



---

**Lkw-Parkleitsystem  
A9 Nürnberg-München**

**Wirksamkeitsanalyse mittels  
Vorher-Nachher-Untersuchung**

---

Ergebnisbericht V2-00

---

20.10.2021

---

---

Auftraggeber: Landesbaudirektion Bayern  
Zentralstelle Verkehrsmanagement

Dr. Daniel Monninger  
Sebastian Gutmann

Bearbeitung: **SSP** Consult  
Beratende Ingenieure GmbH

Lukas Kremtz

---

---

<b>Inhaltverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1 Einführung	4
1.1 Anlass	4
1.2 Ziele im Projekt Wirksamkeitsanalyse	6
1.3 Ziele von Lkw-Parkleitsystemen	6
1.4 Vorgehensweise	7
2 Methodik und Vorbereitungen	8
2.1 Funktionsbausteine	8
2.2 ANPR	8
2.2.1 Vorhandene Ausstattung	8
2.2.2 Definition eines Pfades	10
2.2.3 Lastenheft	11
2.3 Watchdog	14
2.4 Informationstafeln BayernInfo	14
2.5 Schnittstelle zwischen der Unterzentrale Lkw-Parken und der Zentrale der mobilen LED-Anzeigen	16
2.6 Mobile LED-Anzeigen für dynamische Restplatzanzeigen	17
2.7 Befragung von Lkw-Fahrenden	22
3 Durchführung	23
3.1 Zeiträume der Phasen	23
3.2 Betriebserfahrungen bei der Datenerfassung und bei der Datenverarbeitung mittels ANPR	25
3.2.1 Detektionsqualität	25
3.2.2 Algorithmen zur Verbesserung der erfassten Daten	29
3.2.3 Datenverfügbarkeit	31
3.2.4 Anpassungen im Kriterium mittlere Parksuchzeit	31
3.3 Sonstige Betriebserfahrungen	32
4 Ergebnisse aus Erhebungen mittels der ANPR-Technologie	36
4.1 Vorbemerkungen	36
4.2 Datenverfügbarkeit	37
4.2.1 Kriterium Matching-Raten in Heatmaps	37
4.3 Parkverhalten	38
4.3.1 Kriterium Verteilung von in den Streckenabschnitt einfahrenden Lkw	38

---

4.3.2 Kriterium Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten	41
4.3.3 Kriterium Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen	44
4.3.4 Kriterium Aufenthaltsdauern von Langzeitparkern	48
4.4 Parksuchverkehr	50
4.4.1 Kriterium Anzahl angefahrene Rastanlagen für Langzeitparker	50
4.4.2 Kriterium mittlere Parksuchzeit	60
4.4.3 Kriterium Anzahl Durchfahrer	68
4.4.4 Kriterium Aufteilung von DF, KZP und LZP	70
5 Ergebnisse aus Erhebungen mittels Befragungen von Lkw-Fahrenden	74
5.1 Vorbemerkungen	74
5.2 Durchführung	74
5.3 Auswertung zu allgemeinen Informationen der Lkw-Fahrenden	75
5.4 Auswertung zum Parkverhalten der Lkw-Fahrenden	75
5.5 Auswertung der Fragen zum BayernInfo-Portal	78
5.6 Auswertung der Fragen zu den LED-Anzeigen	79
5.7 Vorschläge durch Lkw-Fahrende	83
6 Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse bezüglich der Wirksamkeit	84
6.1 Einsatzzeitraum	84
6.2 Verteilungseffekte von Rastanlagen mit Überbelegung auf Rastanlagen mit Kapazitätsreserven	85
6.3 Reduzierung des Parksuchverkehrs	85
6.4 Reduzierung von frühzeitigem Parkstand-Suchen	87
6.5 Unterschiede in den Ergebnissen aus ANPR-Daten und Befragungen	88
6.6 Lenkung des Lkw-Verkehrs innerhalb von Rastanlagen	88
6.7 Nutzen durch Verkehrsinformation	89
7 Glossar	90
Literaturverzeichnis	92
Anlagenverzeichnis	93

# 1 Einführung

## 1.1 Anlass

Das Lkw-Parkleitsystem (Lkw-PLS) auf der Bundesautobahn A9 zwischen Nürnberg und München wurde seit dem Jahr 2014 als Pilotvorhaben durch die bayerische Straßenbauverwaltung im Auftrag des Bundes errichtet und sukzessive in Betrieb genommen. Insgesamt 22 Rastanlagen (acht bewirtschaftete Rastanlagen, 14 unbewirtschaftete Rastanlagen) wurden auf einer Gesamtlänge von 135 Kilometern mit einem Zählsystem, welches mittels Messquerschnitten (MQ) an Ein- und Ausfahrten sowie Betriebsumfahrten für ein Bilanzierungsverfahren realisiert wurde, ausgestattet (Anlage 01). Je Messquerschnitt sind ein Bodenradar, bestehend aus mehreren GroundSens, sowie ein Laserscanner seitlich in einer Höhe von ca. sieben Metern zur Erfassung von Pkw-ähnlichen und Lkw-ähnlichen Fahrzeugen verbaut (Abbildung 1).



Abbildung 1: Messquerschnitt mit Bodenradar und Laserscanner (PWC Echinger Gfield)

Die Unterzentrale (UZ) für das Lkw-PLS befindet sich in der Verkehrs- und Betriebszentrale (VBZ) Nordbayern in Nürnberg-Fischbach.



Die Belegungsinformation wird über die Anzahl noch freier Lkw-Parkstände unter Zugrundelegung der Maximalkapazität (Lkw-Parkstände nach StVO-Beschilderung + geduldete Überbelegung) angegeben (Tabelle 1). Geduldete Überbelegung bedeutet die Duldung von abgestellten Lkw in nicht für das Lkw-Parken beschilderten Bereichen, welche anhand von Lageplänen sowie in Abstimmung mit der Polizei festgelegt wurden.

	Rastanlagen FR München	Lkw-Parkstände Maximalkapazität	Rastanlagen FR Nürnberg	Lkw-Parkstände Maximalkapazität	Bemerkungen
1	Feucht West	82	Feucht Ost	92	
2	Göggelsbuch West	53	Göggelsbuch Ost	60	beide Parkplätze gesperrt aufgrund Baustelle
3	Offenbau West	50	Offenbau Ost	50	
4	Greding West	53	Greding Ost	30	
5	Gelbensee West	35	Gelbensee Ost	35	
6	Köschinger Forst West	130	Köschinger Forst Ost	140	
7	Baarer Weiher West	44	Baarer Weiher Ost	55	
8	Rohrbach West	31	Rohrbach Ost	35	beide Parkplätze gesperrt aufgrund Baustelle
9	Paunzhauser Feld	30	Eichfeld	17	
10	Fürholzen West	150	Fürholzen Ost	152	
11	Brunngras	31	Echinger Gfild	29	
	<b>Summe der Fahrtrichtung</b>	<b>689</b>	<b>Summe der Fahrtrichtung</b>	<b>695</b>	
	<b>Summe der Untersuchung</b>	<b>605</b>	<b>Summe der Untersuchung</b>	<b>600</b>	

Tabelle 1: Maximalkapazitäten je Rastanlage im Lkw-PLS A9

Die Daten werden kontinuierlich an den Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) geliefert sowie parallel dazu vorwiegend über BayernInfo als Verkehrsinformation bereitgestellt. Der Vorentwurf aus dem Jahr 2012 zum Lkw-PLS A9 beinhaltete zudem Lkw-Parkstandsanzeigen im Zulauf zu den jeweiligen Rastanlagen zur kollektiven Verkehrsinformation. Die Finanzierung dieser dauerhaften Beschilderung wurde zum damaligen Zeitpunkt vom Bund jedoch aus Kostengründen abgelehnt.

Seitens des Bundes sowie der Straßenbauverwaltungen der Bundesländer besteht Interesse an Untersuchungsergebnissen zur Wirksamkeit des Lkw-PLS A9, um Entscheidungshilfen für die weitere Finanzierung für ähnliche Projekte zu erhalten. Vor diesem Hintergrund wurde zur Ermittlung des Nutzens ein Grobkonzept zur Durchführung einer Wirksamkeitsanalyse entwickelt und mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) sowie den Verkehrsbehörden der Autobahndirektion Nordbayern (ABDN) und Autobahndirektion Südbayern (ABDS) abgestimmt. Mit Inbetriebnahme der letzten Zählsysteme auf den letzten Rastanlagen im Jahr 2019 waren die Voraussetzungen zur Durchführung einer Wirksamkeitsanalyse über alle Rastanlagen gegeben. Die Finanzierung der Wirksamkeitsanalyse erfolgt aus Landesmitteln.

## 1.2 Ziele im Projekt Wirksamkeitsanalyse

Dem Projekt Wirksamkeitsanalyse werden folgende Ziele zugrunde gelegt:

- Zusammenstellen der Ziele von Lkw-Parkleitsystemen,
- Ermittlung eines Verfahrens zum Vergleich der Ergebnisse anhand einer Vorher-Nachher-Untersuchung,
- Entwicklung von geeigneten Kriterien / Kenngrößen, um Unterschiede nachvollziehbar aufzeigen zu können,
- Verwendung von geeigneten Messinstrumenten,
- Bereitstellung einer Belegungsinformation für Lkw-Fahrende nahe der Realität durch Kalibrierungen zweimal pro Woche,
- Durchführung der Untersuchung,
- Auswertung der Ergebnisse und Ableiten von Handlungsempfehlungen.

Das Projekt Wirksamkeitsanalyse beschränkt sich auf die Ermittlung eines Nutzens anhand von Kenngrößen. Die monetäre Bewertung hinsichtlich Zeiteinsparung, Treibstoffeinsparung, Unfallvermeidung o. ä. für ein Nutzen-Kosten-Verhältnis muss gesondert erforscht und entwickelt werden.

## 1.3 Ziele von Lkw-Parkleitsystemen

Mit der Realisierung von Lkw-Parkleitsystemen und daraus bereitgestellten Belegungsinformationen, wo und wie viele Lkw-Parkstände frei sind, werden folgende Ziele verfolgt:

- Reduzierung des Parksuchverkehrs,<sup>1</sup>
- Lenkung des Lkw-Verkehrs zu Rastanlagen mit Kapazitätsreserven (Verteilungseffekte), damit Rastanlagen mit Überbelegung nicht mehrfach angefahren werden müssen,<sup>2</sup>
- optimale Ausnutzung aller Lkw-Parkstände durch die Angabe wo freie Lkw-Parkstände zu finden sind,<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Vgl. FGSV (2005): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, Ausgabe 2005, Köln, Kapitel 6.2.1

<sup>2</sup> Vgl. Gather, Matthias; Heinitz, Florian; Hesse, Norman; Lüttmerding, Attila (2008): Belegung der Autobahnparkplätze durch Lkw in Thüringen, Erfurt, S. 28

<sup>3</sup> Vgl. FGSV (2011): Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen, Ausgabe 2011, Köln, Kapitel 9.2

- Reduzieren eines verfrühten Parkstand-Suchen zu Gunsten einer maximalen Nutzung der verbleibenden Lenkzeit<sup>4</sup>.

Neben dem Mehrwert als verfügbare Verkehrsinformation zur Lage und Anzahl von freien Lkw-Parkständen sollen mit Belegungsinformationen Lkw-Fahrende beeinflusst werden. Im Zuge der Wirksamkeitsanalyse werden die genannten Ziele hinsichtlich Wirkungen in der Praxis untersucht. Die oben genannten Ziele können positive Effekte auf die Gewährleistung der Einhaltung von Lenk- und Ruhezeiten sowie die Erhöhung der Verkehrssicherheit für Lkw-Fahrende und weitere Verkehrsteilnehmer haben.

#### **1.4 Vorgehensweise**

Mithilfe einer Vorher-Nachher-Untersuchung soll das Lkw-PLS A9 auf dessen Wirksamkeit hin untersucht werden. Die Vorher-Betrachtung entspricht dem Zustand ohne Lkw-PLS und die Nachher-Betrachtung dem Zustand mit in Betrieb genommenem Lkw-PLS.

In der Vorher-Phase I wird als Ground Truth / Nullfall das Lkw-Parksuchverhalten ohne eine mögliche Beeinflussung durch Belegungsinformationen untersucht. In der Nachher-Phase II wird das Lkw-PLS hinsichtlich Wirkungen durch die bisherige Form der Belegungsinformation (BayernInfo und MDM) untersucht. Aufgrund der Annahme, dass viele Lkw-Fahrende keine Kenntnisse über das Lkw-PLS haben, werden zusätzlich entsprechende Informationstafeln auf den Rastanlagen aufgestellt, um auf das Angebot von Belegungsinformationen auf BayernInfo aufmerksam zu machen. In der Nachher-Phase III soll das Lkw-Parksuchverhalten auf Wirkungen durch die Informationstafeln untersucht werden. Für die Nachher-Phase IV werden mobile LED-Anzeigen mit Angabe von freien Lkw-Parkständen entlang der Strecke im Bereich der Rastanlagen aufgestellt, um die Wirksamkeit dieser Art der kollektiven Verkehrsinformation zu untersuchen.

Da den Informationserweiterungen der Nachher-Phasen III und IV Lernkurven von der Neuentdeckung bis zur bewährten Anwendung unterstellt werden, gibt es zu den jeweiligen Phasen vorangegangene sogenannte „Einschwingphasen“. Eine Übersicht zu den Phasen sowie die tatsächlichen Zeiträume sind dem Kapitel 3.1 zu entnehmen.

---

<sup>4</sup> Vgl. Mahmud, Sharif; Akter, Taslima; Hernandez, Sarah (2020): Truck parking usage patterns by facility amenity availability, Transportation Research Record, 2674(10):749–763

## 2 Methodik und Vorbereitungen

### 2.1 Funktionsbausteine

Für die Durchführung der Wirksamkeitsanalyse waren folgende Hauptfunktionsbausteine (gelb) sowie folgende ergänzende Funktionsbausteine (weiß) unter Mitwirkung der genannten Firmen erforderlich (Abbildung 2).

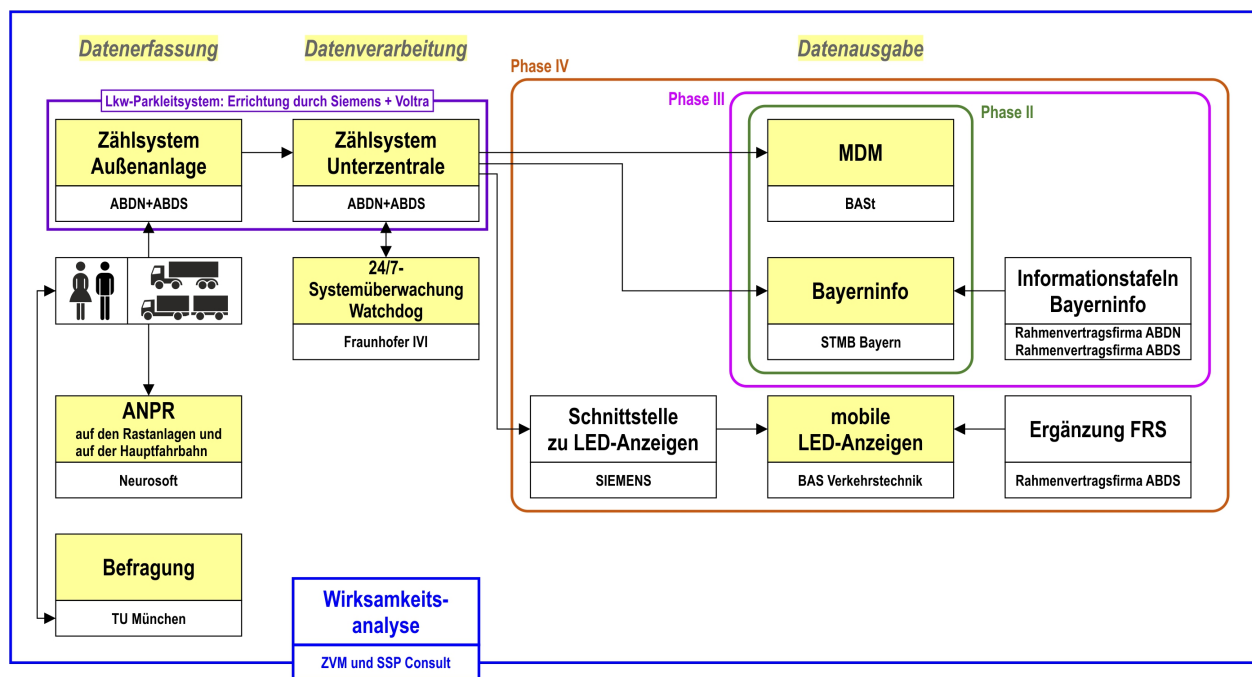


Abbildung 2: Funktionsbausteine und beteiligte Firmen

### 2.2 ANPR

#### 2.2.1 Vorhandene Ausstattung

Bezug nehmend auf das Ziel gemäß Kapitel 1.2 „Verwendung von geeigneten Messinstrumenten“ werden im Projekt Wirksamkeitsanalyse ANPR-Kameras (Automatic Number Plate Recognition) verwendet. Im Zuge der Realisierung des Lkw-PLS A9 wurde jeder Messquerschnitt zusätzlich mit einer ANPR-Kamera des Subunternehmens Neurosoft Sp. z o.o. / Wroclaw ausgestattet (Abbildung 3), sodass ein zusätzliches Detektionssystem bereitgestellt wurde, welches vom Zählsystem der Firma Siemens+Voltra unabhängig arbeitet, und in das Netzwerk der ABDN und ABDS eingebunden ist. Das bayerische Datenschutzgesetz (BayDSG) zum Schutz personenbezogener Daten wurde berücksichtigt indem Kennzeichendaten mittels Hash-Algorithmus und Salt-Wechsel verschlüsselt wurden.



Abbildung 3: Scannermast mit montierter ANPR-Kamera

Auf Basis der vorhandenen Ausstattung sowie der technischen Möglichkeiten wurden im Jahr 2017 im Rahmen des Grobkonzeptes Kriterien zur Messung der Wirksamkeit des Lkw-PLS entwickelt (siehe Kapitel 4.1 Tabelle 3). Das heißt, dass nur vorhandene Erfassungseinrichtungen (Hauptfahrbahn und Rastanlagen) verwendet werden sollen und aus Kostengründen auf mobile Erfassungseinrichtungen (z. B. an Anschlussstellen) verzichtet wird. Schwerpunkte sind Fragestellungen zur Untersuchung des Parksuchverkehrs (Anzahl angefahrene Rastanlagen, Parksuchzeit, Anzahl Durchfahrer) und zur Untersuchung des Parkverhaltens (Verteilungseffekte, Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten, Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen, Aufenthaltsdauern). Im Grobkonzept erfolgte eine Typisierung für Lkw-Fahrende hinsichtlich der Aufenthaltsdauer auf Rastanlagen, die für die gegenständliche Untersuchung gilt:

- Durchfahrer (DF), Aufenthaltsdauer  $\leq 10$  Minuten,
- Kurzzeitparker (KZP), Aufenthaltsdauer 11 Minuten bis 3,5 Stunden,
- Langzeitparker (LZP), Aufenthaltsdauer  $> 3,5$  Stunden.

Für die Untersuchung sind die Durchfahrer und Langzeitparker relevant, da Kurzzeitparker in der Regel tagsüber auftreten und durch diese, aufgrund der hohen Wechselhäufigkeit auf den Lkw-Parkständen, kein Mangel an freien Lkw-Parkständen entsteht.

## 2.2.2 Definition eines Pfades

Mithilfe der Wiedererkennung eines Fahrzeugs anhand eines mittels Hashverfahren anonymisierten Kfz-Kennzeichens ist es technisch möglich einen Pfad je Lkw zu erstellen (Beispiele siehe Abbildung 4 und Abbildung 24, Seite 31 und Abbildung 67, Seite 67). Dieser Pfad stellt folgende Angaben bereit:

- Anzahl an angefahrenen Rastanlagen,
- Ort der Erfassungen mittels Name der Rastanlagen,
- Datum und Uhrzeit der Erfassungen an Messquerschnitt Einfahrt (MQ-E) und Messquerschnitt Ausfahrt (MQ-A),
- indirekt die Fahrtrichtung aus den Namen der Rastanlagen (1 Pfad ist nur in ein- und derselben Fahrtrichtung zulässig),
- indirekt die Aufenthaltszeit aus den „Zeitstempeln“ je Erfassung,
- indirekt die Fahrtzeit zwischen zwei angefahrenen Rastanlagen.

```
)  
ParkingPath(number={SHA256;LKWPLS2020A}b8b29e956535c27ecb69555cc475edf86402c20412fad207f120fa8db60b5e27  
2020-07-28 21:47:06.371000+02:00 2020-07-28 21:47:54.062000+02:00 --> a009offenbauwest  
2020-07-28 21:55:27.409000+02:00 2020-07-28 21:56:34.129000+02:00 --> a009gredingwest  
2020-07-28 22:07:14.973000+02:00 2020-07-28 22:07:45.025000+02:00 --> a009gelbelsewest  
2020-07-28 22:17:56.639000+02:00 2020-07-29 07:28:31.036000+02:00 --> a009koeschingerforstwest long
```

Abbildung 4: Beispiel für den Pfad Durchfahrer+Durchfahrer+Durchfahrer+Langzeitparker eines Lkw (vier Rastanlagen angefahren, um als Langzeitparker zu verbleiben)

Daher besteht folgende Definition: Ein Pfad ist ein mittels Wiedererkennung an mehreren MQ und mittels Verknüpfung der ermittelten anonymisierten Kfz-Kennzeichen ermitteltes Bewegungsabbild eines einzelnen Lkw für die wissenschaftliche Untersuchung des Parksuchverkehrs und Parkverhaltens. Im Vorgriff auf Kapitel 3 und 4 können zum Beispiel folgende Pfade mit Anzahl angefahrter Rastanlagen eintreten:

- DF-LZP 2 Rastanlagen,
- DF-LZP-DF(Folgetag) 3 Rastanlagen,
- DF-KZP-DF-LZP 4 Rastanlagen,
- DF-KZP-KZP-DF 4 Rastanlagen,
- DF-DF-DF-DF 4 Rastanlagen,
- KZP-LZP 2 Rastanlagen.

Voraussetzung für die Wiedererkennung der Fahrzeuge ist die Verwendung des gleichen Salt über alle Messquerschnitte. Die Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für die Verschlüsselung eines Kfz-Kennzeichens.

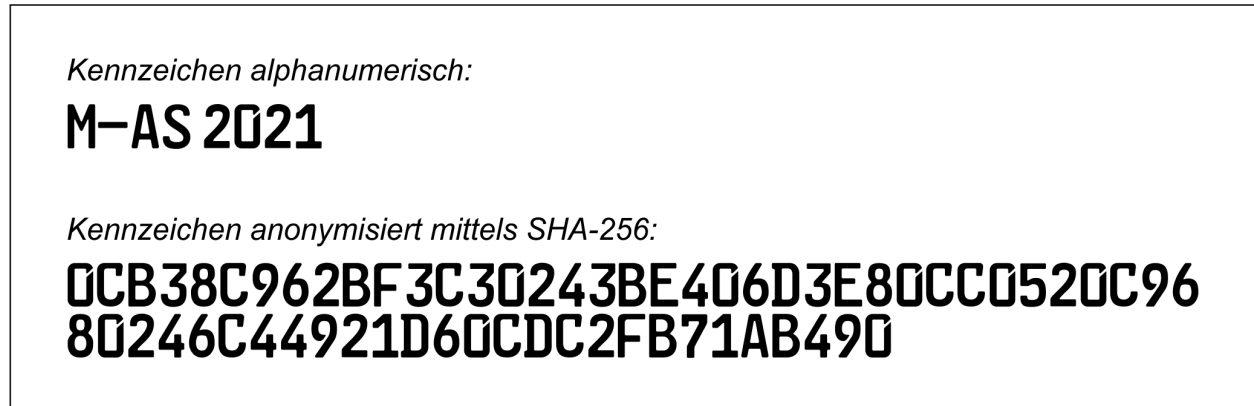


Abbildung 5: Beispiel für die Verschlüsselung eines fiktiven Kfz-Kennzeichens

### 2.2.3 Lastenheft

Da die technische Ausstattung durch die Fa. Neurosoft erfolgte und die Erfassung von Fahrzeugen mittels der ANPR-Technologie bereits durch die Fa. Neurosoft erprobt und weiterentwickelt wurde (z. B. anhand des Lkw-Parkleitsystem A61), wurde eine Einbindung der Fa. Neurosoft in das Projekt Wirksamkeitsanalyse erforderlich. Nach Abstimmungen zur technischen Umsetzung wurde im August 2018 das Lastenheft „Erweiterung ANPR um zusätzliche Funktionalitäten zur Wirksamkeitsanalyse“ fertiggestellt. Neben der Beschreibung von zeitlichen, räumlichen und inhaltlichen Randbedingungen und der Beschreibung der 10 Kriterien mit Abbildung der zu erwartenden Diagramme, verbunden mit der Annahme positive Effekte aufzuzeigen, wurden im Lastenheft u. a. folgende Anforderungen niedergeschrieben:

- ANPR-Kameras, Detektionsrate von mindestens 95% je Messquerschnitt, Durchführung einer Qualitätssicherung der gesamten Messinfrastruktur mittels Prüfung der Kameraausrichtung für ein geeignetes Messfeld sowie Upgrade der Detektionssoftware auf den neuesten Stand (NeuroCar Terminal 4 und vorgelagertem Upgrade auf Linux Debian 9),
- Speichern von Rohdaten auf dem Server der VBZ Nordbayern,
- Import von MDM-Daten,
- Einbindung von ANPR-Daten von Messquerschnitten auf der Hauptfahrbahn,
- Datenverarbeitung der ANPR-Daten und MDM-Daten auf einem AN-seitigen Datenträger,
- Implementierung von Datenvervollständigungen und Reklassifizierungen,

- Bereitstellung einer Software für Auswertungen (Python unter Verwendung der Software-Bibliothek Pandas) mit Bereitstellung von Analysewerkzeugen in Form von Notebooks unter Berücksichtigung der Anforderungen zu den Eingabemöglichkeiten,
- laufende Systemüberwachung in Ergänzung zum Instandhaltungsvertrag,
- Schulung zur Software,
- Durchführung Testbetrieb für zwei Monate.

Die MDM-Daten, welche aus dem Zählsystem bestehend aus Bodenradar und Laserscanner hervorgehen, haben eine höhere Genauigkeit gegenüber dem ANPR-System und sollten den Auswertungen zur Lkw-Parkplatzbelegung dienen.

**Datenvervollständigung** bedeutet, dass für Lkw, die mehr als eine Rastanlage anfahren und fehlende Erfassungen haben, z. B. bei MQ-A der ersten Rastanlage oder bei MQ-E der zweiten Rastanlage, auf Basis von der Abschnittsgeschwindigkeit und von Routinen Ersatzwerte gebildet und eingesetzt werden. **Reklassifizierung** bedeutet, dass die vom ANPR-System ermittelte Klasse eines Fahrzeugs (Motorräder, Pkw, Lieferwagen, Bus, Lkw) nachträglich korrigiert wird. Hierfür kommen die bereits bei Neurosoft bewährten Regeln zur Anwendung, z. B. ein Fahrzeug wird anhand der Mehrheit der Klassifizierungen bei optimalen Belichtungsbedingungen abschließend klassifiziert, bzw. sofern keine Mehrheit besteht nach dem geringsten Divergenzwert bei MMR (Marke Modell Recognition). Im Lastenheft wurden zusätzliche Logiken zur Reklassifizierung definiert, welche die angefahrenen Rastanlagen sowie die Abschnittsgeschwindigkeit zwischen zwei Rastanlagen berücksichtigen und eine Reklassifizierung in Lkw bzw. eine andere Klasse zum Ziel haben (siehe Kapitel 3.2.2).

Die Steigerung der Detektionsqualität durch Datenvervollständigung und Reklassifizierung wird in Kapitel 3.2.1 quantifiziert.



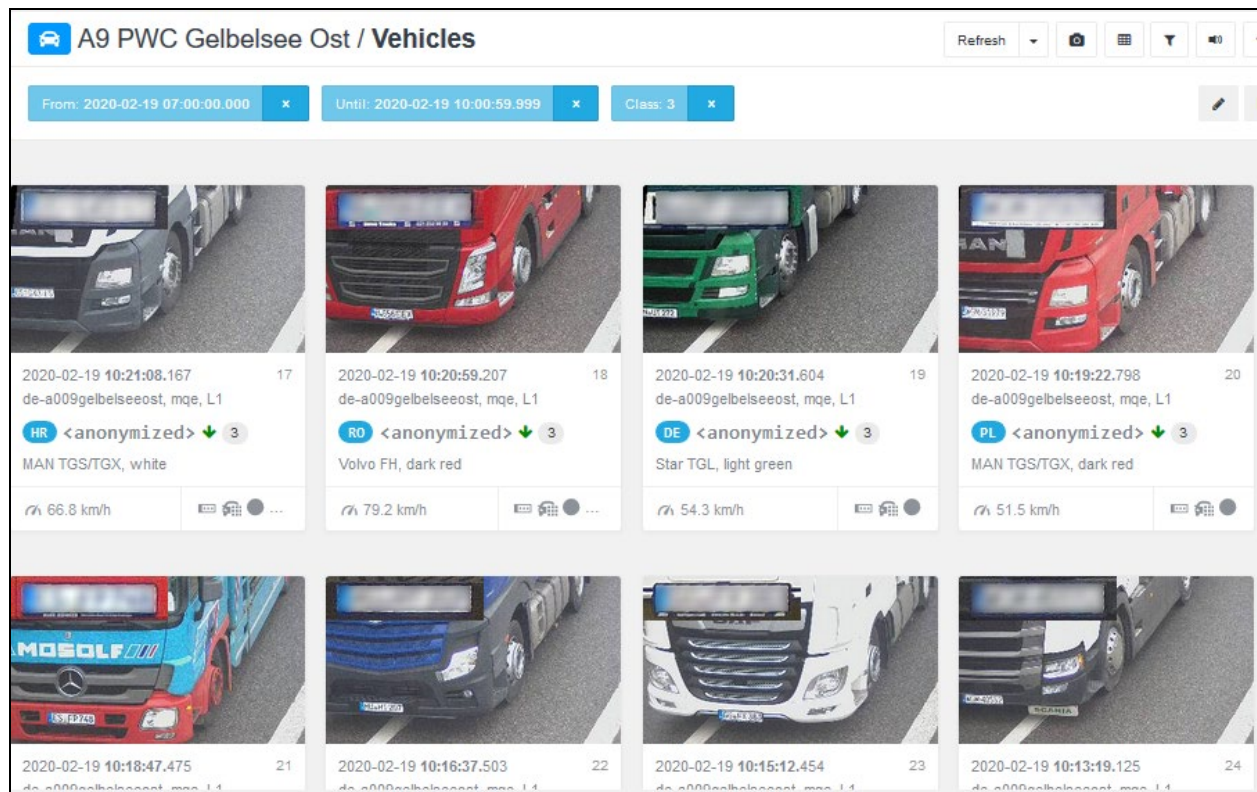


Abbildung 6: Erfassung von Lkw bei optimalen Belichtungsbedingungen, Gelbensee Ost [Quelle: Neurosoft Sp. z o.o. / Wrocław]

Die Leistungen wurden erbracht und es wurde ein Webzugang zur Auswertung der aufbereiteten Daten bereitgestellt (Abbildung 7).

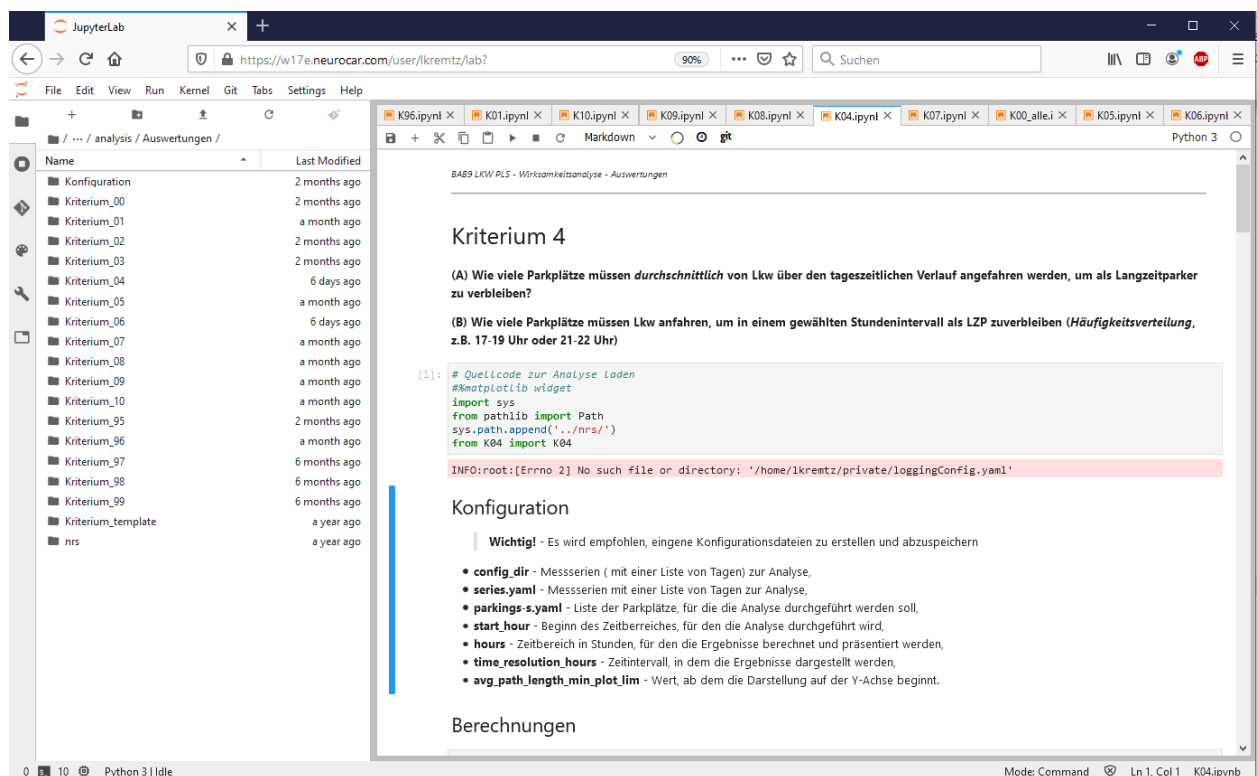


Abbildung 7: Zugang zu den Jupyter-Notebooks für Auswertungen

Die Betriebserfahrungen sowie die daraus hervorgehenden Optimierungen sind dem Kapitel 3.2 zu entnehmen.

### **2.3 Watchdog**

Nach erfolgreichem Abschluss des Probetriebs nach Inbetriebnahme eines Zählsystems einer Rastanlage als Teil des Lkw-PLS müssen aufgrund des Bilanzierungsverfahrens in regelmäßigen Abständen je Rastanlage Kalibrierungen durch die Operatoren der VBZ Nordbayern und VBZ Südbayern durchgeführt werden. Je Rastanlage wird anhand von Kamerabildern die tatsächliche Belegung hinsichtlich Pkw und Lkw mit der detektierten Belegung verglichen und bei vorhandenen Abweichungen werden Justierungen durchgeführt. Die Kalibrierungen werden in der Regel einmal pro Woche durchgeführt.

Da Belegungsabweichungen sehr kurzfristig entstehen können, z. B. durch Strom-/System-/Netzwerkausfälle oder im Messfeld an den Ein- und Ausfahrten parkende Lkw, ist für ein realitätsnahes Angeben von Belegungsinformationen (insbesondere in der Nachher-Phase III und IV) ein schnelles Gegensteuern erforderlich. Vor diesem Hintergrund wurde durch das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI) ein Watchdog entwickelt, um einerseits Systemausfälle zu erkennen und an Siemens+Voltra zu melden und um andererseits Belegungsabweichungen automatisiert anhand von historischen Daten festzustellen, damit anschließend eine Kalibrierung durchgeführt werden kann. Der Watchdog erkennt mittels historischer Daten mögliche Belegungsabweichungen, indem Konfidenzbänder für unterschiedliche Tagestypen (Feiertag, Wochentag, Wochenende) errechnet werden. Zudem werden auch zeitabhängige Schwellwerte (z. B. kein Lkw über einen längeren Zeitraum an MQ-E oder MQ-A erkannt) definiert. Die beschriebenen Tätigkeiten wurden vom Personal des Fraunhofer-Instituts mit Anwendung eines eigens entwickelten Systems durchgeführt. Bei festgestellten Systemausfällen und oder bei wiederholt auftretenden Belegungsabweichungen wurde Siemens+Voltra informiert und zur Behebung aufgefordert.

### **2.4 Informationstafeln BayernInfo**

Für die Nachher-Phase III (siehe Kapitel 1.4) war es erforderlich für die statischen Informationstafeln sowohl Standorte festzulegen als auch das Schildlayout zu entwerfen. In Abstimmung mit den unteren Verkehrsbehörden der ABDN und ABDS wurde festgelegt, dass die Informationstafeln nicht an der Hauptfahrbahn, sondern nur auf den Rastanlagen, hier bestenfalls nach dem Einfahrtsbereich aufgestellt werden dürfen. Ziel ist, dass Lkw-Fahrende während ihrer Lenkzeit

nicht zur Bedienung von Smartphones, Tablets o. ä. angeregt werden sollen. Daher wurde der Standort am Beginn des Lkw-Parkbereichs gewählt.

Für alle 22 Parkplätze wurde eine Standortplanung erstellt und anschließend im Beisein der Autobahnmeistereien München-Nord, Ingolstadt, Greding und Fischbach sowie den unteren Verkehrsbehörden die Standorte vor Ort festgelegt und für die Ausführung markiert. Der Anlage 02 ist ein Beispiel für ein Standortblatt zu nehmen.

Das Schildlayout wurde mit Unterstützung eines Grafikdesigners einer Werbeagentur entwickelt. Es bestand das Ziel mithilfe von kurzen Begriffen auch ausländische Lkw-Fahrende, welche die deutsche Sprache nicht oder nur wenig verstehen, anzusprechen. Mittels eines Webseitenhinweises sowie einer Smartphone-Abbildung sollte das Vorhandensein von Belegungsinformationen im Internet vermittelt werden. Auf Vorgabe der Verkehrsbehörde wurde ein Zusatzschild je Standort vorgesehen, welches den räumlichen Einsatzbereich des Lkw-PLS angibt (Abbildung 8).



Abbildung 8: Schildlayouts zur Genehmigungsplanung – Informationstafel inkl. Zusatzschild für die beiden Fahrtrichtungen auf der A9

Die Verkehrsbehörden der ABDN und ABDS stimmten der Genehmigungsplanung, bestehend aus der auf Basis der Begehung aktualisierten Standortplanung sowie den Schildlayouts mit Folientyp RA2, Größe 3,00 x 2,00 m zzgl. 3,00 x 0,35 m, zu. Die Leistungen zur Errichtung wurden aus Rahmenverträgen zur Beschilderung der Autobahndirektionen abgerufen. Zum Einsatz gekommen sind mobile Gabelständer mit Stahlflachfundamenten (Stahlrahmen mit Beton gefüllt), siehe Abbildung 9.

Aufgrund der Sperrung der Rastanlagen Rohrbach West und Rohrbach Ost aufgrund einer Streckenbaumaßnahme wurden die vorgesehenen Schilder auf den Parkplätzen Aster Moos und Schweitenkirchen aufgestellt, die im Streckenabschnitt liegen, jedoch nicht in das Lkw-PLS

eingebunden sind. Die vorbereitenden Arbeiten wurden mit Ende der Nachher-Phase I abgeschlossen.



Abbildung 9: Informationstafel inkl. Zusatzschild auf der T+R FÜRholzen Ost

## 2.5 Schnittstelle zwischen der Unterzentrale Lkw-Parken und der Zentrale der mobilen LED-Anzeigen

Gemäß der Vorgehensweise nach Kapitel 1.4 werden in der Nachher-Phase IV mobile LED-Anzeigen aufgestellt, um Belegungsinformationen für Lkw-Fahrende an der Strecke bereitzustellen. Hierfür ist eine Schnittstelle erforderlich, welche aus der UZ Lkw-Parken Daten an die Zentrale der LED-Anzeigen sendet. Nach der Einholung eines Angebotes bei der Fa. Siemens mit anschließender Prüfung und Verhandlung wurde die Fa. Siemens mit der Erweiterung der Unterzentrale um die benötigte Schnittstelle beauftragt.

Es wird eine CSV-Datei je Minute erstellt und anschließend per File-Transfer-Protocol (FTP) an die Zentrale der LED-Anzeigen gesendet. Die CSV-Datei (Abbildung 10) enthält dabei für alle Rastanlagen die Anzahl freier Lkw-Parkstände unter Berücksichtigung der Maximalkapazität sowie den Status (z. B. geöffnet, geschlossen, Status unbekannt, Bilanzierungssystem nicht in Betrieb, FG210 mit DE-Fehler TLS-Typ 1). Zudem wurde eine Verbindungsüberwachung

implementiert, welche fehlgeschlagene FTP-Transfers als Störung in der GUI der Unterzentrale darstellt.

# ID	Name	freeLkw	State	TimeStamp
9127912	TK Köschinger Forst FR München	98	1	03.03.2020 08:21
9027920	TR Köschinger Forst FR Berlin	114	1	03.03.2020 08:21
9128800	PWC Baarer Weiher FR München	18	1	03.03.2020 08:21
9028806	PWC Baarer Weiher FR Berlin	43	1	03.03.2020 08:21
9029217	PWC Rohrbach FR Berlin	35	2	03.03.2020 08:21
9129218	PWC Rohrbach FR München	31	2	03.03.2020 08:21
9130123	PWC Paunzhauser Feld FR München	28	1	03.03.2020 08:21
9030132	PWC Eichfeld FR Berlin	12	1	03.03.2020 08:21
9130826	TR Fürholzen FR München	84	1	03.03.2020 08:21
9030835	TR Fürholzen FR Berlin	89	1	03.03.2020 08:21
9031177	PWC Echingen Gfild FR Berlin	13	1	03.03.2020 08:21
9131178	PWC Brunngas FR München	16	1	03.03.2020 08:21
3264298	TR Nürnberg Feucht FR München	60	1	03.03.2020 08:20
3263520	PWC Göggelsbuch FR München	43	1	03.03.2020 08:21
3263269	PWC Offenbau FR München	36	1	03.03.2020 08:21
3263379	TR Greding FR München	33	1	03.03.2020 08:21
3262278	PWC Gelbensee FR München	35	1	03.03.2020 08:20
3264299	TRM Nürnberg Feucht FR Berlin	82	1	03.03.2020 08:21
3263519	PWC Göggelsbuch FR Berlin	53	1	03.03.2020 08:21
3263268	PWC Offenbau FR Berlin	40	1	03.03.2020 08:21
3262724	TR Greding FR Berlin	42	1	03.03.2020 08:21
3262277	PWC Gelbensee FR Berlin	23	1	03.03.2020 08:21

Abbildung 10: Beispiel einer CSV-Datei

Es wurde die Schnittstelle erfolgreich in Betrieb genommen. Aufgrund von Auflagen der VBZ Nordbayern (BSI-KritisV) mussten die Daten jedoch über einen Kommunikationsserver der VBZ geleitet werden und konnten nicht direkt an die Zentrale der LED-Anzeigen gesendet werden.

