

# **Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für den batterieelektrischen Straßengüterverkehr in Deutschland – Eine ökonomische Analyse**

**Carolin Grüter**

**Thorsten Beckers**

**Hauke Pfaff**

**Lukas Vorwerk**

Diese Studie ist von der **Professur Infrastrukturwirtschaft und -management (IWM) an der Bauhaus-Universität Weimar** im Rahmen des vom **Bundesministerium für Verkehr (BMV)** geförderten Forschungsprojekts „**Hochleistungsladen im Lkw-Fernverkehr**“ (**HoLa**) erstellt worden.

**April 2026**

## **Verzeichnisse**

### **Inhaltsübersicht**

<b>Verzeichnisse.....</b>	<b>ii</b>
<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen zum elektrischen Straßengüterverkehr im Allgemeinen und zur Ladeinfrastruktur im Speziellen .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Weitere Grundlagen zur Straßennetz-Ladeinfrastruktur .....</b>	<b>28</b>
<b>4 Theoretische Basis und Zielsystem für die Analysen sowie weiteres Vorgehen .....</b>	<b>42</b>
<b>5 Grundzüge eines Soll-Angebotskonzepts für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur .....</b>	<b>46</b>
<b>6 (Vorgelagerte) Analysen von Organisations-Lösungen bei (weitgehender) Abstraktion von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur .....</b>	<b>82</b>
<b>7 (Vertiefende) Analysen zur Gestaltung der Organisations-Lösung bei Berücksichtigung von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur .....</b>	<b>105</b>
<b>8 Ausblick auf weitere (Forschungs-)Themen .....</b>	<b>112</b>
<b>9 Grundlegende Untersuchung zum Status quo.....</b>	<b>117</b>
<b>10 Übergreifendes Fazit .....</b>	<b>130</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>134</b>

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Verzeichnisse</b> .....	<b>ii</b>
Inhaltsübersicht.....	ii
Inhaltsverzeichnis .....	iii
Abbildungsverzeichnis .....	vii
Tabellenverzeichnis .....	vii
Kastenverzeichnis.....	vii
Abkürzungsverzeichnis .....	viii
<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen zum elektrischen Straßengüterverkehr im Allgemeinen und zur Ladeinfrastruktur im Speziellen</b> .....	<b>7</b>
2.1 Zukünftige Bedeutung des elektrischen Straßengüterverkehrs und der Ladeinfrastruktur .....	7
2.2 Das B-Lkw-System.....	8
2.3 Ladetechnologien und Designoptionen von Ladestationen und -parks .....	12
2.3.1 AC- und DC-Ladetechnologien sowie jeweilige technische Schnittstellen zum Stromsystem und zum B-Lkw.....	13
2.3.1.1 AC-Ladetechnologie .....	13
2.3.1.2 DC-Ladetechnologie.....	14
2.3.2 Design von DC-Ladestationen.....	15
2.3.3 Design von Ladeparks .....	17
2.4 Ladebedürfnisse, Standorttypen und Ladekonstellationen sowie Ausblick auf (wesentliche) Basis-Produkte für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur.....	18
2.4.1 (Wesentliche) Ladebedürfnisse im Kontext der Charakteristika des Lkw-Verkehrs und bei besonderer Berücksichtigung der Lenk- und Ruhezeiten....	18
2.4.1.1 Charakteristika des Lkw-Verkehrs im Allgemeinen und der potenziellen Nutzer der Straßennetz-Ladeinfrastruktur im Speziellen .....	18
2.4.1.2 Gesetzliche Vorgaben zu Fahrunterbrechungen und zu Ruhezeiten und dadurch determinierte Standzeiten der Lkw .....	21
2.4.1.3 (Wesentliche) Ladebedürfnisse .....	22
2.4.2 Standorttypen im Straßennetz und an Start- und Zielpunkten.....	24
2.4.3 (Vereinfachte) Systematisierung von Ladekonstellationen und Ausblick auf (wesentliche) Basis-Produkte für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur .....	24
<b>3 Weitere Grundlagen zur Straßennetz-Ladeinfrastruktur</b> .....	<b>28</b>
3.1 Externe Einflussfaktoren auf die Kapazitätsdimensionierung und Verortung .....	28
3.1.1 Batterien und insbesondere Batteriekosten und -gewicht.....	28
3.1.2 Lkw-Touren und Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten.....	30
3.2 Wesentliche Charakteristika der Bestandteile der Straßennetz-Ladeinfrastruktur.....	31
3.2.1 Strukturierung der Kosten von Ladeinfrastruktur-Anlagen.....	32
3.2.1.1 Schätzungen zur Höhe der Investitionskosten .....	32
3.2.1.2 Kostenstruktur.....	33
3.2.1.2.1 Durch Kapazitätsentscheidungen bedingte Kosten .....	33
3.2.1.2.2 Durch die Nutzung bedingte Kosten .....	34
3.2.2 Strukturierung der Kosten im Kontext der Errichtung oder der Erweiterung von Stromnetzanschlüssen .....	35
3.2.2.1 Stromnetzanschluss im engen Sinne .....	35

