen. Im Anschluss wurden die gespeicherten Tank- und Raststellen, in sieben unterschiedliche Kategorien geteilt. **Tabelle 2** zeigt die Einteilung.

Tabelle 2 Einteilung der Tank- und Raststellen in Abhängigkeit ihres Angebotes auf den betroffenen Autobahnabschnitten

| Kategorie | Beispiel | WC | Gastro- nomie | Tank- stelle | LKW- Park- plätze |
|-----------|---|----|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 |  | | | | <15 |
| 2 |  | x | | | <30 |
| 3 |  | x | | | >30 |
| 4 |  | x | x | | <30 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--------|
| 5 |  | X | X | X | <50 |
| 6 |  | X | X | X | 50-100 |
| 7 |  | X | X | X | >100 |

Nachdem alle Tank- und Rastanlagen zugeordnet waren, wurden alle Parkplätze auf ihre grundsätzliche Erweiterbarkeit geprüft. Es wurde geschaut ob sich ohne umfangreiche bauliche Maßnahmen eine Erweiterung zum Kompaktparken, Mischnutzung oder sinnvolle Aneinanderreihung von Parkplatzzinformationen möglich war.

Bei der Überprüfung auf die Möglichkeit einer dynamischen Parkstandsanzeige über mehrere Anlagen wurde darauf geachtet, dass die in Frage kommenden Anlagen zumindest auf dem gleichen Autobahnabschnitt lagen, und nicht durch ein Autobahnkreuz voneinander getrennt wurden. Bei der Analyse ob Mischnutzung möglich ist wurde darauf geachtet, dass bei der Freigabe von Pkw-Parkplätzen für Lkw-Parkplätze für die Abend- und Nachtstunden auch genügend Rangiermöglichkeiten vorhanden waren. Für die Anwendung von Kompaktparken wurde eine Mindestlänge von 60 m pro Parkstreifen angenommen, sodass drei Lkws hintereinander parken können. Auch diese Installation sollte ohne weitreichende bauliche Maßnahmen möglich sein.

Zusätzlich wurde versucht die exakte Parkplatzanzahl sowohl für Lkw als auch für Pkw anhand offizieller Rastplatzbetreiberdaten zu ermitteln. Wenn diese Daten nicht vorhanden waren - hauptsächlich traf dies bei den unbewirtschafteten Anlagen zu - dann wurden die Parkplätze manuell durch Abzählen ermittelt.

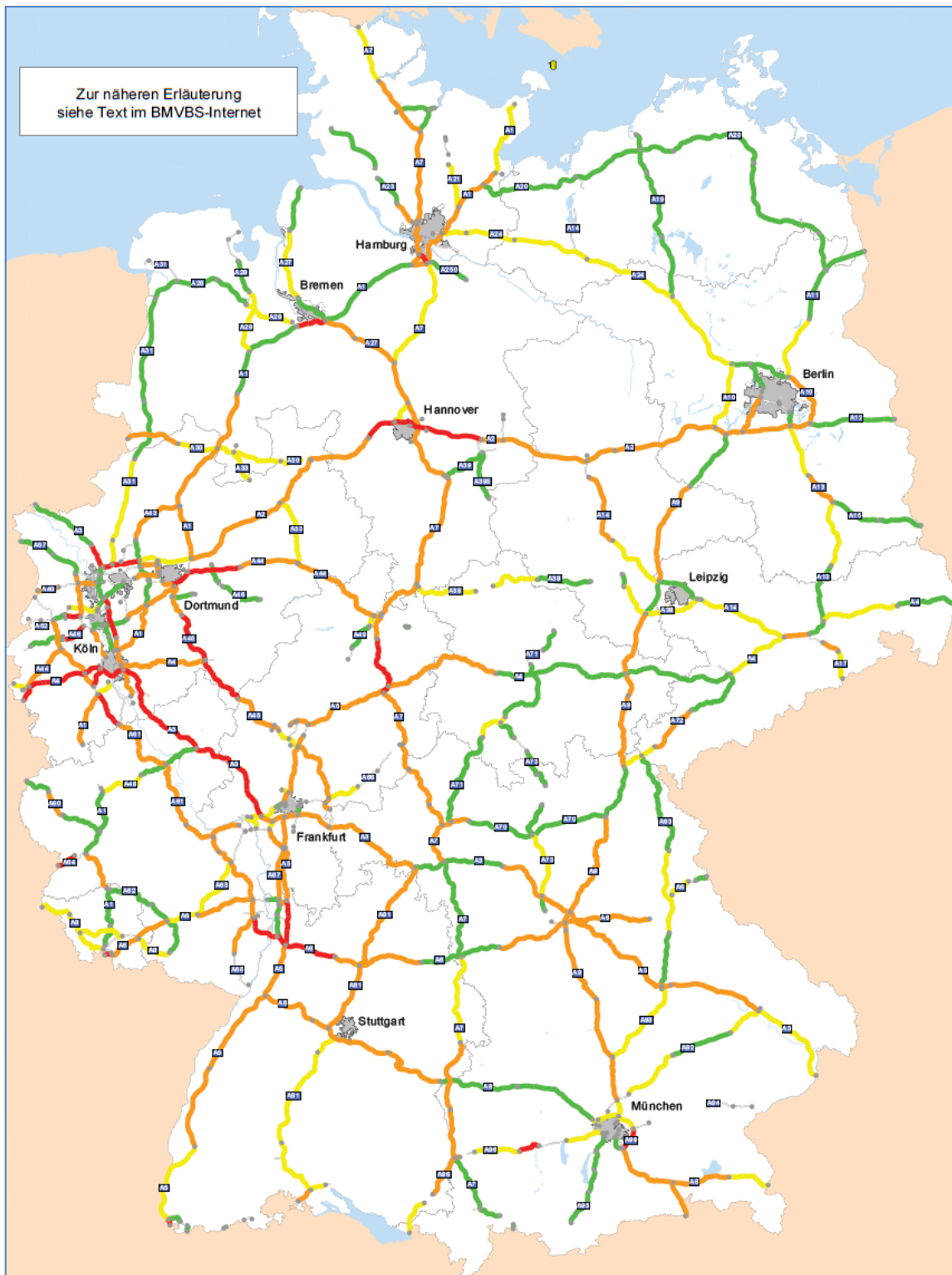


Abbildung 2 Parksituation für Lkw auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden (BMVBS, 2008)