## 2.6 Mobile LED-Anzeigen für dynamische Restplatzanzeigen

Im Rahmen des Grobkonzeptes wurde die Idee entwickelt, die im Vorentwurf vom Bund gekürzten ursprünglich dauerhaft geplanten Lkw-Parkstandsanzeigen im Rahmen der Wirksamkeitsanalyse temporär aufzustellen, um mögliche Effekte auf das Lkw-Parksuchverhalten zu erforschen. Es wurde der Entwurf der LED-Anzeigen gemäß Abbildung 11 erstellt und mit den Verkehrsbehörden der ABDN und ABDS abgestimmt. Es besteht die Anforderung nach einer Schrifthöhe von 200 mm analog der Schrifthöhe des WVZ-Typ C einer Streckenbeeinflussungsanlage. Die geplante Systematik sah vor, stets im Zulauf zu einer Rastanlage die Anzahl freier Lkw-Parkstände der unmittelbaren Rastanlage sowie (zur Anzeige von Alternativen) der nachgelagerten zwei Rastanlagen derselben Fahrtrichtung anzugeben. Das Grobkonzept sah zwei LED-Anzeigen je Rastanlage mit einer Regelaufstellung bei ca. 750 m und ca. 1250 m vor der Ausfahrt zu einer Rastanlage vor (Abbildung 11).



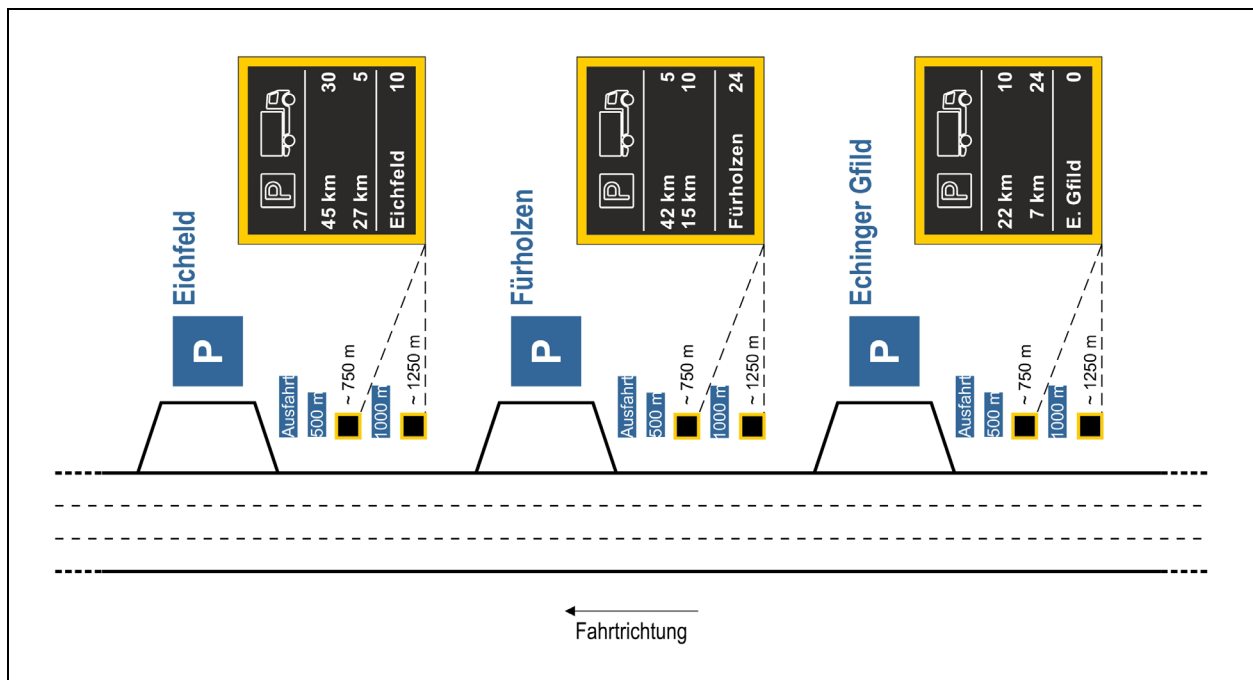


Abbildung 11: geplante Aufstellung von LED-Anzeigen (Ausschnitt des Gesamtsystems in Fahrtrichtung Nürnberg)

Aus Kostengründen wurde die temporäre Aufstellung während der Wirksamkeitsanalyse nur in Fahrtrichtung Nürnberg geplant, da der hohe Parkdruck in beiden Fahrtrichtungen besteht und die Übertragbarkeit der Ergebnisse einer Fahrtrichtung auf die andere Fahrtrichtung angenommen wird.

Im Weiteren wurde die Standortplanung erstellt, welche ein Standortblatt je Rastanlage von insgesamt neun Rastanlagen mit Angabe der geplanten LED-Standorte unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten enthält (Beispiel siehe Anlage 03). Die Genehmigungsplanung, bestehend aus Textteil, Schildlayout, Schemaplan und Standortplanung, musste beim StMB (Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr) und StMI (Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration) eingereicht werden. Die LED-Anzeigen wurden nicht im Sinne eines Verkehrszeichens nach StVO, sondern als nichtamtliches Hinweiszeichen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit gewertet. Der Planung wurde zugestimmt.

Nach Vorliegen der Zustimmung wurde im Beisein der Autobahnmeistereien, der VBZ Südbayern aufgrund der Seitenstreifenfreigabe A9 und Fachreferenten für Fahrzeug-Rückhaltesysteme eine Standortfestlegung und anschließende Markierung vor Ort durchgeführt. Aufgrund der Anforderungen nach einem H1-System zur Absicherung der LED-Anzeigen mussten im Zulauf zum PWC Echinger Gfild und im Zulauf zur T+R Köschinger Forst Ost Fahrzeug-Rückhaltesysteme durch die Rahmenvertragsfirma der Dienststelle München nachgerüstet werden.

Im nächsten Schritt war es erforderlich ein Lastenheft, bestehend aus Leistungsbeschreibung, Leistungsverzeichnis, Schemaplan, Standortplanung und Schnittstellendokument zur Unterzentrale zu erstellen, damit die Leistung durch eine Fachfirma für mobile LED-Anzeigen, in der Regel Verkehrssicherungsfirmen, durchgeführt werden konnte. Es gab u. a. folgende Anforderungen hinsichtlich Hardware und Software:

- Bereitstellung einer LED-Anzeige mit Trimast und Stahlflachfundament zur Aufstellung in Seitenlage für insgesamt 20 Standorte,
- Bereitstellung einer autarken Stromversorgung mit Solar-Panel und Akkus sowie Bereitstellung einer Mobilfunkanbindung je Standort,
- Zentralensystem zur Verarbeitung der eingehenden CSV-Dateien, Implementierung von eigenen Logiken und Ansteuerung der LED-Anzeigen,
- permanente Eigenüberwachung mittels einer Operatorenzentrale (24 Stunden an 365 Tagen im Jahr), Instandhaltung und Störungsbeseitigung,
- webbasierter Beobachterzugang für den Auftraggeber mit Linienbild und Abbild der an die LED-Anzeigen gesendeten Anzeigehalte,
- Archivsystem.

Da gemäß Tabelle 1 auf Seite 5 die PWC-Anlagen Göggelsbuch Ost und Rohrbach Ost aufgrund von Streckenbaumaßnahmen für den allgemeinen Lkw-Verkehr gesperrt waren, wurden LED-Anzeigen für neun Rastanlagen vorgesehen (Anlage 04). Für die T+R Fürholzen Ost waren aufgrund des vorgelagerten, nahe gelegenen Autobahnkreuz Neufahrn insgesamt vier statt zwei LED-Standorte aufgrund von zwei Rampen der A92 erforderlich.

Gemäß Lastenheft wurde die manuelle Sperrung einer Rastanlage mittels der Darstellung eines Sperrkreuzes gefordert. Des Weiteren bestand die Anforderung beim übermittelten Zustand „FG210 mit DE-Fehler TLS-Typ 1“ für die jeweilige Rastanlage „Dunkel“ anzuzeigen, d. h. keinen falschen numerischen Restwert. In Abstimmung mit den Verkehrsbehörden wurde folgende Regel definiert, die im Zuge der Realisierung umzusetzen war: Beträgt die Anzahl freier Lkw-Parkstände kleiner gleich „5“, muss der Restwert „0“ angezeigt werden. Es bestand die Befürchtung, dass vor einem Lkw fahrende andere Lkw diese fünf Lkw-Parkstände belegen und das Vertrauen in das Lkw-PLS sinken könnte.

Mit Fertigstellung des Lastenheftes wurde eine leistungsfähige Fachfirma für mobile LED-Anzeigen gesucht. Der Zuschlag erfolgte im April 2020 an die Fa. BAS Verkehrstechnik AG, da die Anforderung einer Operatorenzentrale gemäß Lastenheft erfüllt wurde und u. a. mit dem

Projekt „Routing-System an der A3 AS Pocking“ bereits Erfahrungen in der Verarbeitung von externen Verkehrsdaten und Schaltungen von Reisezeitinformationen auf LED-Anzeigen gemacht wurden.

Gemäß Lastenheft wurde ein Werkstest in Rohrbach (Ilm) durchgeführt (Abbildung 12). Die bereitgestellte Hardware und Software wurde auf Erfüllung des Lastenheftes geprüft. Anhand von sechs aufgestellten LED-Anzeigen sowie dem Beobachter-Zugang (Abbildung 13 sowie Anlage 05) wurde mittels CSV-Dateien der Unterzentrale sowie mittels BAS-eigenen CSV-Dateien (Test einer Störung, Sperrung, etc.) die Funktionstüchtigkeit nachgewiesen und der Werkstest damit erfolgreich bestanden. Es war bereits beim Werkstest eine hohe Schaltheufigkeit im Zeitraum 14 bis 16 Uhr festzustellen, da jede einzelne Belegungsänderung Auswirkungen auf bis zu sechs LED-Anzeigen haben kann (siehe Abbildung 12).

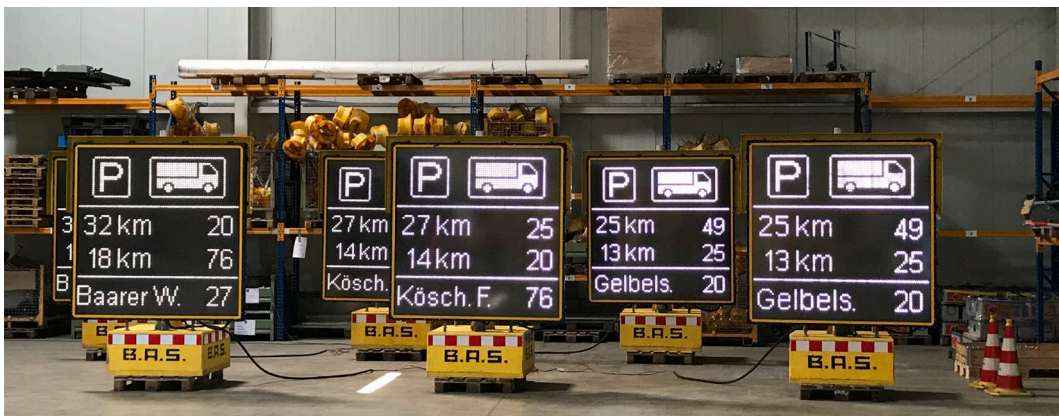


Abbildung 12: Werkstest für mobile LED-Anzeigen

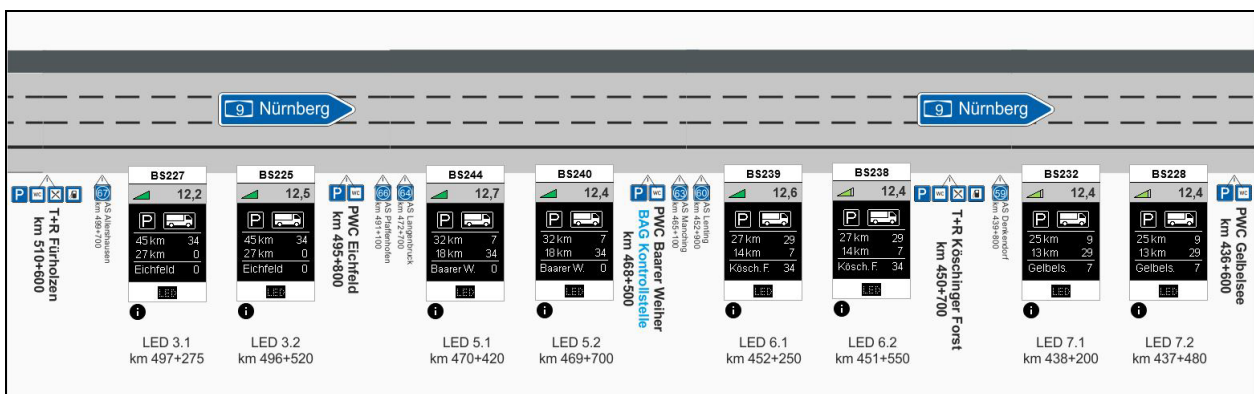


Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Beobachter-Zugang (anderer Zeitpunkt als Abbildung 12)

Im August 2020 wurden die mobilen LED-Anzeigen aufgestellt (Abbildung 14). Im Zuge einer Abnahmebegehung am 20.08.2020 wurde der Blindbetrieb zurückgenommen und das Gesamtsystem für Lkw-Fahrende in Betrieb genommen.





Abbildung 14: Montage mobile LED-Anzeige in einer rechtsliegenden Rampe (1 Fahrstreifen) am AK Neufahrn



Abbildung 15: in Betrieb genommener LED-Standort 1.1 (PWC Echinger Gfild)

## 2.7 Befragung von Lkw-Fahrenden

Neben den Auswertungen von ANPR- und MDM-Daten hat das Grobkonzept aus dem Jahr 2017 eine Befragung von Lkw-Fahrenden vorgesehen. Das Lkw-PLS A9 ist Teil des Digitalen Testfeld Autobahn, sodass mit Unterstützung der TU München die Befragung durchgeführt wurde. Der Erstentwurf zum Fragebogen, der die Themenschwerpunkte Parkverhalten, Anwendung/Meinungsbild BayernInfo-App und LED-Anzeigen sowie allgemeine Informationen zu den Lkw-Fahrenden hatte, wurde mit Angabe der folgenden Anforderungen an die TU München übergeben:

- Befragung von Lkw-Fahrenden deutscher und ausländischer Herkunft,
- Befragung durch zwei Personen aus Sicherheitsgründen und mit Fremdsprachenkenntnissen,
- Befragung auf Tank- und Rastanlagen (T+R) und Parkplätzen mit WC (PWC),
- Zeitraum werktags 15 bis 19 Uhr um Langzeitparker zu befragen,
- Verwendung von einfach verständlichen Fragen und Begriffen,
- BayernInfo-App vorführen,
- Verwendung von Beispielfotos zum besseren Verständnis

Die Beispielfotos wurden bereitgestellt. Im Weiteren wurde der Fragebogen in mehreren Iterationen unter Beteiligung der BAST weiterentwickelt und die abschließende Fassung (Anlage 06) zusätzlich in eine englische Fassung übersetzt. Für die Befragung wurde der Einsatz von Tablets aufgrund von sehr guten Erfahrungen in anderen Projekten geplant.

### 3 Durchführung

#### 3.1 Zeiträume der Phasen

Der Anfang und das Ende jeder Phase kann der Tabelle 2 entnommen werden. Die Phase I „Ground Truth“ entspricht dem Nullfall ohne Belegungsinformationen (Zustand vor Errichtung des Lkw-PLS A9), d. h. die vorhandenen Belegungsinformationen mussten deaktiviert werden (Abbildung 16). Die Phase II stellt den Zustand des heutigen Regelbetriebes des Lkw-PLS A9 mit Belegungsinformationen über BayernInfo dar. Auf Empfehlung der BAST wurde die Phase I zeitlich gesehen nach der Phase II durchgeführt, da die Befürchtung bestand Nutzer im Zuge der Phase I zu verlieren, sodass ein Wiedergewinnen mittels den Informationstafeln der Phase III zweckmäßig wäre. Die zur Auswertung verwendeten Erhebungstage werden im Kapitel 4.2.1 behandelt.

Phase	Grad der Belegungsinformation	Erhebung von	Erhebung bis	Anzahl Wochen
Vorher-Phase I	Nullfall / Ground Truth / Zustand vor Errichtung Lkw-PLS / <u>keine Belegungsinformation</u>	09.12.2019	02.02.2020	6
Nachher-Phase II	Belegungsinformation BayernInfo	04.11.2019	08.12.2019	5
<i>Einschwingen auf Phase III</i>		03.02.2020	05.07.2020 aufgrund 1. Welle COVID-19	22
Nachher-Phase III	Belegungsinformation BayernInfo + Informationstafeln	06.07.2020	16.08.2020	6
<i>Einschwingen auf Phase IV</i>		24.08.2020	13.09.2020	3
Nachher-Phase IV	Belegungsinformation BayernInfo + Informationstafeln + LED-Anzeigen	14.09.2020	08.11.2020	8

Tabelle 2: Zeiträume der Phasen

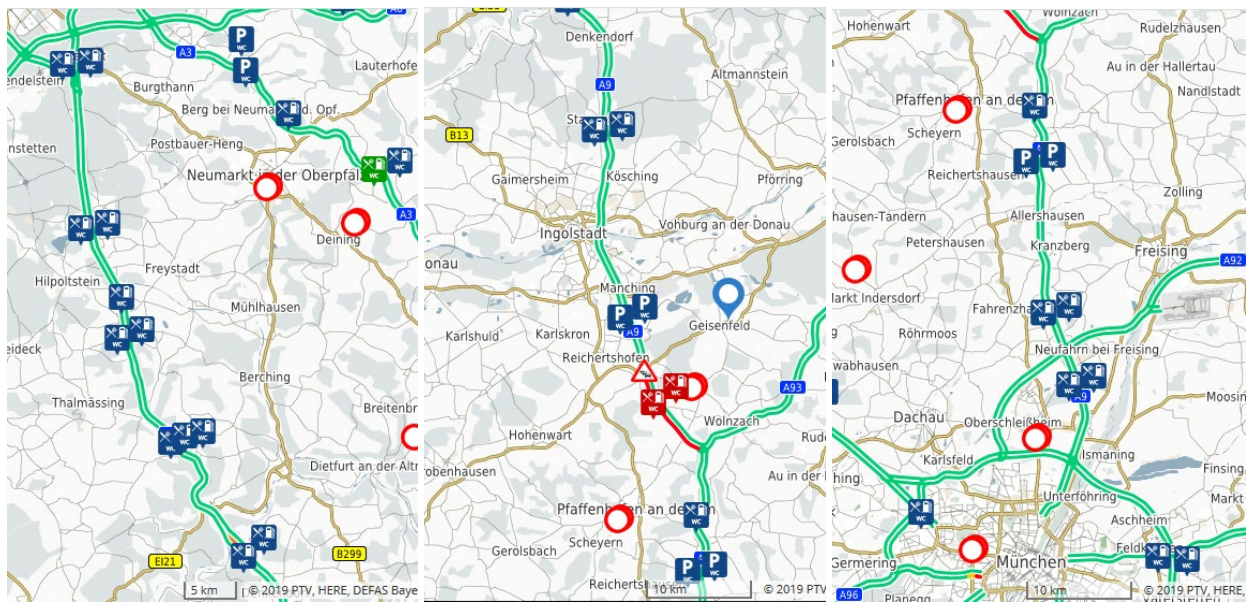


Abbildung 16: deaktivierte Belegungsinformation für die Rastanlagen der A9

Das Einschwingen auf die Phase III war ursprünglich für sechs Wochen vorgesehen. Aufgrund der Corona-Pandemie musste die Durchführung der Phase III abgebrochen werden. Die Abbildung 17 zeigt, dass ein Rückgang des Lkw-Verkehrsaufkommens auf der A9 im Abschnitt Nürnberg-München auf 57% gegenüber dem Zustand vor der Corona-Pandemie festzustellen war (für Pkw sogar bis auf 20%). Da auch das Sonntags- und Feiertagsfahrverbot in Bayern für den Transport von Lebensmitteln und Hygieneartikeln aufgehoben wurde, waren die Erhebungsdaten mit den vorangegangenen Zeiträumen nicht mehr vergleichbar. Die Erhebung der Daten lief ununterbrochen weiter, der Auswertungszeitraum wurde zunächst unterbrochen.

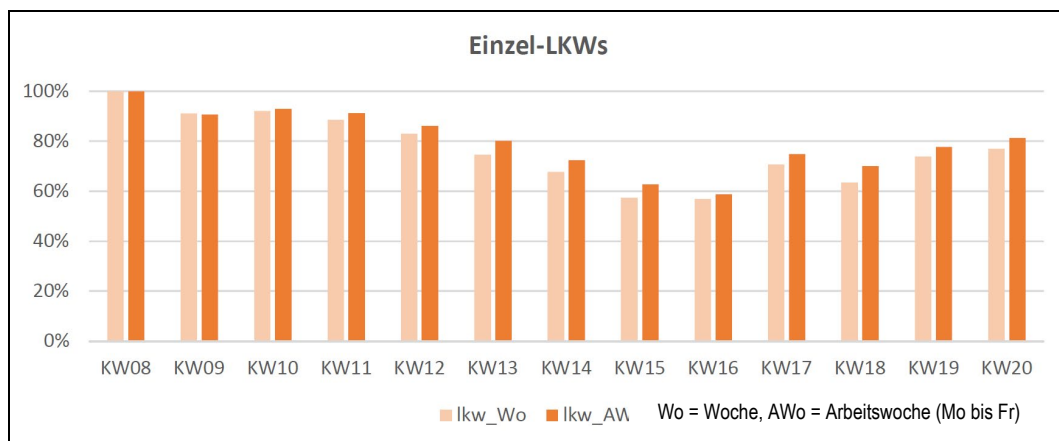


Abbildung 17: Entwicklung des Lkw-Verkehrsaufkommens während der Corona-Pandemie (1. Welle) im Jahr 2020 [Quelle: Neurosoft Sp. z o.o. / Wrocław]

Nach Ende des ersten Lockdown in Deutschland (Mitte März bis Mitte Mai 2020) wurde zum 06.07.2020 der Auswertungszeitraum für die Phase III neu begonnen, da das Lkw-Verkehrsaufkommen auf dem Niveau wie vor der Corona-Pandemie lag und das Sonntags- und



Feiertagsfahrverbot wieder Geltung hatte. Die Erhebungen für die Phase IV konnten zum 08.11.2020 und somit vor Beginn des zweiten Lockdown (Anfang November 2020) in Deutschland abgeschlossen werden.

Die Auswertungen in Kapitel 4 werden für die Fahrtrichtung Nürnberg für die Phase I bis IV durchgeführt. Da die LED-Anzeigen für die Phase IV nur in FR Nürnberg aufgestellt wurden, wird die Fahrtrichtung München nur für die Phase I bis III ausgewertet. Des Weiteren erfolgt grundsätzlich in allen Phasen keine Auswertung für die gesperrten vier Rastanlagen Göggelsbuch West, Göggelsbuch Ost, Rohrbach West und Rohrbach Ost, da diese Rastanlagen für den allgemeinen Lkw-Verkehr aufgrund von Streckenbaumaßnahmen gesperrt waren.

### **3.2 Betriebserfahrungen bei der Datenerfassung und bei der Datenverarbeitung mittels ANPR**

Anhand der laufenden Eigenüberwachung durch Neurosoft sowie anhand von AG-seitigen stichprobenartigen Prüfungen wurden Defizite festgestellt, welche behoben werden mussten. Dieses betrifft sowohl die Erfassung mittels der Außenanlage als auch die Datenverarbeitung. In Bezug auf die Außenanlage wurden bereits vor Beginn der Phase I Maßnahmen durchgeführt, in Bezug auf die Datenverarbeitung wurden im Rahmen eines Workshops Probleme erörtert und Lösungen erarbeitet.

#### **3.2.1 Detektionsqualität**

Im Zuge der Analyse der Daten wurde eine unzureichende Erkennung von Fahrzeugen am MQ-E zur PWC-Anlage Echinger Gfild sowie am MQ-E zur Tank- und Rastanlage Köschinger Forst West festgestellt. Die ANPR-Kameras wurden im Zuge der Errichtung zum Lkw-PLS an allen Messquerschnitten an den Masten der Laserscanner in Seitenaufstellung montiert. Durch das stetig steigende Lkw-Verkehrsaufkommen parken Lkw inzwischen in der Einfahrt bis teilweise auf den Verzögerungstreifen (Abbildung 18). Besonders häufig parken Lkw in der Zufahrt zur PWC-Anlage Echinger Gfild, sodass das Messfeld über längere Zeit gestört wird und einfahrende Lkw verdeckt werden (siehe Abbildung 19 am Beispiel von PWC Brunngras). Im Zuge des Probetriebs zum Lkw-PLS hatte die Fa. Voltra im Dezember 2018 ermittelt, dass an 10 Tagen insgesamt 23 Lkw mit einer Parkdauer von in Summe 3 Tagen, 11 Stunden und 22 Minuten im Messfeld des MQ-E parkten.



Abbildung 18: im Messfeld parkender Lkw (PWC Brunngas)

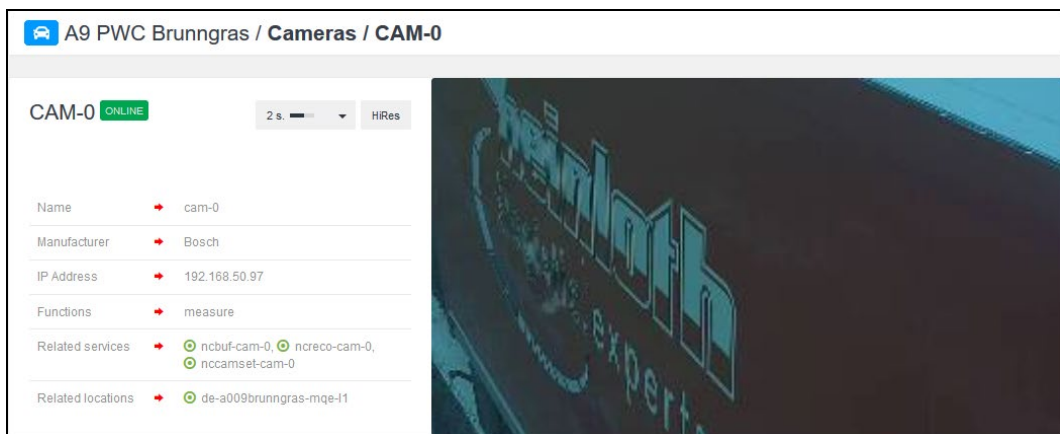


Abbildung 19: Verdeckung einfahrender Lkw aufgrund parkendem Lkw im Erfassungsbereich am Beispiel vom PWC Brunngas [Quelle: Neurosoft Sp. z o.o. / Wroclaw]

Aufgrund der großen Häufigkeit von im Messfeld parkenden Lkw wurde für den MQ-E Echinger Gfild die Kamera vom Standmast in Seitenaufstellung auf den vorhandenen Auslegermast zur Falschfahrer-Warnung vor Beginn der Phase I versetzt, damit einfahrende Fahrzeuge aus einer Überkopf-Anordnung besser detektiert werden (Abbildung 20).



Abbildung 20: ANPR-Kamera auf Auslegermast, PWC Echinger Gfild



Abbildung 21: Versetzen der ANPR-Kamera vom Scannermast zum Gabelständer, T+R Köschinger Forst West



In Köschinger Forst West war der Standort der Kamera zu einfahrenden Lkw ungünstig, da Lkw sowohl von der Tankstelle als auch von der Hauptfahrbahn, das heißt aus mehreren Achsen und z. T. dicht hintereinander zufahren. Die ANPR-Kamera des MQ-E wurde vom Standmast des Lkw-PLS zu einem nachgelagerten Gabelständer der wegweisenden Beschilderung vor Beginn der Phase I versetzt (Abbildung 21).

Beide baulichen Maßnahmen führten zu einer Verbesserung der Fahrzeugdetektion, jedoch bestand in Echinger Gfild dann das Problem von Doppelerkennungen. Infolge von Überbelegungen werden diese zum einen durch Stop-and-Go-Bewegungen im breit auslegten Messfeld hervorgerufen (Stau in der Einfahrt, Abbildung 22), zum anderen durch rangierende Lkw beim Einparken in der Zufahrt am Fahrbahnrand.

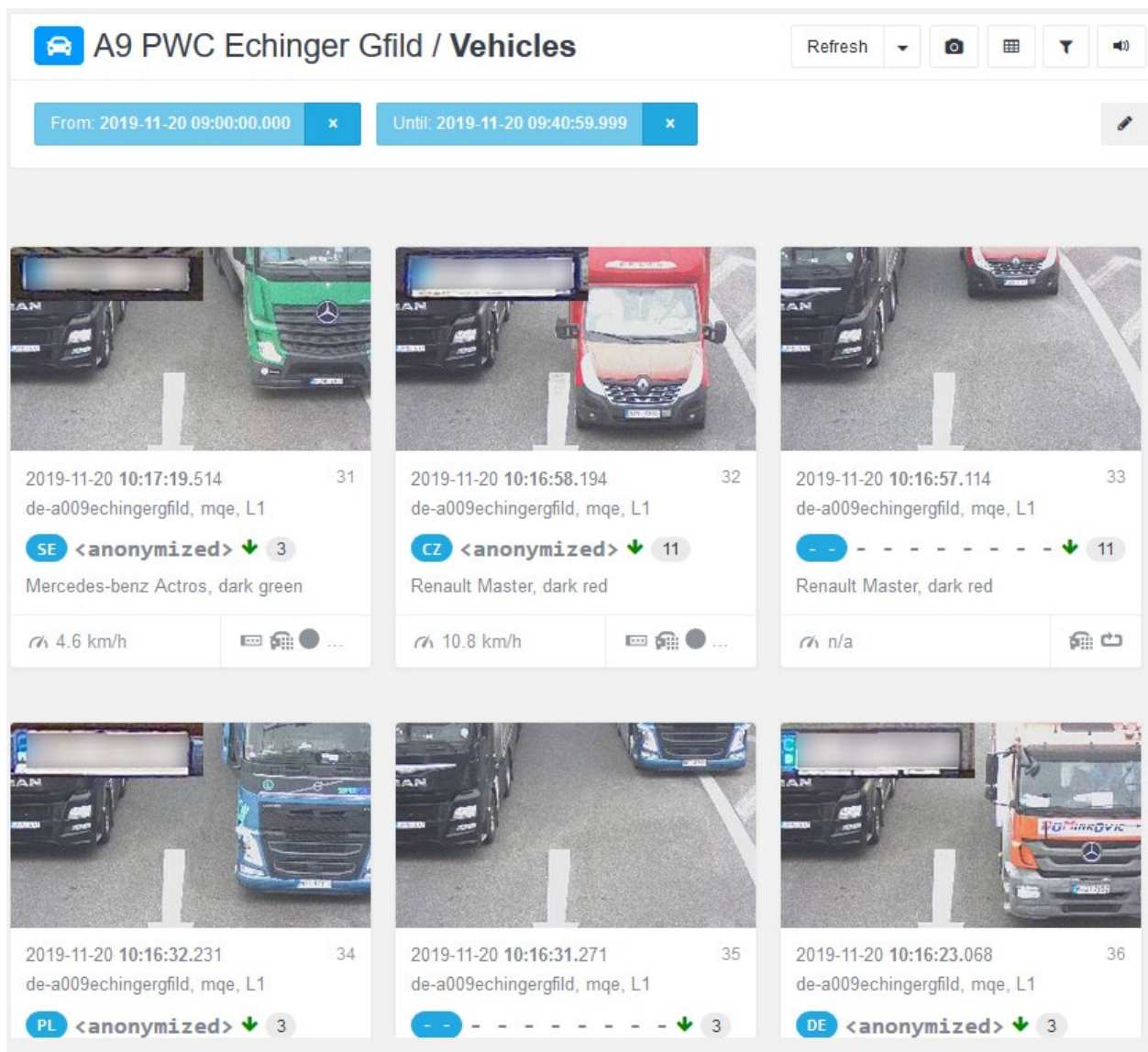


Abbildung 22: Doppelerkennungen am MQ-E [Quelle: Neurosoft Sp. z o.o. / Wroclaw]



Die Einschränkungen des vorhandenen Detektionssystems waren bekannt, z. B. keine Kombination zu einem zweiten Detektor wie einem Laserscanner für eine bessere Erkennung und Klassifizierung analog zum Lkw-PLS A61, sodass im Lastenheft eine technisch umsetzbare Detektionsrate von 95% pro Messquerschnitt für alle Fahrzeuge gefordert wurde. Anhand der Berechnung  $0,95 \text{ (MQ-E)} \times 0,95 \text{ (MQ-A)}$  kann nur eine Wiedererkennungsrates/Matchingrate von 90% erwartet werden. Für das Projekt Wirksamkeitsanalyse geben die Matchingraten maßgebend die Detektionsqualität an, da eine hohe Matchingrate Voraussetzung für die Abbildung von Lkw-Pfaden ist (siehe Abbildung 4, Seite 10). Anhand der Matchingrate kann auf Störungen von einzelnen Messquerschnitten geschlossen werden, da einerseits die Matchingrate aus der Anzahl Matchings geteilt durch die Anzahl einfahrender Lkw und andererseits die Matchingrate aus der Anzahl Matchings geteilt durch die Anzahl ausfahrender Lkw berechnet werden kann.

Die Analysen im Rahmen der Eigenüberwachung von Neurosoft zeigten, dass die Matchingrate von 90% resultierend aus den beiden Detektionsraten, welche aus Verkehrszahlen von 10 bis 10 Uhr für 24 Stunden je Rastanlage bezogen auf die Einfahrt und auf die Ausfahrt gebildet wird, zum Teil um 1 bis 16% unterschritten wurde. Am Beispiel vom 19.11.2019 wurde durch Neurosoft nachgewiesen, dass durch den Einsatz von Reklassifizierung die Matching-Raten um +3% und durch den Einsatz von Verfahren zur Datenvervollständigung nochmals um +4% verbessert werden. Demnach war es möglich einzelne Matchingraten, welche 90% unterschreiten, auf über 90% anzuheben (siehe Kapitel 4.2).

### 3.2.2 Algorithmen zur Verbesserung der erfassten Daten

Gemäß den Kapiteln 2.1 und 3.2.1 kommen die Verfahren der Reklassifizierung und Datenvervollständigung zum Einsatz. Folgende Regeln zur Reklassifizierung gemäß Lastenheft wurden von Neurosoft umgesetzt:

- Ist ein als Bus klassifiziertes Fahrzeug auf einer Rastanlage durchgefahren und wird auf der darauffolgenden Rastanlage nochmals detektiert, dann ist eine Reklassifizierung in den Fahrzeugtyp Lkw vorzunehmen.  
(Hintergrund: In den Nachtstunden ist eine Unterscheidung zwischen Lkw und Bussen mittels einer optischen Erkennung sehr schwierig. Der Eindruck vor Ort ist, dass Busse in der Regel immer nur eine bewirtschaftete Rastanlage für eine Toiletten-/Ruhepause anfahren und kein Parkstand über mehrere Rastanlagen gesucht wird.)
- Beträgt die Abschnittsgeschwindigkeit eines Fahrzeugs zwischen zwei Rastanlagen mehr als 90 km/h, handelt es sich nicht um einen Lkw und das Fahrzeug ist irrelevant für die Untersuchung.

Die Erfahrungen von Neurosoft, dass Lkw eine Abschnittsgeschwindigkeit größer 90 km/h erreichen können, konnten auf der A9 bestätigt werden. Der Schwellwert wurde auf 100 km/h angehoben. Die Anwendung der o. g. zwei Regeln hatte zum Ergebnis, dass die Neurosoft-eigenen Reklassifizierungsregeln (Kapitel 2.2) zu einer größeren Verbesserung der Detektionsqualität führen. Nichtsdestotrotz wurde versucht mit den zwei Regeln eine noch größere Losgröße an Lkw für die Auswertungen zu erhalten.

Durch Neurosoft wurde eine Routinenbeschreibung bereitgestellt, in der neben den Routinen von Rohdaten zu Zwischenergebnissen (ParkingTraces) für die Durchführung von Auswertungen auch die Datenvervollständigung (siehe Kapitel 2.2.3) in Pfaden behandelt wird (Definition Pfad siehe Kapitel 2.2.2). Teil der Routinenbeschreibung ist auch, dass zum Beispiel Pfade um Aufenthalte am Folgetag (Durchfahrer oder Kurzzeitparker) reduziert wurden. Die Eigenüberwachung von Neurosoft brachte zum Vorschein, dass die Notwendigkeit nach Ersatzwerten folgende Ursachen in der Erkennung von Kfz-Kennzeichen haben kann:

- im Messquerschnitt parkende Lkw, welche die Sicht auf einfahrende Lkw verhindern (Abbildung 19, Seite 26; überall anzutreffen)
- Stop-and-Go-Verkehr am MQ aufgrund von Überfüllung (z. B. PWC Echinger Gfild)
- Verdeckungen aufgrund von zu geringen Fahrzeugfolgeabständen (z. B. Fürholzen Ost, oft bei Rastanlagen mit vorgelagertem Tankstellenbereich, mehrere Lkw fahren dicht hintereinander aufgrund geringer Geschwindigkeiten in den Lkw-Parkbereich)

Tage mit Schneefall führen grundsätzlich zu Problemen in der Herstellung von Pfaden, da das Kennzeichen weder an der Einfahrt noch an der Ausfahrt erkannt werden kann (Abbildung 23). Für die Auswertungen wurden Tage ohne Schneefall gewählt.



Abbildung 23: Beispielbilder für eine funktionierende Fahrzeugerkennung ohne Erkennung des Kennzeichens aufgrund Schneefall [Quelle: Neurosoft Sp. z o.o. / Wroclaw]

### 3.2.3 Datenverfügbarkeit

Im Zuge des Projektes wurde deutlich, dass aufgrund von Ausfällen, z. B. durch Strom-/System-/Netzwerkausfälle, eine Übersicht zu auswertbaren Tagen benötigt wird. Durch Neurosoft wurde ein zusätzliches Kriterium entwickelt, welches mittels eines Notebooks Heatmaps erstellt, in welchen die Matchingraten übersichtlich nach Tag und Rastanlage angegeben werden sollen (Kapitel 4.2.1). Es sollten drei Heatmaps bereitgestellt werden:

- Heatmap mit Rohdaten,
- Heatmap mit Reklassifizierung,
- Heatmap mit Reklassifizierung und Datenvervollständigung.

Da gemäß Kapitel 3.2.1 immer zwei Matchingraten je Rastanlage bereitgestellt werden, wird in den Heatmaps immer die schlechtere Matchingrate zur Abbildung der Realität angegeben.

### 3.2.4 Anpassungen im Kriterium mittlere Parksuchzeit

Im Lastenheft wird die Auswertung der mittleren Parksuchzeit gefordert (Kapitel 4.4.2). Bei Lkw, die mehr als eine Rastanlage anfahren, wird die Zeit vom erstmaligen Erfassen bis zum Verbleib als Langzeitparker gemessen. Die ersten Untersuchungsergebnisse zeigten sehr hohe Parksuchzeiten, vor allem in den frühen Nachmittagsstunden. Durch Neurosoft wurde anhand der Pfade ermittelt, dass Lkw eine Rastanlage und mehrere Stunden später eine nachgelagerte Rastanlage derselben Fahrtrichtung anfahren, um als Langzeitparker zu verbleiben (Abbildung 24). Es wird vermutet, dass Lkw die Autobahn für eine Lieferung/Abholung verlassen und später die Autobahn wieder befahren bis auf eine Rastanlage zur Einhaltung der gesetzlichen Ruhezeiten.

```
)VehiclePath(number={SHA256;LKWPLS2019}e8fbc7021abb8c996aa3d6b3508f52a327b8c349b6c21ae2f6c8d70317fb615c
2019-11-05 08:23:26.889000+00:00 - 2019-11-05 09:12:09.878000+00:00 --> a009gredingwest,
2019-11-05 11:29:11.333000+00:00 - 2019-11-05 11:31:36.517000+00:00 --> a009baarerweiherwest,
2019-11-05 12:02:09.859000+00:00 - 2019-11-06 06:00:23.400000+00:00 --> a009fuerholzenwest
)VehiclePath(number={SHA256;LKWPLS2019}3b52b35715c07ffcc3c286d801379c1bfc998c375ca8b8a0f231f27844ad488e
2019-11-06 07:23:04.938000+00:00 - 2019-11-06 07:29:28.151000+00:00 --> a009gredingwest,
2019-11-06 07:50:32.184000+00:00 - 2019-11-06 07:51:21.888000+00:00 --> a009koeschingerforstwest,
2019-11-06 12:35:09.010000+00:00 - 2019-11-06 21:51:03.430000+00:00 --> a009fuerholzenwest
```

Abbildung 24: Auswertung von Parksuchzeiten

In Abstimmung mit Neurosoft wurde folgende Regel definiert und umgesetzt: Ist die Ist-Reisezeit eines Lkw zwischen zwei Rastanlagen größer als das 1,5fache der Soll-Reisezeit (Normalreisezeit eines Abschnitts), dann wird der Pfad (Kapitel 2.2.2) für das Kriterium „mittlere Parksuchzeit“ verworfen. Wurden mindestens drei Rastanlagen angefahren, dann ist der Pfad

nach der Überschreitung bis hin zum Langzeitparker aufzubauen. Der Wert sollte parametrierbar ausgeführt werden; in der Praxis stellte sich der Wert 1,2 als am meisten geeignet heraus.