3.2.2.2	Stromnetzanschluss im weiten Sinne bei Berücksichtigung der Implikationen auf Seiten des Stromnetzes und des Ladeparks .....	36
3.2.3	Zentrale Charakteristika der (Park-)Flächen mit Bezug zu den Standorttypen im Straßennetz.....	37
3.2.3.1	An den Bundesautobahnen .....	38
3.2.3.1.1	Direkt an den Bundesautobahnen .....	38
3.2.3.1.2	Indirekt an den Bundesautobahnen .....	40
3.2.3.2	An Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz .....	41
3.2.3.3	In Ballungsräumen.....	41
<b>4</b>	<b>Theoretische Basis und Zielsystem für die Analysen sowie weiteres Vorgehen .....</b>	<b>42</b>
4.1	(Institutionen-)ökonomische Erkenntnisse als Grundlage für die Ausgestaltung und Bewertung von Organisations-Lösungen .....	42
4.2	Zielsystem und Vorgehen bei den Analysen.....	44
<b>5</b>	<b>Grundzüge eines Soll-Angebotskonzepts für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur .....</b>	<b>46</b>
5.1	Vorstellung von Basis-Produkten zur Adressierung unterschiedlicher Ladebedürfnisse.....	46
5.1.1	Bedeutung und Grundzüge der Basis-Produkte .....	46
5.1.1.1	<i>Block-45</i> und <i>Block-540</i> als essenzielle Basis-Produkte für den Fernverkehr..	46
5.1.1.2	<i>Sofort</i> und <i>Block-Flex</i> als Basis-Produkte für weitere (bestimmte) Ladebedürfnisse .....	48
5.1.1.3	<i>FlexDauer</i> als ein Basis-Produkt für weitere (unbestimmte) Ladebedürfnisse .	49
5.1.2	Rationalität für die Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte und für die Begrenzung auf einige (wenige) Basis-Produkte.....	49
5.1.2.1	Rationalität für die Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte .	50
5.1.2.2	Rationalität für die Begrenzung der Differenzierung auf einige (wenige) Basis-Produkte und für diesbezügliche Vereinfachungen in dieser Studie .....	51
5.2	Kapazitätsdimensionierung.....	52
5.2.1	Anzahl, Größe und Verteilung von Ladeparks .....	52
5.2.2	Ausgestaltung von (einzelnen) Ladeparks .....	53
5.2.2.1	Separate Betrachtung der einzelnen Basis-Produkte bei Abstraktion von der (technischen) Umsetzung.....	53
5.2.2.2	Potenziale der übergreifenden (technischen) Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen bezüglich der Basis-Produkte und einer (statisch oder dynamisch) zeitlich differenzierten Kapazitätsaufteilung .....	54
5.2.3	Besonderheiten mit Bezug zu Standorttypen.....	56
5.2.4	(Einige weitere) spezifische Aspekte in der Markthochlaufphase.....	58
5.3	Kapazitätsvermarktung .....	58
5.3.1	Grundgedanken und Ziele der Produkt- und Preisgestaltung, Überlegungen zur Nutzerinteraktion sowie weitere Struktur.....	59
5.3.2	Preisgestaltung für die verschiedenen Basis-Produkte .....	60
5.3.2.1	Grundzüge der Preisstruktur mit Bezug zu allen Basis-Produkten und Besonderheiten im Hinblick auf den Strompreis bei Block-Basis-Produkten ....	61
5.3.2.2	(Relative) Preisgestaltung für die Basis-Produkte.....	63
5.3.2.2.1	Zielsetzungen der (relativen) Preisgestaltung.....	63
5.3.2.2.2	Preiskomponenten und -relationen der Basis-Produkte .....	63
5.3.2.2.2.1	Das Basis-Produkt <i>Block-45</i> .....	63
5.3.2.2.2.2	Die Basis-Produkte <i>Block-540</i> und <i>Block-Flex</i> sowie Preisrelationen der Block-Basis-Produkte.....	64
5.3.2.2.2.3	Das Basis-Produkts <i>Sofort</i> und Preisrelationen .....	65
5.3.2.2.2.4	Das Basis-Produkt <i>FlexDauer</i> und Preisrelationen .....	66
5.3.2.2.3	Fazit zur (relativen) Preisgestaltung für die Basis-Produkte.....	67