4 Ergebnis

Insgesamt wurden 154 unterschiedliche Tank- und Raststellen auf den defizitären Autobahnabschnitten identifiziert. Wie bereits im Methodenteil aufgeführt wurden die 154 Tank- und Raststellen in sieben Kategorien eingeteilt um einen Überblick über die Menge und Ausprägungen zu erhalten. **Tabelle 3** gibt Aufschluss über die Anzahl der Tank- und Rastanlagen je Kategorie. In Summe konnten 151 Rast- und Tankanlagen einer Kategorie zugeordnet werden, wobei drei Anlagen zwei Baustellen und einen Zollparkplatz darstellen und deshalb.

Tabelle 3 Kategorisierung und Anzahl unterschiedlicher Tank- und Rastanlagen je Kategorie

| Level | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|------|------|------|------|-----|--------|------|
| WC | Nein | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Gastronomie | Nein | Nein | Nein | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Tankstelle | Nein | Nein | Nein | Nein | Ja | Ja | Ja |
| LKW-Parkplätze | <15 | <30 | >30 | <30 | <50 | 50-100 | >100 |
| Anzahl | 35 | 34 | 19 | 5 | 40 | 13 | 5 |

Von diesen 151 registrierten Rastplätzen sind 63 bewirtschaftet und 88 unbewirtschaftet. Von den unbewirtschafteten Anlagen lassen sich sieben Anlagen mittels Kompaktparken erweitern, was nach eigenen Berechnungen ca. 100 (s. **Tabelle 4**) zusätzliche Parkplätze schaffen könnte. Prozentual wären das gerade einmal 8 % aller unbewirtschafteten Anlagen bei denen Kompaktparken möglich wäre. Bei den bewirtschafteten Anlagen ließen sich 31 Anlagen mittels Kompaktparken erweitern was prozentual knapp 50 % wären. Nach den Angaben aus Tabelle 4 würden hier nach Anwendung von Kompaktparken knapp 900 neue Lkw-Parkplätze geschaffen werden.

Tabelle 4 Zusammenfassung der Analyse aller Rast- und Tankanlagen auf den defizitären Autobahnabschnitten in Deutschland