### 3.3 Sonstige Betriebserfahrungen

Nach den Betriebserfahrungen bei der Datenerfassung und bei der Datenverarbeitung mittels ANPR werden nachfolgend die sonstigen Erfahrungen zusammengefasst:

- (1) Aufgrund des Pilotcharakters waren mehrere Iterationen in der Erstellung der Software erforderlich, vor allem hinsichtlich der Eingabemöglichkeiten, Ergebnisse, Ergebnisdarstellung und einheitlichen Ausführung.
- (2) Im Zuge der Informationstafeln für BayernInfo konnten anhand von Auswertungen der Zentralstelle Verkehrsmanagement keine höheren Zugriffszahlen festgestellt werden. Vor Ort bestand der Eindruck, dass Lkw-Fahrende die Rastanlage oft mit hoher Geschwindigkeit anfahren und die Schilder am Beginn des Lkw-Parkbereichs zu wenig beachten.
- (3) Sowohl mit der Schnittstelle von der UZ Lkw-Parken über die VBZ Nordbayern zur BAS-Zentrale als auch mit der Hard- und Software von BAS wurde ein System mit sehr hoher Zuverlässigkeit ohne bekannte Ausfälle für 3,5 Monate aufgebaut. Die Belegungsänderungen auf neun Rastanlagen führen tagsüber sowie in den Abendstunden zu einer sehr hohen Schalthäufigkeit im Minutentakt und demzufolge zu einem sehr hohen Stromverbrauch bei der autarken Energieversorgung. Durch BAS wurden eigenständig zusätzliche Solar-Paneele nachgerüstet. Seitens der Medien und Autofahrer gab es keine interessierten Nachfragen zu dem aufgestellten System.
- (4) Sowohl am 17.03.2020 als auch am 30.09.2020 wurden die Rastanlagen mit einem Pkw befahren um Eindrücke vor Ort für die Untersuchung zu gewinnen. Am 17.03.2020 konnte bei der Befahrung von 20:40 Uhr bis 00:40 Uhr festgestellt werden, dass auf allen Rastanlagen Lkw in den Fahrgassen hinter den parkenden Lkw in Schrägaufstellung parken (Abbildung 25) und vereinzelt freie Lkw-Parkstände aufzufinden waren (Abbildung 26 und Abbildung 27), die aber nicht direkt anfahrbar waren. Freie Parkstände entstehen vermutlich durch Lkw, welche die Rastanlage zu später Stunde verlassen. Diese hierdurch vereinzelt frei gewordenen Parkstände sind aufgrund von parkenden Lkw in den Fahrgassen nicht regulär anfahrbar. Nur über Rückwärtsfahren, welches auch beobachtet werden konnte, können diese genutzt werden. Des Weiteren gab es auf mehreren Rastanlagen sowohl in der Einfahrt als auch in der Ausfahrt parkende Lkw (Abbildung 28).



Abbildung 25: parkende Lkw in den Fahrgassen hinter parkenden Lkw in Schrägaufstellung, PWC Brunngas



Abbildung 26: freier Lkw-Parkstand trotz Überbelegung, T+R Köschinger Forst Ost





Abbildung 27: freier Lkw-Parkstand trotz Überbelegung, PWC Gelbelsee Ost



Abbildung 28: im Messfeld parkende Lkw, PWC Paunzhauser Feld



Abbildung 29: LED-Anzeige mit Anzeigehalten vor 20 Uhr

Bei der Befahrung am 30.09.2020 konnte festgestellt werden, dass auf allen LED-Anzeigen ab ca. 20 Uhr für die angebotenen Rastanlagen durchweg „0 freie Lkw-Parkstände“ angezeigt wurden. Aus Sicht des Verkehrsteilnehmers wurde dadurch nochmals der begrenzte Einsatzzeitraum von 16 bis 20 Uhr für das Lkw-PLS deutlich (Kapitel 4.3.3).

## 4 Ergebnisse aus Erhebungen mittels der ANPR-Technologie

### 4.1 Vorbemerkungen

Nach den Durchführungen der Phasen I bis IV wurden anhand von Kriterien abschließende Auswertungen durchgeführt. Die Kriterien wurden den Bereichen Datenverfügbarkeit, Parkverhalten und Parksuchverkehr zugeordnet (Tabelle 3). Im Zuge der Auswertungen war man zur Erkenntnis gekommen, die Kriterien 02 und 03 nicht wie angedacht zu verwenden, da keine Unterschiede in den Ergebnissen gegenüber dem Kriterium 04 existieren und daher kein Mehrwert besteht.

Fragestellungen in der Vorbereitung	Nr.	Kurzbezeichnung für Auswertungen	Datenverfügbarkeit	Parkverhalten	Parksuchverkehr	nicht verwendet
(nicht enthalten, zusätzlich entwickelt)	96	Matching-Raten in Heatmaps	X			
Wie viele Lkw fahren in den PLS-Streckenabschnitt und verbleiben auf den Parkplätzen als Langzeitparker?	01	Verteilung von in den Streckenabschnitt einfahrenden Lkw zu LZP		X		
Wie hoch fallen die Belegungsfüllstände mehrerer Rastanlagen zu definierten Zeitpunkten aus?	09	Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten		X		
Wann treten Überbelegungen verglichen über mehrere Rastanlagen ein?	10	Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen		X		
Wie lang sind die mittleren Aufenthaltsdauern der Langzeitparker auf dem Parkplatz?	08	Aufenthaltsdauern von Langzeitparkern		X		
Wie viel Parkplätze müssen durchschnittlich von Lkw über den tageszeitlichen Verlauf angefahren werden, um als Langzeitparker zu verbleiben?	04	Anzahl angefahrte Rastanlagen für Langzeitparker			X	
Wie lang sind die mittleren Parksuchzeiten für Langzeitparker über den tageszeitlichen Verlauf?	07	mittlere Parksuchzeit			X	
Wie viele Durchfahrer gibt es je Rastanlage im Streckenabschnitt?	05	Anzahl Durchfahrer			X	
Wie verhält sich das Aufteilungsverhältnis zwischen Durchfahrern, Kurzzeitparkern und Langzeitparkern?	06	Aufteilung von Durchfahrern, Kurzzeitparkern und Langzeitparkern			X	
Wie viele Parkplätze (müssen nicht hintereinander liegen) werden durchschnittlich von Lkw über den tageszeitlichen Verlauf angefahren?	02	-				X
Wie viele Parkplätze werden durchschnittlich nacheinander von Lkw über den tageszeitlichen Verlauf angefahren?	03	-				X

Tabelle 3: Übersicht zu den Untersuchungskriterien

Die Auswertungen erfolgten immer differenziert nach Fahrtrichtung sowie anhand der zu untersuchenden Stunden 16 bis 24 Uhr, da Ganglinien zeigen, dass Lkw-Fahrende in diesem Zeitraum einen Parkstand für die längeren Ruhepausen aufsuchen. Da sowohl vor Ort als auch in den Auswertungen für Freitagabend und Samstag aufgrund des bevorstehenden Fahrverbot an Sonn- und Feiertagen eine vergleichsweise geringe Parkraumnachfrage festgestellt werden konnte, erfolgte die Auswertung anhand von repräsentativen Werktagen mit sehr hoher



Parkraumnachfrage von Montag bis einschließlich Donnerstag. Da in Fahrtrichtung München keine LED-Anzeigen aufgestellt wurden, erfolgte die Auswertung der Fahrtrichtung München nur für die Phasen I bis III.

Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der vorhandenen räumlich begrenzten Erfassungseinrichtungen der Vor- und Nachlauf von Lkw-Fahrten in Bezug auf die Start- und Endpunkte des Lkw-PLS mit der vorhandenen Methodik nicht erfasst werden konnte. Ebenso konnte ein Abfahren/Einfahren an Autobahnkreuzen/-dreiecken (A73, A92, A93) oder ein Abfahren/Einfahren an Anschlussstellen (Parkmöglichkeit Autohof oder Gewerbegebiet) nicht erfasst werden.

## **4.2 Datenverfügbarkeit**

### **4.2.1 Kriterium Matching-Raten in Heatmaps**

Die Heatmaps, siehe Anlage 07, wurden für die vier Untersuchungsphasen je Fahrtrichtung erstellt. Es werden Matching-Raten nach erfolgter Reklassifizierung und Datenvervollständigung für die einzelnen Rastanlagen je Tag angegeben.

Während je Phase teilweise fünf bis acht Wochen an erhobenen Daten zur Verfügung stehen, wurden vier Wochen für die Auswertung ausgewählt. Hierzu wurde ein Mittelwert der Matchingraten pro Woche (Montag bis Donnerstag) über alle Rastanlagen einer Fahrtrichtung gebildet. Anschließend wurden die Wochen mit dem höchsten Mittelwert ausgewählt. Hierbei gab es Unterschiede zwischen der Fahrtrichtung Nürnberg und Fahrtrichtung München. Da aufgrund der LED-Anzeigen die Fahrtrichtung Nürnberg maßgebend ist, wurden zu Gunsten einer Einheitlichkeit die auszuwertenden Wochen anhand der Fahrtrichtung Nürnberg festgelegt. Aus den Heatmaps können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

- (1) Die Matching-Raten als Mittelwert je Woche betragen bei den ausgewählten Wochen 90 bis 95%. Es bestehen keine Unterschiede zwischen Wochen mit längerer Tageshelligkeit (Sommer) und Wochen mit kürzerer Tageshelligkeit (Winter, ungünstige Umfeldbedingungen für die optische Erfassung von Kennzeichen). Die Wirksamkeit von Reklassifizierung und Datenvervollständigung wird nachgewiesen, da das Matching an Tagen mit ungünstigen Umfeldbedingungen auf dasselbe Niveau wie Tage mit guten Umfeldbedingungen angehoben wird.
- (2) Für die Auswertung mit den nachfolgenden Kriterien stehen 4 Werktage x 4 Wochen x 4 Phasen, das heißt insgesamt 64 Werktage zur Verfügung.

(3) In der Phase III liegen die Matching-Raten für die PWC-Anlage Paunzhauser Feld auffällig unter 40% an allen Tagen. Es gab eine Störung am Detektionssystem und der Auftragnehmer ist den Pflichten zur Störungsbeseitigung gemäß Instandhaltungsvertrag nicht nachgekommen. Die gestörte Detektion für Paunzhauser Feld ist in der Wertung von nachfolgenden standortbezogenen Diagrammen zu berücksichtigen.

## 4.3 Parkverhalten

### 4.3.1 Kriterium Verteilung von in den Streckenabschnitt einfahrenden Lkw

Unter der Einbindung von Messquerschnitten auf der Hauptfahrbahn der A9, die für die Messung von Reisezeiten im Einsatz sind, wurde ermittelt wie viele Lkw, die in den Streckenabschnitt einfahren (MQ-E), anschließend am Ende des Streckenabschnittes (MQ-A) wiedererkannt werden. Ebenso wurde ermittelt wie viele Lkw, die in den Streckenabschnitt einfahren (MQ-E), die Rastanlagen an der A9 befahren. Die Untersuchung erfolgte nur in Phase IV der Wirksamkeitsanalyse.

Am MQ-E (A9 km 511+090) wurden in Fahrtrichtung Nürnberg an 16 Tagen im Zeitraum 16 bis 24 Uhr insgesamt 41.326 Lkw erfasst. Die Abbildung 30 gibt an, dass ca. 22% der Lkw von MQ-E am MQ-A (A9 km 387+800) wiedererkannt wurden und ca. 24% der Lkw vom MQ-E die Rastanlagen befahren. Die übrigen 78% der Lkw, die nicht am MQ-A wiedererkannt werden, verlassen vermutlich die A9 auf die A93 in Fahrtrichtung Regensburg oder fahren an Anschlussstellen von der Autobahn ab.

Am MQ-E (A9 km 387+800) wurden in Fahrtrichtung München an 16 Tagen im Zeitraum 16 bis 24 Uhr insgesamt 25.619 Lkw erfasst. Die Abbildung 31 gibt an, dass ca. 28% der Lkw von MQ-E am MQ-A (A9 km 500+390) wiedererkannt wurden und ca. 31% der Lkw von MQ-E die Rastanlagen befahren. Die Abbildungen berücksichtigen keine Lkw, welche nachgelagert zum MQ-E in den Streckenabschnitt an Anschlussstellen eingefahren sind.

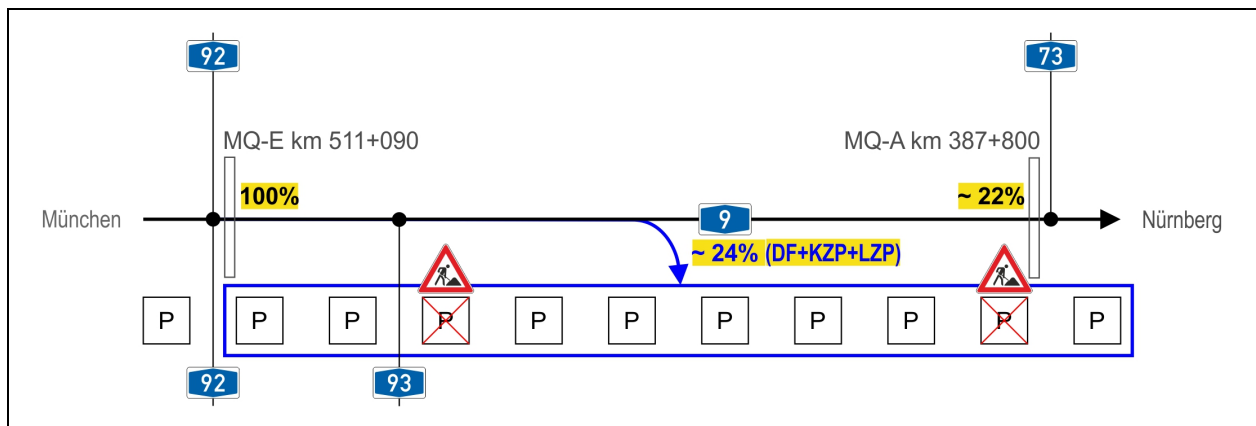


Abbildung 30: Wiedererkennung von Lkw des MQ-E in Fahrtrichtung Nürnberg

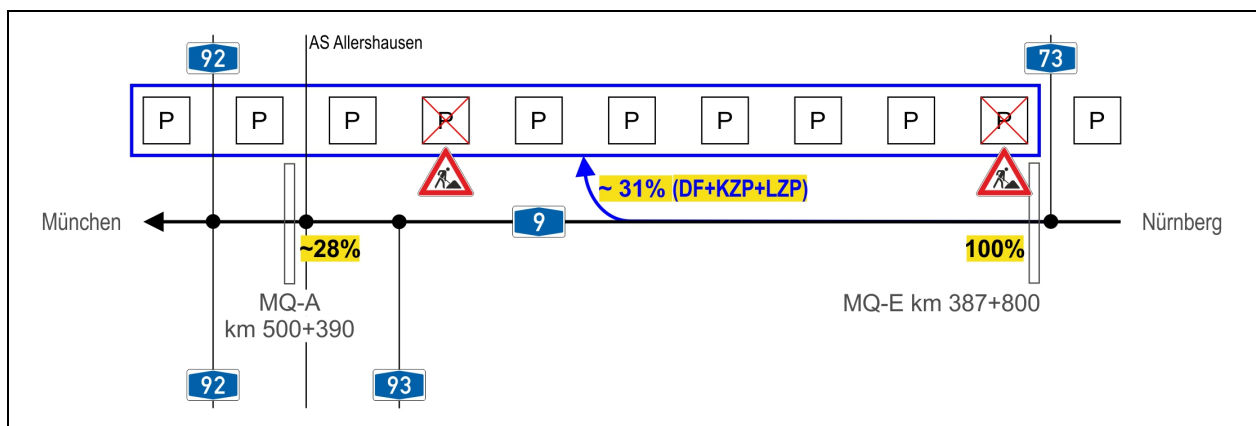
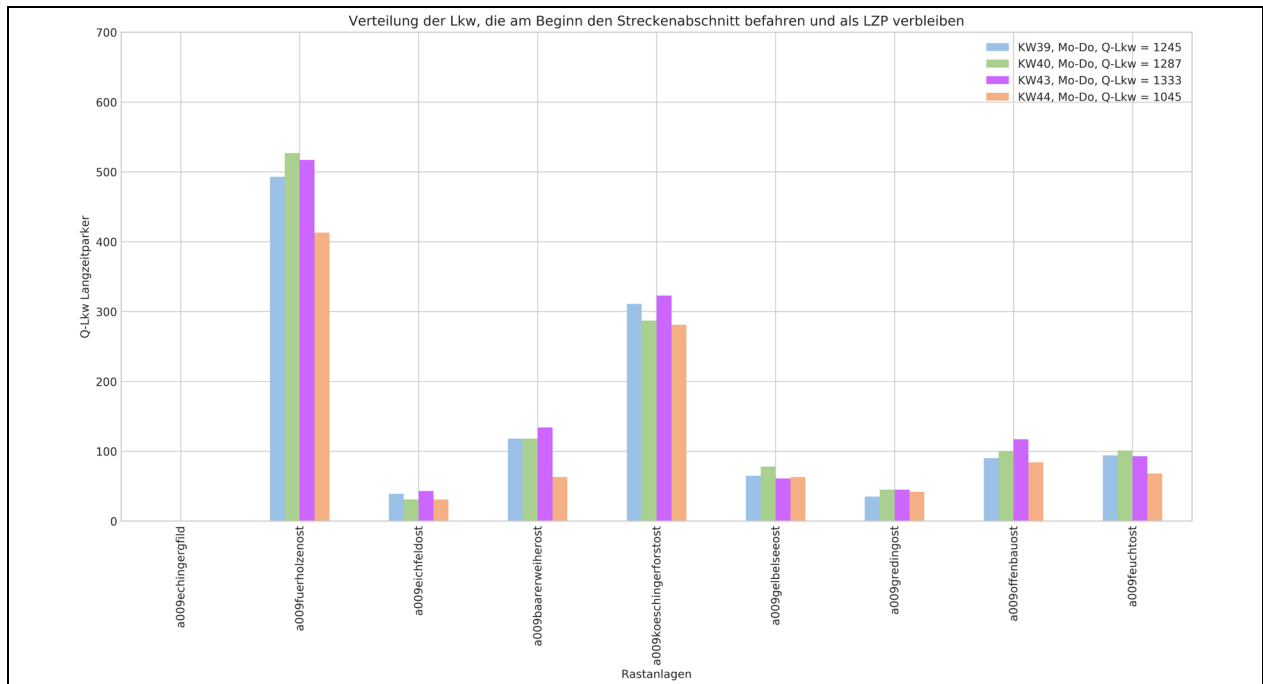


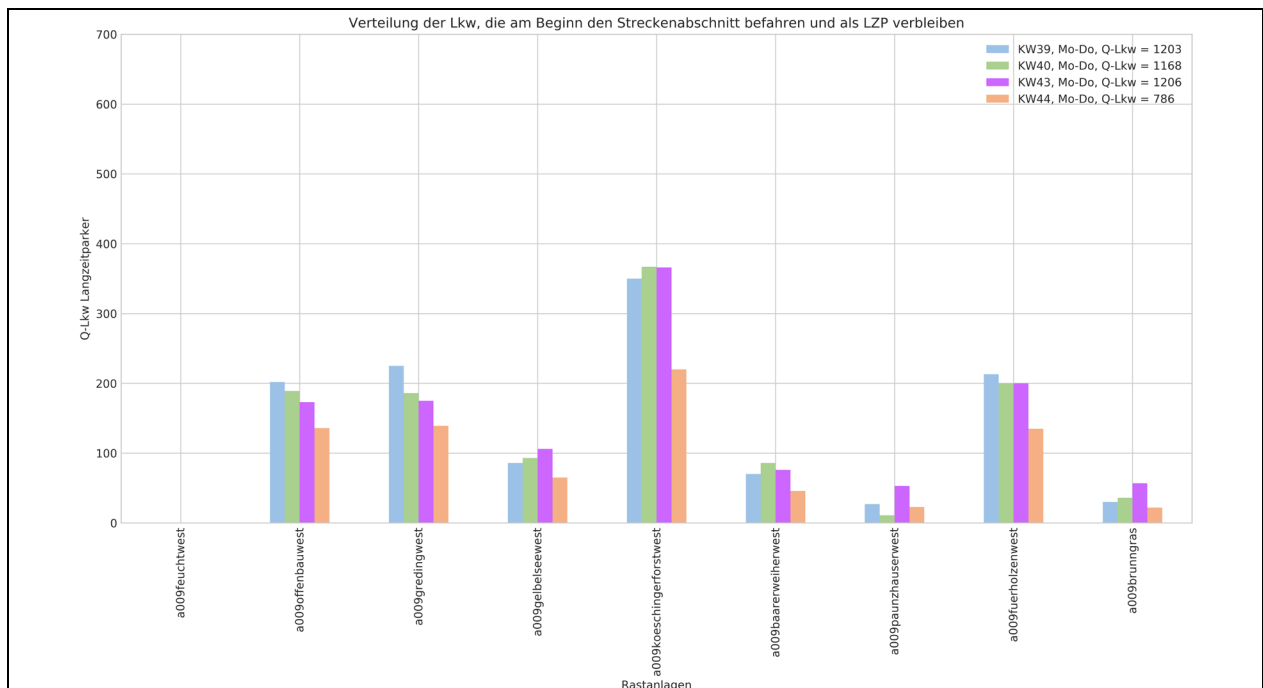
Abbildung 31: Wiedererkennung von Lkw des MQ-E in Fahrtrichtung München

Im Weiteren wurden die Langzeitparker der 24% bzw. 31% näher betrachtet und anhand des Matchings ermittelt, wie viele Lkw welche einzelne Rastanlage anfahren (Abbildung 32 und Abbildung 33). Die meisten Lkw parken auf den Rastanlagen mit den höchsten Kapazitäten von Lkw-Parkständen: in Fahrtrichtung Nürnberg auf T+R Fürholzen Ost und T+R Köschinger Forst Ost sowie in Fahrtrichtung München maßgeblich auf der T+R Köschinger Forst West.



**Abbildung 32**

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 4 Tage á 4 Wo. im Sept.+Okt. 2020	<u>räumlich:</u> 8 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht den kumulierten Langzeitparkern aus 4 Tagen für eine Rastanlage in Bezug auf die am MQ-E einfahrenden Lkw.			



**Abbildung 33**

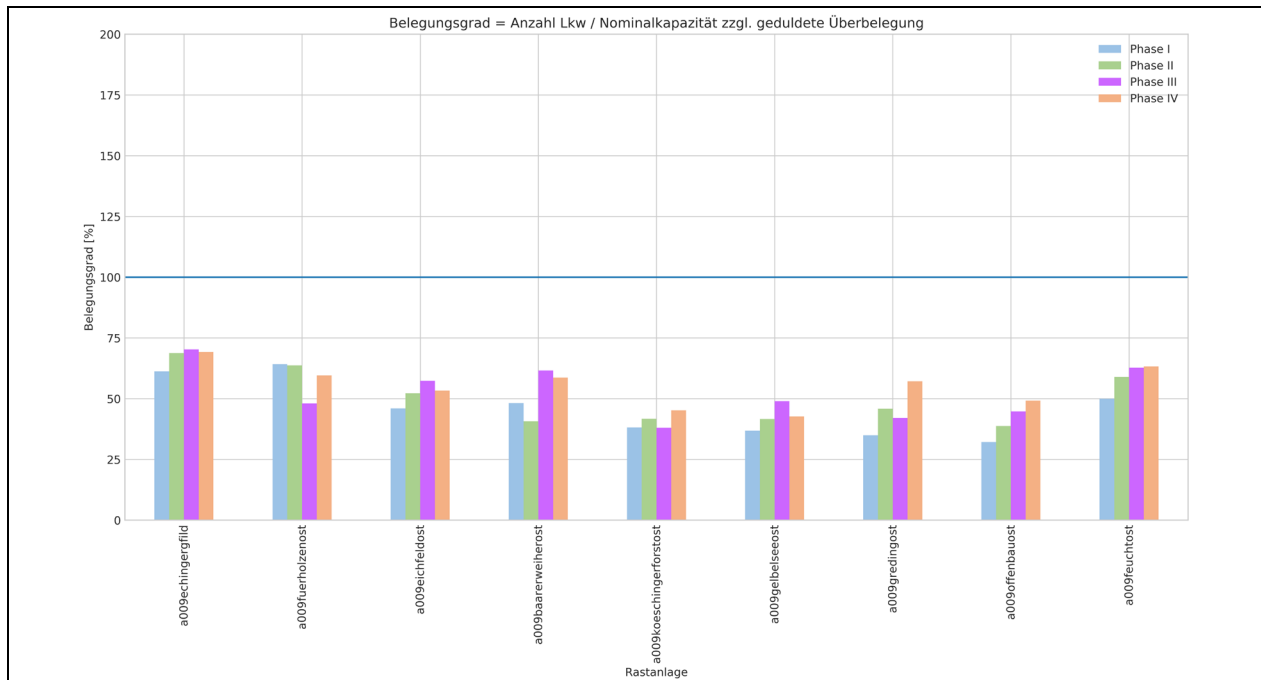
<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 4 Tage á 4 Wo. im Sept.+Okt. 2020	<u>räumlich:</u> 8 Rastanlagen der FR München
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht den kumulierten Langzeitparkern aus 4 Tagen für eine Rastanlage in Bezug auf die am MQ-E einfahrenden Lkw.			

### 4.3.2 Kriterium Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten

Anhand der Belegungsdaten des MDM wurden die Belegungsgrade zu ausgewählten Uhrzeiten ermittelt. Hierfür werden auf Vorschlag von Neurosoft stabile Werte dahingehend berechnet, indem ausgehend von einem Zeitpunkt, z. B. 20 Uhr, der Belegungsgrad aus nachfolgenden Einzelwerten von 6 Minuten (d. h. 20:00 Uhr bis 20:06 Uhr) per Mittelwert gebildet wird. Bezugsgrößen für die Belegungsgrade sind die Kapazitäten bestehend aus Nominalkapazität (Lkw-Parkstände nach StVO-Beschilderung) zuzüglich geduldeter Überbelegung. Die Abbildung 34 bis Abbildung 37 zeigen die Belegungsgrade der Rastanlagen in Fahrtrichtung Nürnberg zu den Uhrzeiten 16, 18, 20 und 22 Uhr.

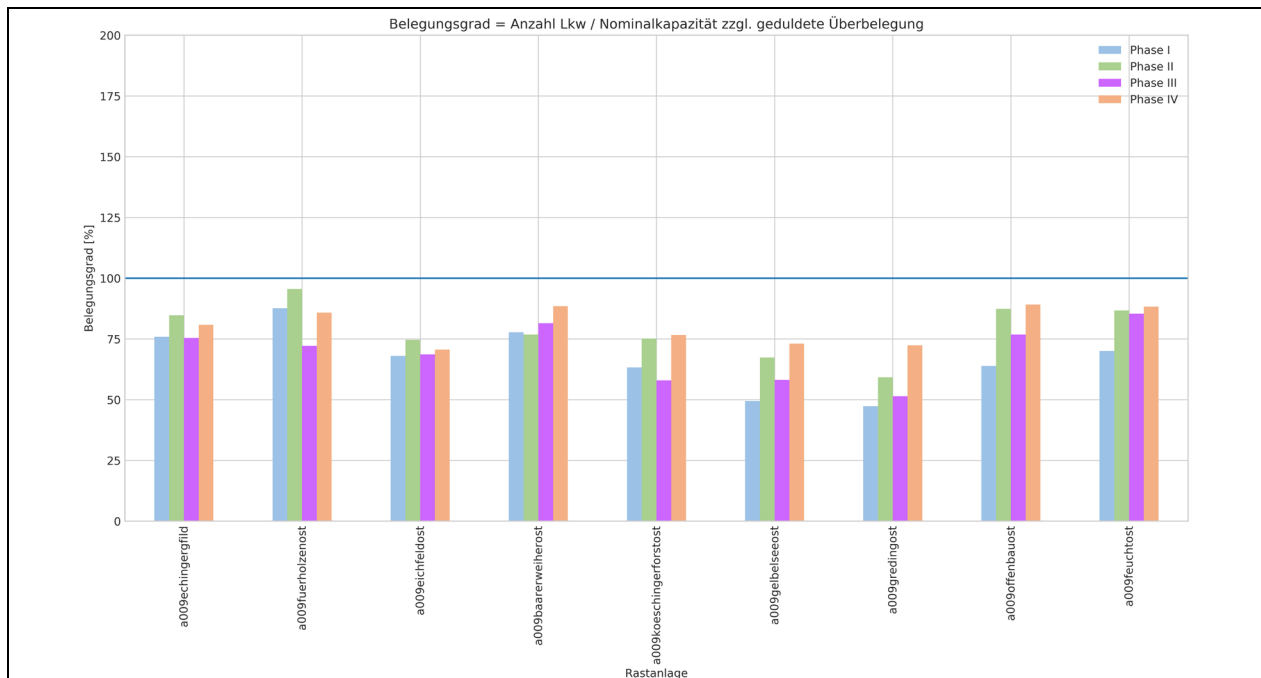
In der Theorie sollen Lkw-Parkleitsysteme Lkw-Fahrende auf Rastanlagen mit Kapazitätsreserven leiten. In der Praxis sind die Rastanlagen auf der A9 zwischen Nürnberg und München in den Nachtstunden fast alle vollständig belegt, es stehen kaum Kapazitätsreserven zur Verfügung. Aufgrund dessen besteht nur die Möglichkeit einer Untersuchung hinsichtlich Verteilungseffekten im Zuge der Befüllung der Rastanlagen.

Während die Belegungsgrade 16 Uhr relativ ausgewogen bei ca. 50% liegen, gibt es zu späteren Zeitpunkten Rastanlagen mit höheren Belegungsgraden und Rastanlagen mit geringeren Belegungsgraden. In den Phasen II bis IV können keine Trends einer gleichmäßigeren Befüllung bis hin zu idealisiertem, synchron steigendem Befüllen der Rastanlagen festgestellt werden. Aus der Betrachtung des Diagramms für 20 Uhr (Abbildung 36) ist für die Phase IV zu entnehmen, dass bei einzelnen Rastanlagen die Maximalkapazität überschritten ist, während andere Rastanlagen noch Kapazitätsreserven haben. Es können keine Wirkungen durch das Lkw-Parkleitsystem für dieses Kriterium festgestellt werden. Die Diagramme für die Fahrtrichtung München sind der Anlage 08 zu entnehmen.



**Abbildung 34**

<u>Datenquelle:</u> MDM-Daten	<u>Untersuchungszeitpunkt:</u> <b>16 Uhr</b>	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht dem Mittelwert aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			



**Abbildung 35**

<u>Datenquelle:</u> MDM-Daten	<u>Untersuchungszeitpunkt:</u> <b>18 Uhr</b>	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht dem Mittelwert aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

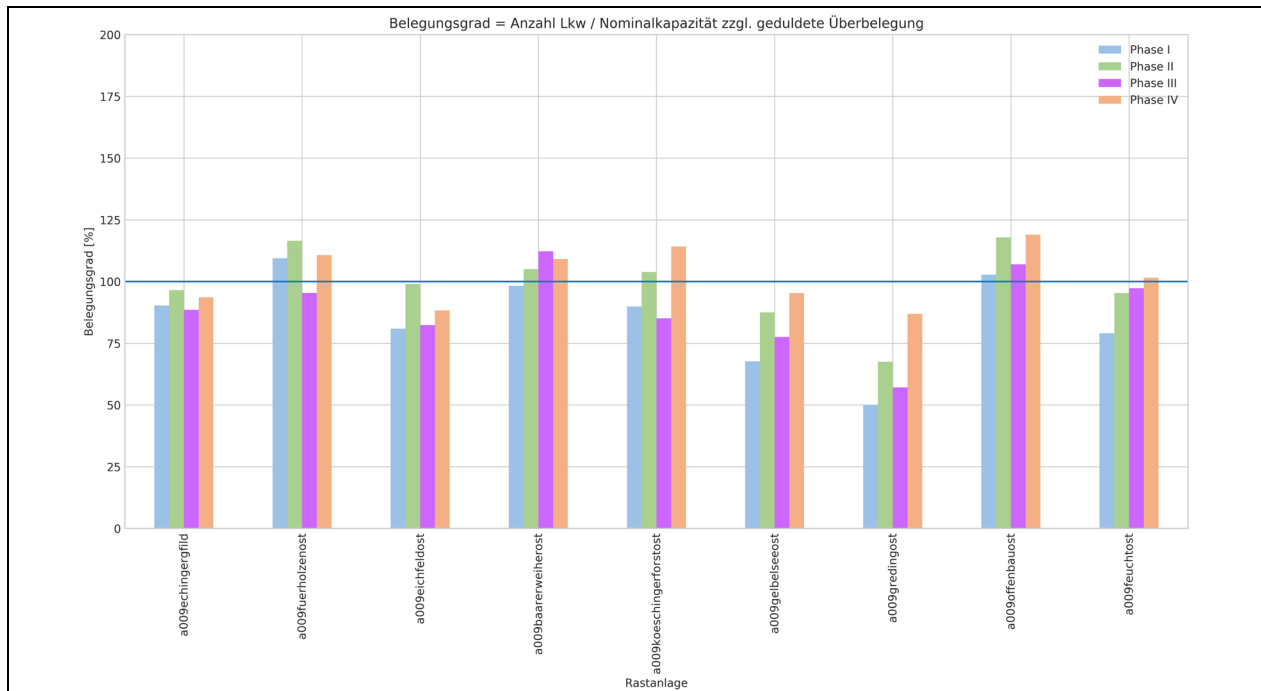


Abbildung 36

<u>Datenquelle:</u> MDM-Daten	<u>Untersuchungszeitpunkt:</u> 20 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht dem Mittelwert aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

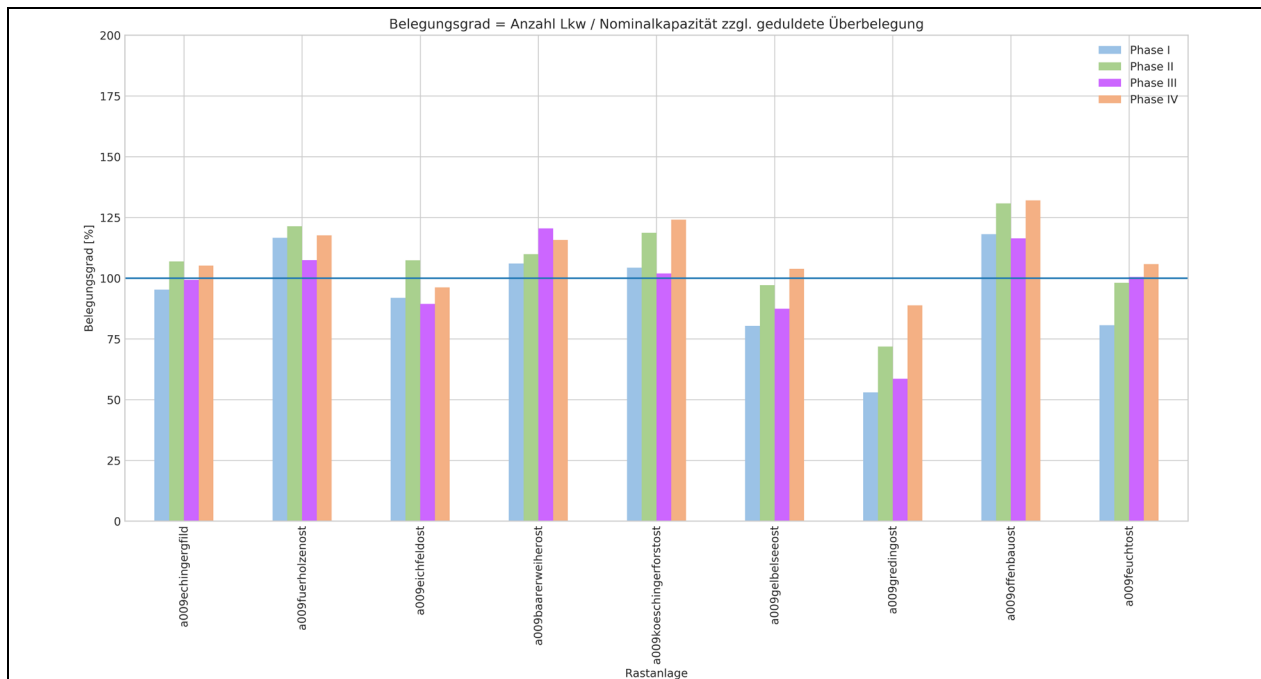


Abbildung 37

<u>Datenquelle:</u> MDM-Daten	<u>Untersuchungszeitpunkt:</u> 22 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht dem Mittelwert aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			



Die Ursache, dass 20 Uhr nicht alle Balken die 100% der Maximalkapazität überschritten haben (Abbildung 36), liegt in dem Mittelwert auf Basis von Werten aus 16 Einzeltagen einer Untersuchungsphase.

#### **4.3.3 Kriterium Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen**

Mit Lkw-Parkleitsystemen wird das Ziel verfolgt die vorhandenen Kapazitäten optimal zu nutzen. Das heißt, dass jeder Lkw-Parkstand nach StVO-Beschilderung vollständig belegt und Lkw-Fahrende bis zum letzten freien Lkw-Parkstand geführt werden.

Im Vergleich zur flächenhaften Erfassung können mit dem realisierten Bilanzierungssystem keine Aussagen über die Nutzung jedes einzelnen Lkw-Parkstandes getroffen werden. Es besteht die Hypothese, je mehr Lkw-Parkstände nach StVO-Beschilderung optimal genutzt werden, desto später treten über mehrere Rastanlagen betrachtet die Überbelegungen ein (Parken in Fahrgassen, Parken im Tankstellenbereich bis hin zum Parken in den Ein- und Ausfahrten). Aus diesem Grund wurden die Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen näher betrachtet.

Die Abbildung 38 und die Abbildung 39 zeigen grundsätzlich, dass in Fahrtrichtung Nürnberg die Nominalkapazität (Lkw-Parkstände nach StVO-Beschilderung) von 16 bis 20 Uhr und in Fahrtrichtung München von 17 bis 20 Uhr erreicht wird. Wirkungen des Lkw-Parkleitsystems lassen sich aus der gewählten Darstellungsform schwer ablesen, sodass aus den Median-Werten von 9 Rastanlagen Mittelwerte je Phase gebildet wurden (Tabelle 4).

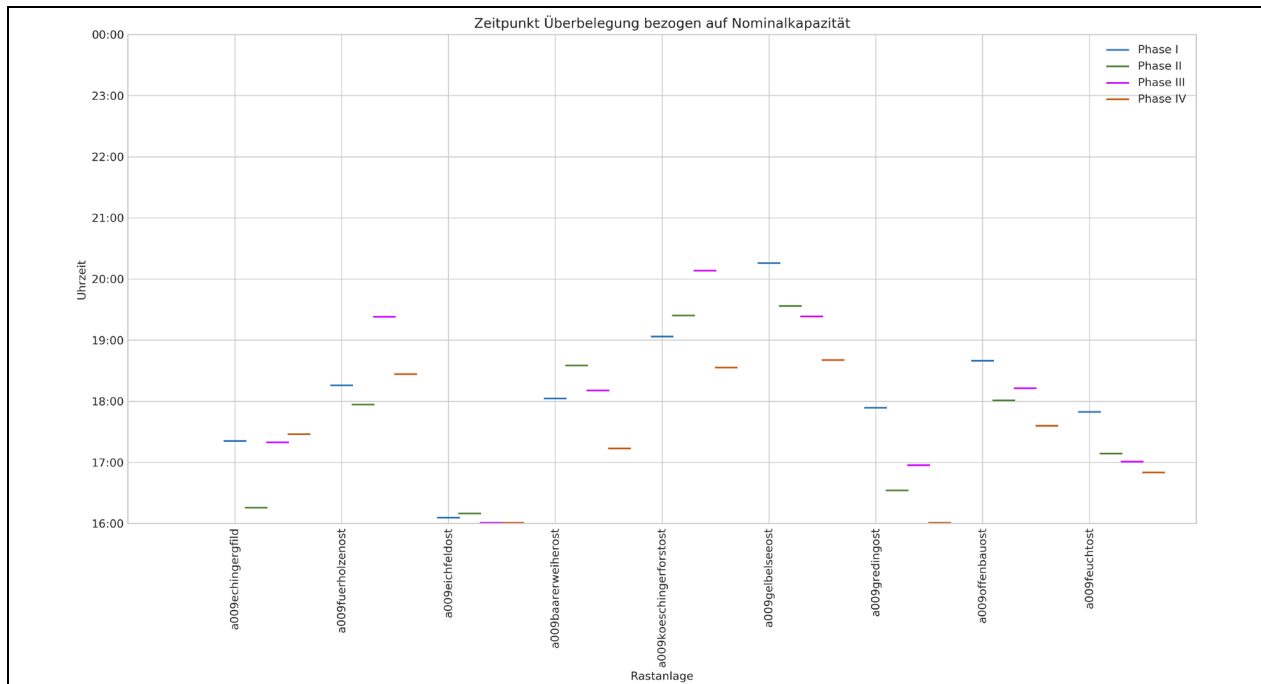


Abbildung 38

Datenquelle: MDM-Daten	Untersuchungszeitraum: 16 bis 24 Uhr	Tage: 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	räumlich: 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
Erläuterung: 1 Strich entspricht dem Median aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

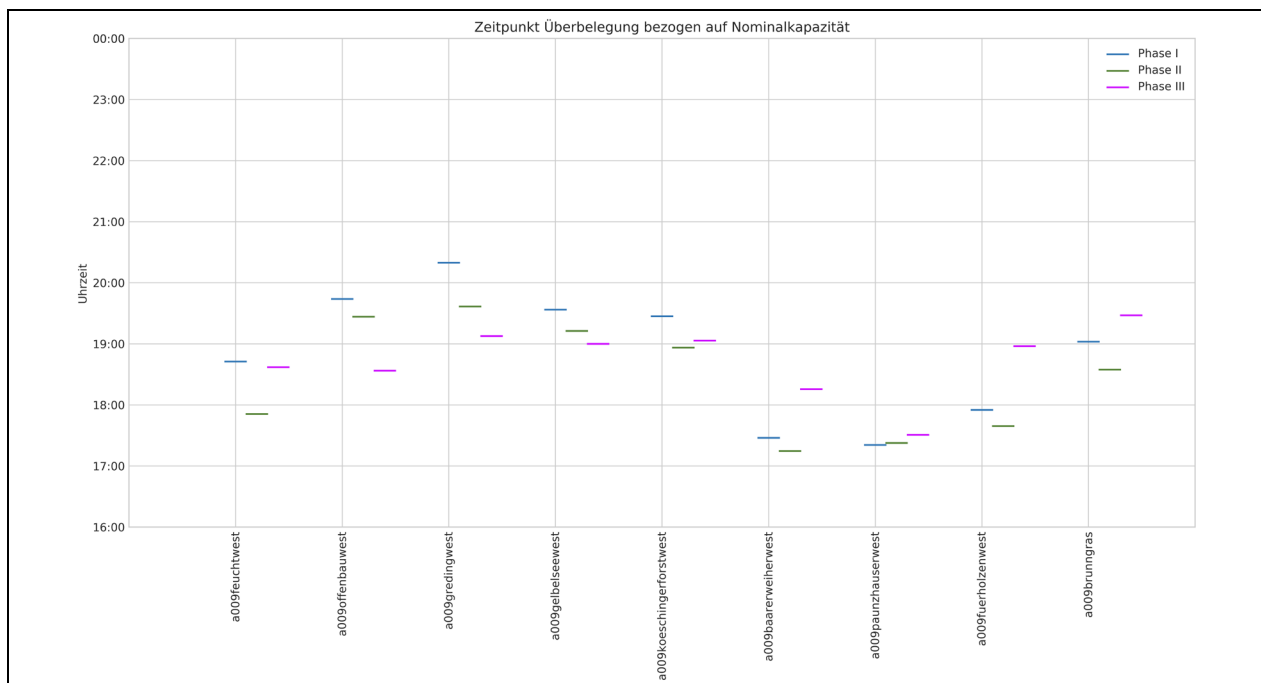


Abbildung 39

Datenquelle: MDM-Daten	Untersuchungszeitraum: 16 bis 24 Uhr	Tage: 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	räumlich: 9 Rastanlagen der FR München
Erläuterung: 1 Strich entspricht dem Median aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

Rastanlage	Zeitpunkt, Phase 1	Zeitpunkt, Phase 2	Zeitpunkt, Phase 3	Zeitpunkt, Phase 4
a009echingergfeld	17:21:07	16:15:32	17:19:41	17:27:39
a009fuerholzenost	18:15:33	17:56:39	19:22:44	18:26:39
a009eichfeldost	16:05:39	16:09:42	16:00:40	16:00:43
a009baarenweiherost	18:02:39	18:35:10	18:10:36	17:13:41
a009koeschingerforstost	19:03:36	19:24:07	20:08:12	18:33:06
a009gelbelseeost	20:15:36	19:33:31	19:23:07	18:40:35
a009gredingost	17:53:35	16:32:33	16:57:06	16:00:39
a009offenbauost	18:39:34	18:00:42	18:12:43	17:35:43
a009feuchtost	17:49:34	17:08:34	17:00:42	16:50:08
<b>Mittelwert</b>	<b>18:09:39</b>	<b>17:44:03</b>	<b>18:03:57</b>	<b>17:25:26</b>

Rastanlage	Zeitpunkt, Phase 1	Zeitpunkt, Phase 2	Zeitpunkt, Phase 3
a009feuchtwest	18:42:39	17:51:02	18:37:03
a009offenbauwest	19:44:07	19:26:39	18:33:39
a009gredingwest	20:19:39	19:36:42	19:07:39
a009gelbelseewest	19:33:34	19:12:38	19:00:02
a009koeschingerforstwest	19:27:09	18:56:12	19:03:07
a009baarenweiherwest	17:27:39	17:14:42	18:15:32
a009paunzhauserwest	17:20:37	17:22:39	17:30:32
a009fuerholzenwest	17:55:03	17:39:07	18:57:40
a009brunngras	19:02:05	18:34:37	19:28:01
<b>Mittelwert</b>	<b>18:50:17</b>	<b>18:26:02</b>	<b>18:43:42</b>

Tabelle 4: Zeitpunkte der erstmaligen Überschreitung der Nominalkapazität

Die spätesten mittleren Zeitpunkte zur Überschreitung der Nominalkapazität, die mit dem Lkw-Parkleitsystem erreicht werden sollen, treten in der Phase I ohne Belegungsinformation ein und die frühesten mittleren Zeitpunkte der Überschreitung der Nominalkapazität in der Phase IV mit der höchsten Informationsverbreitung, sodass die Hypothese einer späteren Überbelegung nicht bestätigt werden kann. Externe Effekte wie z. B. das Lkw-Verkehrsaufkommen, Staus etc. können Einfluss auf diese Ergebnisse haben. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Durchfahrer und Kurzzeitparker den Eintrittszeitpunkt der Überbelegung früher erscheinen lassen können, wenn z. B. zwei Lkw die Rastanlage 17:27 Uhr anfahren und 17:32 Uhr wieder verlassen, jedoch der Fokus auf der Überbelegung durch Langzeitparker liegt. Das Kriterium „Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen“ ist daher mit Vorsicht zu betrachten, da eine fundierte Auswertung zur optimalen Nutzung von Lkw-Parkständen nur über die flächenhafte Erfassung möglich erscheint. Nichtsdestotrotz sollen die Ergebnisse aus Abbildung 38, Abbildung 39 und Tabelle 4 im Ergebnisbericht zur allgemeinen Information nicht vorenthalten werden.