5.3.2.3	Zeitliche und räumliche Preisdifferenzierung .....	67
5.3.2.3.1	Eine ausschließlich statische Preisdifferenzierung .....	67
5.3.2.3.1.1	Grundsatzüberlegungen .....	67
5.3.2.3.1.2	Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen.....	69
5.3.2.3.2	Fragen zur Ausgestaltung und Potenziale einer dynamischen Preisdifferenzierung.....	70
5.3.2.3.2.1	Grundlegende Gestaltungsfragen sowie Potenziale und Grenzen einer dynamischen Preisdifferenzierung .....	71
5.3.2.3.2.2	Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen.....	71
5.3.3	Rationalität für eine Nutzergruppensegmentierung sowie Grundzüge der Ausgestaltung und alternative Ansätze .....	72
5.3.3.1	Interdependenzen zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten .....	72
5.3.3.2	Transitverkehr.....	73
5.3.4	Rationalität für Prioritätsrechte und Grundzüge der Ausgestaltung.....	73
5.3.4.1	Grundsatzüberlegungen .....	74
5.3.4.2	Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen .....	75
5.3.5	Rationalität für Reservierungen und erste Ideen zur Ausgestaltung .....	76
5.3.5.1	Grundsatzüberlegungen .....	77
5.3.5.2	Preisgestaltung im Zusammenhang mit Reservierungen und Interdependenzen zur Preisgestaltung für die Basis-Produkte .....	77
5.3.5.3	Weitere (selektive) Gestaltungsfragen und erste Empfehlungen .....	78
5.3.6	(Einige weitere) spezifische Aspekte in der Markthochlaufphase.....	79
5.4	Fazit .....	81
<b>6</b>	<b>(Vorgelagerte) Analysen von Organisations-Lösungen bei (weitgehender) Abstraktion von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur .....</b>	<b>82</b>
6.1	Vergleich von idealtypischen Organisations-Lösungen.....	82
6.1.1	Fokus auf <i>Block-45</i> bei Abstraktion von weiteren Basis-Produkten .....	82
6.1.1.1	Staatliche Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft.....	83
6.1.1.1.1	Grundzüge der Organisations-Lösung.....	83
6.1.1.1.2	Analyse zur Organisations-Lösung .....	83
6.1.1.1.2.1	Entscheidungen zum Angebotskonzept im Allgemeinen und zur Gesamtkapazität, der Verteilung der Kapazitäten sowie zur Produkt- und Preisgestaltung im Speziellen.....	84
6.1.1.1.2.2	Auswahl der Flächen und langfristige Sicherung von Nutzungsrechten.....	85
6.1.1.1.2.3	Leistungserstellung bzw. Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen .....	88
6.1.1.1.2.4	Strombelieferung.....	89
6.1.1.2	Bereitstellung durch private Akteure im (mehr oder weniger intensiven) Wettbewerb.....	90
6.1.1.2.1	Grundzüge der Organisations-Lösung sowie denkbare Eigentums- und Governance-Varianten.....	90
6.1.1.2.1.1	Grundzüge der Organisations-Lösung .....	90
6.1.1.2.1.2	Denkbare Eigentums- und Governance-Varianten für die Bereitstellung der Straßennetz-Ladeinfrastruktur vor dem Hintergrund von spezifischen Investitionen und Ressourcenvorteilen .....	91
6.1.1.2.2	Analyse zur Organisations-Lösung .....	92
6.1.1.2.2.1	Dritte im Wettbewerb bei Abstraktion von Transportunternehmen und Nutzfahrzeughherstellern als (vertikal integrierte) Anbieter .....	93
6.1.1.2.2.2	Implikationen von Transportunternehmen und Nutzfahrzeughherstellern als weitere potenzielle Anbieter .....	94
6.1.1.2.2.3	Potenzielle Marktkonsolidierung im Zeitverlauf und Fazit .....	95

6.1.1.3	Bereitstellung durch einen staatlich unterstützten und „regulatorisch eingerahmten“ Club von Nutzfahrzeugherstellern bzw. von (allen) Transportunternehmen .....	96
6.1.1.4	Vergleichende Beurteilung und Schlussfolgerungen .....	96
6.1.2	Einbezug von <i>Block-540</i> und der weiteren Basis-Produkte .....	97
6.1.2.1	Fokus auf <i>Block-540</i> bei Abstraktion von weiteren Basis-Produkten .....	97
6.1.2.2	Integrierte Betrachtung der Basis-Produkte <i>Block-45</i> und <i>Block-540</i> sowie anschließend aller Basis-Produkte .....	98
6.2	Entwicklung und Bewertung „gemischter“ Organisations-Lösungen .....	99
6.2.1	Organisations-Lösungen mit teilweise (rein) staatlicher und teilweise (rein) privater Bereitstellung .....	99
6.2.1.1	Grundgedanken zu Organisations-Lösungen und Annahme einer zentralen Vertriebs-Plattform .....	99
6.2.1.2	Analyse der Organisations-Lösungen bei Einbezug der Frage der Dimensionierung des staatlichen und privaten Kapazitätsanteils .....	100
6.2.2	Organisations-Lösungen mit staatlicher Förderung (und Regulierung) für den (grundsätzlich) privaten Kapazitätsanteil .....	101
6.3	Fazit .....	103
<b>7</b>	<b>(Vertiefende) Analysen zur Gestaltung der Organisations-Lösung bei Berücksichtigung von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur .....</b>	<b>105</b>
7.1	Grundzüge der Organisations-Lösung .....	105
7.1.1	Grundzüge der Organisations-Lösung im Allgemeinen .....	105
7.1.2	Ausgestaltung der Finanzierung im Speziellen .....	106
7.2	Standorttyp-bezogene Ausgestaltungsfragen zur Organisations-Lösung .....	107
7.2.1	Kapazitätsdimensionierung und Zuordnung der staatlichen bzw. privaten Bereitstellungsverantwortung .....	107
7.2.1.1	An den Bundesautobahnen .....	107
7.2.1.1.1	Direkt an den Bundesautobahnen .....	107
7.2.1.1.2	Indirekt an den Bundesautobahnen .....	108
7.2.1.2	An Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz .....	108
7.2.1.3	In Ballungsräumen .....	109
7.2.2	Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils durch eine Bundesgesellschaft .....	109
7.3	Fazit .....	110
<b>8</b>	<b>Ausblick auf weitere (Forschungs-)Themen .....</b>	<b>112</b>
8.1	(Weitestgehend) ausgeklammerte Themenbereiche .....	112
8.1.1	Staatliche Maßnahmen mit Bezug zur Strombelieferung .....	112
8.1.2	Staatliche Involvierung in die Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten .....	113
8.1.3	Synergiepotenziale zwischen Pkw- und Lkw-Ladeinfrastruktur .....	113
8.2	Vorstehende technisch-systemische Annahmen zur Gestaltung des elektrischen Straßengüterverkehrs .....	114
8.3	Fazit .....	115
<b>9</b>	<b>Grundlegende Untersuchung zum Status quo .....</b>	<b>117</b>
9.1	Darstellung und Einordnung .....	117
9.1.1	Lkw-Schnellladenetz des Bundes .....	117
9.1.1.1	Kapazitätsdimensionierung .....	118
9.1.1.2	Kapazitätsvermarktung .....	119
9.1.1.3	Leistungserstellung im Rahmen der Anwendung des ÖPP-Ansatzes .....	121
9.1.1.3.1	Kernaspekte des Vertragsdesigns mit Fokus auf die Finanzflüsse .....	121