| Level | Raststättenname | Bewirtschaftet | Parkplatz LKW | Parkplatz Bus | Parkplatz PKW | Kompakt / Kolonnenparken | Mischnutzung |
|-------|----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|
| 7 | Garbsen Nord | ja | 120 | 10 | 110 | 43 | 2 |
| 7 | Lehrter See Nord | ja | 204 | | 118 | 65 | 10 |
| 7 | Kraichgau Süd | ja | 312 | 20 | 73 | 83 | 0 |
| 7 | Vaterstetten West | ja | 112 | | 122 | 30 | 14 |
| 7 | Vaterstetten Ost | ja | 132 | | 120 | 62 | 9 |
| 6 | Zweidorfer Holz Nord | ja | 94 | 10 | 129 | 4 | 0 |
| 6 | Zweidorfer Holz Süd | ja | 65 | 10 | 103 | 0 | 0 |
| 6 | Resser Mark Nord | ja | 90 | 4 | 102 | 23 | 0 |
| 6 | Lichtendorf Süd | ja | 57 | 6 | 88 | 26 | 7 |
| 6 | Sauerland West | ja | 57 | 7 | 67 | 20 | 11 |
| 6 | Siegerland West | ja | 58 | | 66 | 0 | 8 |
| 6 | Siegerland Ost | ja | 50 | | 92 | 12 | 8 |
| 6 | Aachener Land Süd | ja | 67 | 10 | 160 | 34 | ? |
| 6 | Aachener Land Nord | ja | 80 | | 48 | 50 | ? |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------|----|----|-----|----|----|
| 6 | Montabaur Ost | ja | 79 | 3 | 78 | | 3 |
| 6 | Medenbach Ost | ja | 70 | 6 | 108 | 33 | 15 |
| 6 | Am Hockenheimring Ost | ja | 50 | 10 | 130 | 0 | 12 |
| 6 | Weil am Rhein | ja | 50 | 10 | 35 | 0 | 3 |
| 5 | Harburger Berge West | ja | 12 | 2 | 67 | 0 | 14 |
| 5 | Harburger Berge Ost | ja | 12 | 2 | 48 | 0 | 14 |
| 5 | Garbsen Süd | ja | 34 | 8 | 49 | 14 | 3 |
| 5 | Lehrter See Süd | ja | 45 | | 71 | 18 | 6 |
| 5 | Bottrop Süd | ja | 42 | 3 | 58 | 10 | 4 |
| 5 | Lichtendorf Nord | ja | 20 | 10 | 42 | 0 | 2 |
| 5 | Am Haarstrang Süd | ja | 24 | | 50 | 0 | 2 |
| 5 | Am Haarstrang Nord | ja | 29 | | 38 | 0 | 2 |
| 5 | Soester-Börde Süd | ja | 20 | | 33 | 0 | 4 |
| 5 | Soester-Börde Nord | ja | 20 | | 34 | 0 | 4 |
| 5 | Höse | ja | 42 | 2 | 30 | 20 | 1 |
| 5 | Ohligser Heide West | ja | 24 | | 88 | 0 | 6 |
| 5 | Ohliger Heide Ost | ja | 25 | | 46 | 12 | 5 |
| 5 | Cloerbuch Süd | ja | 36 | | 55 | 20 | 4 |
| 5 | Cloerbuch Nord | ja | 23 | | 58 | 20 | 4 |
| 5 | Vierwinden Süd | ja | 41 | | 44 | 22 | 0 |
| 5 | Vierwinden Nord | ja | 42 | | 32 | 20 | 7 |
| 5 | Sauerland Ost | ja | 24 | 7 | 86 | 0 | 8 |
| 5 | Raststätte Peppenhoven West | ja | 35 | | 45 | 0 | 1 |
| 5 | Raststätte Peppenhoven Ost | ja | 35 | | 43 | 0 | 1 |
| 5 | Frechen Nord | ja | 28 | 4 | 57 | 10 | 5 |
| 5 | Frechen Süd | ja | 40 | 2 | 72 | 0 | 7 |
| 5 | Siegburg Ost | ja | 48 | | 59 | 0 | 6 |
| 5 | Siegburg West | ja | 30 | | 93 | 0 | 0 |
| 5 | Fernthal | ja | 36 | | 175 | 0 | 24 |
| 5 | Heiligenroth West | ja | 41 | 6 | 84 | 0 | 11 |
| 5 | Limburg Ost | ja | 35 | | 31 | 28 | ? |
| 5 | Bad Camberg West | ja | 42 | 10 | 103 | 0 | 6 |
| 5 | Bad Camberg Ost | ja | 38 | 20 | 27 | 23 | 2 |
| 5 | Medenbach West | ja | 49 | 5 | 65 | 46 | 6 |
| 5 | Goldene Bremm Süd | ja | 41 | | 8 | 20 | 0 |
| 5 | Goldene Bremm Nord | ja | 21 | | 77 | 36 | 6 |
| 5 | Dannstadt West | ja | 23 | | 90 | 0 | 3 |
| 5 | Dannstadt Ost | ja | 22 | | 75 | 0 | 8 |
| 5 | Am Hockenheimring West | ja | 44 | | 148 | 0 | 12 |
| 5 | Kraichgau Nord | ja | 24 | 6 | 71 | 24 | 0 |
| 5 | Hardtwald West | ja | 23 | | 68 | 0 | 5 |
| 5 | Hardtwald Ost | ja | 23 | 12 | 69 | 0 | 5 |
| 5 | Lechwiesen Nord | ja | 42 | 4 | 64 | 26 | 6 |
| 5 | Lechwiesen Süd | ja | 22 | 4 | 51 | 29 | 7 |
| 4 | Köln-Königsforst Ost | ja | 20 | 4 | 27 | 0 | 4 |
| 4 | Köln-Königsforst West | ja | 22 | 3 | 48 | 0 | 6 |
| 4 | Epgert | ja | 16 | | 38 | 0 | 3 |
| 4 | Sessenhausen West | ja | 16 | | 43 | 0 | 3 |
| 4 | Landsberg an der Warthe | ja | 45 | | 38 | 0 | 6 |
| 3 | östlich von Schulenburg | nein | 50 | | 15 | 11 | 0 |
| 3 | Röhrse Süd | nein | 72 | | 50 | 24 | 0 |
| 3 | Röhrse Nord | nein | 72 | | 50 | 24 | 0 |
| 3 | Stuckenbusch | nein | 30 | | 30 | 0 | 2 |
| 3 | Hohenhorst | nein | 37 | | 40 | 0 | 2 |
| 3 | Röllingergraben | nein | 42 | | 38 | 0 | 4 |
| 3 | Östöttergrund | nein | 50 | | 38 | 0 | 4 |
| 3 | Stindertal | nein | 30 | | 30 | 7 | 1 |

| | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------|----|---|----|----|---|
| 3 | Sinderhof | nein | 31 | | 45 | 7 | 0 |
| 3 | Neuensmiede | nein | 37 | | 20 | 0 | 1 |
| 3 | Brachtsiepen | nein | 35 | | 16 | 0 | 1 |
| 3 | Brüner Höhe | nein | 44 | | 28 | 14 | ? |
| 3 | LogebachWest | nein | 39 | | 25 | 0 | 4 |
| 3 | Theißtal Ost | nein | 45 | | ? | 0 | ? |
| 3 | Theißtal West | nein | 45 | | 60 | 0 | 7 |
| 3 | Spitzenrheinhof | nein | 40 | | 31 | 0 | 3 |
| 3 | Binshof | nein | 33 | | 33 | 0 | 3 |
| 3 | Wachenburg Ost | nein | 60 | | 25 | 0 | 0 |
| 3 | Wachenburg West | nein | 40 | | 16 | 0 | 1 |
| 2 | nördlich von Vahrenheide | nein | 25 | | 23 | 11 | 1 |
| 2 | Varrelheide | nein | 25 | | 25 | 0 | 2 |
| 2 | Varelheide | nein | 20 | | 35 | 0 | 5 |
| 2 | Schwarze Heide | nein | 30 | | 25 | ? | ? |
| 2 | Allenstein | nein | 26 | | 23 | 0 | 0 |
| 2 | Resser Mark Süd | nein | 15 | | 36 | 0 | 4 |
| 2 | Mühlhauser Tal | nein | 25 | | 9 | 0 | 0 |
| 2 | Lüner Grund | nein | 19 | | 9 | 0 | 0 |
| 2 | Buchenhain | nein | 19 | | 8 | 0 | 0 |
| 2 | Grüntal | nein | 14 | | 13 | 0 | 1 |
| 2 | Reusrather Heide-Ost | nein | 17 | | 30 | 0 | 1 |
| 2 | Reusrather Heide-West | nein | 17 | | 30 | 0 | 1 |
| 2 | Hunscheid | nein | 22 | | 20 | 0 | 3 |
| 2 | Brendscheid | nein | 22 | 2 | 12 | 0 | 2 |
| 2 | Schwiendahl | nein | 22 | 2 | 16 | 0 | 1 |
| 2 | Drögenpütt Ost | nein | 26 | 3 | 20 | 0 | 4 |
| 2 | Duwelsiepen | nein | 27 | | 14 | 0 | 4 |
| 2 | Rothenstein | nein | 10 | | 12 | | 3 |
| 2 | Löffelberg | nein | 29 | | 12 | 0 | 0 |
| 2 | Rastplatz am Blauen Stein Ost | nein | 15 | | 30 | 0 | 1 |
| 2 | Rastplatz am Blauen Stein West | nein | 15 | | 30 | 0 | 1 |
| 2 | Rur-Scholle Nord | nein | 20 | | 25 | 0 | 0 |
| 2 | Rur-Scholle Süd | nein | 20 | | 25 | 0 | 0 |
| 2 | Logebach Ost | nein | 15 | | 23 | 0 | 0 |
| 2 | Pfaffenbach | nein | 22 | | 20 | 0 | 0 |
| 2 | Märkerwald | nein | 29 | | 20 | 0 | 2 |
| 2 | Markusberg | nein | 18 | | 12 | 0 | 1 |
| 2 | Sauertal | nein | 18 | | 12 | 0 | 1 |
| 2 | Bucheneck | nein | 14 | | 25 | 0 | 2 |
| 2 | Weißer Stock | nein | 14 | | 25 | 0 | 2 |
| 2 | Rastplatz "Östlich von Sinsheim" Süd | nein | 12 | | 14 | 0 | 0 |
| 2 | Rastplatz "Östlich von Sinsheim" Nord | nein | 9 | | 9 | 0 | 0 |
| 2 | Wertachtal Nord | nein | 22 | | 22 | 0 | 2 |
| 2 | Wertachtal Süd | nein | 20 | | 22 | 0 | 2 |
| 1 | Rastplatz Mahndorfer Marsch | nein | 8 | | 12 | 0 | 2 |
| 1 | Rastplatz Krumhörens Kuhlen | nein | 4 | | 18 | 0 | 0 |
| 1 | Sippenweis | nein | 6 | | 30 | 0 | 3 |
| 1 | am Flughafen | nein | 10 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Lohner Kleie | nein | 10 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Völlighauserflur | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Klievermühle | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Stockweg | nein | 3 | | 6 | 0 | 1 |
| 1 | am Entenfang | nein | 4 | | 16 | 0 | 2 |
| 1 | Dickenwalze | nein | 5 | | ? | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------|----|--|---|---|---|
| 1 | Kattenschoß | nein | 10 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Weidebruch | nein | 10 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Springe | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Mark | nein | 11 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Großmicke | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Unterm Hipperich | nein | 15 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Krautseifen | nein | 13 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Am Lindenberg | nein | 11 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | In der Hubach | nein | 14 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Eisenhardt | nein | 12 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Rälsbach | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Wolfsbach | nein | 9 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Rastplatz am Wildenberg | nein | 12 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Landeskroner Weiher | nein | 12 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Parkplatz im Düppenter | nein | 5 | | ? | | |
| 1 | Dicke Buche | nein | ? | | ? | ? | ? |
| 1 | Birkenschlag | nein | 6 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Nachtweide | nein | 6 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Rastplatz "Süd/West" A6 | nein | 7 | | 3 | 0 | 0 |
| 1 | Rastplatz "Nord/Ost" A6 | nein | 8 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Rastplatz "Nord" A6 | nein | 7 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Rastplatz "Süd" A6 | nein | 7 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Parkplatz "Nähe Walldorf" A5 Ost | nein | 6 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Parkplatz "Nähe Walldorf" A5 West | nein | 6 | | ? | 0 | 0 |
| 1 | Putzbrunn | nein | 7 | | ? | 0 | 0 |

Werden die Möglichkeiten zur Mischnutzung von Pkw-Parkständen vornehmlich für die Abend- und Nachtstunden in Betracht gezogen so wird auch hier unter Berücksichtigung aller Rastplätze eine Kapazitätssteigerung von 422 zusätzlichen Lkw-Parkständen erzielt. Insgesamt bieten nach ersten Analysen 90 bewirtschaftete und unbewirtschaftete Anlagen die Möglichkeiten zur Mischnutzung. Von diesen 90 Anlagen ermöglichen allerdings nur 29 die Schaffung von mindestens fünf zusätzlichen Lkw-Parkplätzen.

Die in **Tabelle 4** mit einem „?“ gekennzeichneten Zellen bedeuten, dass die Bildqualität der Google-Earth Satellitenaufnahmen entweder keine ausreichende Qualität zur Zählung der vorhandenen Parkplätze bieten, oder auf eine schwierige bis unmögliche Schätzung von Parkständen aufgrund von veralteten Satellitenaufnahmen oder Vegetation hinweisen.

5 Diskussion

5.1 Lkw-Parkraum und Digitalisierung

Die beiden vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in Auftrag gegebenen Parkstandserhebungen im Jahre 2008 und 2013 zeigen in aller Deutlichkeit auf, dass das Thema der Lkw-Parkstände ein akutes wie auch im Sinne der Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer wichtiges Thema darstellt. Ein Umdenken bezüglich Planzahlen für Tank- und Rastanlagen entlang der BAB ist bereits eingetreten. Wie aus dem Bericht vom BMVBS (2011) hervorgeht werden jetzt Bauvorhaben für Tank- und Rastanlagen nach Lkw-Parkbedarf auf den jeweiligen Autobahnabschnitten genehmigt (BMVBS, 2011). In Summe wurden 2008 46.400 Lkw-Plätze auf den BAB gezählt, wobei aber 14.000 Lkw-Parkplätze fehlten. Von 2008 bis 2012 wurden durch schnelle Bauplatzgenehmigungen und Abschluss der Bauvorhaben 11.000 neue Lkw-Parkplätze geschaffen.