Die Analyse zur Überschreitung der Maximalkapazität hat zum Ergebnis, dass an Werktagen Montag bis Donnerstag in der Regel im Zeitraum von 19 bis 20 Uhr alle Rastanlagen vollständig belegt sind (Tabelle 5). Die Ergebnisse decken sich mit den Eindrücken vor Ort (Abbildung 40), da mittels Befahrungen festgestellt werden konnte, dass ab ca. 20 Uhr für alle Rastanlagen nur „0 freie Lkw-Parkstände“ angezeigt werden konnten. Daraus geht hervor, dass der Einsatzzeitraum eines Lkw-Parkleitsystems mit steigender Nachfrage nach Lkw-Parkständen für Langzeit-

parker ab ca. 16 Uhr startet und mit Erreichen und Überschreiten der Maximalkapazität ab ca. 20 Uhr endet.

Parkplatz	Zeitpunkt, Phase 1	Zeitpunkt, Phase 2	Zeitpunkt, Phase 3	Zeitpunkt, Phase 4
a009echingergfld	19:31:34	18:17:32	19:10:11	19:54:07
a009fuerholzenost	18:31:37	18:14:31	20:02:05	18:38:32
a009eichfeldost	20:09:11	18:59:38	20:34:02	19:48:41
a009baarenweiherost	19:01:37	19:25:32	18:55:36	18:31:32
a009koeschingerforstost	19:35:05	19:54:40	20:05:40	19:05:40
a009gelbelseeast	22:13:32	20:22:43	21:06:35	20:19:32
a009gredingost	k. A.	k. A.	k. A.	19:50:43
a009offenbauost	19:19:04	18:49:04	19:05:40	18:33:13
a009feuchtost	20:56:38	19:07:30	19:31:40	18:54:43
<b>Mittelwert</b>	<b>19:54:47</b>	<b>19:08:54</b>	<b>19:48:56</b>	<b>19:17:25</b>

Parkplatz	Zeitpunkt, Phase 1	Zeitpunkt, Phase 2	Zeitpunkt, Phase 3
a009feuchtwest	21:11:43	19:47:03	21:07:36
a009offenbauwest	20:02:39	19:30:43	19:19:34
a009gredingwest	21:08:37	19:58:43	19:35:43
a009gelbelseewest	20:25:36	20:48:39	20:17:40
a009koeschingerforstwest	19:45:43	20:02:31	19:19:34
a009baarenweiherwest	19:24:42	19:21:37	20:15:32
a009paunzhauserwest	18:00:37	18:02:43	18:42:39
a009fuerholzenwest	18:17:35	18:05:01	19:16:10
a009brunngras	19:56:36	19:00:43	20:11:38
<b>Mittelwert</b>	<b>19:48:12</b>	<b>19:24:11</b>	<b>19:47:21</b>

Tabelle 5: Zeitpunkte der erstmaligen Überschreitung der Maximalkapazität



Abbildung 40: LED-Anzeige vor T+R Greding Ost, Aufnahmezeitpunkt 30.09.2020 um 19:24 Uhr

Im Vergleich zum Kriterium „Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten“ (Kapitel 4.3.2) treten die Maximalkapazitäten früher ein, da das erstmalige Überschreiten der Kapazitätsgrenze (Nominalkapazität oder Maximalkapazität) festgehalten wird und Durchfahrer die Rastanlage z. T. schnell verlassen und wieder zum Unterschreiten der Kapazitätsgrenze führen können. Im oben beschriebenen Beispielfall (Einfahrt 17:28 Uhr, Ausfahrt 17:32) führen die zwei Lkw nicht zu einer Überschreitung der Kapazitätsgrenze im „Kriterium Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten“, jedoch zum erstmaligen Überschreiten der Kapazitätsgrenze im Kriterium „Eintrittszeitpunkte von Überbelegungen“.

#### **4.3.4 Kriterium Aufenthaltsdauern von Langzeitparkern**

Aufgrund des für das hohe Lkw-Verkehrsaufkommen zu geringe Angebot an Lkw-Parkständen fangen Lkw-Fahrende teilweise bereits mehr als eine Stunde vor Ende ihrer Lenkzeit an einen Lkw-Parkstand zu suchen (siehe Ergebnisse von Befragungen, Kapitel 5.4). Mit Lkw-Parkleitsystemen sollen Lkw-Fahrende mit der Information wo und wie viele Lkw-Parkstände frei verfügbar sind zielgerichtet zum Lkw-Parkstand geleitet werden. Im Zuge dieser Information soll frühzeitiges Suchen reduziert und die Nutzung der Lenkzeit optimiert werden. Hierzu wurden die Aufenthaltszeiten der Lkw auf den Rastanlagen in den vier Phasen untersucht (Abbildung 41 und Abbildung 42).

Die Abbildungen weisen nach, dass mehrheitlich Lkw-Fahrende 9, 11 oder 12 Stunden parken. Die Lkw-Fahrenden halten sich an die gesetzlichen Lenk- und Ruhezeiten (Verordnung (EG) Nr. 561/2006 mit Änderungen in Verordnung (EU) 2020/1054). Wirkungen im Zuge der Phasen II bis IV mit Belegungsinformationen und deren Erweiterungen können nicht festgestellt werden, da die Häufigkeiten der jeweiligen Zeitbereiche im Vergleich der vier Phasen sehr homogen ausfallen und eine Erhöhung der Häufigkeiten auf 9 und 11 Stunden (Zeiten gemäß Ruhezeiten-Verordnung) bei Reduzierung von längeren Parkdauern (13, 14 oder 15 Stunden) in den Phasen II bis IV nicht festgestellt werden kann.



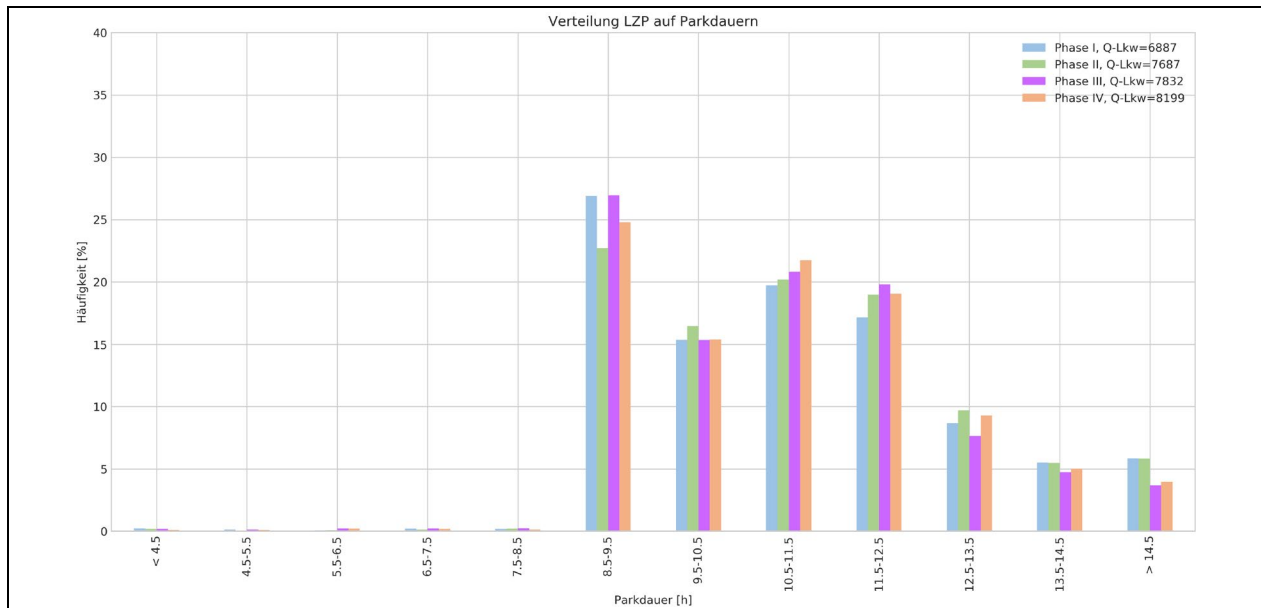


Abbildung 41

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Häufigkeit aus 16 Tagen für den jeweiligen Zeitbereich.			

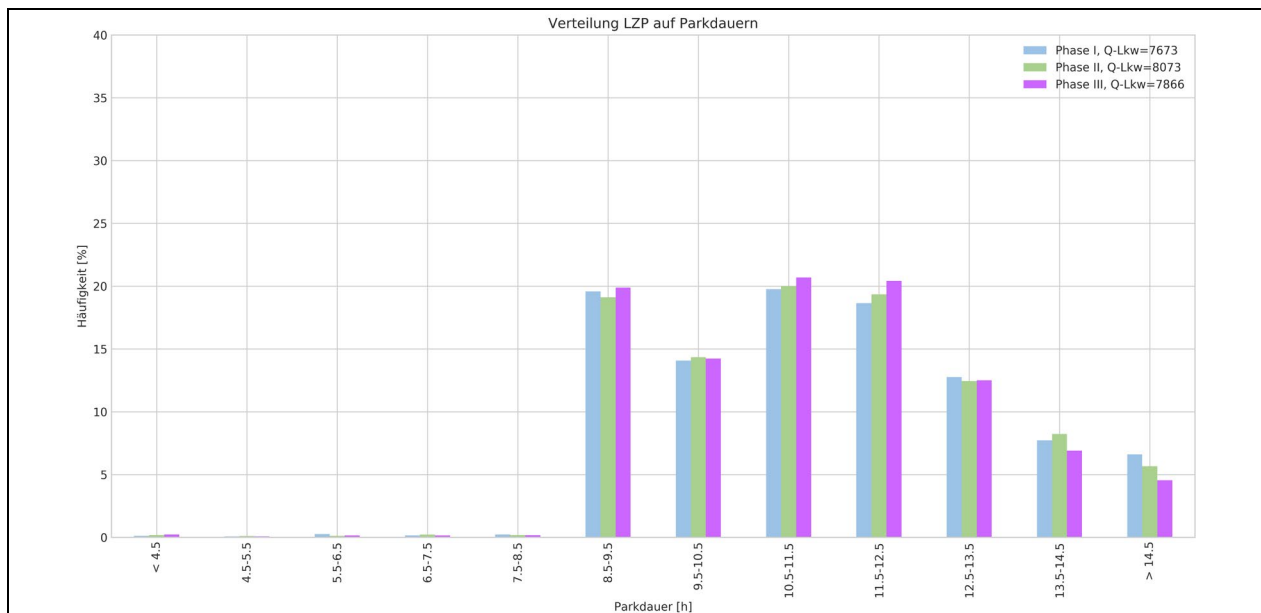


Abbildung 42

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR München
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Häufigkeit aus 16 Tagen für den jeweiligen Zeitbereich.			

## 4.4 Parksuchverkehr

### 4.4.1 Kriterium Anzahl angefahrene Rastanlagen für Langzeitparker

Mit dem Einsatz von Lkw-Parkleitsystemen soll der Parksuchverkehr reduziert werden, sodass jeder Lkw nur eine Rastanlage für sein Langzeitparken anfährt. Parksuchverkehr bedeutet in der gegenständlichen Untersuchung, dass im Streckenabschnitt Nürnberg-München ein Lkw mehr als eine Rastanlage derselben Fahrtrichtung anfahren muss, um eine Parkmöglichkeit zu finden und als Langzeitparker zu verbleiben (Einschränkungen siehe Kapitel 4.1). Die mittlere Anzahl angefahrener Rastanlagen gibt die Intensität des Parksuchverkehrs an.

Je Fahrtrichtung wurden Auswertungen in Abhängigkeit der Rastanlage oder in Abhängigkeit des tageszeitlichen Verlaufs durchgeführt sowie Häufigkeitsverteilungen erstellt. In einem ersten Schritt werden die 16 Tage á 4 Phasen zugrunde gelegt. Die Abbildung 43 und die Abbildung 44 zeigen die mittlere Anzahl vorher angefahrener Rastanlagen in Abhängigkeit der Rastanlage, auf der die jeweiligen Langzeitparker endgültig verblieben sind. Dass Echinger Gfild und Feucht West eine mittlere Anzahl vom Wert 1 haben, erscheint plausibel, da keine Pfade von Lkw in Bezug auf die vorgelagerten Rastanlagen gebildet werden können.

Den Diagrammen ist zu entnehmen, dass für beide Fahrtrichtungen die mittlere Anzahl angefahrener Rastanlagen zwischen 1,0 und 1,5 liegt. Mit zunehmender Strecke im Untersuchungsabschnitt fallen die Werte höher aus, da entsprechend längere Pfade gebildet und zurückverfolgt werden können. Der hohe Wert für die PWC-Anlage Paunzhauser Feld ist auf die Störungen im Detektionssystem in der Phase III zurückzuführen (Kapitel 4.2.1). Auffällig sind die höheren Werte für die PWC-Anlage Brunngras. Es wird vermutet, dass Lkw-Fahrende vorgelagerte Rastanlagen bei noch freier Wahl anfahren und, da PWC Brunngras die letzte Rastanlage vor München ist, dort abschließend verbleiben müssen, um am nächsten Morgen Anlieferungen durchführen zu können.

Insbesondere in Fahrtrichtung Nürnberg zeigen die Säulen der vier Phasen sehr homogene Ausschläge, sodass eine Reduzierung der Anzahl angefahrener Rastanlagen im Zuge der Phasen II bis IV nicht festgestellt werden kann. Die Abweichungen zwischen den Phasen je Rastanlage betragen 0,01 bis 0,14 in Fahrtrichtung Nürnberg und 0,03 bis 0,26 in Fahrtrichtung München (ohne Berücksichtigung von PWC Paunzhauser Feld). Es sind keine Trends feststellbar.

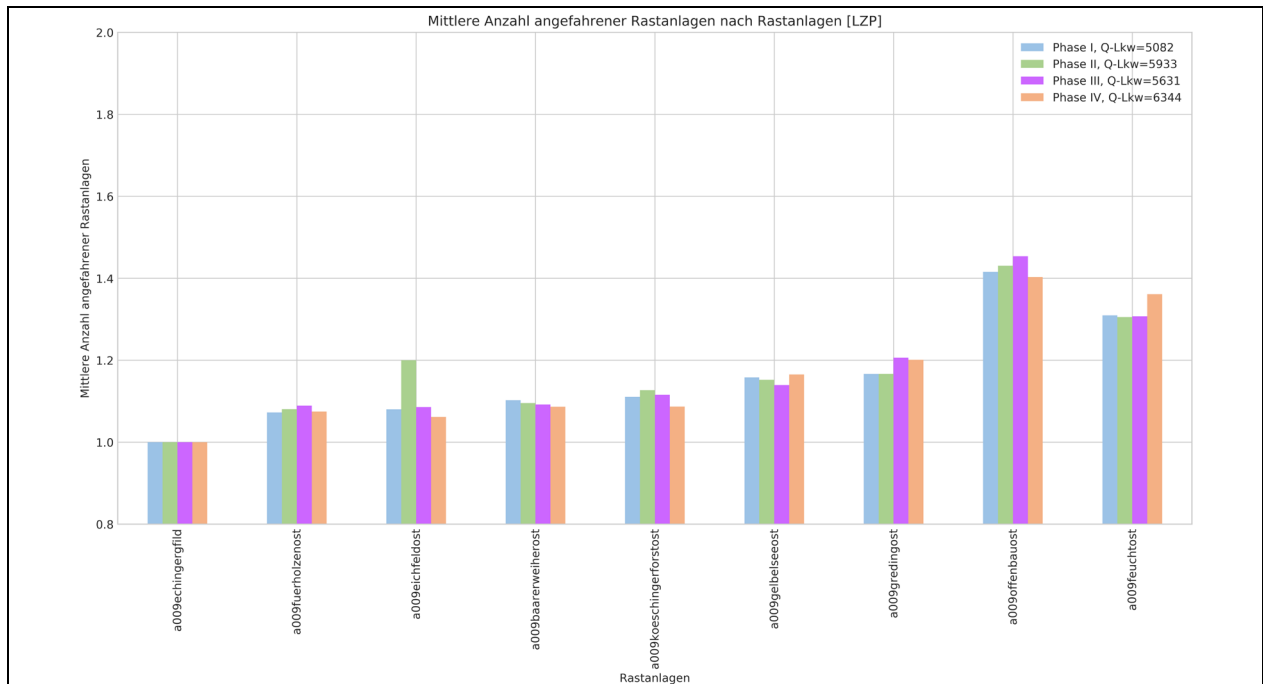


Abbildung 43

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 20 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Anzahl aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

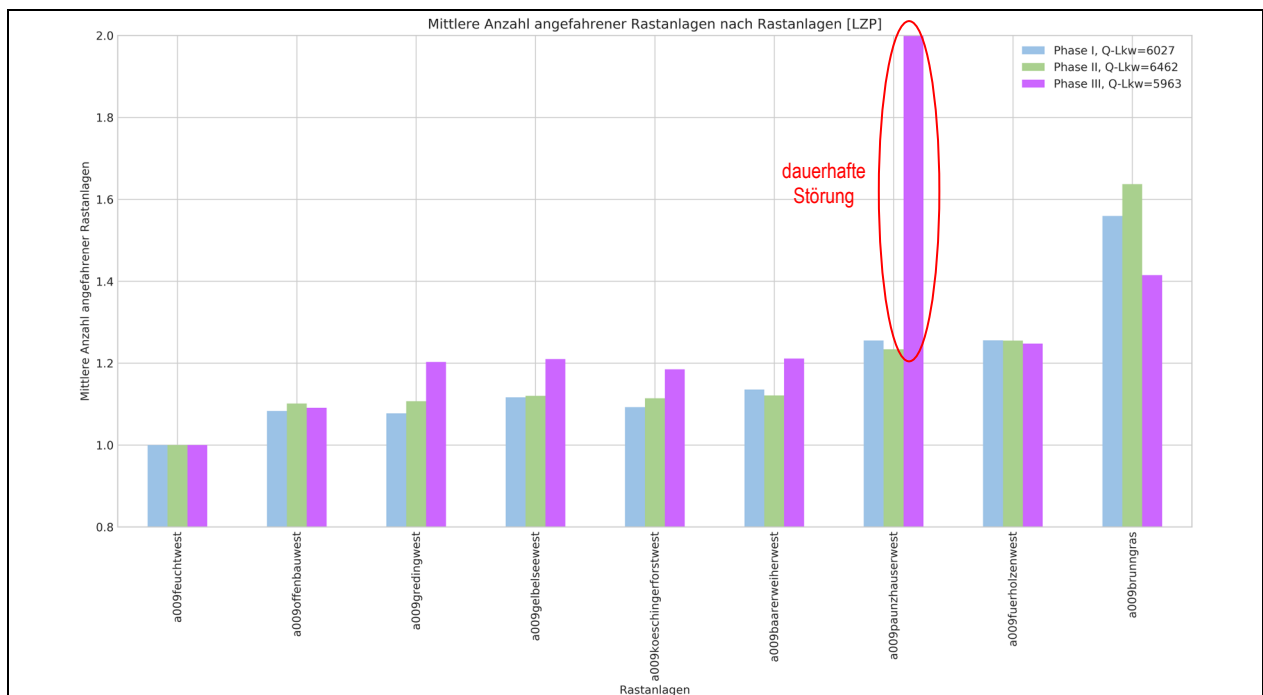


Abbildung 44

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 20 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR München
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Anzahl aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

Die Betrachtung der mittleren Anzahl angefahrener Rastanlagen über den tageszeitlichen Verlauf zeigt, dass für alle vier Phasen die Werte im Zeitraum von 16 bis 24 Uhr zwischen 1,0 und 1,8 liegen und der Parksuchverkehr damit grundsätzlich sehr gering ausfällt (Abbildung 45 und Abbildung 46).

Von 16 bis 20 Uhr betragen in der Vorher-Phase I die Werte 1,14 bis 1,18 in Fahrtrichtung Nürnberg und 1,11 bis 1,27 in Fahrtrichtung München. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Kapitel 4.3.3 ist eine Beeinflussung/Lenkung des Lkw-Verkehrs bis 20 Uhr möglich, sodass das mögliche Potential zur Reduzierung des Parksuchverkehrs in den Nachher-Phasen den Betrag 0,27 hat (Spanne 1,00 bis 1,27) und damit sehr gering ausfällt. Die Abbildung 45 und die Abbildung 46 zeigen bis 20 Uhr sehr eng beieinander liegende Kurvenverläufe, da die maximale Abweichung zwischen den vier Phasen je Stundengruppe 0,09 in Fahrtrichtung Nürnberg und 0,08 in Fahrtrichtung München beträgt. Eine Reduzierung des Parksuchverkehrs bis 20 Uhr kann anhand von den Nachher-Phasen II bis IV nicht festgestellt werden. Die Werte der Nachher-Phasen liegen teilweise höher als die Werte der Vorher-Phase und im Rahmen von natürlichen Schwankungen bzw. im Fehlerbereich.

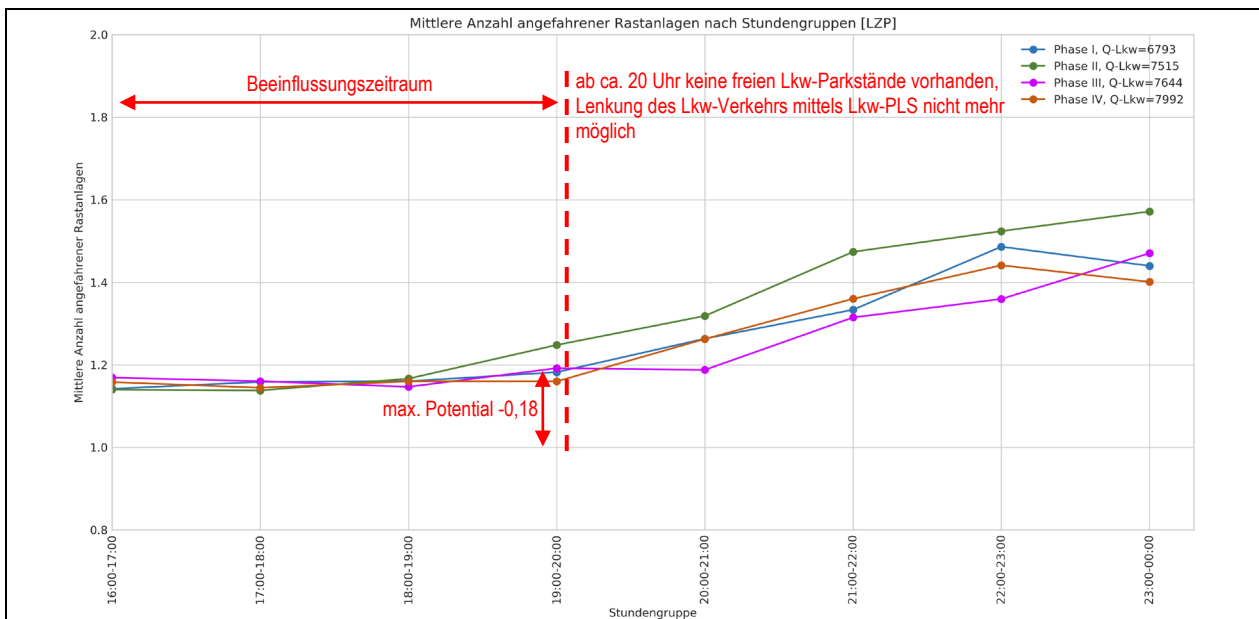
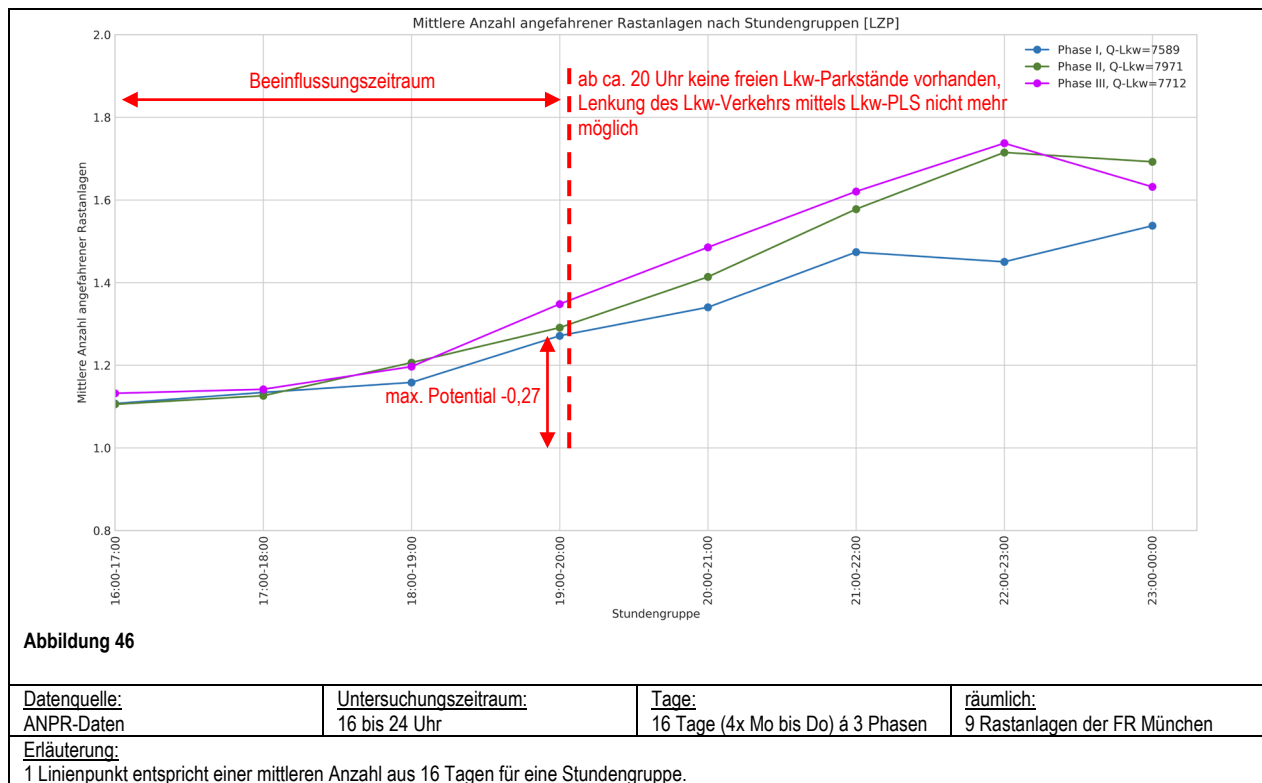


Abbildung 45

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 16 Tagen für eine Stundengruppe.			



Ab 20 Uhr steigt die mittlere Anzahl angefahrener Rastanlagen an. Da dann jedoch jede Rastanlage „0 freie Lkw-Parkstände“ hat, ist eine Lenkung des Lkw-Verkehrs hin zu freien Kapazitäten nicht mehr möglich. Die erhobenen Werte nach 20 Uhr werden daher nicht näher betrachtet.

Bei den Häufigkeitsverteilungen (Abbildung 47 und Abbildung 48) wurde der Untersuchungszeitraum 16 bis 20 Uhr zugrunde gelegt, damit die Werte nicht von Lkw, welche nach 20 Uhr als Langzeitparker geparkt haben, beeinflusst werden und nur der Beeinflussungszeitraum betrachtet wird. Die Diagramme zeigen eng aufeinanderliegende Linien, sodass keine Effekte (z. B. höherer Anteil für Wert 1) im Zuge der Nachher-Phasen II bis IV eingetreten sind. In allen Phasen und beiden Fahrtrichtungen fahren ca. 85% der Lkw eine Rastanlage und ca. 15% mehr als eine Rastanlage an um als Langzeitparker zu verbleiben. Bei durchschnittlich erfassten 5.920 Langzeitparkern an 16 Tagen im Zeitraum von 16 bis 20 Uhr je Phase fahren täglich ca. 56 Lkw mehr als eine Rastanlage auf einem Streckenabschnitt von 135 km an.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass anhand der 64 Auswertungstage der Parksuchverkehr im Beeinflussungszeitraum von 16 bis 20 Uhr kaum vorhanden ist und nur 15% der Langzeitparker im Zeitraum von 16 bis 20 Uhr mehr als eine Rastanlage anfahren. Eine Reduzierung des Parksuchverkehrs ist nicht eingetreten, da einerseits das Potential sehr gering ausfällt und andererseits die 15% der Langzeitparker sich nicht haben beeinflussen lassen.

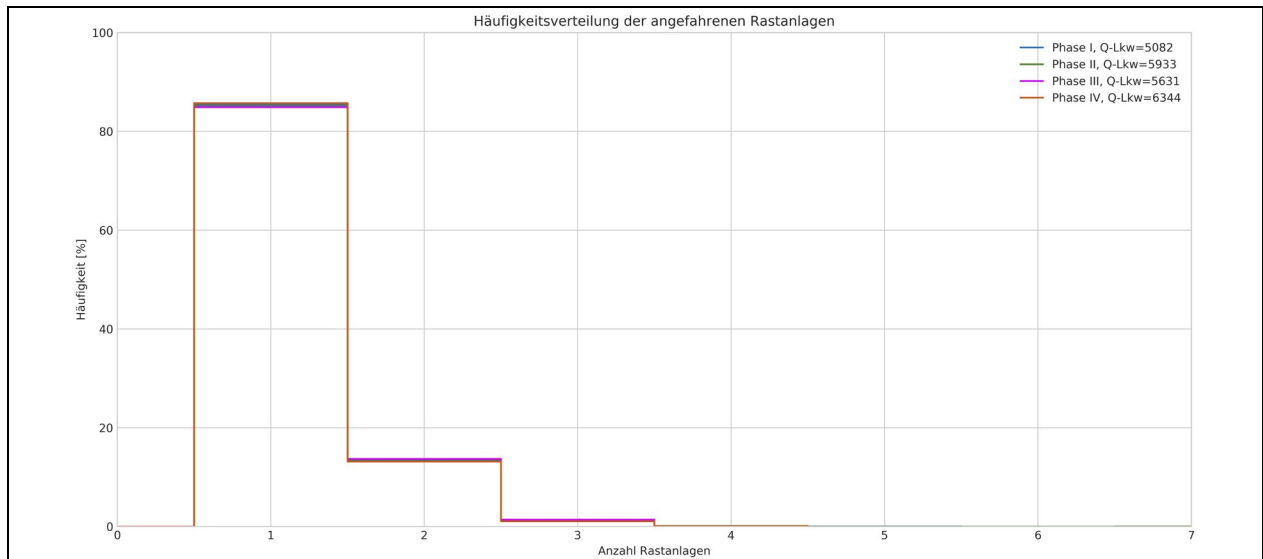


Abbildung 47

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 20 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Häufigkeit aus 16 Tagen für eine Anzahl angefahrener Rastanlagen.			

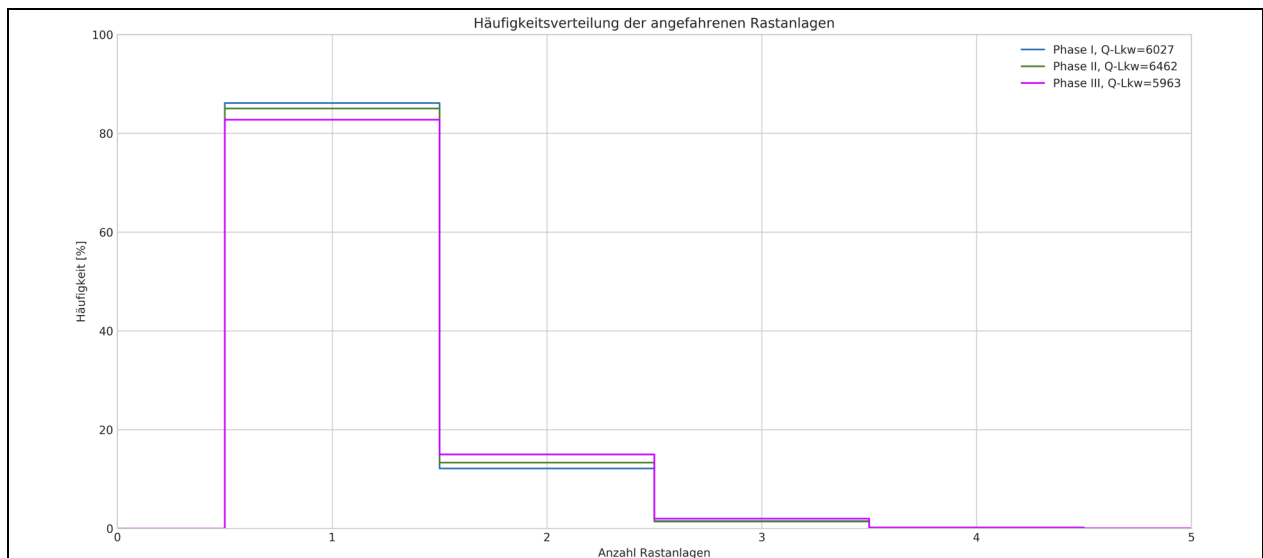


Abbildung 48

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 20 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR München
<u>Erläuterung:</u> 1 Säule entspricht einer mittleren Häufigkeit aus 16 Tagen für eine Anzahl angefahrener Rastanlagen.			

Da die bisherigen Abbildungen Durchschnittswerte aus 16 Tagen je Phase angeben, wurde der Versuch unternommen Potentiale anhand von Betrachtungen je Woche oder je Tag zu ermitteln. Die Abbildung 49 bis Abbildung 52 zeigen Diagramme je Phase, welche anhand der vier Datenreihen die vier Wochen einer Phase in Fahrtrichtung Nürnberg angeben. Die Kurvenver-



läufe fallen von 16 bis 20 Uhr sehr homogen aus und unterscheiden sich ab 20 Uhr, das heißt ab dem Zeitpunkt ab dem keine freien Parkmöglichkeiten mehr vorhanden sind.

Die zugehörigen Diagramme der Fahrtrichtung München sind der Anlage 09 zu entnehmen. Im Vergleich zur Fahrtrichtung Nürnberg fallen in Fahrtrichtung München die Werte grundsätzlich geringfügig höher aus und der Anstieg der Werte erfolgt früher und zugleich steiler.