9.1.1.3.2 Auswahl der Auftragnehmer und Loszuschnitt .....	122
9.1.1.4 Finanzierung des Lkw-Schnellladenetzes .....	123
9.1.2 (In der Regel geförderte) Ladeinfrastruktur von privaten Anbietern .....	124
9.2 Wesentliche Kritikpunkte mit Fokus auf der Ausgestaltung des Lkw-Schnellladenetzes .....	126
9.3 Fazit .....	129
<b>10 Übergreifendes Fazit .....</b>	<b>130</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>134</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Bestandteile eines B-Lkw-Systems und weitere Differenzierung der für die Auslegung der (Straßennetz-)Ladeinfrastruktur relevanten Sub-Bestandteile .....	8
Abbildung 2 Übersicht über verschiedene Ladestecker (Typ-2-, CCS- und MCS-Stecker) .....	14
Abbildung 3 Vereinfachte schematische Darstellung von Designoptionen von Ladestationen .....	16
Abbildung 4 Überblick über Ladekonstellationen und die jeweilige Relevanz .....	25
Abbildung 5 Beispielhafte Darstellung von denkbaren Ladestrategien und Substitutionsmöglichkeiten von Straßennetz-Ladeinfrastruktur durch Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten .....	31
Abbildung 6 Differenzierung von Standorttypen im Bereich des Straßennetzes .....	38
Abbildung 7 Loszuschnitt für das erste Vergabeverfahren für das Lkw-Schnellladenetz mit Bezug zu den unbewirtschafteten Rastanlagen .....	123

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 Schätzung der Investitionskostenentwicklung der Ladeinfrastruktur nach Ladeleistung (in Euro) .....	32
--	----

## **Kastenverzeichnis**

Kasten 1: Gegenüberstellung der Ladekonstellationen mit den im Kontext des Masterplan Ladeinfrastruktur II entwickelten Ladeszenarien für schwere Nutzfahrzeuge .....	27
Kasten 2: Prioritätsrechte als Ansatz zum Schutz von spezifischen Investitionen in B-Lkw in der Markthochlaufphase .....	80

## **Abkürzungsverzeichnis**

AC	Wechselstrom (engl. alternating current)
BAB	Bundesautobahn
B-Lkw	Batterieelektrischer Lastkraftwagen
CCS	Combined Charging System
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
EE	Erneuerbare Energien
E-SGV	Elektrischer Straßengüterverkehr
fixP-Standzeit	Fixpreis für die durch die Block-Basis-Produkte determinierte Standzeit
KBV	konventionelle Beschaffungsvariante
LFP	Lithium-Ferrophosphat / Lithium-Eisenphosphat
Lkw	Lastkraftwagen
LP	Ladepunkt
MCS	Megawatt Charging System
NMC	Nickel-Mangan-Kobalt
OCP	Offener Kommunikationsstandard für LP (engl. Open Charge Point Protocol)
ÖPP	Öffentlich-Private-Partnerschaft
Pkw	Personenkraftwagen
SGV	Straßengüterverkehr
SN-LI	Ladeinfrastruktur im Straßennetz
SZ-LI	Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten
varP-Energie	Variabler Preis für die Energiemenge pro kWh
varP-Leistung	Variabler Preis für die Ladeleistung pro kW
varP-Standzeit	Variabler Preis für die Standzeit pro Minute
zGG	Zulässiges Gesamtgewicht

## **Vorbemerkungen**

Diese Studie wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) / Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Projektes „Hochleistungsladen im Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstellt. Die Darstellung und Einordnung des Status quo hinsichtlich der Bereitstellung von Lkw-Ladeinfrastruktur in Deutschland in dieser Studie berücksichtigen Entwicklungen bis einschließlich Dezember 2025.