Im Jahre 2013 wurde eine erneute Parkstandserhebung vom BMVBS in Auftrag gegeben, die zur Aufgabe hatte den Fortschritt bezüglich der Lkw-Parkflächenverfügbarkeit zu überprüfen. **Tabelle 5** (durch den Autor leicht adaptiert) zeigt den damaligen Erkenntnisstand. Trotz zahlreicher Bauvorhaben konnte der Lkw-Parkraumbedarf zwar prozentual reduziert werden, absolut hingegen ist durch den Güterverkehrszuwachs ein vergleichbar hohes Lkw-Parkraumdefizit geblieben.

Tabelle 5 Erhebung Lkw-Parkstände auf deutschen BAB 2013

| Anlagentyp | Anzahl Erhebungsstandorte | Kapazität | abgestellte Lkw in den Nachtstunden | Fehlbestand |
|----------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|
| bewirtschaftete RA | 428 | 18.534 | 29.650 | 11.116 |
| unbewirtschaftete RA | 1.485 | 21.581 | 25.313 | 3.732 |
| Autohöfe | 193 | 18.765 | 15.278 | - 3.487 |
| Summe | 2.106 | 58.880 | 70.241 | 11.361 |

Die Parkstandserhebung von 2013 zeigt auch, dass die Kapazitäten umverteilt werden müssen. Autohöfe haben noch hohe Kapazitäten die ungenutzt bleiben. In Hinblick auf dynamische Parkstandsanzeigen ist dies ein weiteres Indiz für die Notwendigkeit einer besseren Informationsgrundlage. Allerdings besteht hier das Problem des geringen Digitalisierungsgrades von Lkw-Parkplätzen.

Um eine profunde Entscheidungsgrundlage bei der Parkplatzsuche bieten zu können, müssen auch die kleineren Rastanlagen an ein digitales Parkraumnetz angeschlossen werden. Hier besteht jedoch das Problem der geringeren Skaleneffekte. Je kleiner der Parkraum ist, desto höher sind die Kosten zur Digitalisierung jedes einzelnen Parkplatzes. Hier gilt es eine sinnvolle Größe für in Betracht kommende Rastanlagen zu setzen. Ein vorsichtiger Vorschlag könnten, nach der in dieser Arbeit vorgestellten Kategorisierung, Raststellen ab der vierten Kategorie sein. Das sind mindestens bewirtschaftete Rastanlagen, denen die Kosten der Digitalisierung ganz oder zumindest anteilhaft auferlegt werden könnten, da ihnen ein voll

ausgelasteter Parkplatz auch einen höheren Umsatz beschert. Durch eine bessere Informationsbasis müssen Berufskraftfahrer dann auch nicht mehr illegal parken und können dementsprechend legale Park-Möglichkeiten ansteuern.

Die Ergebnisse der Analyse aus **Kapitel 4** zeigen aber auch, dass viele Tank- und Rastanlagen bereits die Größe und Parkraumanzahl verfügen um Kompaktparken zu ermöglichen. Nach Kleine and Lehmann (2014, 7) belaufen sich die Kosten zur Implementierung eines Systems zum Kompaktparken für 35 neue Lkw-Parkplätze auf knapp über 22.000 €. Beispielhaft kostet der Bau eines Autobahnparkplatzes mit WC sowie 30 Pkw- und 50 Lkw-Parkplätzen auf der A3 bei Lohmar 6 Millionen Euro. Werden die Kosten für eine WC-Anlage abgezogen und davon ausgegangen, dass ein Pkw-Parkplatz genauso viel kostet wie ein Lkw-Parkplatz so belaufen sich die durchschnittlichen Kosten für einen neugebauten Parkplatz auf knapp 69.000 € (Caris, 2017).

Kurzzeitparker stellen allerdings ein Problem für das Kompaktparken dar. Angenommen ein LKW-Fahrer möchte nur zwei Stunden Pause einlegen und hinter ihm reihen sich Langzeitparker ein, so ist der vordere Parkplatz bei seiner Abfahrt für weitere Fahrzeuge versperrt (Kleine und Lehmann 2014, 2-7). Aus diesem Grund ist es wichtig eine Instanz einzustellen, die für die Einhaltung der Ordnung zuständig ist. Nicht alle Berufskraftfahrer sind mit intelligenten Parkraumlösungen vertraut und verhalten sich intuitiv richtig. Es wird eine Zeitdauer geben, in der viele Ordnungswidrigkeiten begangen werden, nicht aus Provokation sondern aus Nichtwissen heraus. Allerdings wird sich das normalisieren, wenn Kompaktparken häufiger zu sehen sein wird und sich diese neuartige Möglichkeit zu parken unter den Berufskraftfahrern herumspricht.

Dieses Ergebnis zeigt umso mehr, dass eine Digitalisierung der Parkflächenverfügbarkeit eine Erhöhung der Parkflächenkapazität bedeuten würde. Neue Rastanlagen sollten modern und antizipierend gebaut werden, um die Detektion des Parkraumes als auch intelligentes Parken zu ermöglichen. Darüber hinaus müsste überlegt werden ob es nicht ohnehin effizienter wäre neue Tank- und Rastanlagen im Sinne des Kompaktparkens zu konstruieren um so weitere Kapazitäten zu schaffen.

5.2 Kriminalitätsrate

Beispiele für Verbrechen am Lkw oder am Fahrer eines Lkws gibt es zahlreich. So wird von jährlichem Verlusten in Höhe von 1,2 Milliarden € berichtet. Dabei sollen die Diebstähle meistens auf Raststätten geschehen (ntv, 2017). Europaweit werden die Schäden sogar auf 8,5 Milliarden beziffert (Dörfelt, 2017). In Deutschland, Großbritannien und Benelux werden jährlich mehr als 4000 Lkw über 3,5 t gestohlen. Das Bundeskriminalamt weist in seinem Bundeslagebild über die Kfz-Kriminalität 2016, 1.600 durchschnittlich gestohlene Lkws über die letzten fünf Jahre auf. Dabei sind es gut organisierte Banden, die koordiniert mit unterschiedlichsten Mitteln entweder die Lkw-Ladung oder den Lkw selbst entwenden. Leider wird bei diesen Verbrechen nicht selten das Leben und die Gesundheit des Lkw-Fahrers bedroht.