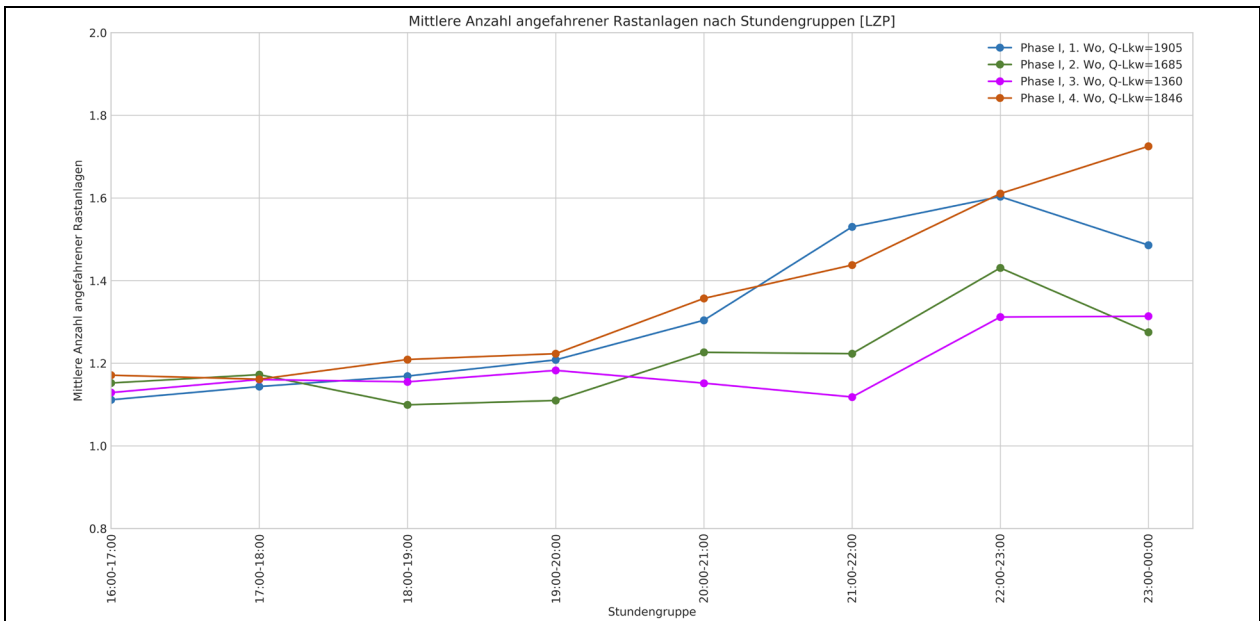
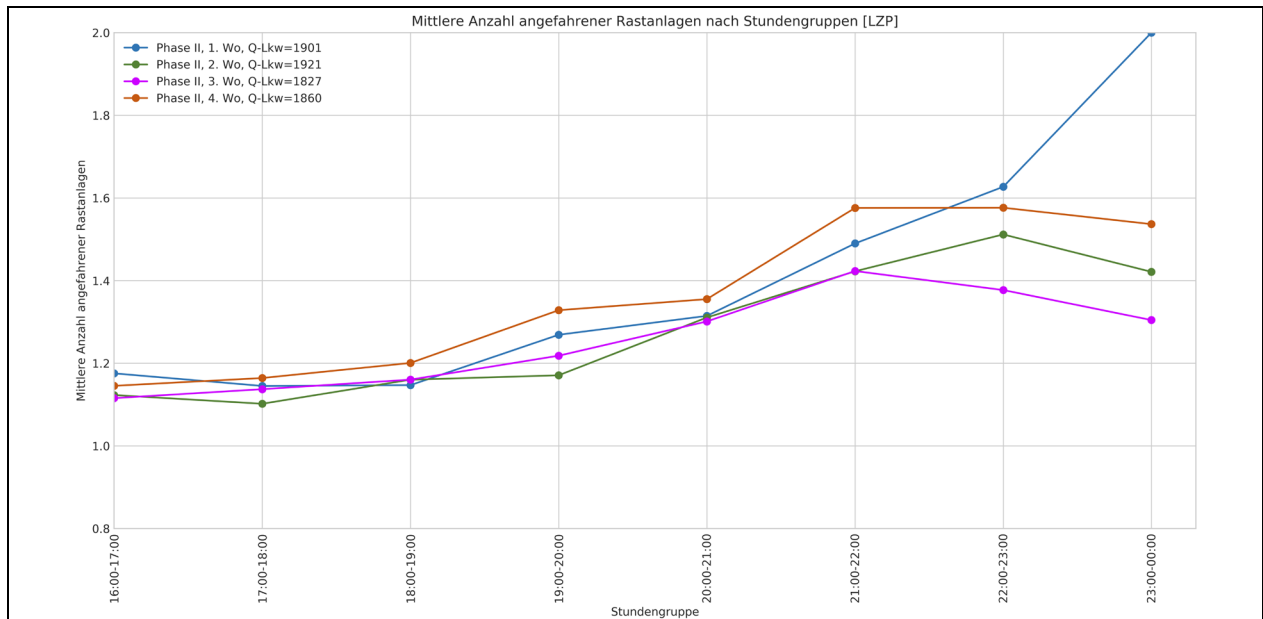


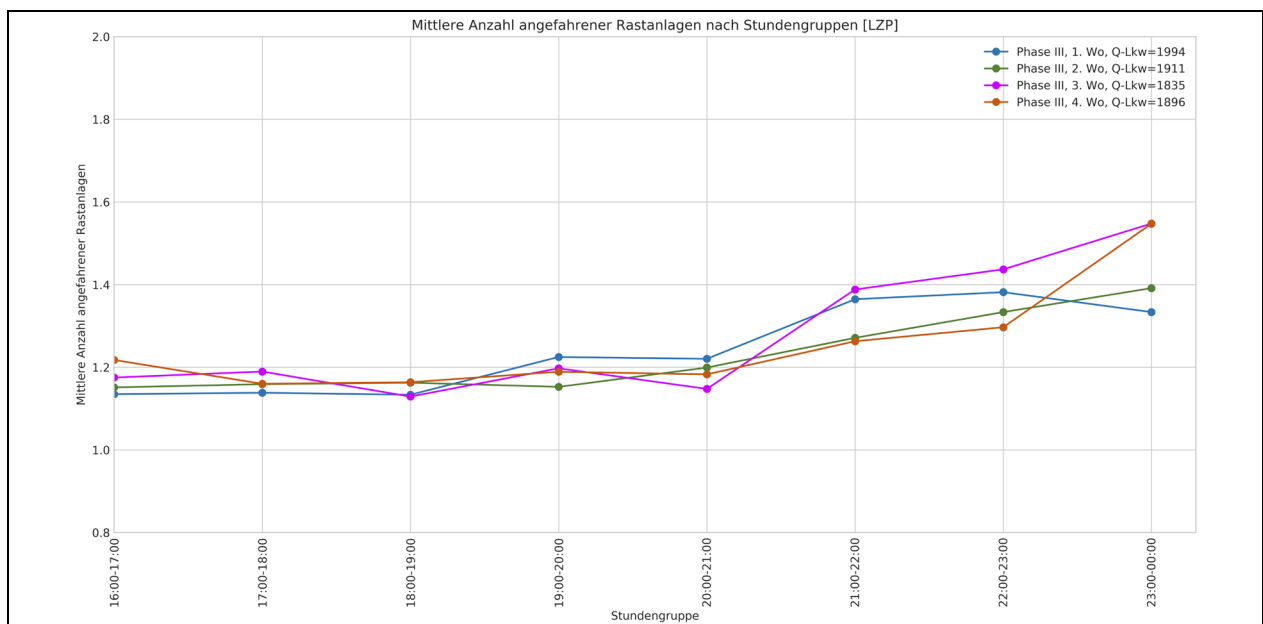
Abbildung 49

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 4 Tage (Mo bis Do) á 4 Wochen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			



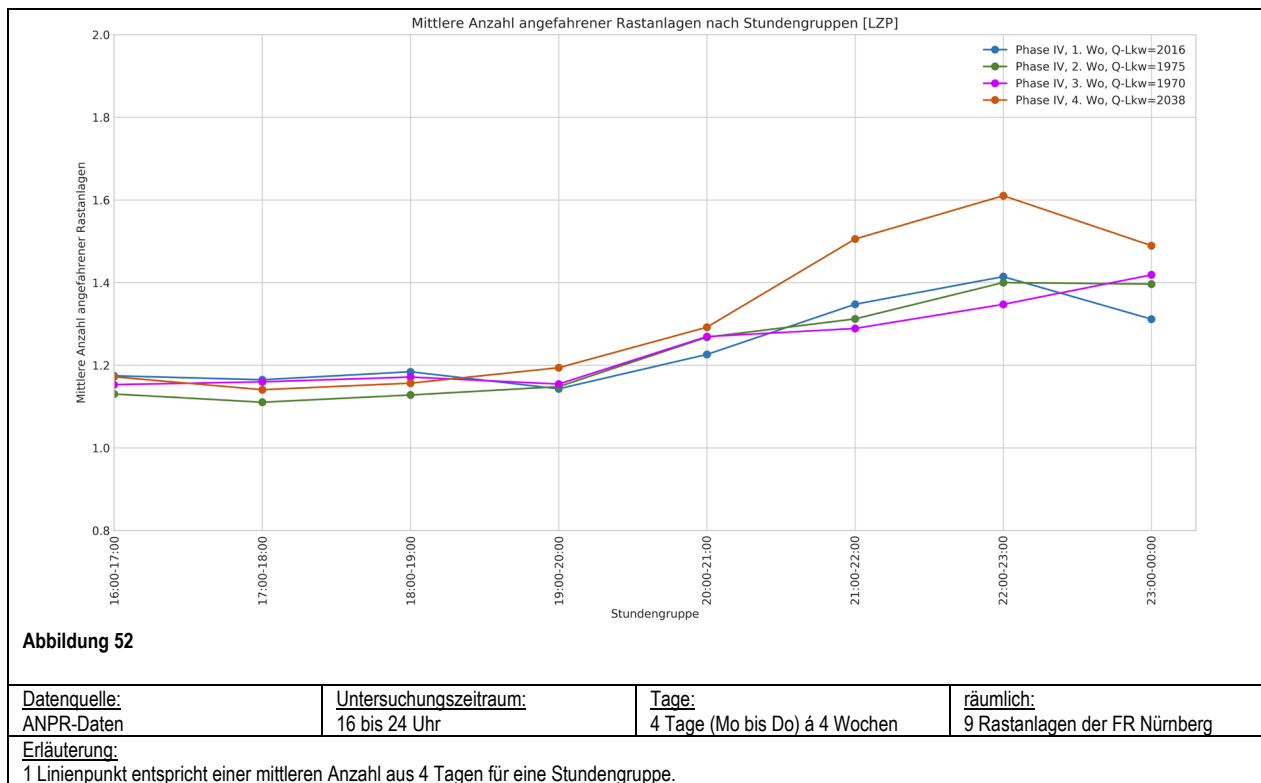
**Abbildung 50**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 4 Tage (Mo bis Do) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			



**Abbildung 51**

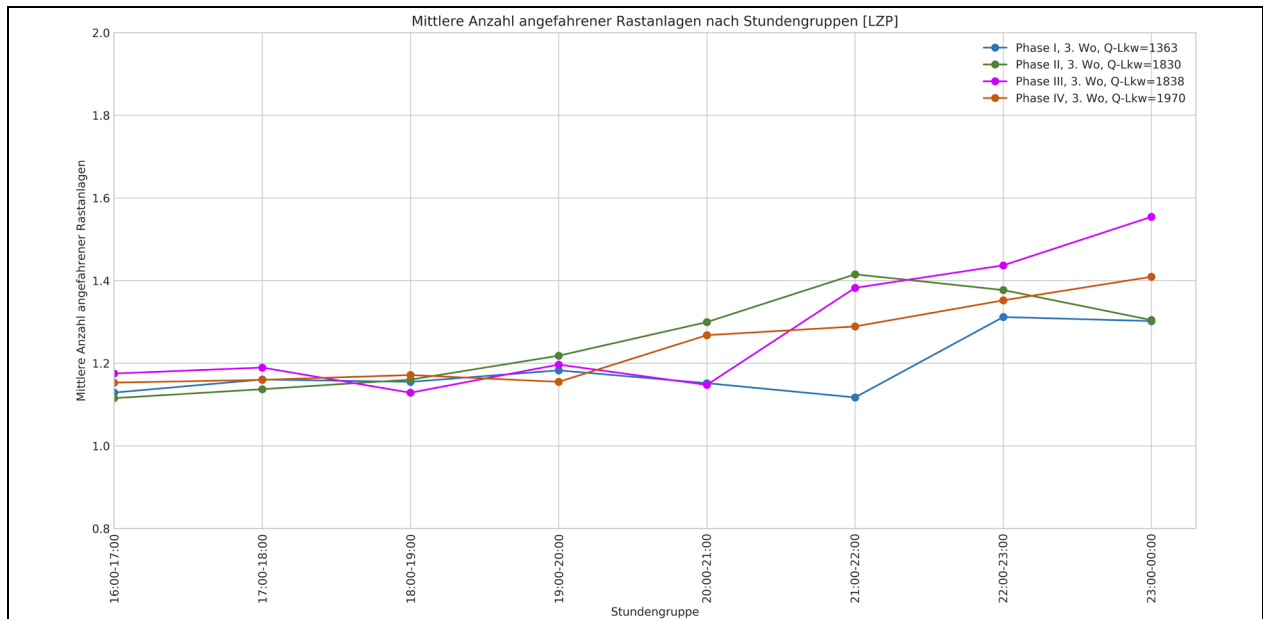
<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 4 Tage (Mo bis Do) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			



Da die Abbildung 49 bis Abbildung 52 schwer einen Vergleich zwischen den Untersuchungsphasen zulassen, wurden im Weiteren die dritten Wochen jeder Phase gegeneinander verglichen (Abbildung 53 und Abbildung 54, Seite 58). Die Diagramme zeigen, dass in Fahrtrichtung Nürnberg von 16 bis 20 Uhr und in Fahrtrichtung München von 16 bis 21 Uhr die Kurvenverläufe sehr homogen ausfallen. Analog der Betrachtung von 16 Tagen je Datenreihe (Abbildung 45 und Abbildung 46) liegen die Werte je Stundengruppe eng beieinander.

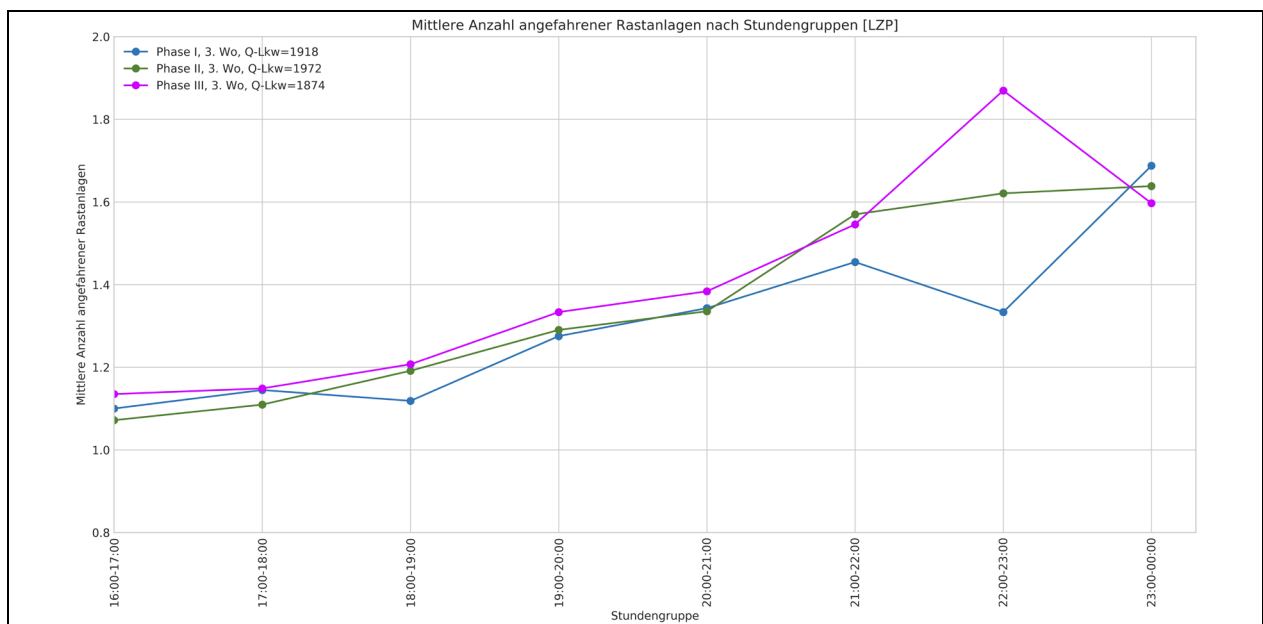
Zum Abschluss des Kriteriums „Anzahl angefahrte Rastanlagen“ erfolgte nach der 16-Wochen- und Wochen-Betrachtung eine Untersuchung von Einzeltagen. In der Abbildung 55 und der Abbildung 56 (Seite 59) werden die Dienstage der dritten Woche jeder Phase gegeneinander verglichen. Auch bei dieser Betrachtung fallen die Kurvenverläufe in Fahrtrichtung Nürnberg von 16 bis 20 Uhr und in Fahrtrichtung München von 16 bis 21 Uhr sehr homogen aus.

Eine grundsätzliche Reduzierung des ohnehin geringen Parksuchverkehrs im Zuge der Phase II, III und IV gegenüber der Phase I kann nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse je Woche und je Tag bestätigen die anhand von Durchschnittswerten „geglätteten“ Kurvenverläufe auf Basis von 16 Untersuchungstagen je Phase (Abbildung 45 und Abbildung 46, Seite 52).



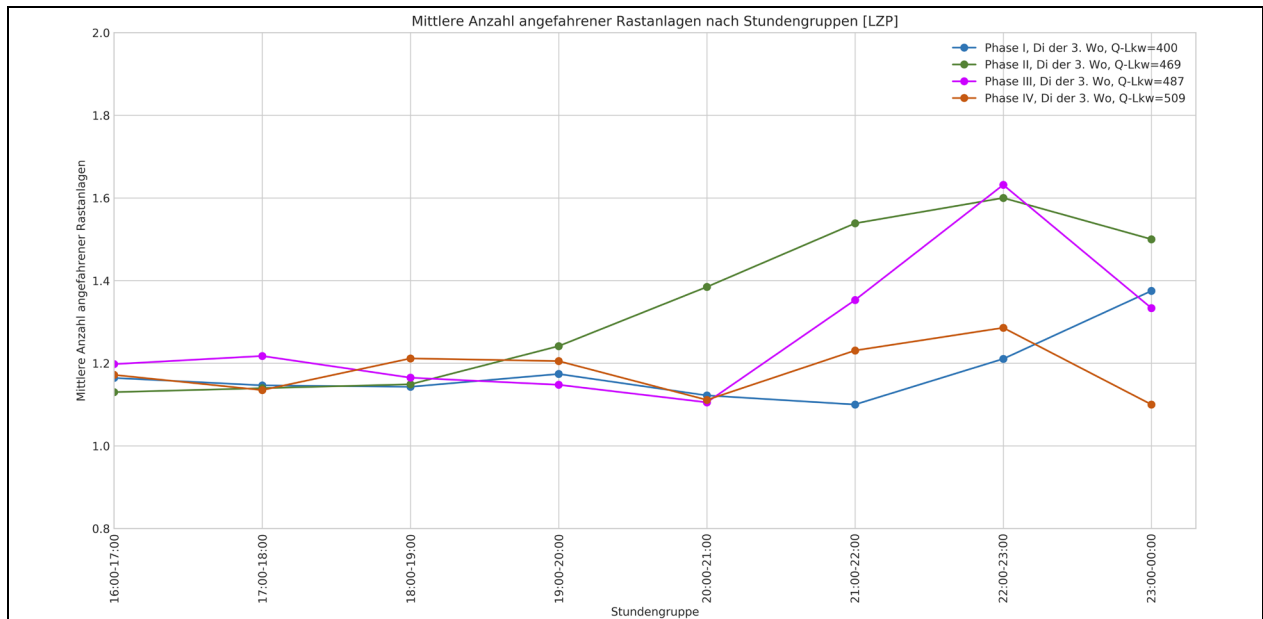
**Abbildung 53**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 4 Tage (Mo bis Do) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			



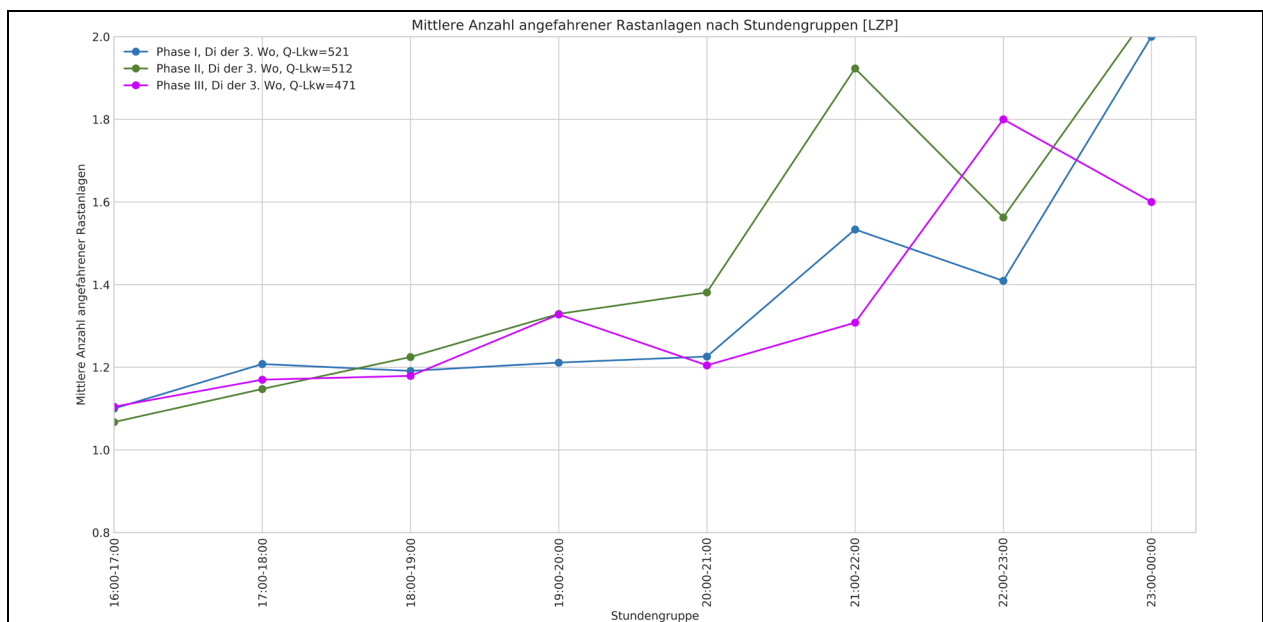
**Abbildung 54**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 4 Tage (Mo bis Do) á 3 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR München
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			



**Abbildung 55**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 1 Tag (Di) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 1 Tag für eine Stundengruppe.			



**Abbildung 56**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 1 Tag (Di) á 3 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR München
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Anzahl aus 1 Tag für eine Stundengruppe.			

#### 4.4.2 Kriterium mittlere Parksuchzeit

In der Untersuchung ist der tatsächliche Zeitpunkt, wann Lkw-Fahrende die Entscheidung fällen mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand zu beginnen, nicht erfassbar und konnte nur näherungsweise mit der Befragung ermittelt werden (Kapitel 5.4). In Bezug auf die Erfassung und Auswertung von ANPR-Daten müssen folgende Fälle unterschieden werden:

- (1) Ein Lkw fährt eine Rastanlage an und verbleibt als Langzeitparker. Es erfolgt eine Erfassung am MQ-E der Rastanlage. Eine Suchzeit ist nicht ermittelbar.
- (2) Ein Lkw fährt mehr als eine Rastanlage an um als Langzeitparker zu verbleiben. Die Suchzeit wird anhand von Erfassungen auf mehreren Rastanlagen bestimmt, d. h. vom erstmaligen Erfassen eines Lkw auf einer Rastanlage bis zum Verbleib des Lkw als Langzeitparker auf einer weiteren Rastanlage (Beispiel siehe Abbildung 67, Seite 67). Gemäß dem Kriterium „Anzahl angefahrene Rastanlagen“ erzeugt ein Lkw, der mehr als eine Rastanlage anfährt, Parksuchverkehr. Für diese Gruppe von Lkw wird die mittlere Parksuchzeit ermittelt.

Es erfolgt eine Auswertung hinsichtlich Fall 2. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die mittels ANPR ermittelte Parksuchzeit nur einem Teil der Gesamtsuchzeit entspricht (siehe Beginn des Kapitels 4.4.2).

Die Abbildung 57 und die Abbildung 58 zeigen für die beiden Fahrtrichtungen die mittlere Parksuchzeit in Abhängigkeit des tageszeitlichen Verlaufs. In der Vorbereitung bestand die Annahme, dass mit steigendem Parkdruck infolge sinkender Kapazitäten der Parksuchverkehr und somit auch die Parksuchzeit steigt. Anhand der Auswertung der ANPR-Daten kann die Annahme nicht bestätigt werden, da die Parksuchzeiten im Zeitraum von 16 bis 24 Uhr eine weitgehend konstante Höhe von 20 bis 40 Minuten behalten. Der fehlende Anstieg steht im Einklang mit dem ohnehin in Kapitel 4.4.1 festgestellten kaum vorhandenen Parksuchverkehr. Da nur 2% Lkw drei bis vier Rastanlagen anfahren (siehe Seite 54), treten keine Erhöhungen der Parksuchzeiten ein.

Bei der Betrachtung der nachfolgenden Diagramme ist auffällig, dass die Parksuchzeiten der jeweiligen Datenreihen immer zur Stundengruppe 19 bis 20 Uhr sehr eng beieinanderliegen. Die Streuung der Werte fällt davor und danach größer aus. Hierzu besteht folgende Vermutung: Vor 20 Uhr haben Lkw-Fahrende noch Wahlmöglichkeiten zwischen mehreren Rastanlagen; 19 bis 20 Uhr wird der Parkdruck immer höher aufgrund sinkender freier Kapazitäten, sodass Lkw-Fahrende nicht mehr abwägen und so schnell wie möglich einen Parkstand wählen; nach 20 Uhr steigen die Parksuchzeiten, weil Lkw-Fahrende kaum mehr freie Parkmöglichkeiten finden.



Der Abbildung 57 und der Abbildung 58 ist zu entnehmen, dass die Nachher-Phasen II, III und IV mit Belegungsinformationen zu keinen nennenswerten geringeren Parksuchzeiten führen.

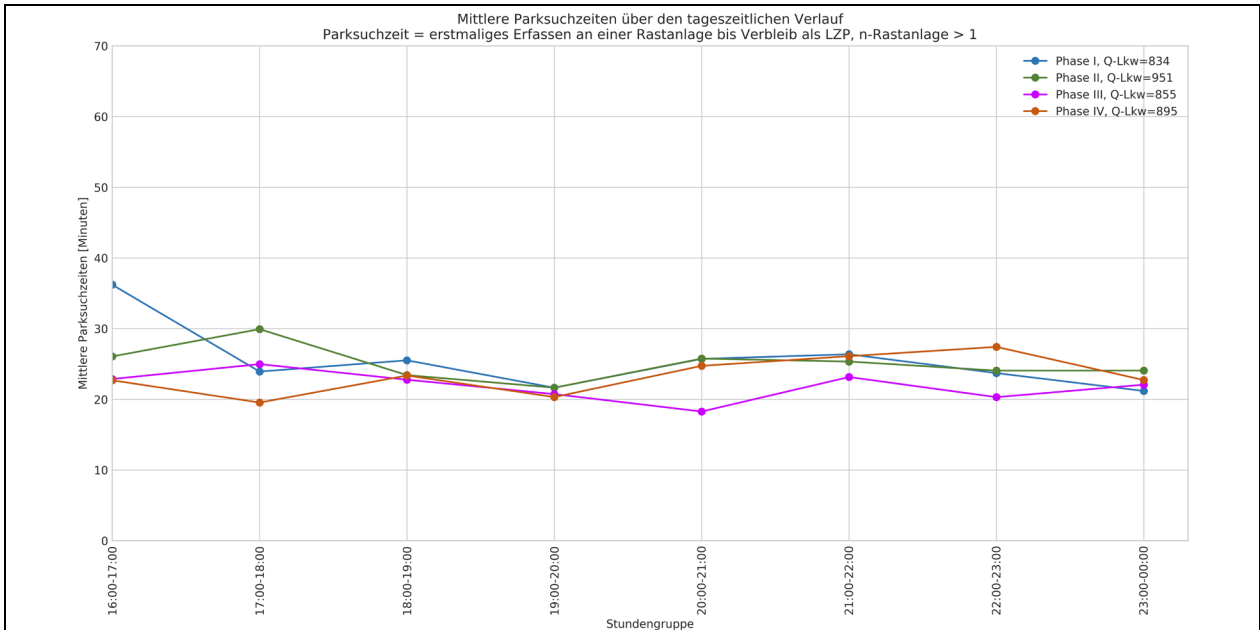


Abbildung 57

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Parksuchzeit aus 16 Tagen für eine Stundengruppe.			

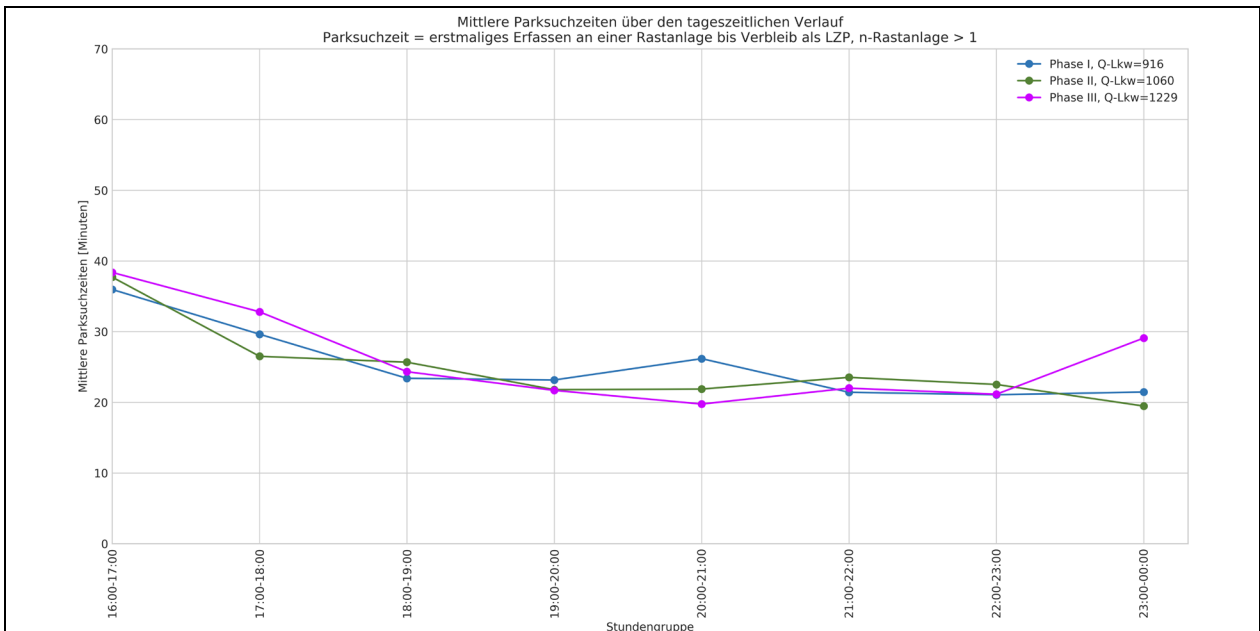


Abbildung 58

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR München
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Parksuchzeit aus 16 Tagen für eine Stundengruppe.			

Analog zum Kriterium „Anzahl angefahrene Rastanlagen“ erfolgten zur Verifizierung der Ergebnisse Betrachtungen je Woche und je Tag. Die Abbildung 59 bis Abbildung 62 zeigen ein Diagramm je Phase, welche anhand der vier Datenreihen die vier Wochen einer Phase in Fahrtrichtung Nürnberg angeben. Die Kurvenverläufe fallen von 16 bis 24 Uhr ebenfalls homogen aus. Die zugehörigen Diagramme der Fahrtrichtung München sind der Anlage 10 zu entnehmen.

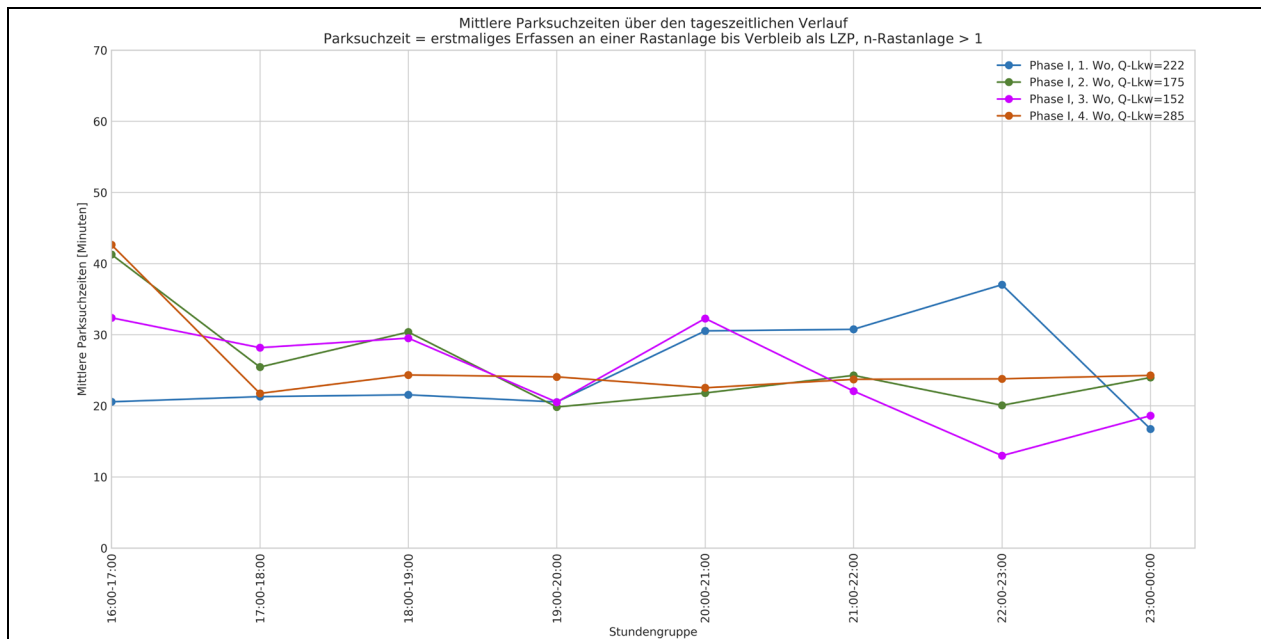
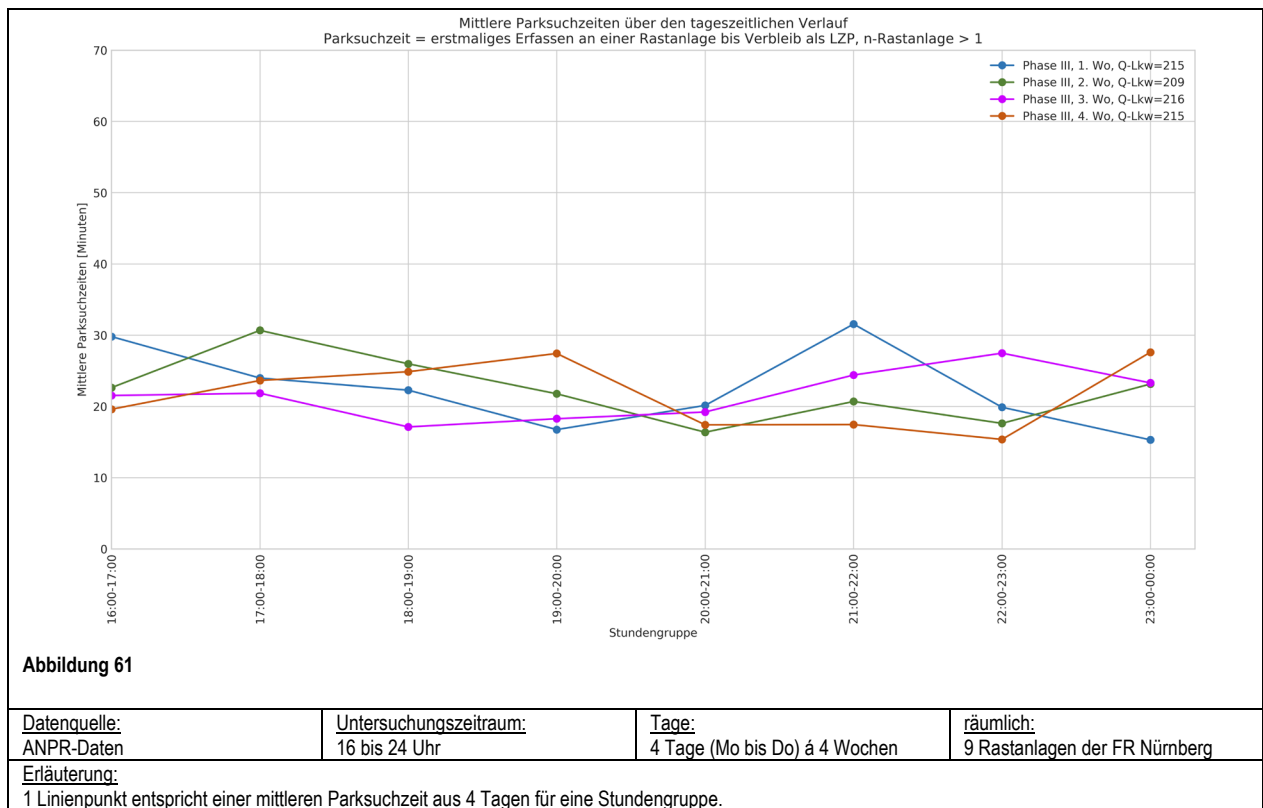
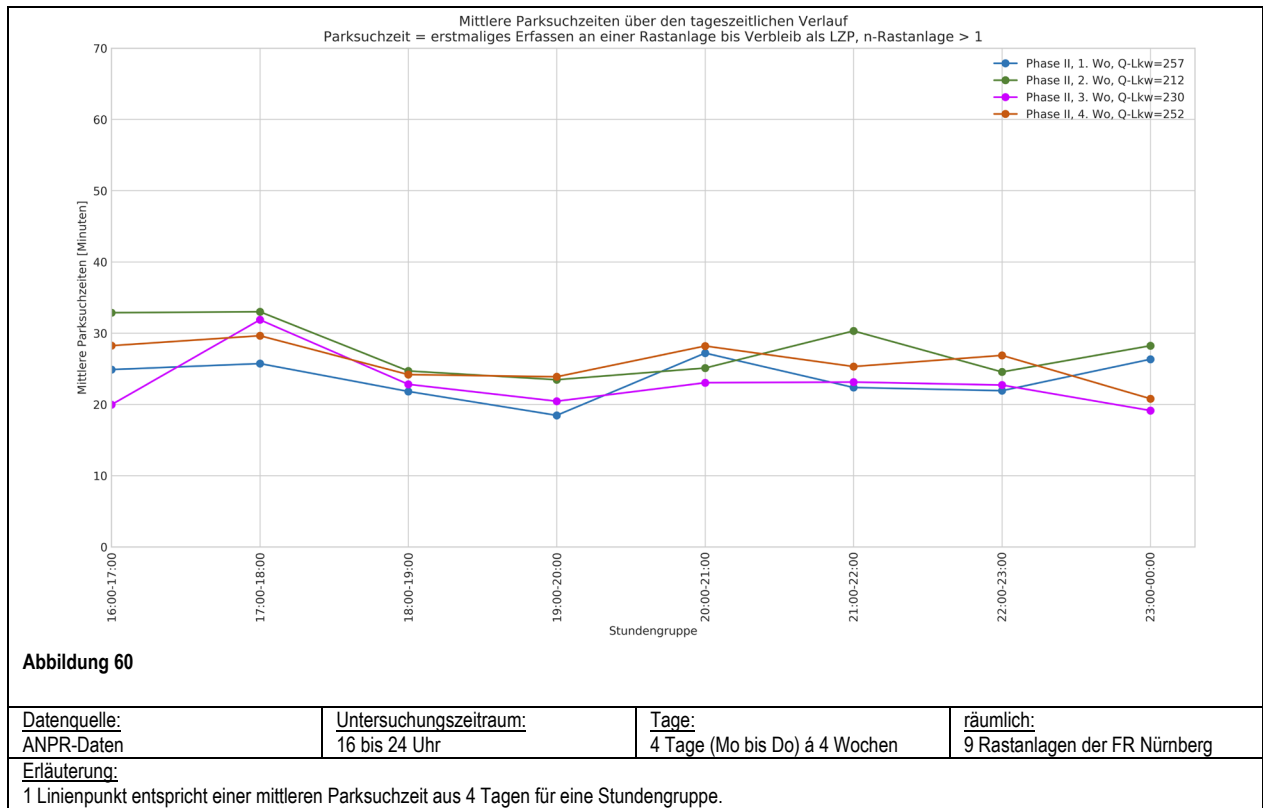
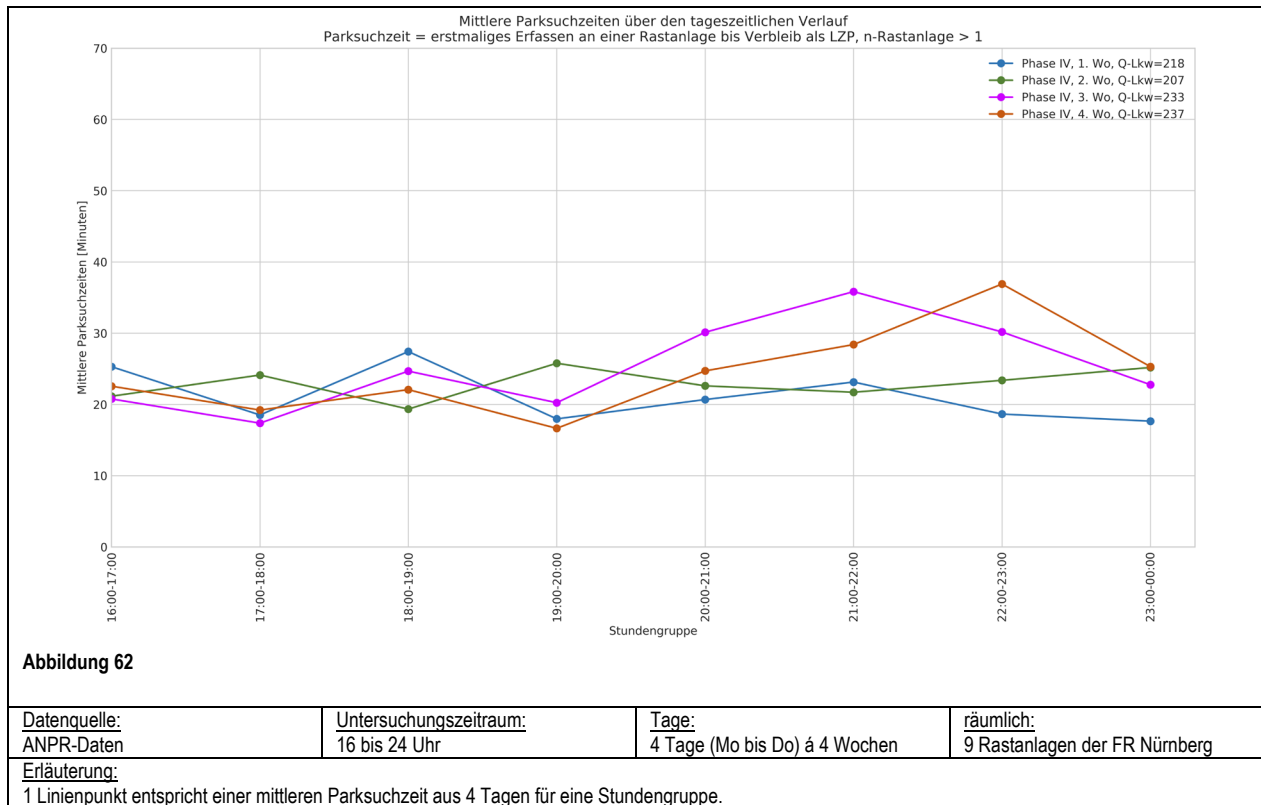


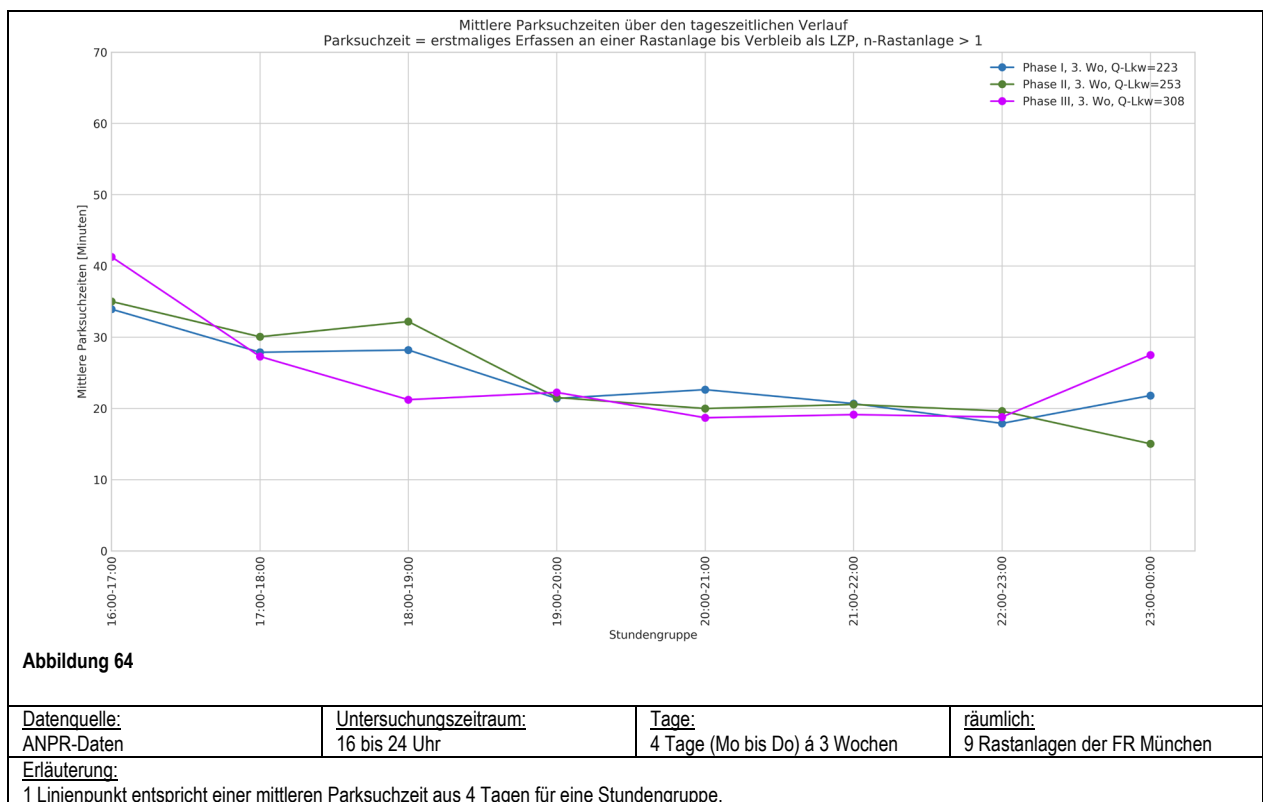
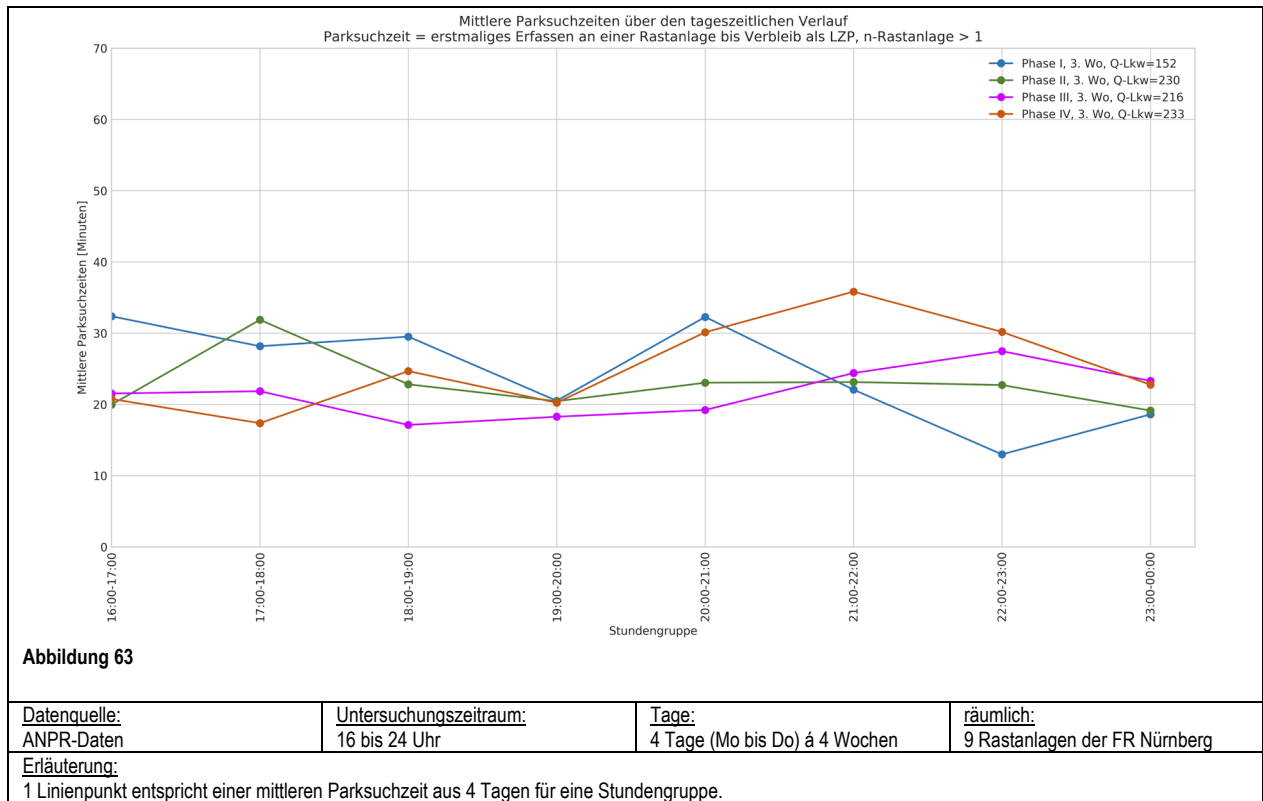
Abbildung 59

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 4 Tage (Mo bis Do) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Parksuchzeit aus 4 Tagen für eine Stundengruppe.			