Carolin Grüter, Thorsten Beckers, Hauke Pfaff und Lukas Vorwerk sind die Autorinnen und Autoren dieser Studie, die von Carolin Grüter mit Unterstützung von Thorsten Beckers konzipiert worden ist. Hauke Pfaff hat an der Erstellung der Studie und speziell an der Darstellung und Einordnung des Status quo mitgewirkt. Lukas Vorwerk hat mit seiner institutionenökonomischen Expertise die Analysen der Organisations-Lösungen kritisch begleitet und damit unterstützt. Die Schrifffassung der Studie ist vollumfänglich durch Carolin Grüter erfolgt.<sup>1</sup> Die substantiellen Beiträge hinsichtlich des Konzepts, der Methodik und des Inhalts dieser Studie sind Carolin Grüter zuzurechnen.

(Zwischen-)Ergebnisse bezüglich der in dieser Studie enthaltenen Analysen sind – nicht zuletzt im Rahmen des HoLa-Projekts – vor- und zur Diskussion gestellt worden. Hinweise und kritische Rückmeldungen von Projektpartnern und von weiteren Akteuren sind in die Studie eingeflossen. In diesem Zusammenhang sei insbesondere Felix Steck und Denis Lask, Mitarbeitern der in die NOW GmbH integrierten Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur, für die gemeinsamen Diskussionen gedankt.

Im Rahmen dieser Studie sind im Übrigen (Vor-)Arbeiten (von Thorsten Beckers und Nils Bieschke) aufgegriffen worden, die in der folgenden Kurzstudie enthalten sind:

Beckers, T. / Bieschke, N. (2021): Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw – Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)ökonomischer Erkenntnisse, im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“ erstelle Kurzstudie, Online-Veröffentlichung; auch erschienen in der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2021/3, S. 140-182.

Weiterhin konnte auf Erkenntnisse aus einem im Auftrag der NOW GmbH von Thorsten Beckers, Carolin Grüter und Nils Bieschke bearbeiteten (Beratungs-)Projekt zum Aufbau von Lkw-Ladeinfrastruktur an den Bundesautobahnen zurückgegriffen werden.

Angemerkt sei, dass parallel zur Erstellung dieser Studie im Rahmen des HoLa-Projekts aus (unions- und verfassungs-)rechtlicher Perspektive untersucht worden ist, inwieweit Gestaltungs- und Reformalternativen hinsichtlich der Bereitstellung öffentlicher Basis-Ladeinfrastruktur für E-Lkw in der Bundesrepublik Deutschland, die in dieser Studie analysiert (und z.T. als vorzugswürdig eingestuft)

---

<sup>1</sup> Zur Textkorrektur sind z.T. auf künstlicher Intelligenz basierte Tools (ChatGPT) unterstützend eingesetzt worden.

worden sind, im aktuellen Rechtsrahmen umgesetzt werden können. Diese juristischen Analysen sind in den folgenden Rechtsgutachten enthalten:

- Weiß, H. / Landerer, L. M. (2026): Die Bereitstellung öffentlicher Basis-Ladeinfrastruktur für E-Lkw in der Bundesrepublik Deutschland – Europarechtliche Rahmenbedingungen; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, [Online-Veröffentlichung](#).
- Hermes, G. (2026): Die Bereitstellung öffentlicher Basis-Ladeinfrastruktur für E-Lkw in der Bundesrepublik Deutschland – Verfassungsrechtliche Rahmenbedingungen; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, [Online-Veröffentlichung](#).

Ferner sind im Rahmen des HoLa-Projekts juristische Analysen durchgeführt worden, die speziell vergabe- und beihilferechtlichen Aspekte für Lkw-Ladeinfrastruktur analysieren und dabei in gewisser Hinsicht auf die in dieser Studie durchgeführten Analysen aufsetzen. Diese Analysen sind in dem folgenden Rechtsgutachten enthalten:

Schulz, L. / Lehnshack, M. (2026): Vergabe von Hochleistungsladeinfrastruktur für E-Lkw im Fernverkehr; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, [Online-Veröffentlichung](#).

# 1 Einleitung

Nach dem Start der Elektromobilität in den Segmenten der Personenkraftwagen (Pkw) und der leichten Nutzfahrzeuge beginnt derzeit auch die Einführung batterieelektrischer Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zGG) von über 12 Tonnen (B-Lkw).<sup>2</sup> Der Markthochlauf der B-Lkw ist einerseits für den Klimaschutz von hoher Bedeutung und bietet andererseits auch Potenziale weitere aktuell durch den Verkehr verursachte Umweltbelastungen sowie die Abhängigkeit von Energieimporten in Deutschland und Europa zu verringern.<sup>3</sup>