Übergriffe dieser Art werden täglich registriert. Nach Schätzungen der damaligen Europaabgeordneten Anne E. Jensen aus Dänemark passieren 60% aller Übergriffe auf Rastanlagen ("Neue Wege für sichere und bessere Lkw-Parkplätze", 2009). Dieser Umstand

hat 2007 zur Initiierung des EU-Projekts SETPOS (Secure European Truck Park Operational Services) geführt. Dieses Projekt hatte neben weiteren Bestandteilen das Ziel Sicherheitsstandards für Lkw-Parkplätze aufzustellen.

Diese Sicherheitsstandards beinhalten Schutzzäune, Ein- und Ausgangskontrollen, eine Beleuchtung des Platzes bei Nacht und eine Kameraüberwachung der Umzäunung. Eine höhere Sicherheitsstufe, die SETPOS High Security, erfordert zudem eine Überwachung des gesamten Parkgeländes, sowie eine ständige Kontrolle von geschultem und anerkannten Wachpersonal. In Deutschland sind momentan vier Anlagen zu finden, die solche Sicherheitskriterien erfüllen. Allerdings sind solche Sicherheitsanforderungen aus finanzieller Sicht nur auf privaten Autohöfen möglich, da auf den von Bund und Ländern finanzierten Tank- und Rastanlagen, eine Gebührenerhebung nicht erlaubt ist (*Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVH) in Deutschland*, 2011).

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen und Fakten wird umso deutlicher, wie wichtig die Umsetzung von Sicherheitsstandards auf den Tank- und Rastanlagen ist. In Hinblick auf die Implementierung von intelligentem Lkw-Parkraummanagement, sollte sich deshalb zunächst auf bewirtschaftete Rastanlagen fokussiert werden, da bei unbewirtschafteten Anlagen die Gefahr auf Manipulation aufgrund von mangelnder und unregelmäßiger Kontrolle besteht.

5.3 Kritische Betrachtung der Ergebnisse

Die in dieser Arbeit analysierten Parkplätze beziehen sich in erster Linie auf defizitäre Autobahnabschnitte. Die Ergebnisse zeigen auf, dass sich bereits mit vorhandenen Rast- und Tankanlagen und modernen Möglichkeiten zusätzliche Parkraumkapazitäten erzeugen lassen. Allerdings ist nicht jeder Rastplatz für einen Umbau geeignet. Jedes neue System muss regelmäßig gewartet, kalibriert und kontrolliert werden, damit es fehlerfrei läuft und zuverlässige Informationen bereitstellt. Vor diesem Hintergrund kommen nur bewirtschaftete Anlagen in Frage, da hier Menschen für die Sicherstellung der Systemfunktionalität abgestellt werden können. Darüber hinaus kann ein intelligentes System zwar für die Ordnung der Parkreihen sorgen, allerdings nicht im exekutiven Sinne für die Einhaltung der Parkplatzordnung. Auch hier wäre der Einsatz einer Ordnungskraft, die falsches Verhalten ahndet oder bei Unwissenheit aufklärt, angebracht.

Bezüglich einer Freigabe von Pkw-Parkplätzen für Lkw-Parkplätze (Mischnutzung) stellen sich einige Fragen. Bei den Ergebnissen aus **Tabelle 4** handelt es sich um eine maximale Ausnutzung von Pkw-Parkständen. Das bedeutet, dass davon ausgegangen wurde, dass alle Pkw-Parkplätze für Lkws zur Verfügung gestellt wurden solange die Rangier- und Zufahrts- sowie Abfahrtmöglichkeiten ein Lkw-Parken erlaubten. Das lässt aber die tatsächliche Parkplatzauslastung seitens der Pkw-Fahrer außer Acht. Um eine fundierte Aussage über die Umsetzung der Mischnutzung je Rastplatz fällen zu können, müssten Untersuchungen zu dem aktuellen Nachfrageverlauf von Pkw-Parkständen zu den Abend- und Nachtstunden durchgeführt werden.

Einen weiteren kritischen Punkt stellen die Satellitenaufnahmen dar. Nach Bekanntmachung der Parkraumnot auf den BAB wurden in kürzester Zeit neue Tank- und Rastanlagen gebaut, sodass viele Satellitenbilder nicht mehr den aktuellen Stand der Anlage zeigten. Außerdem war die Bildqualität hauptsächlich bei den unbewirtschafteten Anlagen selten so gut, dass eine

genaue manuelle Zählung der Parkplätze möglich war und deshalb zu einem bestimmten Grad auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden musste. Eine Gewissheit über den Einsatz intelligenter Systeme oder der Installation von Sensoren zur Digitalisierung des Parkraums würde letzten Endes nur eine Begehung vor Ort bringen.

Eine Analyse der in Frage kommenden Tank- und Rastplätze für eine dynamische Parkstandsanzeige hat ergeben, dass für eine sinnvolle Parkstandsanzeige mehrerer hintereinander liegender Parkplätze eine Detektion dieser Parkflächen unabdingbar ist. Eine Digitalisierung der Parkflächen von Rastplätzen der ersten bis siebten Kategorie ist allerdings weder ökonomisch noch durch zusätzliche Kosten, die aufgrund von erhöhtem Wartungs- und Kontrollbedarf entstehen, vertretbar. Es hat sich bei der Überprüfung von in einer Richtung liegenden Rastanlagen gezeigt, dass selten mehr als zwei größere Rastplätze, bei denen eine Digitalisierung der Parkbestände sinnvoll gewesen wäre, hintereinander lagen. Und in den Fällen, bei denen mehr als zwei Rastanlagen (Kategorie 4 und höher) hintereinander lagen, waren die Abstände der Rastanlagen zueinander zu groß (~100 km), sodass eine dynamische Parkstandsanzeige, nur noch eine geringe Aussagekraft über die Parkflächenverfügbarkeit bei der letzten angezeigten Rastanlage gehabt hätte.