Im Weiteren wurden analog zum Kriterium „Anzahl angefahrene Rastanlagen“ die dritten Wochen jeder Phase verglichen (Abbildung 63 und Abbildung 64). In Fahrtrichtung Nürnberg haben die Parksuchzeiten eine Streuung von 15 bis 35 Minuten und in Fahrtrichtung München fallen die Kurvenverläufe der Parksuchzeiten sehr homogen aus. Die Ergebnisse der Nachher-Phasen II bis IV mit Belegungsinformationen zeigen auch bei dieser Betrachtung keine nennenswerten geringeren Parksuchzeiten bzw. keine in sich stimmigen Trends einer Reduzierung.



Zum Abschluss des Kriteriums „mittlere Parksuchzeit erfolgte nach der 16-Wochen und Wochen-Betrachtung analog zum Kriterium „Anzahl angefahrene Rastanlagen“ eine Untersuchung von Einzeltagen. In der Abbildung 65 und der Abbildung 66 werden die Dienstage der 3. Woche jeder Phase verglichen. Die Parksuchzeiten der Nachher-Phasen fallen von 16 bis 20 Uhr zwar geringer aus als die Werte der Vorher-Phase I, liegen jedoch bei einzelnen Stunden-gruppen (17 bis 18 Uhr, 19 bis 20 Uhr) eng beieinander, sodass auch hier kein nennenswerter Rückgang der Parksuchzeiten festgestellt werden kann.

Am Beispiel der Abbildung 65 und Abbildung 66 wird deutlich, dass an den ausgewählten Tagen 43 bis 83 Lkw mehr als eine Rastanlage anfahren und diese Größen mit der ermittelten Größe von durchschnittlich 56 Lkw gemäß Kapitel 4.4.1 im Einklang steht (15% der Langzeit-parker fahren mehr als eine Rastanlage an).

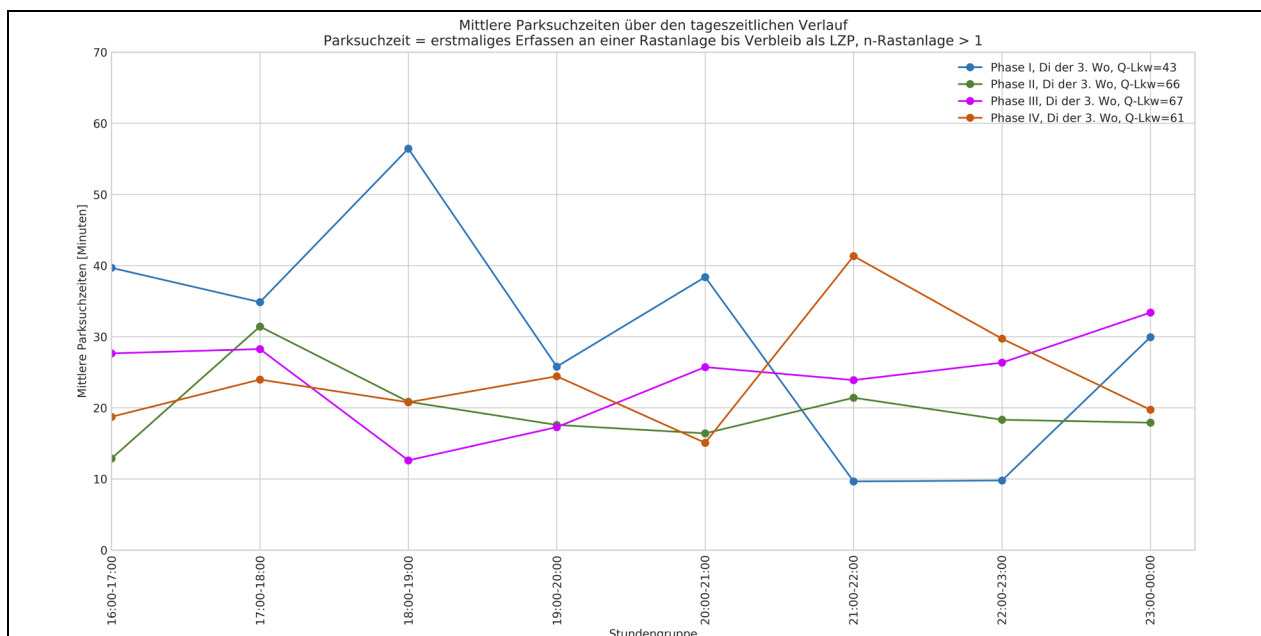


Abbildung 65

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 1 Tag (Di) á 4 Wochen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Parksuchzeit aus 1 Tag für eine Stundengruppe.			



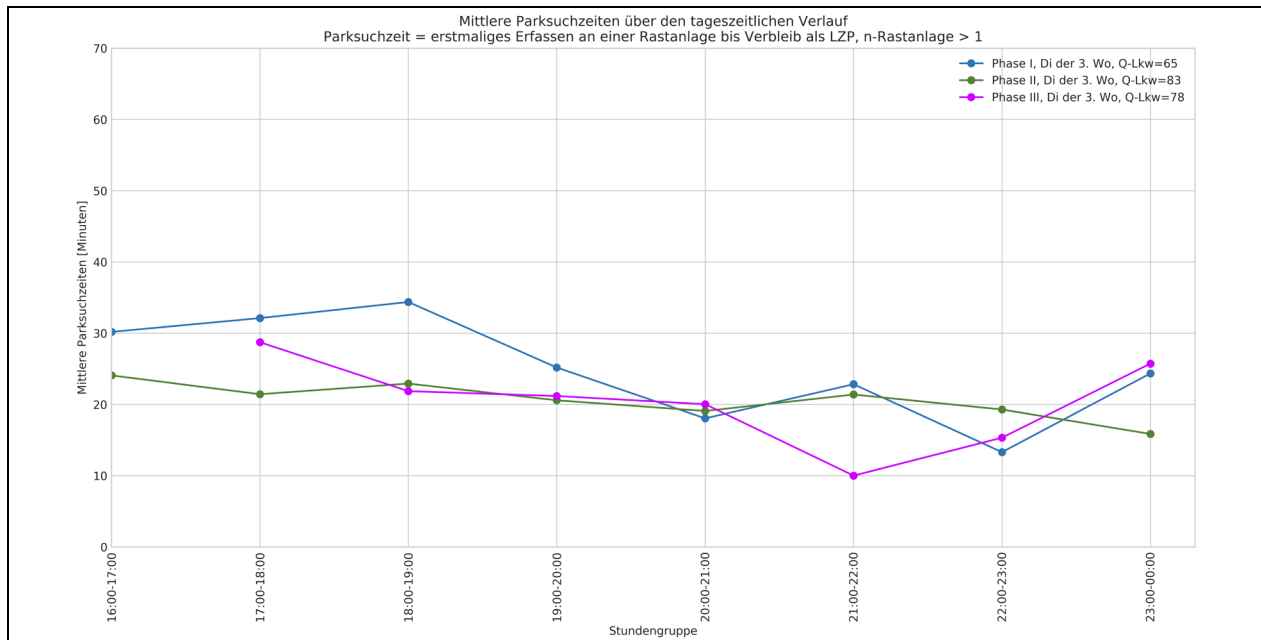


Abbildung 66

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 1 Tag (Di) á 3 Wochen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR München
<u>Erläuterung:</u> 1 Linienpunkt entspricht einer mittleren Parksuchzeit aus 1 Tag für eine Stundengruppe.			

Die Abbildung 67 zeigt anschaulich die Protokollierung von Pfaden einzelner Lkw inkl. verhashtem Kennzeichen und Zeitstempeln. Auf dieser Basis werden die Ergebnisse für die Kriterien „Anzahl angefahrene Rastanlagen“ und „mittlere Parksuchzeit“ ermittelt.

```
)
ParkingPath(number={SHA256;LKWPLS2020A}d20a7ed28bc3542394577f2bb284cf2fa130e79bf10f6f6653cc2521c1c021dd
  2020-10-06 17:53:43.115000+02:00 2020-10-06 17:55:26.940000+02:00 --> a009gredingost
  2020-10-06 18:03:58.006000+02:00 2020-10-07 05:22:03.937000+02:00 --> a009offenbauost long
)
ParkingPath(number={SHA256;LKWPLS2020A}ddd92891eaa795a32391fc702ab3cfbfce847f78eccccedf996bae839d65c15
  2020-10-06 16:38:53.979000+02:00 2020-10-06 16:55:22.425000+02:00 --> a009fuerholzenost
  2020-10-06 17:59:24.822000+02:00 2020-10-06 18:00:45.610000+02:00 --> a009gredingost
  2020-10-06 18:08:59.873000+02:00 2020-10-07 03:32:13.955000+02:00 --> a009offenbauost long
)
ParkingPath(number={SHA256;LKWPLS2020A}e3b273d0c05ebaf80ea8d451b4b8a7acb4e795e16f727c9778b11261a561096c
  2020-10-06 17:00:34.729000+02:00 2020-10-06 17:07:03.288000+02:00 --> a009baarerweiherost
  2020-10-06 18:08:45.070000+02:00 2020-10-07 06:08:45.070000+02:00 --> a009feuchtoost long
)
ParkingPath(number={SHA256;LKWPLS2020A}edf1625fd8f772ca58666b24b2ffe0dfbb24871c911667b1ec614f429c5a31e
  2020-10-06 18:03:35.766000+02:00 2020-10-06 18:05:06.634000+02:00 --> a009gredingost
  2020-10-06 18:13:25.660000+02:00 2020-10-07 03:36:50.379000+02:00 --> a009offenbauost long
)
```

Abbildung 67: Beispiele für Pfade von Lkw

#### 4.4.3 Kriterium Anzahl Durchfahrer

Parksuchverkehr bedeutet, dass Lkw mehr als eine Rastanlage anfahren, um auf einer Rastanlage als Langzeitparker zu verbleiben. Eine vorgelagerte Rastanlage musste hierzu komplett durchfahren werden. Daher wird die Anzahl an Durchfahrern ermittelt und untersucht.

Die Abbildung 68 und die Abbildung 69 geben die Anzahl an Durchfahrern, welche eine maximale Aufenthaltsdauer auf einer Rastanlage von 10 Minuten haben, in Abhängigkeit der Rastanlage für 16 Tage einer Phase im Zeitraum von 16 bis 20 Uhr an. Aus den Diagrammen geht hervor, dass die meisten Durchfahrten (in absoluten Zahlen) auf den großen Tank- und Rastanlagen auftreten: in Fahrtrichtung Nürnberg T+R Fürholzen Ost, T+R Köschinger Forst Ost, T+R Feucht Ost; in Fahrtrichtung München T+R Feucht West, T+R Köschinger Forst West, T+R Fürholzen West.

Die Ergebnisse fallen für beide Fahrtrichtungen der Höhe nach vergleichbar aus. Die Summenwerte je Phase über alle Rastanlagen geben an, dass eine Reduzierung von Durchfahrern im Zuge der Nachher-Phasen II, III und IV nicht bewirkt werden konnte.

Es ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass in den Ergebnissen auch Durchfahrer enthalten sind, die nicht im Zusammenhang mit Langzeitparkern und Parksuchverkehr stehen: Anhand der 7 Datenreihen gibt es durchschnittlich 4607 Durchfahrer auf 9 Parkplätzen an 16 Tagen im Zeitraum 16 bis 20 Uhr. Je Rastanlage sind es dann 32 Durchfahrer in benannten Zeitraum. Aufgrund der geringen Anzahl an Lkw, die mehr als eine Rastanlage anfahren, um als Langzeitparker zu verbleiben, werden die Ergebnisse von anderen Lkw beeinflusst, welche sehr kurz, z. B. für den Gang auf die Toilette, auf der Rastanlage halten. Dieses muss bei der Wertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

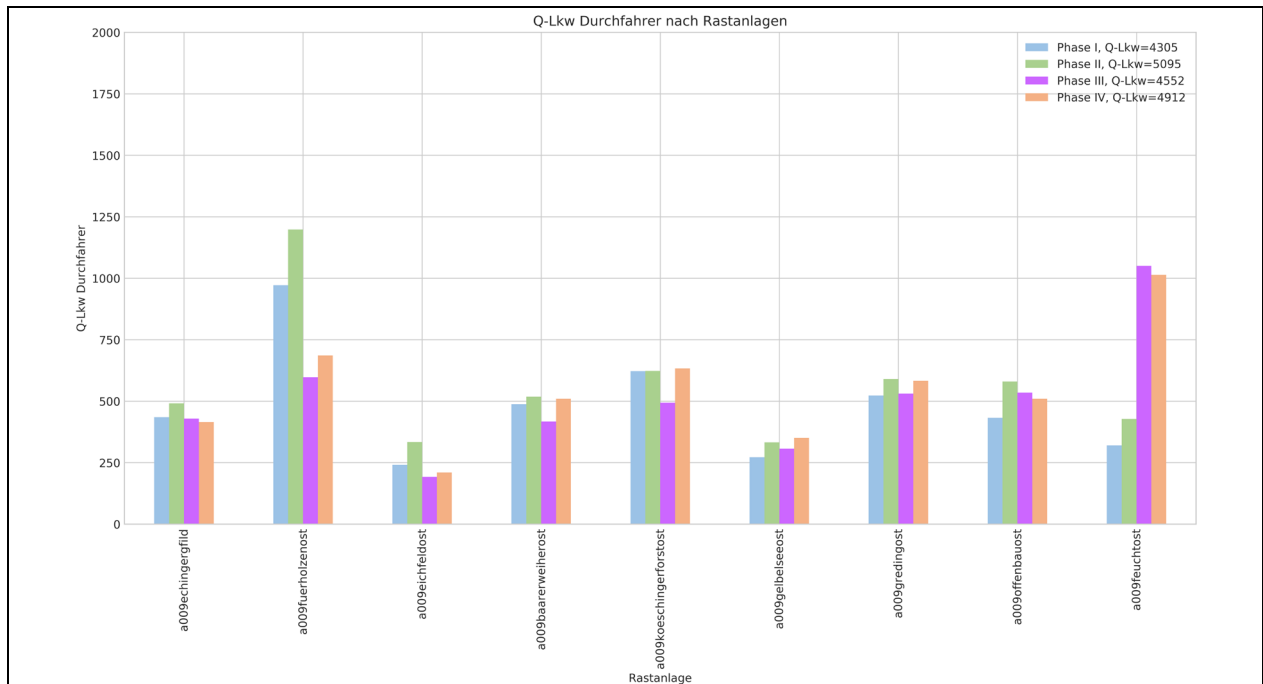


Abbildung 68

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 20 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 Säule entspricht einer kumulierten Anzahl aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

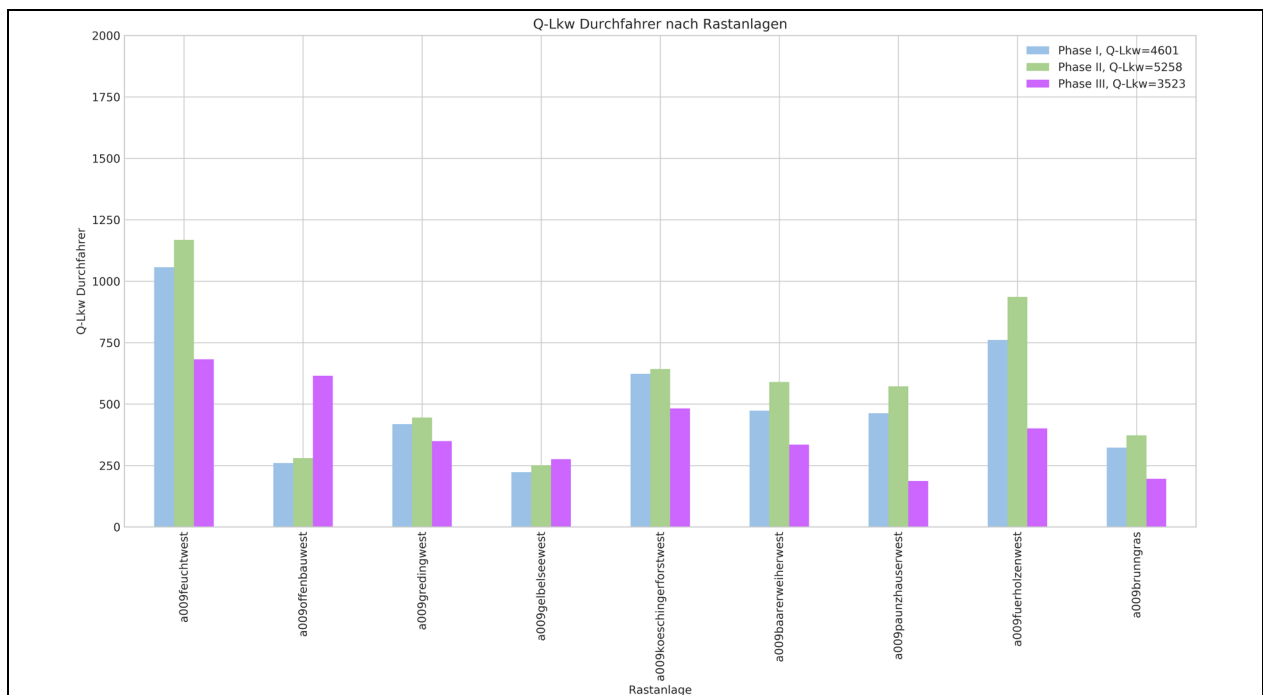


Abbildung 69

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 20 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR München
<b>Erläuterung:</b> 1 Säule entspricht einer kumulierten Anzahl aus 16 Tagen für eine Rastanlage.			

#### 4.4.4 Kriterium Aufteilung von DF, KZP und LZP

Aufbauend auf Kapitel 4.4.3 werden in der Abbildung 70 und in der Abbildung 71 die Durchfahrer, Kurzzeitparker und Langzeitparker der Anzahl nach je Stundengruppe über den tageszeitlichen Verlauf angegeben. Die Diagramme zeigen, dass mit nahender Nachtruhe die Erfassungen von Lkw an den Messquerschnitten zurückgehen. Während es 16 Uhr noch eine Dreiteilung von Durchfahrern, Kurzzeitparkern und Langzeitparkern gibt, haben in den Nachtstunden die erfassten Kurzzeitparker und Langzeitparker einen geringen Anteil an den erfassten Lkw je Stundengruppe. Die unteren Säulen der gestapelten Säulen geben die Durchfahrer an. Insbesondere in der Abbildung 70 wird deutlich, dass die Anzahl an Durchfahrern in den Nachher-Phasen II, III und IV nicht reduziert werden konnten, da die Werte je Stundengruppe nur geringfügig voneinander abweichen und ein Trend einer Reduzierung nicht erkennbar ist.

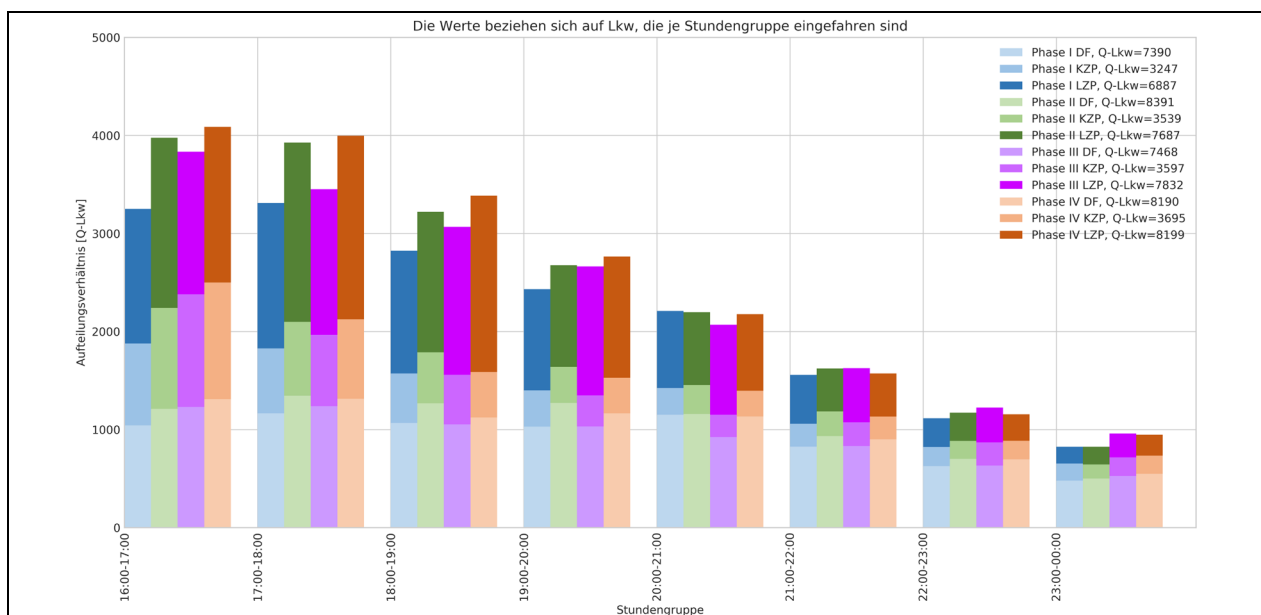
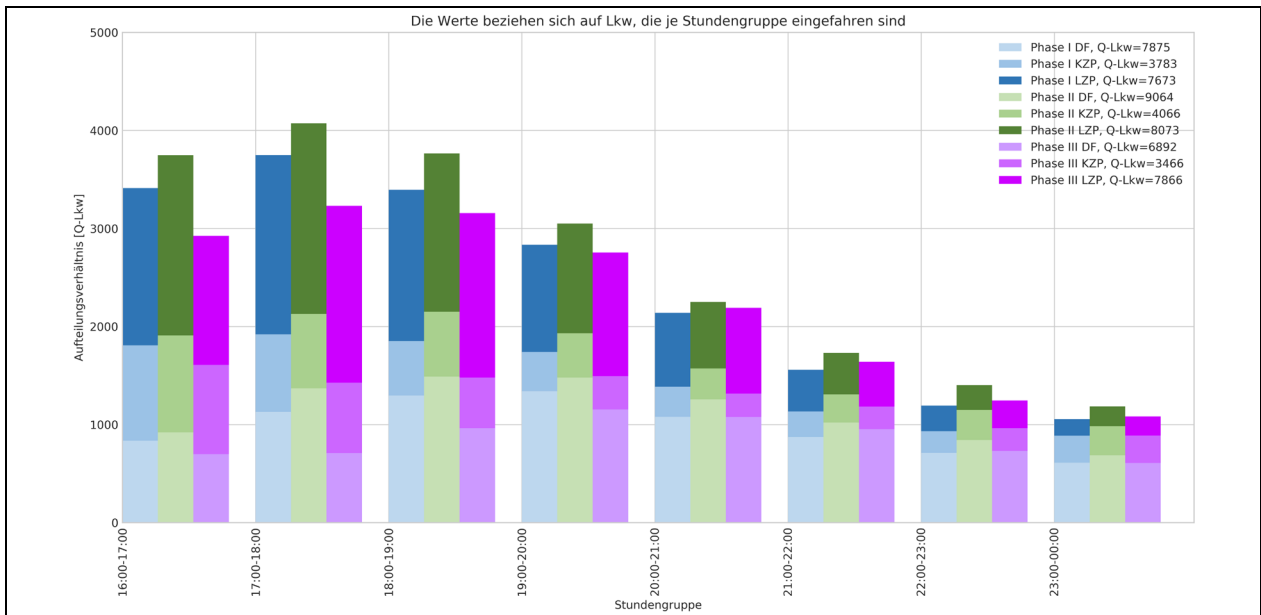


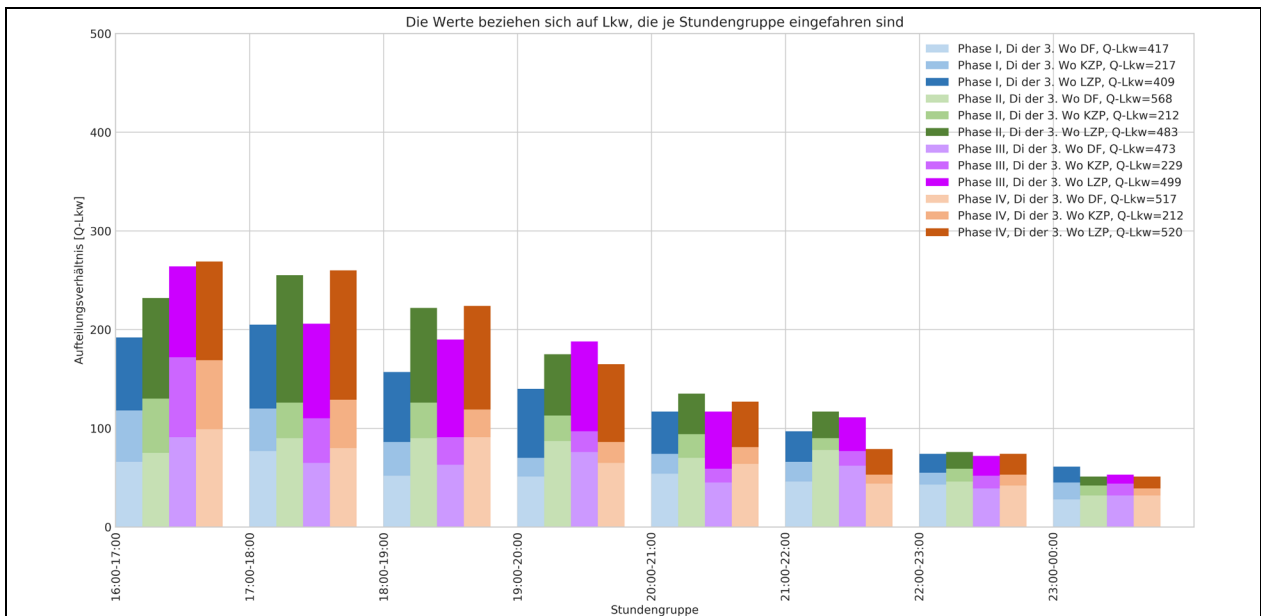
Abbildung 70

<u>Datenquelle:</u> ANPR-Daten	<u>Untersuchungszeitraum:</u> 16 bis 24 Uhr	<u>Tage:</u> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 4 Phasen	<u>räumlich:</u> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<u>Erläuterung:</u> 1 gestapelte Säule entspricht der Anzahl an Lkw (DF+KZP+LZP) einer Phase je Stundengruppe.			



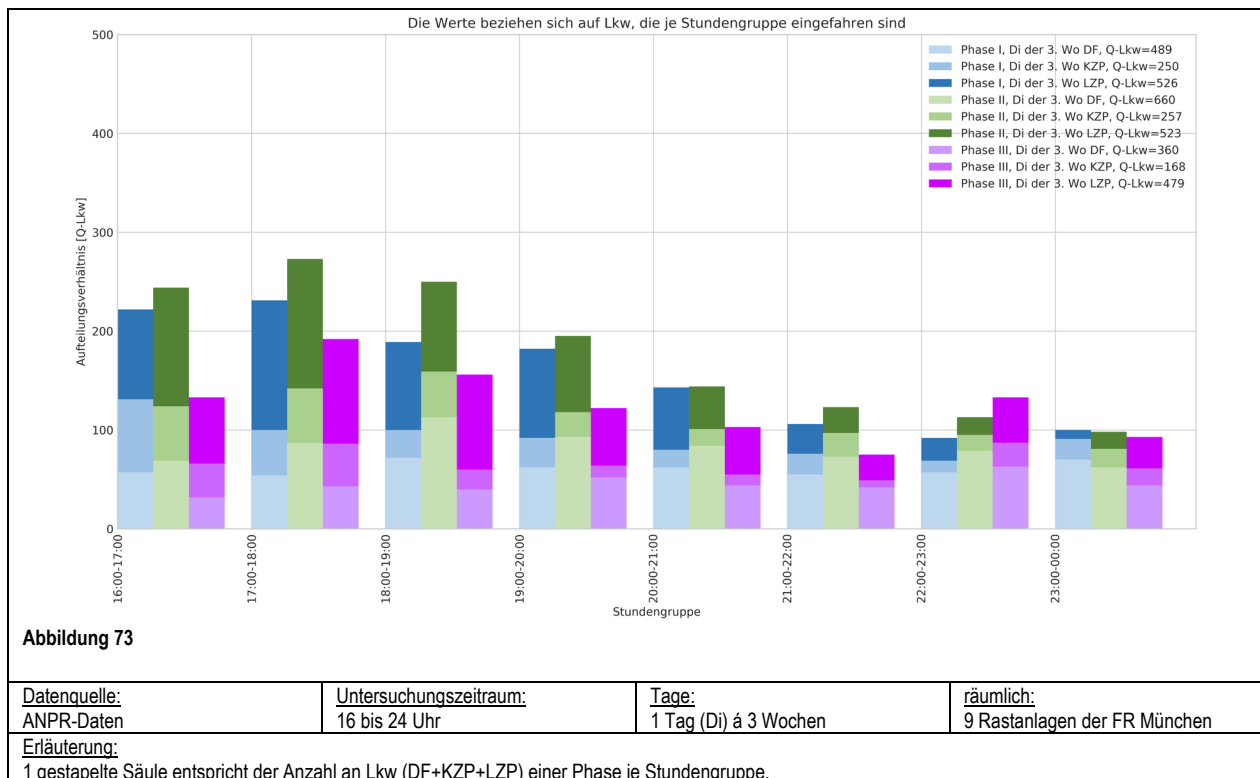
**Abbildung 71**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 16 Tage (4x Mo bis Do) á 3 Phasen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR München
<b>Erläuterung:</b> 1 gestapelte Säule entspricht der Anzahl an Lkw (DF+KZP+LZP) einer Phase je Stundengruppe.			



**Abbildung 72**

<b>Datenquelle:</b> ANPR-Daten	<b>Untersuchungszeitraum:</b> 16 bis 24 Uhr	<b>Tage:</b> 1 Tag (Di) á 4 Wochen	<b>räumlich:</b> 9 Rastanlagen der FR Nürnberg
<b>Erläuterung:</b> 1 gestapelte Säule entspricht der Anzahl an Lkw (DF+KZP+LZP) einer Phase je Stundengruppe.			



Die hohe Anzahl an Durchfahrern wurde für den Zeitraum 20 bis 24 Uhr, d. h. ab dem Zeitpunkt, bei dem die Maximalbelegung erreicht ist, mit der Betrachtung der einzelnen Dienstage der 3. Woche je Phase näher untersucht (Abbildung 72 und Abbildung 73). Die Diagramme bestätigen je Einzeltag, dass der Anteil an Durchfahrern nach 20 Uhr weiterhin hoch im Vergleich zu Kurzzeitparkern und Langzeitparkern ist.

Die Auswertung der absoluten Zahlen hat zum Ergebnis, dass im Durchschnitt von vier Dienstagen im Zeitbereich 20 bis 24 Uhr durchschnittlich 189 Durchfahrten in Fahrtrichtung Nürnberg (245 Durchfahrten in Fahrtrichtung München) auf den neun Rastanlagen einer Fahrtrichtung erfasst wurden (Tabelle 6). Dieses entspricht überschläglich 21 Durchfahrten pro Rastanlage in Fahrtrichtung Nürnberg (27 Durchfahrten pro Rastanlage in Fahrtrichtung München).

In einem weiteren Schritt wurden die Ergebnisse von Kriterium „Anzahl angefahrene Rastanlagen (siehe Kap. 4.4.1) mit dem gegenständlichen Kriterium für den Zeitbereich 20 bis 24 Uhr in Zusammenhang gesetzt. Es wurde untersucht, wie viele Durchfahrten durch Langzeitparker, welche mehr als eine Rastanlage angefahren hatten, hervorgerufen werden. Die Tabelle 6 zeigt, dass für die Fahrtrichtung Nürnberg 10% bis 19% (für die Fahrtrichtung München 19% bis 37%) der Durchfahrten durch Langzeitparker hervorgerufen werden. Für die übrigen max. 90% der Durchfahrten in Fahrtrichtung Nürnberg (max. 81% in Fahrtrichtung München) besteht keine



Kenntnis, ob die Durchfahrer nur eine „Toilettenpause“ eingelegt haben und weitergefahren sind oder ob es parksuchende Lkw gewesen sind, welche letztendlich eine Abstellmöglichkeit außerhalb der neun Rastanlagen einer Fahrtrichtung gefunden haben (z. B. nachgelagerte Rastanlagen, Autohöfe, Gewerbegebiete o. ä.).

	Fahrtrichtung Nürnberg				Fahrtrichtung München		
	Di 3. Wo Phase I	Di 3. Wo Phase II	Di 3. Wo Phase III	Di 3. Wo Phase IV	Di 3. Wo Phase I	Di 3. Wo Phase II	Di 3. Wo Phase III
20:00-21:00 Anzahl Durchfahrer	54	70	45	64	62	84	44
21:00-22:00 Anzahl Durchfahrer	46	78	62	44	55	73	42
22:00-23:00 Anzahl Durchfahrer	43	46	39	42	57	79	63
23:00-00:00 Anzahl Durchfahrer	28	32	32	32	70	62	44
<b>Summe Durchfahrer gesamt</b>	<b>171</b>	<b>226</b>	<b>178</b>	<b>182</b>	<b>244</b>	<b>298</b>	<b>193</b>
<b>Mittelwert für 9 Rastanlagen</b>	<b>189</b>				<b>245</b>		
<b>Mittelwert für 1 Rastanlage</b>	<b>21</b>				<b>27</b>		
Summe Langzeitparker 20 bis 24 Uhr	106	88	119	102	122	99	145
LZP 1 Rastanlage angefahren	90	58	92	87	88	62	91
LZP 2 Rastanlagen angefahren	14	24	22	12	23	20	40
LZP 3 Rastanlagen angefahren	2	1	4	3	9	12	12
LZP 4 Rastanlagen angefahren	0	4	1	0	2	0	1
LZP 5 Rastanlagen angefahren	0	1	0	0	0	4	1
LZP 6 Rastanlagen angefahren	0	0	0	0	0	1	0
<b>Summe Durchfahrer durch LZP</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>47</b>	<b>65</b>	<b>71</b>
<b>Summe Durchfahrer durch LZP/ Summe Durchfahrer gesamt</b>	<b>11%</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>10%</b>	<b>19%</b>	<b>22%</b>	<b>37%</b>

Tabelle 6: Durchfahrer im Zeitraum 20 bis 24 Uhr an vier Dienstagen

## 5 Ergebnisse aus Erhebungen mittels Befragungen von Lkw-Fahrenden

### 5.1 Vorbemerkungen

Zusätzlich zur Erhebung von ANPR-Daten wurden im Projekt Wirksamkeitsanalyse Befragungen von Lkw-Fahrenden durchgeführt. Gemäß Kapitel 2.7 wurde die Befragung und Auswertung durch die TU München durchgeführt, sodass folgendes Dokument in einer gesonderten Fassung vorliegt:

*„Endbericht wissenschaftliche Begleitung Digitales Testfeld Autobahn,  
Befragungen im Rahmen der Wirksamkeitsanalyse zum Lkw-Parkleitsystem A9“<sup>5</sup>*

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die maßgebenden Erkenntnisse dieser Auswertung wiedergegeben, sodass einerseits aufgrund der oben genannten Angabe auf eine wiederholende Quellenangabe verzichtet wird und andererseits der Leser bei weiterem Interesse alle ausführlichen Angaben in der gesonderten Fassung findet, welche auf der Webseite der BAST abgerufen werden kann.<sup>6</sup>

### 5.2 Durchführung

Die Befragung wurde von zwei Personen an insgesamt sieben Werktagen im Zeitraum von 15 bis 19 Uhr während der Nachher-Phase IV durchgeführt. Ein Bezug zu den in Fahrtrichtung Nürnberg aufgestellten LED-Anzeigen war daher möglich. Aufgrund der Nähe zu München erfolgte die Befragung auf folgenden Rastanlagen:

- T+R Fürholzen West
- T+R Fürholzen Ost
- PWC Brunngras
- PWC Echinger Gfild

Es konnten insgesamt 140 männliche Lkw-Fahrende befragt werden. Der Fragebogen ist der Anlage 06 zu entnehmen. Neben der Auswahl von vordefinierten Antworten waren auch freie Antworten unter „Sonstiges“ je Frage möglich.

---

<sup>5</sup> Bogenberger, K.; Metzger, B.; Spangler, M. (2021): Endbericht wissenschaftliche Begleitung Digitales Testfeld Autobahn, Befragungen im Rahmen der Wirksamkeitsanalyse zum Lkw-Parkleitsystem A9, München

<sup>6</sup> Abruf am 20.10.2021 um 14:50 Uhr: [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/Daten/DTA-Lkw-PLS-Bericht.pdf;jsessionid=38EBC7E2F7D3B31085E8127FE413A1A7.live11291?\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/Daten/DTA-Lkw-PLS-Bericht.pdf;jsessionid=38EBC7E2F7D3B31085E8127FE413A1A7.live11291?_blob=publicationFile&v=3)

### 5.3 Auswertung zu allgemeinen Informationen der Lkw-Fahrenden

Die Abbildung 74 zeigt die Nationalität der befragten Lkw-Fahrenden. Ein Großteil der Befragten stammte aus Deutschland und Polen. Aufgrund der sprachlichen Barrieren und der Stichprobengröße von 140 Befragten konnte nur eine Annäherung an das Kollektiv aller Lkw-Fahrenden erreicht werden.

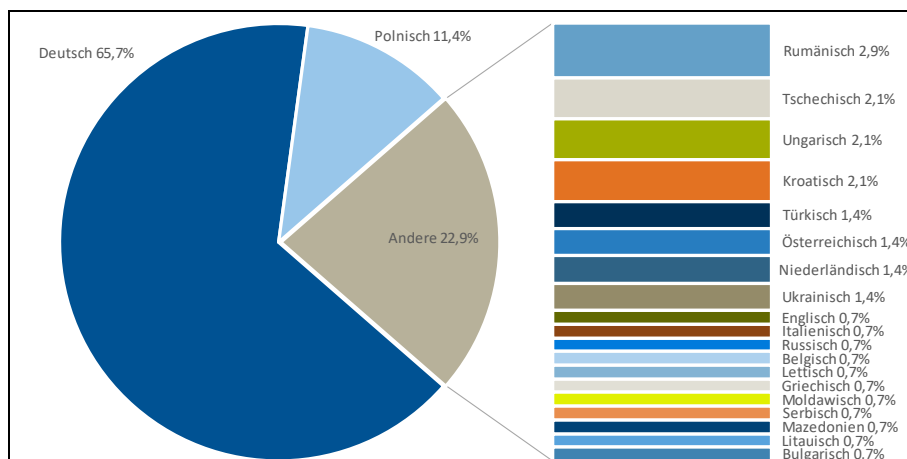


Abbildung 74: Nationalität der befragten Lkw-Fahrenden

Neben anderen allgemeinen Aspekten wurden die Lkw-Fahrenden befragt, ob sie einen Zugang zum Internet haben, während sie in Deutschland unterwegs sind. 94% der Befragten haben diese Frage mit „ja“ beantwortet (Abbildung 75).

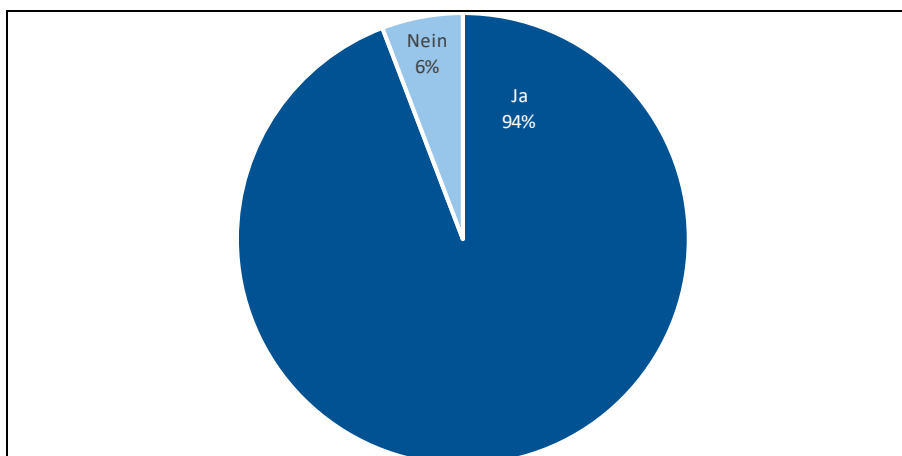


Abbildung 75: Auswertung zu „Haben Sie, wenn Sie in Deutschland unterwegs sind, einen Zugang zum Internet?“

### 5.4 Auswertung zum Parkverhalten der Lkw-Fahrenden

Die Lkw-Fahrenden wurden befragt, wie viele Minuten vor Ende der Lenkzeit sie mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand beginnen. Die Abbildung 76 hat zum Ergebnis, dass 37% der Befragten mindestens 30 Minuten und 31% der Befragten mindestens 60 Minuten vor Ende der Lenkzeit mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand beginnen. Die Annahme im Projekt,

dass Lkw-Fahrende bereits sehr frühzeitig mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand beginnen, wurde bestätigt.