## **UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND UND AUSGANGSLAGE**

Im Fokus dieser Studie steht eine effektive und (kosten-)effiziente Bereitstellung von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur für B-Lkw im deutschen Straßennetz (SN-LI).<sup>4</sup> Für die Bereitstellung von SN-LI ist die koordinierte Bereitstellung der Bestandteile der SN-LI und somit der Ladeinfrastruktur-Anlage, des Stromnetzanschlusses sowie der (Park-)Flächen, erforderlich. In dieser Studie stehen Ladeinfrastruktur-Anlagen im Mittelpunkt, die das Laden mit Gleichstrom (engl. direct current (DC)) ermöglichen. Es werden sowohl der im Pkw-Segment etablierte Standard, das Combined Charging System (CCS), als auch der neue Standard, das Megawatt Charging System (MCS), berücksichtigt. Laden mit Wechselstrom (engl. alternating current (AC)) wird nur am Rande betrachtet, da dies im Bereich der SN-LI nicht oder nur von untergeordneter Bedeutung sein dürfte.<sup>5</sup> Bei der Bereitstellung der SN-LI sind Charakteristika der B-Lkw und des Stromsystems von Relevanz. Um das Zusammenspiel zu verdeutlichen, wird in dieser Studie der Begriff des B-Lkw-Systems verwendet. Ein B-Lkw-System umfasst B-Lkw, SN-LI und Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten auf den Lkw-Touren (SZ-LI) sowie das Stromsystem.<sup>6</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass sowohl technisch-systemische als auch institutionelle Aspekte des Stromsystems nur in vereinfachter Weise berücksichtigt werden.<sup>7</sup> Bezüglich der Ausgestaltung von B-Lkw und SZ-LI werden Ausgestaltungsfragen aufgezeigt und Annahmen für die Analysen in dieser Studie gesetzt. Grundsätzlich sind zudem Synergien zwischen SN-LI und Ladeinfrastruktur für Pkw oder leichte Nutzfahrzeuge im Straßennetz denkbar, die aber weitestgehend

---

<sup>2</sup> Es werden drei Fahrzeugklassen im Unionsrecht unterschieden. Nutzfahrzeuge mit einem zGG bis zu 3,5 t zählen zur Fahrzeugklasse N1, Nutzfahrzeuge mit einem zGG zwischen 3,5 t und 12 t zur Fahrzeugklasse N2 und Nutzfahrzeuge mit einem zGG über 12 t zur Fahrzeugklasse N3; vgl. [https://www.kba.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/N/N\\_Fahrzeug.html?nn=828046](https://www.kba.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/N/N_Fahrzeug.html?nn=828046) (zuletzt abgerufen am 16.08.2025).

<sup>3</sup> Vgl. dazu die Gegenüberstellung des Treibhauspotenzials verschiedener Antriebsoptionen im Speziellen und der Umweltwirkungen im Allgemeinen in BIERMANN ET AL. (2024, S. 102–122).

<sup>4</sup> GRÜTER ET AL. (2025) unterscheiden hinsichtlich der räumlichen Dimension zwischen Punkt- und Linien-Ladeinfrastruktur. Weiterhin wird mit Bezug zur Bauform zwischen Säulen- und Oberleitungs-Ladeinfrastruktur differenziert. In dieser Studie wird unter dem Begriff der Ladeinfrastruktur ausschließlich Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur gefasst. Werden Alternativen zur Energieaufnahme, wie Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsysteme angesprochen, wird dies explizit ausgewiesen. Vgl. Abschnitt 2.1.

<sup>5</sup> Vgl. dazu GRÜTER ET AL. (2025, S. 12 f.).

<sup>6</sup> Die Systematisierung von Lkw-System findet auch in GRÜTER ET AL. (2025, S. 2 f.) Anwendung und basiert auf Arbeiten von GIZZI (2016), BECKERS ET AL. (2021) und BECKERS / BIESCHKE (2021).

<sup>7</sup> Technisch-systemische Aspekte adressieren die technische Ausgestaltung bei Berücksichtigung der Interdependenzen der einzelnen Bestandteile und der Anforderungen der Nachfrager. Institutionelle Aspekte betreffen dagegen grundsätzlich den Rahmen für wirtschaftliche Aktivitäten, wobei eine klare Abgrenzung von technisch-systemischen und institutionellen Aspekten regelmäßig aufgrund der Interdependenzen nicht möglich ist. Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 1).

ausgeklammert werden. Ferner wird im Rahmen der folgenden Analysen mit Bezug zum Markthochlauf der B-Lkw die Annahme getroffen, dass die Transformation hin zum klimaneutralen Straßengüterverkehr (SGV) durch die Politik vorangetrieben und in Richtung eines elektrischen Straßengüterverkehrs (E-SGV) gelenkt wird. Es wird somit unterstellt, dass Transportunternehmen in B-Lkw investieren.

Die Studie weist eine hohe Aktualität auf, da die Bereitstellung der SN-LI zurzeit von erheblichem Interesse ist. Denn das Angebot für SN-LI ist aktuell noch überschaubar.<sup>8</sup> Gleichzeitig besteht grundsätzlich ein breiter Konsens, dass ein flächendeckendes attraktives Angebot von hoher Bedeutung ist. So hat die Bundesregierung im Koalitionsvertrag festgeschrieben, einen flächendeckenden Ausbau von Lkw-Ladeinfrastruktur voranzutreiben.<sup>9</sup> Ebenso betont der europäische Automobilherstellerverband (franz. Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA)) die Relevanz von Ladeinfrastruktur an europäischen Hauptverkehrsachsen, städtischen Knotenpunkten und in Depots.<sup>10</sup> Auch wissenschaftliche Arbeiten weisen auf die hohe Bedeutung der SN-LI und die davon ausgehenden Mobilitätsoptionen hin.<sup>11</sup> Daher ist es nicht überraschend, dass aktuell zahlreiche Ankündigungen und erste staatliche und private Aktivitäten im Bereich der SN-LI zu beobachten sind. Exemplarisch sei auf das im Herbst 2024 von der Autobahn GmbH des Bundes (AdB) gestartete erste Vergabeverfahren für ein Lkw-Schnellladernetz entlang der Bundesautobahnen (BAB) hingewiesen.<sup>12</sup>