6 Fazit und Ausblick

Abschließend sollen an dieser Stelle noch einmal die Forschungsfragen aus **Kapitel 1.2** aufgegriffen und beantwortet werden. Die in diesem Paper gestellten Forschungsfragen lauten:

1. Welche Maßnahmen und intelligente Parkraummanagementsysteme sind zur Lösung des LKW-Parkraumdefizits vorhanden?
2. Um wie viele Einheiten kann vorhandener Parkraum durch den Einsatz intelligenter LKW-Parkraummanagementsysteme erhöht werden?

Die erste Forschungsfrage wurde in **Kapitel 2** thematisiert und beantwortet. Systemtechnisch gibt es unterschiedliche Ansätze zur besseren Steuerung als auch Bereitstellung von Parklätzen. **Tabelle 1** gibt einen Überblick über die verschiedenen Ansätze. Zu den Ansätzen zählen Expertensysteme, Systeme, die auf Fuzzy-Logik, sowie auf kabellose Informationsübertragung aufbauen. Darüber hinaus gibt es auch GPS-basierte Systeme, Systeme bei denen die Fahrzeuge mit der auf dem Parkplatz befindlichen Infrastruktur kommunizieren, sowie Systeme die über Bilderkennung Informationen an die Verkehrsteilnehmer weitergeben. Zusätzlich wurde die Möglichkeit des Kolonnen- und Kompaktparkens vorgestellt. Bei diesem System wird der Fahrweg der sich normalerweise zwischen zwei Lkw-Parkreihen befindet, zu einem weiteren Lkw-Parkplatz umgebaut. Es wurden ebenso dynamische Parkstandsanzeigen diskutiert sowie die Möglichkeit der Mischnutzung.

Es bleibt offen, ob sich die Idee zum Parkplatz-Sharing durchsetzen wird. Nach Ansicht des Autors ist es eine gelungene Initiative von Speditionsbetrieben. Allerdings läuft dies auf eine Digitalisierung von Parkflächen hinaus. Dann allerdings stellt sich die Frage, ob diese Informationen nicht besser auf einer App zusammenlaufen könnten, die unter Umständen auch Navigationsmöglichkeiten in Abhängigkeit der noch verbleibenden Lenkzeit des Lkw-Fahrers berücksichtigt. Diese App könnte dann auch Zugriff auf das Navigationssystem bekommen und so den Fahrer zum optimalen Parkplatz führen.

Die zweite Forschungsfrage wurde in **Kapitel 4 und 5** dieser Arbeit erörtert. In Tabelle 4 entstand eine übersichtliche Darstellung aller in den defizitären Autobahnabschnitten gefundenen Tank- und Rastanlagen. Es wurde neben der ausführlichen Darstellung aller Parkmöglichkeiten je Rastanlage, ebenso überprüft ob eine Installation von intelligentem Parken möglich sei. Die hinzugekommenen Lkw-Parkplätze wurden in der Tabelle aufgeführt. Durch Kompaktparken ließen sich somit knapp 900 neue Lkw-Parkplätze schaffen. Durch die Verwendung von Mischnutzung ließen sich 422 neue Parkplätze schaffen. Zusätzlich wurden die Ergebnisse im Diskussionskapitel kritisch hinterfragt und vor dem Hintergrund der voranschreitenden Digitalisierung näher beleuchtet.

Zugleich soll das letzte Kapitel dieser Ausarbeitung einen Einblick in zukünftigen Forschungsbedarf in diesem Gebiet und aufgrund der hier genannten Schwierigkeiten gewähren. In erster Linie sollte diese Ausarbeitung dazu dienen zu hinterfragen, ob ein Neubau von Tank- und Rastanlagen notwendig ist oder ob kleinere bauliche Maßnahmen nicht bereits eine effizientere Möglichkeit zu Kapazitätssteigerung darstellen. Darüber hinaus bleibt es zu hinterfragen, ob neue Tank- und Rastanlagen nicht bereits im Vorfeld

„intelligent“ ausgestattet werden sollten um den nötigen Schritt zur Digitalisierung zu vereinfachen. Erst wenn Parkplätze digitalisiert werden lassen sich auch weiterführende Analysen bezüglich dynamischer Parkstandsanzeigen eröffnen. Hierin lässt sich ein nötiges Forschungsinteresse ableiten. Zukünftige Arbeiten sollten sich in Hinblick auf intelligente Parkmöglichkeiten mit dem Design und der Ausstattung von neuen Rastanlagen beschäftigen.

Bezüglich der hier erhobenen Daten wäre eine Validierung notwendig um letzten Endes Handlungsimplicationen ableiten zu können. Erst durch eine Sichtung der Rast- und Tankstellen vor Ort in Hinblick auf die Anwendbarkeit telematischer Systeme oder Verwendung von Mischnutzung lässt sich eine konkrete Entscheidungsgrundlage erkennen.

Danksagung

An dieser Stelle soll Herrn Gerken und Herrn Poppen für ihre unermüdliche Arbeit bei der Identifizierung aller Tank- und Rastanlagen gedankt werden. Sie haben nicht nur dabei geholfen die Analyse der unterschiedlichen Anlagen voranzutreiben, sondern auch mit hilfreichen Kommentaren, die aufgrund ihrer intensiven Auseinandersetzung mit der Materie entstanden, die Qualität der Untersuchung zu verbessern.

Literaturverzeichnis

Bäumler, I., Kotzab, H., 2016. Assessing research on intelligent transport systems for road freight transport from the viewpoint of different stakeholders, in: Proceedings of the 28th Annual Nordic Logistics Research Network Conference. Presented at the NOFOMA 2016, Turku, Finland.