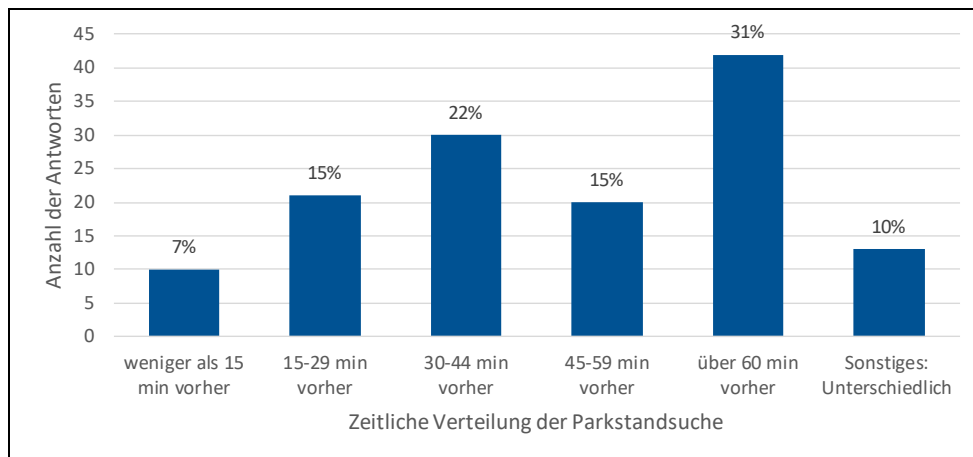


Abbildung 76: Auswertung zu „Wie viele Minuten vor Ende der Lenkzeit fangen Sie an, einen Parkstand zu suchen?“

Die Abbildung 77 zeigt die Ergebnisse in Bezug auf die Fragestellung „Wenn Sie keinen Parkstand finden, was machen Sie dann?“. Mehr als 70 von 140 befragten Lkw-Fahrenden haben in der Mehrfachauswahl „nächste Rastanlagen anfahren“ ausgewählt, d. h. ca. 50% der Lkw-Fahrenden in Betracht ziehen die nächste Rastanlage anzufahren. Anhand der Ergebnisse aus der Abbildung 77 wird ersichtlich, dass mit der angewandten Methodik (Kapitel 2) mittels der verfügbaren Ausstattung nur ein Teil des gesamten Parksuchverkehrs erfasst werden konnte.

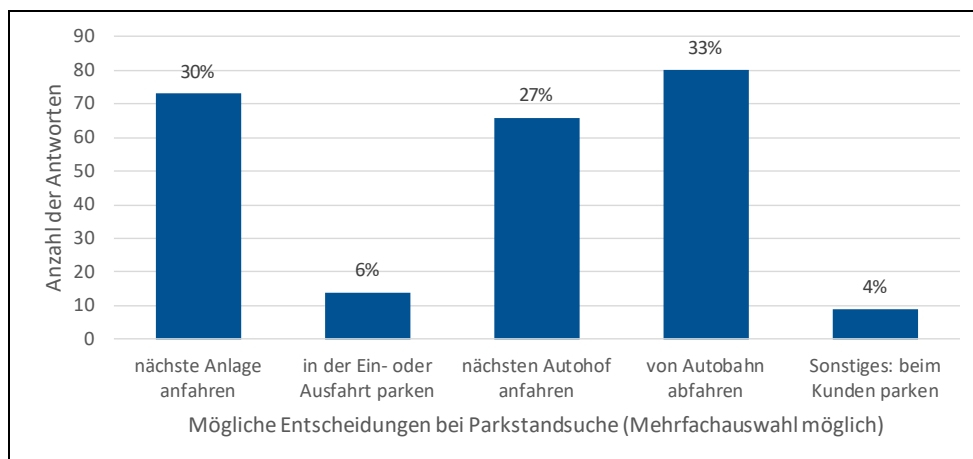


Abbildung 77: Auswertung zu „Wenn Sie keinen Parkstand finden, was machen Sie dann?“

Des Weiteren wurden die Lkw-Fahrenden befragt, wie sie sich während der Fahrt über die Parkstandssituation informieren. 63% der Befragten antworteten „gar nicht“ und 18% der Befragten informieren sich im Internet oder per App (Abbildung 78). Auf die Frage, welche Apps die Lkw-Fahrenden nutzen, wurde ausschließlich Truck Parking Europe genannt (<https://www.truckparkingeurope.com/de/>).

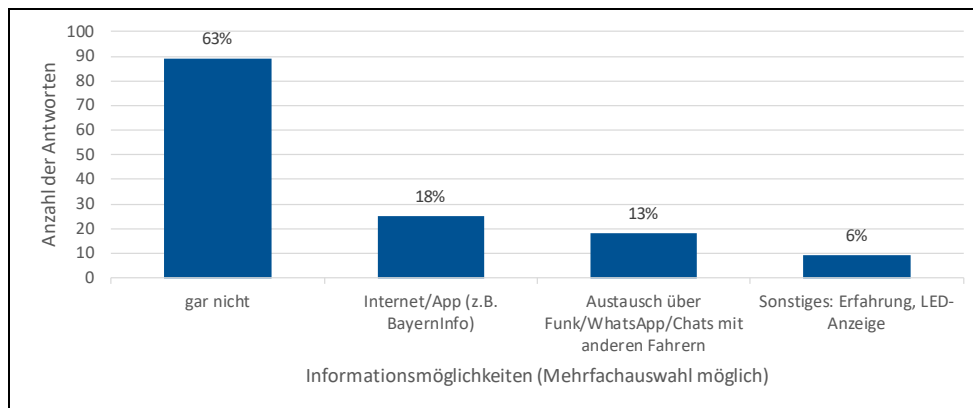


Abbildung 78: Auswertung zu „Wie informieren Sie sich während der Fahrt über die Parkstandsituation?“

Aufgrund von unterschiedlichen Auffassungen der Fachleute in Bezug auf die Nominalkapazität und Maximalkapazität einer Rastanlage (Bedeutung siehe Glossar) als Grundlage für die Belegungsinformation wurden den Lkw-Fahrenden folgende Luftbilder beispielhaft gezeigt.



Abbildung 79: Beispiele zur Fragestellung „Wann ist eine Rastanlage für Sie voll?“ [Quelle: FH Erfurt]

Die Lkw-Fahrenden wurden befragt, wann für sie eine Rastanlage voll ist. 36% der Befragten empfinden eine Rastanlage voll, sobald alle nach StVO beschilderten Parkstände belegt sind (rechtes Luftbild). Für 64% der Befragten ist eine Rastanlage erst voll, wenn jede mögliche Abstellmöglichkeit genutzt wird (linkes Luftbild). Das Ergebnis der Abbildung 80 bestätigt die Annahme, dass es nicht ausreicht, nur die nach StVO beschilderten Lkw-Parkstände in der Belegungsinformation anzugeben.

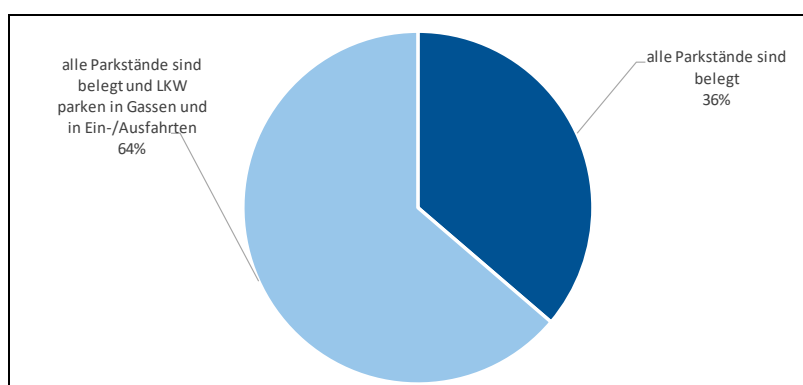


Abbildung 80: Auswertung zu „Wann ist für Sie eine Rastanlage voll?“

## 5.5 Auswertung der Fragen zum BayernInfo-Portal

Nach den Fragen zum Parkverhalten wurden Fragen bezüglich der Verkehrsinformation mittels BayernInfo gestellt. Die erste Frage „Kennen Sie BayernInfo?“ wurde von 22% der Befragten mit „ja“ und von 78% der Befragten mit „nein“ beantwortet (Abbildung 81). Um einen größeren Nutzerkreis für BayernInfo zu gewinnen, wurde den 78% der Befragten unter Einhaltung der Abstandsregeln die App live vorgestellt. Es gab eine große Resonanz bei den Lkw-Fahrenden, da entweder das Logo abfotografiert oder direkt vor Ort die App heruntergeladen wurde.

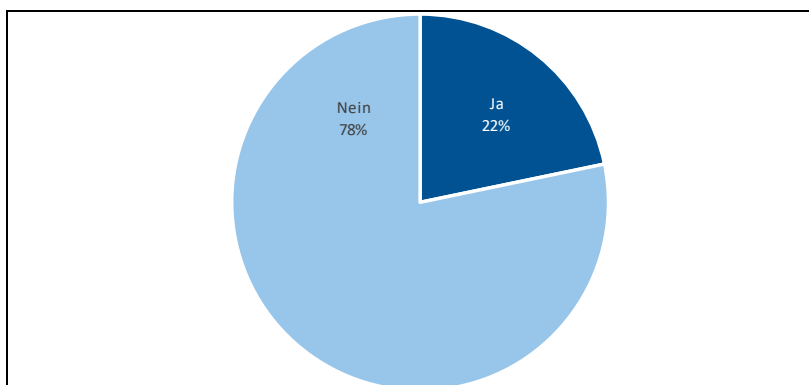


Abbildung 81: Auswertung zu „Kennen Sie BayernInfo, die App oder Homepage?“

Die Abbildung 82 zeigt eine Auswertung auf die Frage, ob Gründe gegen eine Verwendung von BayernInfo sprechen. 8% der Befragten antworteten, dass sie keine Gelegenheit haben BayernInfo abzurufen, unter anderem aufgrund des Verbots des Handynutzens während der Fahrt. Ein Anhalten zur Bedienung der App würde zu viel Zeit kosten. Da die Lkw-Fahrenden die Rastanlagen und die Uhrzeiten der einsetzenden Belegung kennen, war der häufigste genannte Grund für die Nichtnutzung der App mit 20% die vorhandene Erfahrung durch langjährige Berufstätigkeit.

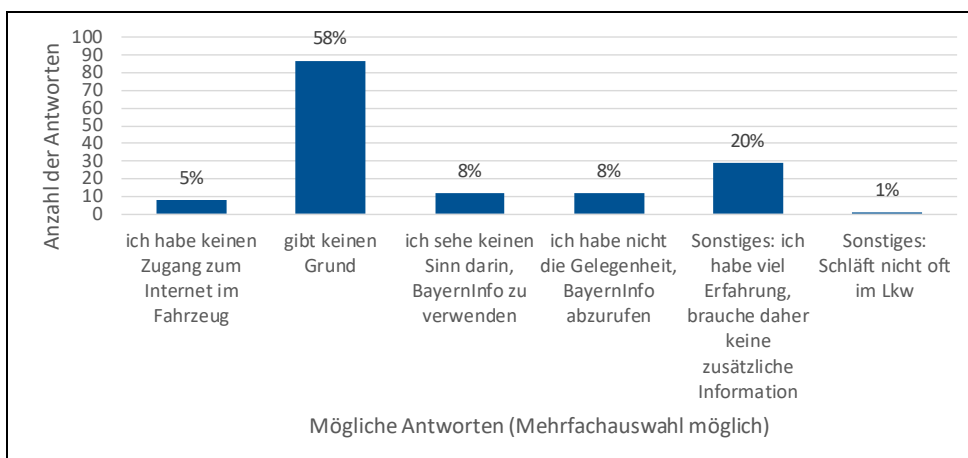


Abbildung 82: Auswertung zu „Gründe, die gegen die Nutzung der App sprechen?“

Zum Schluss wurde zu BayernInfo die Frage gestellt, ob die Lkw-Fahrenden glauben bei Vorliegen einer Belegungsinformation in der BayernInfo-App erst später mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand beginnen zu müssen. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 83. Als Grund für die 47% der Antwort „nein“ wurde der begrenzte Anwendungsbereich genannt (Landesgebiet Freistaat Bayern). 5% der Befragten wollten die Anwendung erst testen, bevor sie eine Aussage „ja“ oder „nein“ treffen.

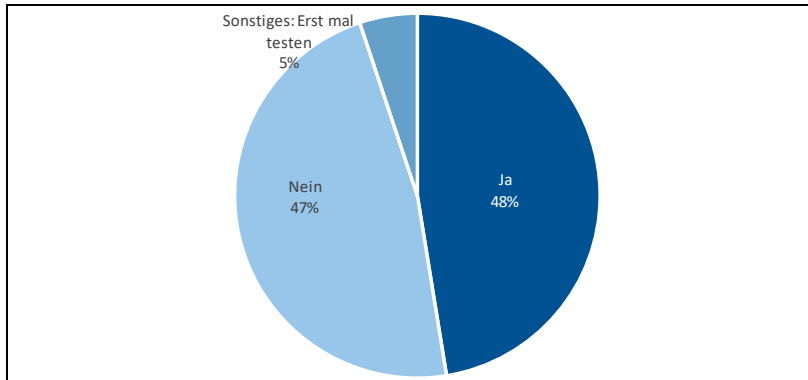


Abbildung 83: Auswertung zu „Glauben Sie, dass Sie, wenn Sie dank BayernInfo wissen, wie viele Parkstände wo frei sind, erst später mit der Suche nach einem Parkstand beginnen müssen?“

## 5.6 Auswertung der Fragen zu den LED-Anzeigen

Nach den Fragen zur BayernInfo-App wurden die Lkw-Fahrenden zu den LED-Anzeigen befragt, welche während der Nachher-Phase IV aufgestellt und in Betrieb waren. Zu Beginn wurde die Abbildung 15 (siehe Seite 21) gezeigt und die Lkw-Fahrenden wurden befragt, ob sie die LED-Anzeigen, die nur in Fahrtrichtung Nürnberg aufgestellt sind, wahrgenommen haben. Bei der Befragung auf den Rastanlagen in Fahrtrichtung Nürnberg antworteten 97% der Befragten mit „ja“. Bei der Befragung auf Rastanlagen in Fahrtrichtung München konnten sich 86% der Befragten an die LED-Anzeigen der Gegenrichtung erinnern (Abbildung 84). Des Weiteren waren die Anzeigehalte für 97% aller Befragten verständlich. Die hohen Ergebnisse bestätigen, dass die LED-Anzeigen wahrgenommen und verstanden wurden sowie in Erinnerung blieben.



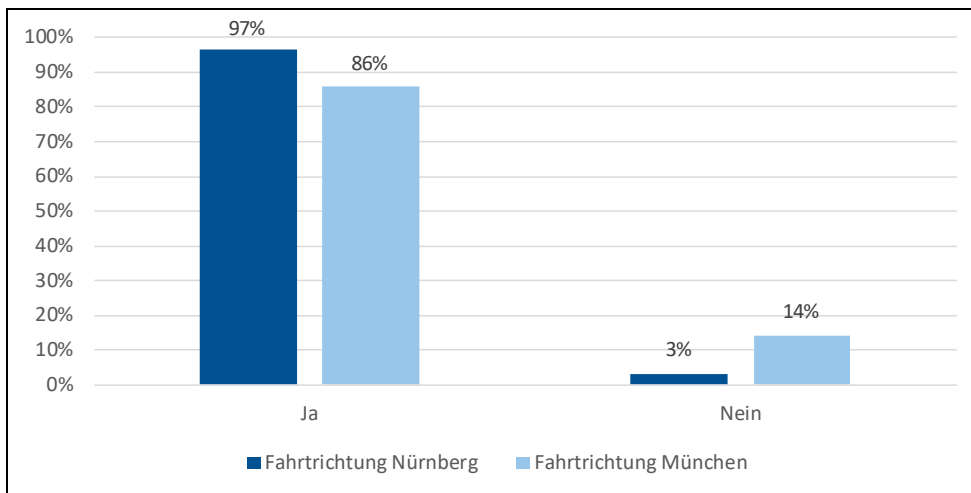


Abbildung 84: Auswertung zu „Haben Sie dieses Schild gesehen?“ in Bezug auf Abbildung 15

Im Weiteren wurden die Lkw-Fahrenden zur Nutzung der auf den LED-Anzeigen angegebenen Belegungsinformationen befragt: „Lassen Sie sich von den LED-Anzeigen bei der Parkstands-suche leiten?“ Die Abbildung 85 zeigt, dass Lkw-Fahrende, welche bereits frühzeitig mit mehr als 30 Minuten vor Ende der Lenkzeit mit der Parkstandssuche beginnen, mehr mit „ja“ geant-wortet haben als Lkw-Fahrende, welche weniger als 15 Minuten vor Ende der Lenkzeit mit der Parkstandssuche beginnen. Ca. 20% der befragten Lkw-Fahrenden können es sich vorstellen in der Zukunft von den LED-Anzeigen leiten zu lassen.

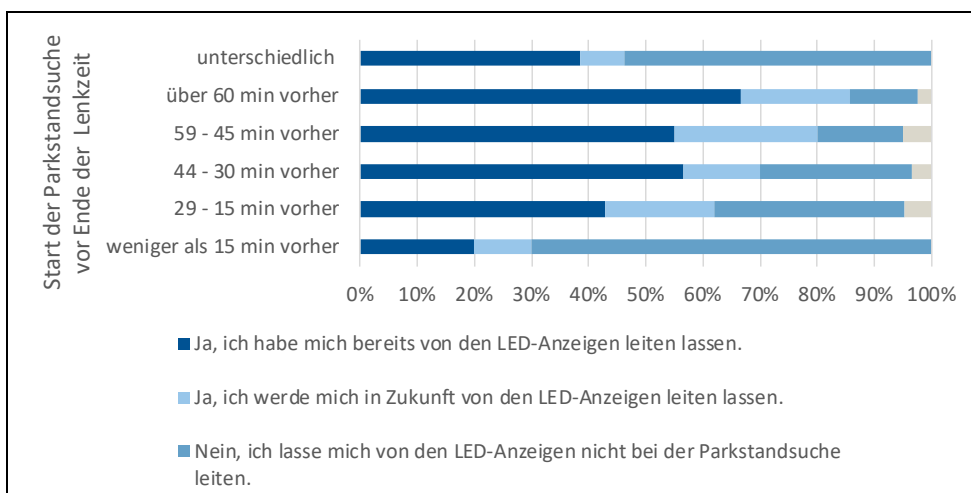


Abbildung 85: Auswertung zu „Lassen Sie sich von den LED-Anzeigen bei der Parkstands-suche leiten?“

Analog zur Fragestellung bei BayernInfo wurden die Lkw-Fahrenden befragt, ob sie mit der Belegungsinformation auf den LED-Anzeigen später mit der Suche nach einem freien Lkw-Parkstand beginnen würden. Die Ergebnisse der Abbildung 86 fallen analog zu den Ergebnis-sen der Abbildung 83 aus, da ca. 50% der Befragten mit „ja“ geantwortet haben. Die Gründe für „nein“ waren unter anderem, dass die Lkw-Fahrenden sich auf die Angaben noch nicht verlas-

sen können und dass die Strecke mit den aufgestellten LED-Anzeigen im Moment noch zu kurz ist.

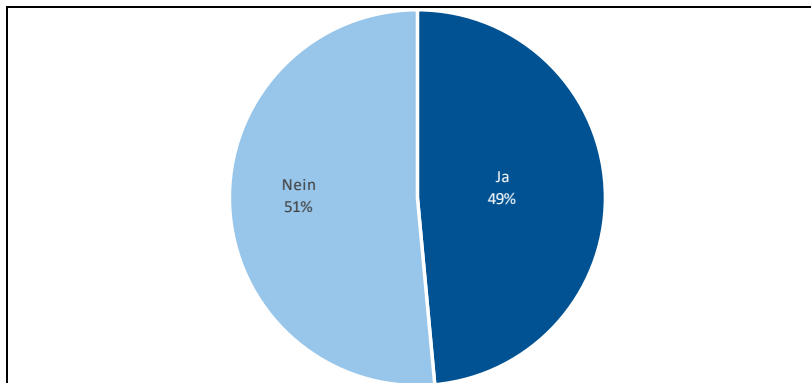


Abbildung 86: Auswertung zu „Fangen Sie mit den LED-Schildern erst später an einen Parkstand zu suchen?“

Im Anschluss an die Fragen zur Wahrnehmung und Anwendung der LED-Anzeigen wurden die Lkw-Fahrenden zum Layout für die Anzeigehalte befragt. Neben dem Layout, welches in der Nachher-Phase IV zur Anwendung gekommen ist (Anzahl freie Lkw-Parkstände, Layout rechts) wurden zwei Alternativen visualisiert: Frei-belegt-Anzeigen (Layout links) und Füllstandsanzeigen (Layout Mitte).



Abbildung 87: Varianten zur Angabe von Belegungsinformationen

75% der Befragten bevorzugen die höchste Informationsdichte mit der genauen Anzahl der freien Lkw-Parkstände, sodass für die Wirksamkeitsanalyse die Form der Belegungsinformation richtig gewählt wurde (Abbildung 88).

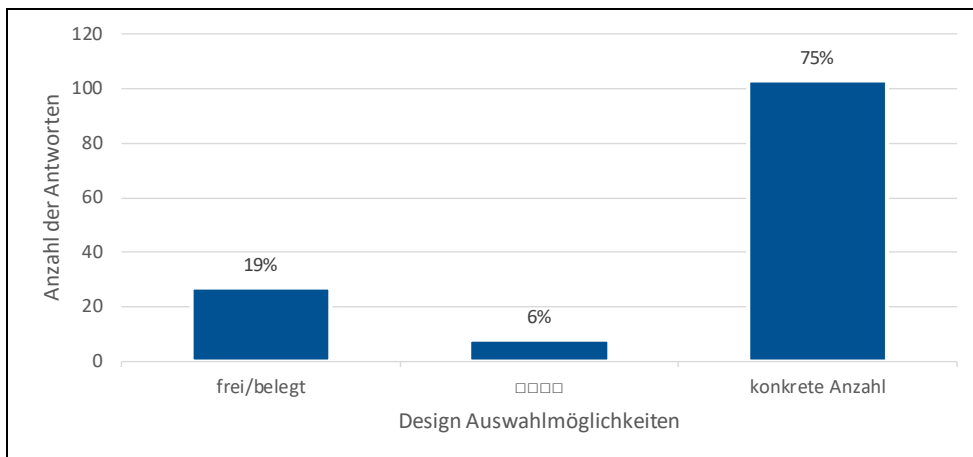


Abbildung 88: Auswertung zu „Welches Design gefällt Ihnen am besten?“

Mit den Layouts gemäß Abbildung 89 wurden die Lkw-Fahrenden befragt, welche Reihenfolge der Informationen bevorzugt wird. 28% der Befragten stimmten für das linke Layout, welches die Reihenfolge nach RWBA 2000 berücksichtigt („Umklapp-Regel“) und welches in der Nachher-Phase IV eingesetzt wurde, und 63% der Befragten stimmten für das rechte Layout, bei der die Rastanlagen-Reihenfolge (nah bis fern) der natürlichen Leserichtung von oben nach unten entspricht (Abbildung 90).

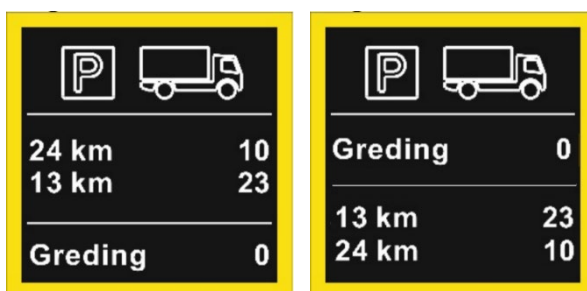


Abbildung 89: Varianten zur Reihenfolge der Belegungsinformationen

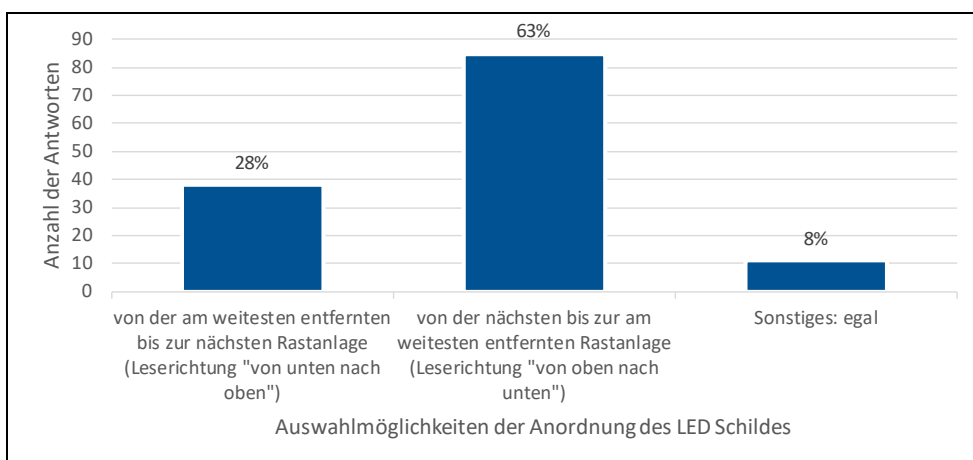


Abbildung 90: Auswertung zu „Welche Reihenfolge der Angaben bevorzugen Sie bei dem LED-Schild?“

Zum Schluss wurden die Lkw-Fahrenden befragt, welche Form der Belegungsinformation sie bevorzugen. 56% der Befragten würden gern beide Informationsquellen nutzen, d. h. BayernInfo und LED-Anzeigen, da durch so viele Informationsquellen wie möglich der Komfort für die Lkw-Fahrenden erhöht wird (Abbildung 91). Viele Lkw-Fahrende sehen ein Potential in den LED-Anzeigen bei einer flächendeckenden Ausstattung. Wie in Kapitel 5.5 beschrieben, sehen viele Lkw-Fahrende in der BayernInfo-App den Nachteil, dass die Nutzung von Smartphones während der Fahrt gemäß StVO untersagt ist und die App keinen Vorteil bringt, da auch das Halten zur Nutzung der App zu aufwendig ist.

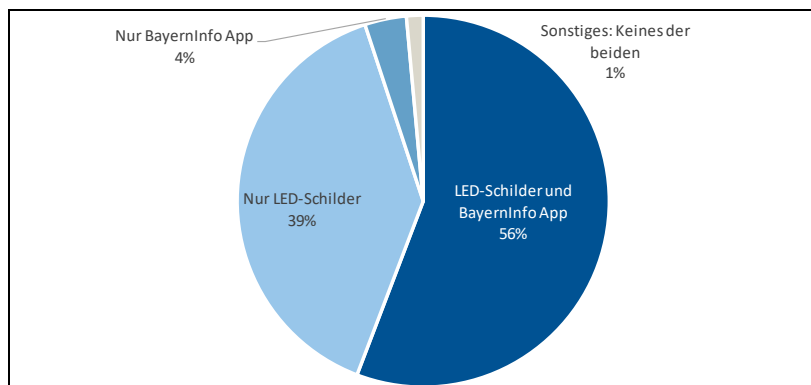


Abbildung 91: Auswertung zu „Welche Information würden Sie lieber nutzen?“

## 5.7 Vorschläge durch Lkw-Fahrende

Im Zuge der Befragungen konnten viele Vorschläge aus den Anforderungen der Lkw-Fahrenden aus Gesprächen gewonnen werden. Alle Ergebnisse sind dem Bericht der TU München zu entnehmen, sodass folglich nur die für das Lkw-PLS betreffenden Aussagen wiedergegeben werden:

- (1) Statt Informationstafeln am Beginn des Lkw-Parkbereichs, die aufgrund der im Vordergrund stehenden Parkstandssuche häufig übersehen wurden, werden Informationstafeln an den Toilettengebäuden empfohlen.
- (2) Zur Erhöhung des Bekanntheitsgrades des Lkw-PLS A9 werden Beiträge in Fachzeitschriften wie z. B. „Trucker Fernfahrer Magazin“, „Fernfahrer“ oder „Lastauto Omnibus“ empfohlen, ebenso auch Beiträge in Facebook-Gruppen.

Hinsichtlich von Verbesserungsmöglichkeiten außerhalb des Lkw-PLS wurde von den Lkw-Fahrenden am häufigsten die Herstellung von mehr Abstellmöglichkeiten für Lkw gefordert, d. h. bauliche Maßnahmen zur Erweiterung der Parkstandskapazitäten.

## **6 Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse bezüglich der Wirksamkeit**

### **6.1 Einsatzzeitraum**

Die Auswertungen der Verkehrs- und ANPR-Daten bestätigen die Beobachtungen vor Ort, dass Lkw-Fahrende die Rastanlagen ab ca. 16 Uhr für längere Ruhepausen (i. d. R. 9 oder 11 Stunden) anfahren und als Langzeitparker dort über Nacht verbleiben. Durch die geringe Wechselhäufigkeit im Vergleich zu Kurzzeitparkern steht zunehmend immer weniger Parkraum für Lkw zur Verfügung, sodass bei den aktuellen gesetzlichen Ruhezeiten der Einsatzbeginn eines Lkw-Parkleitsystems werktags ab 16 Uhr sinnvoll ist, um Lkw zielgerichtet zu freien Kapazitäten zu führen.

Im Zuge der Untersuchungsphase IV wurde mithilfe der LED-Anzeigen deutlich, dass ab ca. 20 Uhr alle Rastanlagen vollständig belegt sind und keine freien Alternativen mehr angezeigt werden können. Aufgrund des derzeit sehr hohen Lkw-Verkehrsaufkommens sowie den dafür zu geringen vorhandenen Parkstandskapazitäten ist ab 20 Uhr eine Lenkung des Lkw-Verkehrs mittels Belegungsinformationen nicht mehr möglich. Der Einsatzzeitraum des Lkw-Parkleitsystems erstreckt sich im Anwendungsfall für die A9 Nürnberg-München von 16 bis 20 Uhr. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei Zugrundelegung von Kapazitäten mit StVO-Parkständen ohne geduldete Überbelegung der Einsatzzeitraum weniger als vier Stunden betragen würde. Ebenso kann der Einsatzzeitraum bei Autobahnen mit noch höheren Schwerverkehrsanteilen (z. B. West-Ost-Routen) noch kürzer ausfallen, da die Vollbelegung der Rastanlagen dann noch früher erwartet wird.

Damit die Belegungsinformationen auch nach Überschreitung der Nominal-/Maximalkapazität einen Mehrwert bieten, besteht die Überlegung den Grad der Belegung, z. B. 150% anzugeben, damit Lkw-Fahrende anhand dieser Angabe eine Abstellmöglichkeit suchen können und ggf. Verteilungseffekte auch nach 20 Uhr eintreten. Es wird empfohlen diesen Aspekt in einem gesonderten Folgeprojekt zu untersuchen.

Auch wenn die Betrachtungen in den Stunden nach 20 Uhr einen höheren Parksuchverkehr aufzeigen, nimmt die nachstehende Zusammenfassung vorwiegend Bezug auf den tatsächlichen (nutzbaren) Einsatzzeitraum des realisierten Lkw-Parkleitsystems von 16 bis 20 Uhr.

## 6.2 Verteilungseffekte von Rastanlagen mit Überbelegung auf Rastanlagen mit Kapazitätsreserven

Mit der Errichtung von Lkw-Parkleitsystemen für mehrere nacheinander liegende Rastanlagen wird das Ziel verfolgt Lkw-Fahrende von Rastanlagen mit Überbelegung auf Rastanlagen mit Kapazitätsreserven zu lenken. Aufgrund des sehr hohen Lkw-Verkehrsaufkommens sind spätestens ab 20 Uhr die Parkstandskapazitäten von allen Rastanlagen fast vollständig belegt, sodass im Streckenabschnitt Nürnberg-München eine Lenkung des Lkw-Verkehrs in den Nachstunden grundsätzlich kaum möglich ist.

Aufgrund dessen wurden die Lkw-Belegungen auf den Rastanlagen zu einzelnen Zeitpunkten im Zuge der Befüllung ab 16 Uhr untersucht (siehe Kriterium Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten, Kapitel 4.3.2, Seite 41). Im Zuge der Untersuchungsphase IV mit dem höchsten Level an Verkehrsinformation mittels LED-Tafeln und BayernInfo kann kein gleichmäßiger Anstieg der Belegungsgrade im Quervergleich zwischen Rastanlagen festgestellt werden, d. h. trotz Lkw-Parkleitsystem gibt es 17 Uhr / 18 Uhr / 19 Uhr Rastanlagen mit höheren Belegungsgraden und Rastanlagen mit geringeren Belegungsgraden. Die Lkw-Fahrenden lassen sich im Zeitraum 16 bis 20 Uhr trotz zunehmendem Parkdruck nicht zu Rastanlagen mit größeren Kapazitätsreserven leiten, Verteilungseffekte im Zuge der Befüllung konnten nicht festgestellt werden.

## 6.3 Reduzierung des Parksuchverkehrs

Ein weiteres Ziel von Lkw-Parkleitsystemen ist die Reduzierung des Parksuchverkehrs. Im Zuge der Untersuchung konnten folgende Erkenntnisse mittels Auswertungen von ANPR-Daten ermittelt werden:

### (1) Parksuchverkehr in der Vorher-Phase

Der Lkw-Parksuchverkehr fällt bereits in der Vorher-Phase sehr gering aus, da im Zeitraum der Befüllung von 16 bis 20 Uhr die mittlere Anzahl an angefahrenen Rastanlagen bei den Werten 1,14 bis 1,18 in Fahrtrichtung Nürnberg und 1,11 bis 1,27 in Fahrtrichtung München liegt (siehe Kriterium Anzahl angefahrte Rastanlagen für Langzeitparker, Kapitel 4.4.1, Seite 50).

Die Häufigkeitsverteilung zur Anzahl von angefahrenen Rastanlagen gibt an, dass in der Vorher-Phase von 16 bis 20 Uhr ca. 13% einer Losgröße von Lkw zwei Rastanlagen anfahren und 2% drei und mehr Rastanlagen anfahren. In absoluten Zahlen ausgedrückt bedeutet dies, dass in Fahrtrichtung Nürnberg in der Vorher-Phase werktags im Zeitraum 16 bis 20 Uhr durchschnittlich 318 Lkw (377 Lkw in FR München) mindestens eine der neun Rastanlagen

angefahren haben und abschließend als Langzeitparker verblieben sind. Durchschnittlich 48 Lkw (57 Lkw in FR München) haben bei deren Suche nach einem freien Parkstand mehr als eine von insgesamt neun Rastanlagen angefahren.

Zum Beispiel durch Abstellen von Lkw auch in Fahrgassen und Tankstellenbereichen ohne alternative Rastanlagen mit noch freien Kapazitäten aufzusuchen, kann im Rahmen dieser Untersuchung kein nennenswerter Lkw-Parksuchverkehr festgestellt werden. Es besteht kein nennenswertes Potential zur Monetarisierung eines Nutzens auf Basis der Kenngröße „mittlere Anzahl angefahrene Rastanlagen“.

## (2) Vergleich des Parksuchverkehrs in vier Untersuchungsphasen

Bei dem Vergleich der Kenngröße „mittlere Anzahl angefahrene Rastanlagen“ zwischen den vier Phasen fallen die Werte im Zeitraum von 16 bis 20 Uhr für je vier Wochen sehr homogen aus. Die maximale Abweichung zwischen den Phasen entspricht dem Wert 0,09 in FR Nürnberg und dem Wert 0,08 in FR München (siehe Kriterium Anzahl angefahrene Rastanlagen für Langzeitparker, Kapitel 4.4.1, Seite 50). Die Untersuchung der Diagrammwerte in der Betrachtung je Woche bzw. je Tag ergab ähnlich dicht beieinanderliegende Diagrammkurven, sodass die Abweichungen im Rahmen der üblichen Streuung liegen und die Ursache in natürlichen Schwankungen bzw. in unbekanntem externen Effekten vermutet wird.

Die Untersuchungsphase IV hat in Bezug auf die Stundengruppen nicht durchweg die geringsten Anzahlen von angefahrenen Rastanlagen und führt nicht zu einer „Vision 1“, d. h., dass im Zuge der Befüllung von 16 bis 20 Uhr durchschnittlich 1,0 Rastanlagen angefahren werden. Im Zuge einer Verkehrsinformation aus BayernInfo und LED-Tafeln (Untersuchungsphase IV) war es nicht möglich den ohnehin nicht nennenswerten Parksuchverkehr „auf 1,00“ zu senken.

Das Kriterium mittlere Parksuchzeit (siehe Kapitel 4.4.2, Seite 60) zeigt auf, dass die Parksuchzeit von Lkw, die mehr als eine Rastanlage anfahren, im Zeitraum 16 bis 20 Uhr zwischen 20 und 40 Minuten beträgt. Da in dem Zeitraum lediglich 2% der Lkw, die als Langzeitparker verbleiben, vorher drei bis vier Rastanlagen anfahren (siehe Kriterium Anzahl angefahrene Rastanlagen für Langzeitparker), entstehen keine höheren mittleren Parksuchzeiten. Im Vergleich der vier Phasen untereinander bestehen insbesondere von 18 bis 20 Uhr kaum Unterschiede in den Diagrammkurven, sodass aus den Nachher-Phasen kein Potential im Zuge der Funktion des Lkw-Parkleitsystems abgeleitet werden kann.

Bei Betrachtung der Durchfahrer ist anhand des Kriteriums 05 (siehe Kapitel 4.4.3, Seite 68) bei Analyse der Nachher-Phasen kein Trend erkennbar, dass im Zuge des Lkw-Parkleitsystems die Anzahl an Durchfahrern (Lkw fährt auf eine Rastanlage und verlässt diese nach maximal 10



Minuten) reduziert wird. Das Kriterium Aufteilung von Durchfahrern, Kurzzeitparkern und Langzeitparkern (siehe Kapitel 4.4.4, Seite 70) hat zum Ergebnis, dass im Quervergleich einzelner Stundengruppen der Anteil an Durchfahrern im Zuge von Informationserweiterungen der Nachher-Phasen nicht reduziert wurde.

Die Ergebnisse werden durch Erkenntnisse aus der Befragung bestätigt, da zum Zeitpunkt der Untersuchungsphase IV anhand von Befragungen ermittelt wurde, dass sich mehr als 60% der befragten Lkw-Fahrenden vor ihrer Ruhezeit nicht über die aktuellen Belegungen auf den Rastanlagen anhand von vorhandenen Kanälen (z. B. BayernInfo) informieren.

#### **6.4 Reduzierung von frühzeitigem Parkstand-Suchen**

Da durchschnittlich 1,14 bis 1,27 Rastanlagen von Lkw-Fahrenden angefahren werden, sind keine nennenswerten Potentiale zur Reduzierung des Parksuchverkehrs auf Autobahnen vorhanden (siehe Kapitel 6.3, Seite 85). Die Befragung hatte jedoch zum Ergebnis, dass bei Vorhandensein von Belegungsinformationen je Rastanlage ca. 50% der befragten 140 Lkw-Fahrenden später mit der Suche nach einem freien Parkstand beginnen würden. Mit der späteren Suche geht eine längere Lenkzeit im Rahmen der gesetzlichen Randbedingungen einher, die ein zeitlich späteres Ansteigen von Lkw-Parkplatzbelegungen zur Folge haben müsste.

Anhand des Kriteriums 09 (siehe Kapitel 4.3.2, Seite 41) kann für die Untersuchungsphase IV (Einsatz von LED-Anzeigen zur Verkehrsinformation) festgehalten werden, dass die Belegungsgrade je Rastanlage um 17 bzw. 18 Uhr ähnlich hoch im Vergleich zu der Vorher-Phase I und Nachher-Phasen II und III liegen. Die Effekte, die aus dem Befragungsergebnis hervorgehen sollten (z. B. zeitlich späteres Ansteigen von Lkw-Parkplatzbelegungen), können anhand der Methodik (Ergebnisdarstellung mittels 60-Minuten-Werten) in den vier Wochen der Untersuchungsphase IV nicht bestätigt werden. Daher bleibt offen, ob im Zuge des Lkw-Parkleitsystems langfristig tatsächlich das vorsorglich sehr frühe Suchen eines Lkw-Parkstandes reduziert wird oder ob die Belegungsinformationen Lkw-Fahrende im Entscheidungsprozess unterstützen bzw. Annahmen bestätigen.

Von Nachteil ist, dass der Zeitpunkt, wann Lkw-Fahrende tatsächlich gedanklich beginnen einen freien Lkw-Parkstand zu suchen, sich grundsätzlich nur mit Befragungen von Lkw-Fahrenden im Rahmen einer weiteren Vorher-Nachher-Untersuchung ermitteln lässt.

## 6.5 Unterschiede in den Ergebnissen aus ANPR-Daten und Befragungen

60% der befragten 140 Lkw-Fahrenden haben dahingehend geantwortet, dass sie sich von den LED-Anzeigen bereits leiten lassen, und weitere 20% der befragten Lkw-Fahrenden gaben an, dass sie sich in Zukunft leiten lassen würden. Daher besteht die Annahme, dass zukünftig 80% der Lkw-Fahrenden das Lkw-Parkleitsystem nutzen würden. Hingegen zeigt die Auswertung der ANPR-Daten, dass nur ca. 15% einer Losgröße von Lkw bei der Suche nach einem freien Parkstand mehr als eine Rastanlage anfahren (siehe Kapitel 6.3, Seite 85). Auch wenn die Prozentwerte unterschiedliche Bezugsgrößen aus unterschiedlichen Quellen haben, wird vermutet, dass das berechnete Delta von 65% der Lkw-Fahrenden ein Lkw-Parkleitsystem als Service-Dienst befürwortet, welcher Lkw-Fahrende in deren Tätigkeit täglich informiert und unterstützt.

## 6.6 Lenkung des Lkw-Verkehrs innerhalb von Rastanlagen

Auf Rastanlagen konnte Folgendes regelmäßig beobachtet werden:

- (1) Obwohl im Lkw-Parkbereich noch vereinzelt freie Lkw-Parkstände verfügbar sind, parken Lkw-Fahrende vorsorglich im Tankstellenbereich aus Angst im Lkw-Parkbereich keinen freien Lkw-Parkstand mehr zu finden und zur nächsten Rastanlage (ggf. mit Lenkzeitüberschreitung) fahren zu müssen.
- (2) Bei mehreren Lkw-Parkbereichen besteht bei den Lkw-Fahrenden am Entscheidungspunkt keine Kenntnis in welchem Lkw-Parkbereich noch freie Lkw-Parkstände verfügbar sind.

Eine hochgenaue parkstandsfeine flächenhafte Erfassung des Lkw-Parkbereichs sowie eine Verkehrsinformation mittels LED-Anzeigen bzgl. noch freier Parkstände auf der Rastanlage (Abbildung 92) können helfen, alle Lkw-Parkstände optimal zu nutzen und verkehrsgefährdendes Lkw-Parken zu reduzieren. Je mehr Lkw-Parkstände genutzt werden, desto mehr Kapazitäten stehen im Tankstellenbereich zur geduldeten Überbelegung zur Verfügung, sodass möglicherweise verkehrsgefährdendes Lkw-Parken auf dem Verzögerungstreifen und im Einfahrtbereich reduziert werden kann.