#### **ZIELE DER ANALYSE SOWIE ANALYSEFOKUS UND -GRENZEN**

Vor diesem Hintergrund ist ein Ziel dieser Studie, Fragen zur Gestaltung des Angebots von SN-LI zu beleuchten sowie Grundzüge eines (Soll-)Angebotskonzepts für die SN-LI herauszuarbeiten und auf diesbezügliche Wissensdefizite hinzuweisen. Ein Angebotskonzept ist durch interdependente Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung sowie zur -vermarktung gekennzeichnet.<sup>13</sup> Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung umfassen beispielsweise Entscheidungen zur Anzahl der Park- bzw. Ladeplätze, der jeweiligen Ladeleistung und der Verortung. Unter Kapazitätsvermarktung wird einerseits die Produkt- und Preisgestaltung und damit die Festlegung von Nutzungsregeln im Allgemeinen und Preisen für den Zugang und die Nutzung der Ladeinfrastruktur im Speziellen verstanden. Andererseits stellen sich auch weitere Vertriebsfragen, wie beispielsweise die Wahl der Vertriebskanäle, die im Rahmen dieser Studie allerdings nicht im Fokus stehen. Die Untersuchungen zum Angebotskonzept basieren größtenteils auf qualitativen Überlegungen, die Interdependenzen und

---

<sup>8</sup> Das Monitoring für Lkw-Ladeinfrastruktur von der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur weist aktuell 64 Standorte mit insgesamt 248 Ladepunkten aus. Davon ist nur an 15 Standorten Laden mit mehr als 400 kW möglich; vgl. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizTIxNjhODctODNmYS00NjQwLWE2NGItOTZiYjkhNzlwZDFhIiwidCI6ImNjMGY0YTAwLTFiZWVtNGEzZS04NGVklTNIODdiMjFhZjU2YSJ9> (zuletzt abgerufen am 14.12.2025).

<sup>9</sup> Vgl. CDU / CSU / SPD (2025, S. 24).

<sup>10</sup> Vgl. ACEA / EURELECTRIC (2025, S. 2).

<sup>11</sup> Vgl. BECKERS / BIESCHKE (2021, S. 17 f.) sowie auch GÖCKELER ET AL. (2023, S. 47) und SPETH / PLÖTZ / WIETSCHEL (2025).

<sup>12</sup> Vgl. <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2024/078-wissing-dekarbonisierung-des-lkw-verkehrs.html> (zuletzt abgerufen am 05.06.2025).

<sup>13</sup> Vgl. dazu auch HILDEBRANDT (2016, S. 64), der ein Angebotskonzept als eine „Kombination aus technischen Eigenschaften und den Nutzungsbedingungen und -regeln“ definiert.

resultierende Koordinationsbedarfe hervorheben. Eine quantitative Ermittlung der Angebotsparametern ist nicht im Fokus der Studie.

Ein weiteres Ziel dieser Studie ist, Fragen zur Gestaltung des staatlichen Engagements zu analysieren, um schließlich zu skizzieren, wie die Bereitstellung der SN-LI organisiert werden sollte. Staatliches Engagement kann sich in dem staatlich definierten institutionellen Rahmen, in staatlichen Entscheidungen zur SN-LI, die auch Entscheidungen zu Zuständigkeiten und Aufgaben von (öffentlichen) Organisationen umfassen, und auch in der Bereitstellung von Finanzmitteln infolge staatlicher Beschlüsse zeigen.<sup>14</sup> Im Rahmen der Analysen werden sogenannte Organisations-Lösungen für die Bereitstellung der SN-LI definiert, die durch unterschiedlich ausgeprägtes und weitgehendes staatliches Engagement gekennzeichnet sind. Im Ausgangspunkt der Analysen werden zwei Randlösungen gegenübergestellt. Ein weitreichendes staatliches Engagement bei der Bereitstellung von SN-LI durch die Etablierung einer Bundesgesellschaft, die Aufgaben der Bereitstellung der SN-LI übernimmt, wird anhand des Zielsystems mit einem geringfügigen staatlichen Engagement, das neben der Etablierung und Durchsetzung von grundlegenden Regelungen zur allgemeinen Wirtschaftsordnung keine staatlichen Aktivitäten umfasst, verglichen. Durch die Organisations-Lösungen wird daher auch determiniert, wie und von wem Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung getroffen werden. Diesbezügliche Entscheidungen zum Angebotskonzept können auch als Bereitstellungsentscheidungen im engen Sinne verstanden werden.<sup>15</sup> Unter Bereitstellung im weiten Sinne wird zudem die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen gefasst, die auch als Leistungserstellung bezeichnet wird.<sup>16</sup> Zur Leistungs- bzw. Angebotserstellung zählen insbesondere die Aufgaben der Errichtung, des Betriebs und der Wartung der SN-LI. Weiterhin sind im Zusammenhang mit den Bereitstellungsentscheidungen auch Finanzierungsfragen zu berücksichtigen.<sup>17</sup> Die Kapazitätsdimensionierung ist beispielsweise von den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln abhängig. Ferner führen im Rahmen von Entscheidungen zur Kapazitätsvermarktung festgelegten bei den Nutzern erhobene Preise zu Einnahmen, die dazu genutzt werden können, Ausgaben zu decken.