BMVBS, 2011. Güterverkehr und Logistik-Lkw-Parken in einem modernen, bedarfsgerechten Rastanlagensystem. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn.

BMVBS, 2008. Parksituation für Lkw auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden.

Bundeministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011. BMVBS - Güterverkehr und Logistik-Lkw-Parken in einem modernen, bedarfsgerechten Rastanlagensystem.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017. Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs (Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs No. BMVI/StB 10). Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Capdevila, M., Tomas, V.R., Garca, L.A., Prades Farron, M., 2013. Dynamic management of parking spaces in road rest areas with automatic negotiation, in: 2013 Ieee International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Smc 2013). Ieee, New York, pp. 3609–3614.

Caris, M., 2017. Für Lkw: Kahlschlag an der A3 bei Lohmar – neuer Parkplatz kostet sechs Millionen Euro [WWW Document]. Köln. Rundsch. URL <http://www.rundschau-online.de/region/rhein-sieg/lohmar/fuer-lkw-kahlschlag-an-der-a3-bei-lohmar---neuer-parkplatz-kostet-sechs-millionen-euro-25946228> (accessed 9.7.17).

Chen, N., Wang, L., Jia, L., Dong, H., Li, H., 2016. Parking Survey Made Efficient in Intelligent Parking Systems. *Procedia Eng.* 137, 487–495.

Dierke, J., Kleine, J., Lehmann, R., 2016. Intelligent Controlled Compact Parking for Modern Parking Management on German Motorways. *Transp. Res. Procedia, International Symposium on Enhancing Highway Performance (ISEHP)*, June 14-16, 2016, Berlin 15, 620–627. doi:10.1016/j.trpro.2016.06.052

Dörfelt, S., 2017. LKW-Diebstahl – wenn Transporte zum Geschäftsrisiko werden [WWW Document]. Frachtraum. URL <https://www.frachtraum.com/de/blog/lkw-diebstahl/> (accessed 9.8.17).

DVZ Logistik & Verlader, 2017. Parkplatz-Sharing: Bosch und Gebrüder Weiss starten Projekt [WWW Document]. DVZ. URL <http://www.dvz.de/rubriken/logistik-verlader/single-view/nachricht/sicheres-parken-bosch-und-gebrueder-weiss-starten-projekt.html> (accessed 9.4.17).

Faheem, F., Mahmud, S.A., Khan, G.M., Rahman, M., Zafar, H., 2014. A Survey of Intelligent Car Parking System. *J. Appl. Res. Technol.* 11.

-
- Follmann, J., Menge, J., 2009. Verbesserung der Parkmöglichkeiten für Lkw an Autobahnen. *Straßenverkehrstechnik* 1/2009, 25–31.
- Garcia-Ortiz, A., Amin, S.M., Wootton, J.R., 1995. Intelligent transportation systems—Enabling technologies. *Math. Comput. Model.* 22, 11–81.
- Kleine, J., Lehmann, R., 2014. Intelligent controlled compact parking for modern parking management on German motorways. Presented at the Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment.
- Longfei, W., Hong, C., Yang, L., 2009. Integrating mobile agent with multi-agent system for intelligent parking negotiation and guidance, in: *Industrial Electronics and Applications*, 2009. ICIEA 2009. 4th IEEE Conference on. IEEE, pp. 1704–1707.
- Lu, R., Lin, X., Zhu, H., Shen, X., 2010. An Intelligent Secure and Privacy-Preserving Parking Scheme Through Vehicular Communications. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 59, 2772–2785. doi:10.1109/TVT.2010.2049390
- Nagarajan, A., Canessa, E., Nowak, M., Mitchell, W., White, C.C., 2005. Technology in trucking. *Truck. Age Inf.* Ashgate Publ. Co. Burlingt. VT 147–182.
- Neue Wege für sichere und bessere Lkw-Parkplätze, 2009.
- ntv, 2017. Planenschlitzer machen Milliardenbeute [WWW Document]. N-Tvde. URL <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Planenschlitzer-machen-Milliardenbeute-article19903333.html> (accessed 9.7.17).
- Pullola, S., Atrey, P.K., El Saddik, A., 2007. Towards an intelligent GPS-based vehicle navigation system for finding street parking lots, in: *Signal Processing and Communications*, 2007. ICSPC 2007. IEEE International Conference on. IEEE, pp. 1251–1254.
- Revathi, G., Dhulipala, V.R.S., 2012. Smart parking systems and sensors: A survey, in: *2012 International Conference on Computing, Communication and Applications*. Presented at the 2012 International Conference on Computing, Communication and Applications, pp. 1–5. doi:10.1109/ICCCA.2012.6179195
- Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017. Güterverkehr 2016: Neuer Höchststand beim Transportaufkommen - [WWW Document]. URL https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/02/PD17_057_463.html (accessed 8.10.17).
- Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVH) in Deutschland, 2011.
- Stephan Müller, 2012. Makroskopische Verkehrsmodellierung mit der Einflussgröße Telematik. Technische Universität Berlin.
- Sternberg, H., Andersson, M., 2012. The ITS Freight Roadmap of the Swedish ITS Council.

Sussman, J.M., 2005. Perspectives on intelligent transportation systems (ITS). Springer Science+Business Media, New York.

Union, E., 2006. Verordnung (EC) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 15. März 2006 zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates. Amtsbl. Eur. Union L 102, 2006.

Universität Bremen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für ABWL und Logistikmanagement
Wilhelm-Herbst-Str. 12
28359 Bremen

Telefon: +49 0421 218 66981
E-Mail: kotzab@uni-bremen.de
www.lm.uni-bremen.de

Als wissenschaftliches elektronisches Dokument veröffentlicht in der Staats- und
Universitätsbibliothek Bremen und auf dem Lehrstuhlserver

Veröffentlicht: 2018