Da die technischen Voraussetzungen (Flächendetektion) im Lkw-Parkleitsystem A9 nicht gegeben waren, konnten hierzu keine Untersuchungen durchgeführt werden. Es wird empfohlen im Rahmen eines gesonderten Projektes die Lenkung des Lkw-Verkehrs auf größeren Rastanlagen mit mindestens zwei Lkw-Parkbereichen zu untersuchen.



Abbildung 92: Lkw-Parkstandsanzeige im Tankstellenbereich der T+R Inntal West

## 6.7 Nutzen durch Verkehrsinformation

Da eine Beeinflussung des Lkw-Verkehrs mittels der ANPR-Technologie nicht nachzuweisen war, kann ein Nutzen aus der Verfügbarkeit der Daten als Verkehrsinformation bestehen, der sich jedoch schwer nachweisen lässt. Verkehrsinformationen werden im Zuge der Digitalisierung immer wichtiger und auch immer mehr von Nutzern abgerufen. Mit dem Vorhandensein von qualitätsgesicherten Belegungsinformationen kann Lkw-Fahrenden eine Sicherheit bei der Parkstandssuche gegeben werden. Es wird empfohlen, die Bereitstellung von Belegungsinformationen in großen Portalen, z. B. Truck Parking Europe, weiter zu verfolgen.

## 7 Glossar

ABDN	Autobahndirektion Nordbayern
ABDS	Autobahndirektion Südbayern
ANPR	Automatic Number Plate Recognition (Kennzeichenerfassung)
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BayDSG	bayerische Datenschutzgesetz
DF	Durchfahrer
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FR	Fahrtrichtung
FRS	Fahrzeug-Rückhaltesysteme
FTP	File-Transfer-Protocol
GUI	Grafische Benutzeroberfläche
KZP	Kurzzeitparker
Lkw-PLS	Lkw-Parkleitsystem
LZP	Langzeitparker
Nominalkapazität	Kapazität einer Rastanlage bestehend aus Lkw-Parkständen nach StVO-Beschilderung
Matching	Wiedererkennung von Fahrzeugen
Maximalkapazität	Kapazität einer Rastanlage bestehend aus Lkw-Parkständen nach StVO-Beschilderung zuzüglich geduldeter Überbelegung
MDM	Mobilitätsdatenmarktplatz des Bundes
MMR	Marke Modell Recognition
MQ-E	Messquerschnitt Einfahrt
MQ-A	Messquerschnitt Ausfahrt
Parksuchzeit	erstmaliges Erfassen an einer Rastanlage bis Verbleib als LZP, n-Rastanlage > 1
PWC	PWC-Anlage (unbewirtschaftete Rastanlage mit WC)

---

RWBA 2000	Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, Ausgabe 2000
StVO	Straßenverkehrsordnung
StMB	Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr
StMI	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration
T+R	Tank- und Rastanlage (bewirtschaftete Rastanlage)
UZ	Unterzentrale
VBZ	Verkehrs- und Betriebszentrale
WVZ	Wechselverkehrszeichen
ZVM	Zentralstelle Verkehrsmanagement der bayerischen Straßenbauver- waltung

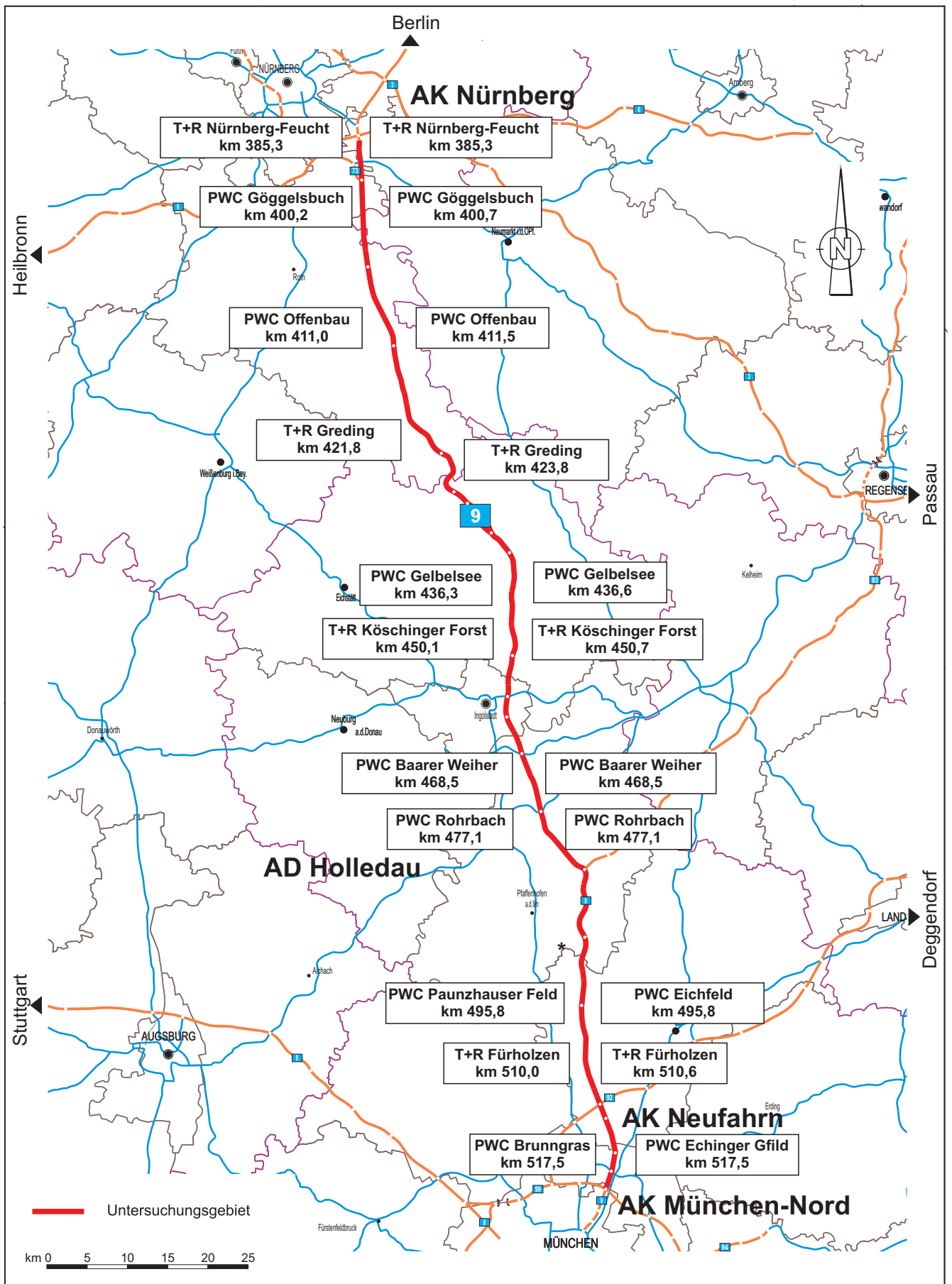
## Literaturverzeichnis


- [1] Bogenberger, K.; Metzger, B.; Spangler, M. (2021): Endbericht wissenschaftliche Begleitung Digitales Testfeld Autobahn, Befragungen im Rahmen der Wirksamkeitsanalyse zum Lkw-Parkleitsystem A9, München
  
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2005): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, Ausgabe 2005, Köln
  
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2011): Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen, Ausgabe 2011, Köln
  
- [4] Gather, Matthias; Heinitz, Florian; Hesse, Norman; Lüttmerding, Attila (2008): Belegung der Autobahnparkplätze durch Lkw in Thüringen, Erfurt
  
- [5] Mahmud, Sharif; Akter, Taslima; Hernandez, Sarah (2020): Truck parking usage patterns by facility amenity availability, Transportation Research Record, 2674(10):749–763

## Anlagenverzeichnis

Anlage 01	Übersichtskarte
Anlage 02	Beispiel zur Standortplanung einer Informationstafel BayernInfo
Anlage 03	Beispiel zur Standortplanung von LED-Standorten einer Rastanlage
Anlage 04	Schemaplan des Lastenheftes zu LED-Anzeigen
Anlage 05	Hardcopy des Linienbildes vom Beobachter-Zugang
Anlage 06	Fragebogen in deutscher Fassung
Anlage 07	Heatmaps zur Ermittlung der auswertbaren Tage
Anlage 08	Belegungsgrade zu bestimmten Uhrzeiten, Fahrtrichtung München
Anlage 09	mittlere Anzahl angefahrene Rastanlagen, Fahrtrichtung München
Anlage 10	mittlere Parksuchzeit, Fahrtrichtung München

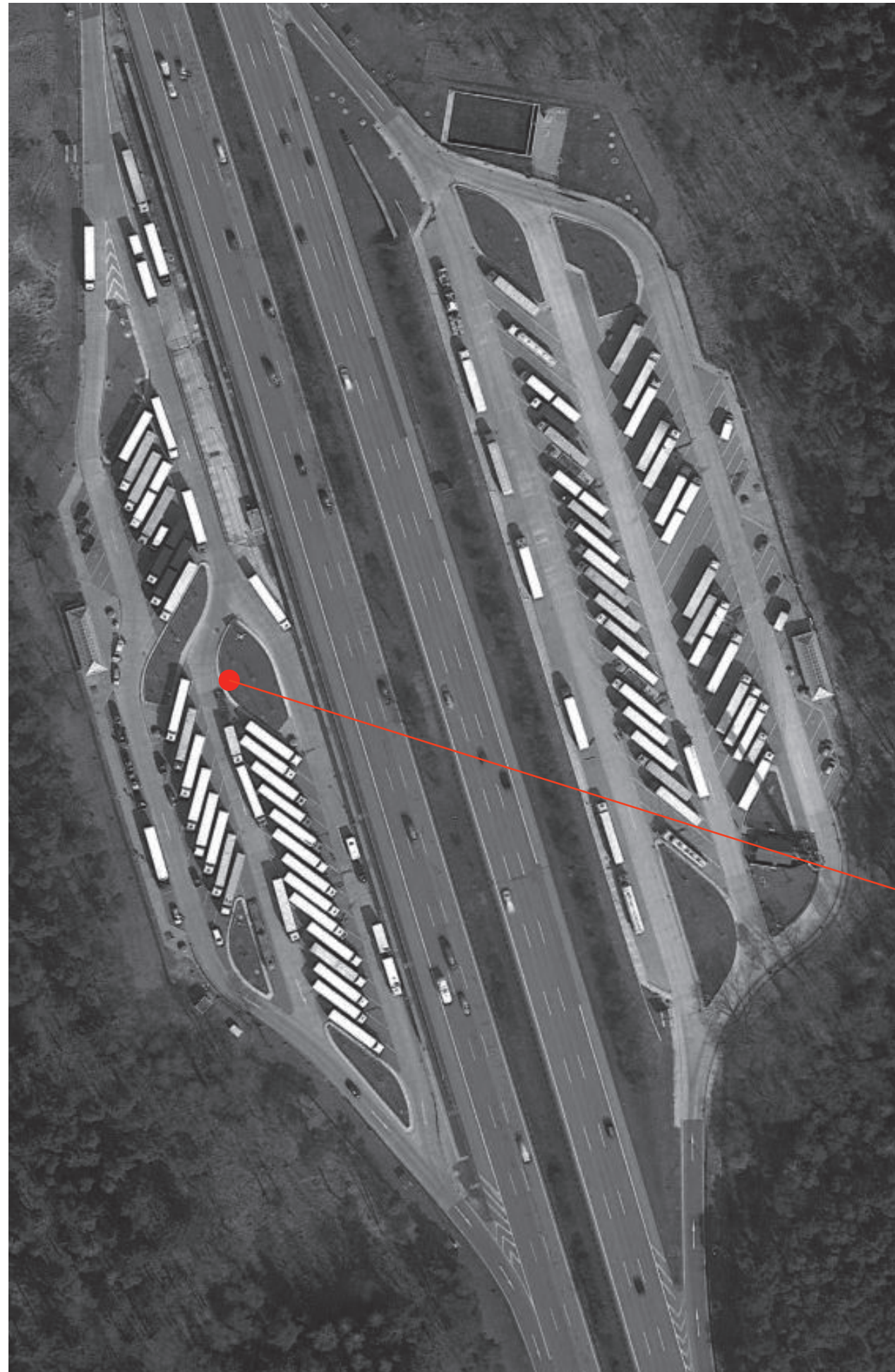




 <p>LANDESBAUDIREKTION BAYERN</p>		Datum	Zeichen	Anlage 01	Blatt 1 von 1
	bearbeitet	09.05.21		Lkw-Parkleitsystem BAB A9 Nürnberg-München	
	gezeichnet	09.05.21		Wirksamkeitsanalyse mittels Vorher-Nachher-Untersuchung	
				<b>Übersichtskarte</b>	
				Maßstab: unmaßstäblich	



Ausschnitt  
Lageplan / Luftbild:



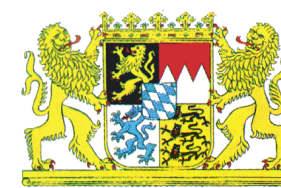
Standortbild:

Standortfestlegung am 21.05.2019

Standortmarkierung: magenta Punkt auf L-Stein  
 Abstand zur Fahrbahn: in Grünfläche  
 Ausrichtung zur Fahrbahn: bisschen eingedreht  
 Anböschchen der Überflur-Fundamente mit Kies: nein, da L-Stein vorhanden



## PWC Baarer Weiher West



LANDESBAUDIREKTION  
BAYERN

aufgestellt: **SSP** Consult  
Beratende Ingenieure GmbH

Büro München  
Lukas Kremtz  
Spiegelstraße 9  
81241 München  
Tel.: 089/143 155-0, Fax: 089/143 155-44  
www.ssp-consult.de

München, den 10.01.2020




Anlage 02 Blatt 1 von 1

Lkw-PLS BAB A9 Nürnberg-München  
Wirksamkeitsanalyse mittels Vorher-Nachher-  
Untersuchung

**Beispiel zur Standortplanung  
einer Informationstafel Bayerninfo**

Maßstab: schematisch

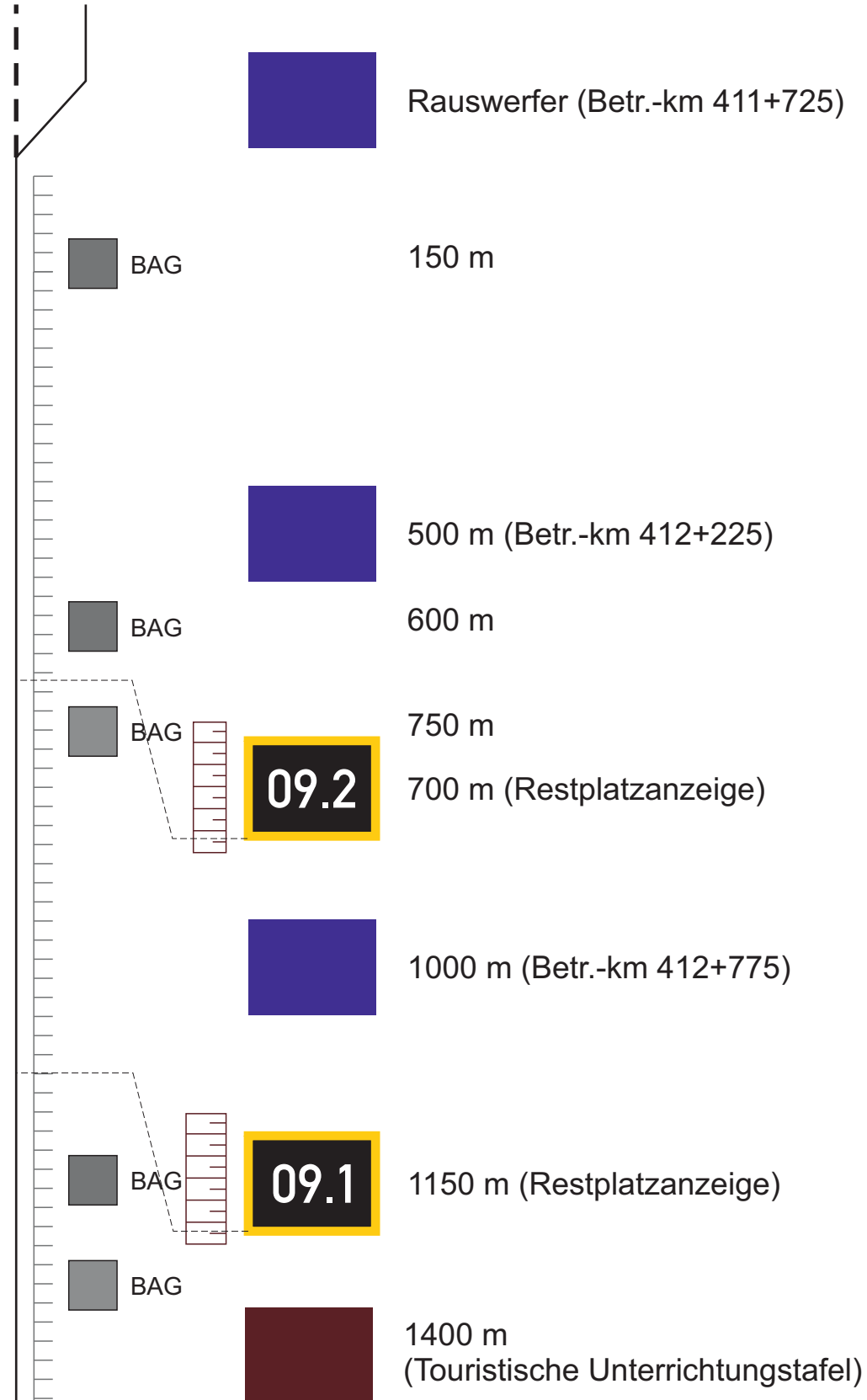


-  Schutzeinrichtung
-  Lärmschutzwand
-  Notrufsäule

Abweichungen zur Regelaufstellung aufgrund von  
- BAG-Schilder

FR Nürnberg ↑

BAG-Schilder im Mittelstreifen auf diesem Plan  
nicht dargestellt, da irrelevant für Restplatzanzeigen



Standortfestlegung am 19.11.2019

Betriebskilometer (ca.):  
412+450

Lagebezug zur Fahrbahn:  
Fbk bis Vorderkante-Schild = 2,20 m

Tiefbau:  
Gelände angleichen für ebene Fläche

Fahrzeug-Rückhaltesysteme:  
keine Maßnahme



Standortfestlegung am 19.11.2019

Betriebskilometer (ca.):  
412+875

Lagebezug zur Fahrbahn:  
Fbk bis Vorderkante-Schild = 2,20 m

Tiefbau:  
Fundament in Einschnittböschung  
setzen

Fahrzeug-Rückhaltesysteme:  
keine Maßnahme



**PWC Offenbau Ost**

zuständig: ABDN, AM Greding



aufgestellt: **SSP** Consult  
Beratende Ingenieure GmbH

Büro München  
Lukas Kremtz  
Spiegelstraße 9  
81241 München  
Tel.: 089/143 155-0, Fax: 089/143 155-44  
www.ssp-consult.de

München, den 19.11.2019

Anlage 03 Blatt 1 von 1

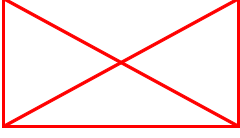
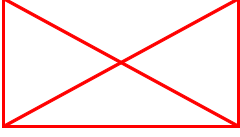
Lkw-PLS BAB A9 Nürnberg-München  
Wirksamkeitsanalyse mittels Vorher-Nachher-  
Untersuchung

**Beispiel zur Standortplanung  
von LED-Standorten einer Rastanlage**

Maßstab: schematisch

Richtung Nürnberg

statisch dyn.

		<b>11</b>	<b>T+R Nürnberg-Feucht</b>	<b>385,3</b>
11.2	P Lkw Ende Testfeld Lkw-PLS A9			
11.1	Feucht ...			
		<b>10</b>	<b>PWC Göggelsbuch</b> Parkplatz gesperrt	<b>400,7</b>
40.2				
40.4				
		<b>09</b>	<b>PWC Offenbau</b>	<b>411,5</b>
	P Lkw			
09.2	26 km ...			
09.1	Offenbau ...			
		<b>08</b>	<b>T+R Greding</b>	<b>423,8</b>
	P Lkw			
08.2	39 km ...			
08.1	12 km ... Greding ...			
		<b>07</b>	<b>PWC Gelbelsee</b>	<b>436,6</b>
	P Lkw			
07.2	25 km ...			
07.1	13 km ... Gelbels. ...			
		<b>06</b>	<b>T+R Köschinger Forst</b>	<b>450,7</b>
	P Lkw			
06.2	27 km ...			
06.1	14 km ... Kösch. F. ...			
		<b>05</b>	<b>PWC Baarer Weiher</b>	<b>468,5</b>
	P Lkw			
05.2	32 km ...			
05.1	18 km ... Baarer W. ...			
		<b>04</b>	<b>PWC Rohrbach</b> Parkplatz gesperrt	<b>477,1</b>
04.2				
04.4				
		<b>03</b>	<b>PWC Eichfeld</b>	<b>495,8</b>
	P Lkw			
03.2	45 km ...			
03.1	27 km ... Eichfeld ...			
		<b>02</b>	<b>T+R Fürholzen</b>	<b>510,6</b>
	P Lkw			
02.4	42 km ...			
02.3	15 km ...			
02.2	Fürholz. ...			
02.1				
		<b>01</b>	<b>PWC Echinger Gfild</b>	<b>517,5</b>
	P Lkw			
01.2	22 km ...			
01.1	7 km ... E. Gfild ...			

Aufgrund des langen Vorlaufs fallen die Kilometerangaben auf den 2 Tafeln unterschiedlich aus.

Aufgrund des langen Vorlaufs fallen die Kilometerangaben auf den 4 Tafeln unterschiedlich aus.

Anlage 04, Blatt 1 von 1  
23.12.2019

Lkw-PLS BAB A9 Nürnberg-München  
Wirksamkeitsanalyse mittels Vorher-Nachher-Untersuchung

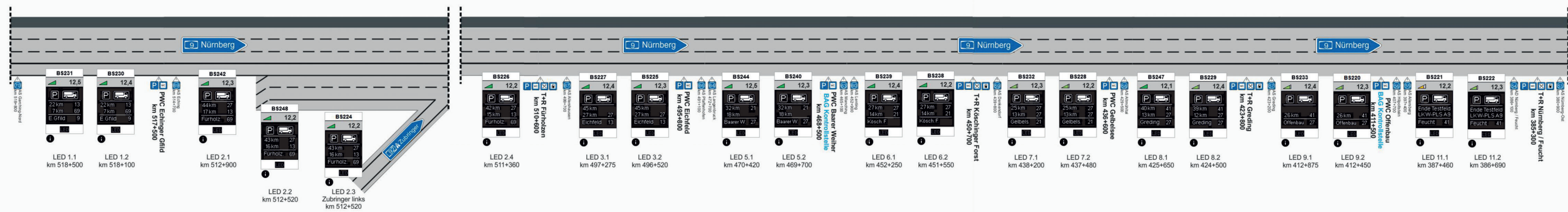
**Schemaplan**  
**des Lastenheftes zu LED-Anzeigen**



Lageplan Ansicht

00.03

Abbrechen



LANDESBAUDIREKTION  
BAYERN

aufgestellt:

München, den 22.08.2020

Anlage 05 Blatt 1 von 1

Lkw-PLS BAB A9 Nürnberg-München  
Wirksamkeitsanalyse mittels Vorher-Nachher-  
Untersuchung

**Hardcopy des Linienbildes  
vom Beobachter-Zugang**

Maßstab: schematisch

# Fragebogen zum LKW-Parkleitsystem

Wissenschaftliche Begleitung des digitalen Testfeldes auf der A9

Technische Universität München

Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Arcisstraße 21, 80333 München.

Sie können sich unter (+49) 89 289 23837 oder [barbara.karl@tum.de](mailto:barbara.karl@tum.de) an uns wenden.


Die Befragung dauert ca. 6 Minuten.

Diese Befragung wird anonymisiert ausgewertet. Nach Absenden des Fragebogens sind keinerlei Rückschlüsse auf Ihre Identität möglich.



**Parkinfo**  
für LKW / for Trucks

[www.bayerninfo.de](http://www.bayerninfo.de) 



**9 Nürnberg - München**

Stellplatzsuche und Parkverhalten allgemein

1. Wie häufig übernachteten Sie im Lkw (auf Tank- und Rastanlagen bzw. Parkplätzen mit WC auf und an der Autobahn)?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ca. 1 x in der Woche
- mehr als 1 x in der Woche
- jeden Werktag in der Woche
- unregelmäßig
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

2. Wann fängt normalerweise Ihre längere tägliche Ruhepause an?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- 15:00 - 16:00 Uhr
- 16:00 - 17:00 Uhr
- 17:00- 18:00 Uhr
- 18:00 - 19:00 Uhr
- 19:00 - 20:00 Uhr
- 20:00 - 24:00 Uhr
- unterschiedlich (je nach start der Tour)
- Sonstiges: \_\_\_\_\_



3. Wie viele Minuten vor Ende der Lenkzeit fangen Sie an, einen Parkplatz zu suchen?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- über 60 min vorher  
 60 - 45 min vorher  
 45 - 30 min vorher  
 30 - 15 min vorher  
 weniger als 15 min vorher  
 unterschiedlich, je nach Tageszeit für die Pause  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

4. Parken Sie heute über Nacht hier?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja  
 Nein

5. Wie viele Minuten vor Ende der Lenkzeit haben Sie heute geparkt?

\_\_\_\_\_

6. Wie oft nutzen Sie diesen bzw. umliegende Parkplätze der A9?

Markieren Sie nur ein Oval.

- ca. 1x in der Woche
- mehr als 1x in der Woche
- ca. 1x im Monat
- unregelmäßig
- nie
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

7. Wo parken Sie generell am liebsten?

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Parkplatz mit WC
- Tank- und Rastanlage
- Autohof
- keine Präferenz
- Sonstiges:  \_\_\_\_\_

8. Wenn Sie keinen Stellplatz finden, was machen Sie dann?

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- in der Ein- oder Ausfahrt parken
- nächste Anlage (Tank- und Rastanlagen oder Parkplatz mit WC) anfahren
- nächsten Autohof anfahren
- von Autobahn abfahren
- Sonstiges:  \_\_\_\_\_

9. Wie informieren Sie sich während der Fahrt über die Parkplatzsituation?

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Internet/App (z.B. BayernInfo)  
 Spedition  
 Austausch über Funk/WhatsApp/Chats mit anderen Fahrern  
 gar nicht

Sonstiges:  \_\_\_\_\_

10. Wussten Sie heute, wie die Parkplatzauslastung sein wird?

Markieren Sie nur ein Oval.

- Ja  
 Nein

11. Wann ist für Sie ein Parkplatz "voll" ?

Markieren Sie nur ein Oval.



alle Stellplätze sind belegt



LKW parken in Gassen und in Ein-/Ausfahrten

BayernInfo



12. Haben Sie dieses Schild über BayernInfo gesehen?

Markieren Sie nur ein Oval.

Ja

Nein

13. Kennen Sie BayernInfo (App oder [www.bayerninfo.de](http://www.bayerninfo.de))?



Markieren Sie nur ein Oval.

Ja

Nein

14. Wissen Sie, dass Sie sich über BayernInfo die Zahl der freien Lkw-Parkplätze anzeigen lassen können?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja  
 Nein

#### BayernInfo über App vorführen

15. Haben Sie, wenn Sie in Deutschland sind, generell einen Zugang zum Internet in Ihrem Fahrzeug?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja  
 Nein

16. Nutzen Sie BayernInfo, um einen Parkplatz zu finden?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja (bisher)  
 Ja (in Zukunft vorstellbar)  
 Nein

17. Glauben Sie, dass wenn Sie dank BayernInfo wissen, wie viele Stellplätze wo frei sind, erst später mit der Parkplatzsuche beginnen müssen?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja  
 Nein  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

18. Gibt es Gründe, die gegen die Nutzung von BayernInfo sprechen?

*Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.*

- ich habe keinen Zugang zum Internet im Fahrzeug  
 ich habe nicht die Gelegenheit, BayernInfo abzurufen  
 ich sehe keinen Sinn darin, BayernInfo zu verwenden  
 ich habe viel Erfahrung, brauche daher keine zusätzliche Information  
Sonstiges:  \_\_\_\_\_

#### LED-Schild mit Restplatzanzeige

Um die Parkplatzsuche für Lkw-Fahrer zu erleichtern, sind seit August LED-Schilder mit Echtzeitinformationen über die Belegung von Parkplätzen aufgestellt und in Betrieb genommen worden. Die LED-Schilder sind 2-fach ca. 1250m und 750 m vor den entsprechenden Parkplätzen aufgestellt.

19. Haben Sie dieses Schild gesehen?



Markieren Sie nur ein Oval.

- Ja
- Nein
- Konnte nicht gesehen werden (zu wählen bei Antwort "Nein" und Fahrtrichtung München)

20. Sind die Schilder grundsätzlich verständlich?

Markieren Sie nur ein Oval.

- Ja
- Nein
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

21. Lassen Sie sich von den LED-Schildern bei der Parkplatzsuche leiten?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja, habe ich bereits
- Ja, werde ich in Zukunft
- Nein (Falls nein, warum unter sonstiges Angeben)
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

22. Fangen Sie mit den LED-Schildern erst später mit der Parkplatzsuche an, da Sie so wissen wo Stellplätze frei sind?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Ja
- Nein
- Sonstiges: \_\_\_\_\_



23. Welches Design gefällt Ihnen am besten?

Markieren Sie nur ein Oval.



1



2

Sonstiges: \_\_\_\_\_



3

24. Welche Reihenfolge der Angaben bevorzugen Sie bei dem LED-Schild?

Markieren Sie nur ein Oval.



vom nächsten bis zum am weitesten entfernten Parkplatz (Leserichtung "von oben nach unten")

Sonstiges: \_\_\_\_\_



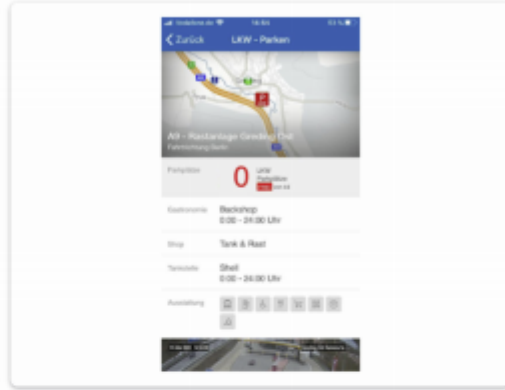
vom am weitesten entfernten bis zum nächsten Parkplatz (Leserichtung "von unten nach oben")

25. Welche Informationen würden Sie lieber nutzen?

Markieren Sie nur ein Oval.



Nur LED-Schilder



Nur BayernInfo App

Sonstiges: \_\_\_\_\_



LED-Schilder und BayernInfo App

26. Wie ist ihre Nationalität?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- Deutsch
- Polnisch
- Türkisch
- Tschechisch
- Rumänisch
- Russisch
- Ukrainisch
- Ungarisch
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

27. Wie alt sind Sie?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- < 30 Jahre
- 31 - 40 Jahre
- 41 - 50 Jahre
- 51 - 60 Jahre
- > 60 Jahre
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

28. Wie viel Berufserfahrung haben Sie?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- < 5 Jahre  
 5 - 10 Jahre  
 10 - 20 Jahre  
 > 20 Jahre

29. Was ist der Start Ihrer Route?

\_\_\_\_\_

30. Was ist das Ziel ihrer Route?

\_\_\_\_\_

31. Haben Sie Vorschläge zur Verbesserung?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Vielen Dank für Ihre Zeit!**

Auszufüllen vom Fragesteller

32. Nationalität des Kennzeichens

33. Geschlecht:

*Markieren Sie nur ein Oval.*

weiblich

männlich

divers

34. Auf welchem Parkplatz findet die Befragung statt?

*Markieren Sie nur ein Oval.*

PWC Echinger Gfild

PWC Brunngas

TR Fürholzen Ost

TR Fürholzen West

PWC Baarer Weiher Ost

PWC Baarer Weiher West

TR Köschinger Forst Ost

TR Köschinger Forst West

Sonstiges: \_\_\_\_\_

35. Notizen (z.B. Eindruck über den Befragten)

\_\_\_\_\_

	Woche 1				Woche 2				Woche 3				Woche 4				Woche 5				Woche 6				Woche 7				Woche 8				Mittelwert je Rastanlage	
Fahrtrichtung Nürnberg	09.12.2019	10.12.2019	11.12.2019	12.12.2019	16.12.2019	17.12.2019	18.12.2019	19.12.2019	06.01.2020	07.01.2020	08.01.2020	09.01.2020	13.01.2020	14.01.2020	15.01.2020	16.01.2020	20.01.2020	21.01.2020	22.01.2020	23.01.2020	27.01.2020	28.01.2020	29.01.2020	30.01.2020										
Phase 1neu																																		
place																																		
a009baarerweierost	98,5	75,5	97	89,4	95	97,8	94,2	90,3	97,1	97	97,1	82,2	95,4	94,3	96,8	90,2	96,8	96,6	98	91,5	97,5	92,9	93,9	90,8	93,6									
a009echingerfild	80,7	94,8	97,5	92,7	94,3	97,7	98,4	86,9	97,5	95	96,6	90,9	96,2	76,8	97,6	91,1	96,2	95	92	89,7	95,1	93,3	95,8	90,9	93									
a009eichfeldost	81,5	96,7	87,1	94,7	96,8	94,2	94,5	93,9	90,1	95,9	96,4	93,1	87,8	91,3	96,8	78,4	97,4	96	93,4	93,5	95,3	94,3	80,1	92,7	92,2									
a009feuchtost	86,1	89,6	87,4	85,4	86,5	88,7	90	85,1	89,3	87,8	88,5	82,7	93,9	90,8	87,1	85,3	90,5	87,2	87,4	85,6	84,5	87,3	90,1	83,7	87,5									
a009fuerholzenost	93,2	91,8	94	86,9	93,5	94,1	93,8	85,4	91,6	90,4	95,5	86	92,4	93,9	92	84,5	91,2	92,7	93,4	84,3	90,6	85,6	91,9	86,5	90,6									
a009gelbseest	94,3	99,3	94	97,6	96,6	96,8	98,5	92	98,7	97,2	96,4	94,2	99,6	90,1	98,5	92,1	94,1	91,3	98,4	92,8	99,3	93,8	98,7	93,9	95,8									
a009gredingost	97,4	97,2	97,2	93,8	98,7	97,3	94,7	94,3	97,5	98,3	93,1	92,9	95,9	95,1	97,5	91,7	95,6	94,4	95,8	90,6	94,7	95,9	96,6	91,3	95,3									
a009koeschingerforstost	85,7	90,5	88	88,5	86,9	89,7	88	87,2	82,9	87	88,3	85	88	86,9	90,5	87,4	86,2	89,5	88,7	89,7	84	83,6	92,7	85	87,5									
a009offenbauost	93	96,7	96,3	91,5	94	96,6	96,3	93,5	94	94,4	93,3	89,2	95,2	94,7	91,7	93,1	92,2	96,8	93,8	89,7	93,4	96,1	97	88,1	87,5									
Mittelwert je Tag	90	92,5	93,2	91,2	93,6	94,8	94,3	89,8	93,2	93,7	93,9	88,5	93,8	90,4	94,3	88,2	93,4	93,3	93,4	89,7	92,7	91,4	93	89,2	93,8									
Mittelwert aus 4 Tagen	91,73				93,13				92,33				91,68				92,45				91,58													
Phase 2neu																																		
place																																		
a009baarerweierost	97,1	97,5	96,8	91,4	98,7	94,1	97,7	90,6	98,5	96,8	98,6	91,8	84,9	95,2	97,9	91	97,3	87,1	97,7	90,1	94,5	92,9	93,9	90,8	94,5									94,5
a009echingerfild	89,5	92,9	90,4	88,6	94,6	79,9	45,5	80,9	76,9	93,9	93,8	86,6	90,9	92,2	92,2	82,5	91,5	89,7	35,1	78	91,5	93,3	95,8	90,9	83,3									90,6
a009eichfeldost	81,5	94	96,3	90,7	92,5	83,4	99,5	93,3	90,6	93,7	93,3	90,6	92,1	97,4	95,4	89,9	97,4	69,9	88,4	95,6	97,4	95,8	95,8	91,3	91,3									85,1
a009feuchtost	79,7	66,8	91,6	84,6	87	87,2	86,9	71,7	89,9	89,8	86	83,3	91,3	90,8	85,9	82,6	83,6	90,3	88,6	84,7	83,6	90,3	88,6	84,7	84,7									91,4
a009fuerholzenost	93,2	93,8	93,3	86,4	93,4	92,6	91,1	84,3	94,1	91,7	92,4	87,7	93,2	93	95,4	85,8	93	93,2	94,7	83,3	93,2	93,2	94,7	83,3	83,3									97,3
a009gelbseest	97,7	100	98,7	94,4	97,1	99,7	100	94,1	99,6	97,4	97,5	94,2	97,4	97,9	99,3	94,3	94,4	99,3	98,5	94,5	95,7	95,3	95	94,1	94,1									95,2
a009gredingost	95,4	96	96,2	93,5	97	96,9	94,7	92,3	96,6	96,1	94,6	92,7	96,6	95,6	96,1	95	95,7	95,3	95	94,1	95,7	95,3	95	94,1	94,1									88,4
a009koeschingerforstost	85,1	86,7	90,2	91,3	92,3	90,8	89,8	87	89,5	91,1	90,5	90,4	90,6	88,4	88,8	83,6	86,7	88,1	80,6	87,5	86,7	88,1	80,6	87,5	87,5									88,4
a009offenbauost	65,9	96	98,5	92,6	93,8	95,4	97,4	91,4	96,5	94,2	96,5	91,4	95,5	97	95,9	95,9	96,3	95	96,8	93	96,3	95	96,8	93	93									88,4
Mittelwert je Tag	87,2	91,5	94,7	90,4	94	91,1	89,2	87,3	93,1	93	92,7	89,9	92,5	94,2	94,1	89	92,9	89,8	86,2	89	92,9	89,8	86,2	89	89,2									93,8
Mittelwert aus 4 Tagen	90,95				90,40				92,18				92,45				89,48																	
Phase 3																																		
place																																		
a009baarerweierost	97,3	90,3	92,7	94,9	97,3	91,5	97	95,6	99,5	92,3	87,9	80,5	89,3	86,3	101,1	85,5	98	98,7	99,1	83,8	11,1	90,1	89	93,6	89,3									89,3
a009echingerfild	95,7	96	95,2	92,9	97,3	94,8	96,2	92,6	93,3	81,2	96,3	90,9	92,8	99,7	94,3	90,6	98,2	97,9	96,4	93,7	28,6	95,8	98,1	90,5	90,5									91,6
a009eichfeldost	95,7	95,6	97	91,6	64,6	98,6	97,1	93,5	97	98,4	96,5	94	97,7	94,6	95,6	94,7	94,1	100	97,6	95,3	0	101,1	95,8	94	94									90,8
a009feuchtost	92,8	91,6	93	86,9	91,8	89,1	94,7	86	90,3	91,2	93,4	88,5	88,4	91,9	92,5	89,2	96,7	95,5	89,5	85,5	10	90,3	88,5	33,3	33,3									85
a009fuerholzenost	96,1	95,7	96,3	88,5	95,4	96,5	95,8	88,3	98,5	94,8	96,8	89,6	97,4	95	95,9	90,1	97,9	97,6	95,6	90,5	18,2	94,5	94,7	91,8	91,8									91,3
a009gelbseest	96,8	94,9	98,3	90,5	95,6	97,6	97,5	91,8	95,6	99,7	99,3	92,7	97,8	93,6	99,7	94,5	98	97,8	97,3	91,5	14,3	97,4	97,2	96,3	96,3									92,7
a009gredingost	95,6	98,8	95,1	93,7	94,2	95,6	98,2	95,1	98,4	91,5	91,5	89	94,5	95,6	94,9	92,7	97,2	97,1	97,5	90	0	96,7	96,6	94,7	94,7									91
a009koeschingerforstost	92,3	87,1	85,3	90,2	91,5	88,2	92,2	91,2	87,5	90,7	91,8	88,6	90,4	90,8	89,4	90	90,5	91,8	88,9	84,2	57,1	89,8	83,3	88,4	88,4									88
a009offenbauost	97,7	95,9	97,5	93	96	96,6	98,7	93	97,8	95,6	97,9	92,9	95,6	99	92,4	90,9	95,6	97,5	96,5	93,8	14,3	95,2	92,7	95,2	95,2									92,1
Mittelwert je Tag	95,6	94	94,5	91,4	91,5	94,3	96,4	91,9	95,3	92,8	94,6	89,6	93,8	94,1	95,1	90,9	96,2	97,1	95,4	89,8	17,1	94,5	92,9	86,4	86,4									
Mittelwert aus 4 Tagen	93,88				93,53				93,08				93,48				94,63				72,73													
Phase 4																																		
place																																		
a009baarerweierost	94	88,6	93	91,4	96,2	95,4	96	92,7	97,7	98	95,9	91,4	92,6	99,1	86,2	91,6	98,2	94,9	98,3	92,9	96,4	97	97,3	93,7	93,7									94
a009echingerfild	98,6	97,6	98,3	90,1	95,8	94,6	95,8	91,6	97,1	95,6	93,9	91,2	99,1	95,5	90,5	90,2	96,4	82,6	99	91,8	76,1	94,3	96,7	75,1	75,1									89,9
a009eichfeldost	98,4	96,2	94,5	71,4	96,7	97,4	95,3	92,4	96,3	96,6	98,3	90,2	90,7	96,7	94,4	91,3	97,6	100,6	97,7	91,1	93,8	95,2	94,6	91,9	91,9									89,3
a009feuchtost	90,3	93,9	91,7	85,3	94,9	90,9	92,1	84	90,5	91,6	93,8	87,8	88	94,4	89,8	88,2	88,6	90,1	91	90,2	90,1	93,8	94,1	83,2	83,2									89,3
a009fuerholzenost	93,1	96,9	96,4	90,9	97	96	95,3	89,3	96,8	92,3	96	92,1	95,2	92,9	94,4	91	95,9	93,8	95,3	88,1	95,7	96,4	95,8	90,7	90,7									93,8
a009gelbseest	98,8	97,5	95,7	93,8	99,6	95,1	98,7	93,2	98,1	97,5	96	91,8	94,7	95,8	96,6	92,5	101,3	93,4	98,7	94,6	98,2	99,7	95,7	92,5	92,5									96,2
a009gredingost	96,5	95,3	96,1	93,8	92,3	97,1	95,3	93,8	96,2	96	93,2	91,8	94,2	97,5	97,4	95,7	96,6	96,4	96,6	93,6	93,8	92,2	93,9	93,8	93,8									93,9
a009koeschingerforstost	86,1	87,2	83	84	85,6	88	88,5	90,9	88	89,4	89,8	88,7	83,3																					