Schließlich sollen die Analysen zu den Ausgestaltungsfragen dazu beitragen, Implikationen der Gestaltungsoptionen nachvollziehbar aufzuzeigen und eine geeignete Organisations-Lösung zu entwickeln. Neben den Erkenntniszielen wird auch das Ziel verfolgt, Entscheidungen von politischen und privaten Akteuren zu unterstützen. Im Rahmen der Analyse wird grundsätzlich eine langfristige Perspektive eingenommen, in der annahmegemäß weitgehend B-Lkw im SGV eingesetzt werden. Es werden aber auch Besonderheiten im Markthochlauf thematisiert. Insgesamt wird bei den Analysen größtenteils vom bestehenden rechtlichen Rahmen abstrahiert und die Annahme getroffen, dass dieser grundlegend gestaltbar ist.<sup>18</sup> Dadurch kann verhindert werden, dass (Analyse-)Ergebnisse (allzu sehr)

---

<sup>14</sup> Vgl. dazu BECKERS ET AL. (2025, S. 1).

<sup>15</sup> Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 17 f.).

<sup>16</sup> Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 18 ff.).

<sup>17</sup> Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 26 ff.).

<sup>18</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass bei den Untersuchungen zum Status quo in Kapitel 9 stellenweise auf Implikationen des bestehenden rechtlichen Rahmens eingegangen wird.

vorbestimmt sind.<sup>19</sup> In den Analysen werden aber bestehende Eigentumsstrukturen an Flächen vor dem Hintergrund des Artikel 14 GG, der staatliche Eingriffe in das Eigentum nur in begrenztem Umfang zulässt und z.T. Entschädigungspflichten etabliert, einbezogen. Dagegen wird von Konzessionen für die Nebenbetriebe auf bewirtschafteten Rastanlagen abstrahiert. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, dass das politische System im Rahmen der Analysen nur sehr vereinfacht betrachtet wird und Fragen der Koordination im Mehrebenensystem ausgeklammert werden. Es wird vereinfachend von einem zentralen staatlichen Akteur auf Bundesebene ausgegangen. Dadurch werden die Existenz und Kompetenzen von sowohl Ländern und Kommunen als auch von der Europäischen Union (EU) im Rahmen der Analysen vernachlässigt. Durch diese Vereinfachung wird auch kommunales Flächeneigentum nicht explizit thematisiert, sondern als privates Flächeneigentum eingeordnet.

### **ZIELSYSTEM UND GRUNDSÄTZLICHES VORGEHEN**

Den Analysen in dieser Studie liegt im Wesentlichen das Ziel einer effektiven und (kosten-)effizienten Bereitstellung der SN-LI aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive zugrunde.<sup>20</sup> Das Soll-Angebotskonzept wird unter Rückgriff auf (wohlfahrts-)ökonomische Erkenntnisse zur Bereitstellung von Infrastrukturen auf Basis von Kosten-Nutzen-Betrachtungen erarbeitet, für die die Eigenschaften der Nachfrage sowie die Charakteristika der Bestandteile der SN-LI und insbesondere die Kostenstrukturen der Bestandteile des B-Lkw-Systems von hoher Bedeutung sind.<sup>21</sup> Der Detailgrad der in dieser Studie erreichten Darstellung des Soll-Angebotskonzepts wird nicht zuletzt durch Wissensdefizite bestimmt, u.a. auch im Kontext von Umweltunsicherheiten.

Im Rahmen der Analysen zur (relativen) Eignung bzw. Gestaltung von Organisations-Lösungen wird unter Rückgriff auf (institutionen-)ökonomische Erkenntnisse untersucht, inwieweit das Soll-Angebotskonzept (effektiv) erreicht werden und welche Kosten damit einhergehen dürften. Bei dem Vergleich der Organisations-Lösungen stehen die Kosten nach der erfolgreichen Implementierung der jeweiligen Organisations-Lösung im Fokus. Einerseits werden die Kosten gegenübergestellt, die anfallen, um das Soll-Angebotskonzept zu erreichen. Dabei werden auch Transaktionskosten berücksichtigt, deren Höhe sich (nicht zuletzt im Kontext der Koordinationsbedarfe) bei verschiedenen Organisations-Lösungen unterscheiden dürfte.<sup>22</sup> Ferner wird die Perspektive der Nutzer der SN-LI in den Mittelpunkt gerückt, indem auf Kosten auf Seiten der Nutzer hingewiesen wird, die auf („unangemessene“) Übergewinne von Anbietern zurückzuführen sind. Andererseits werden in Abhängigkeit der Ausgestaltung der Organisations-Lösung potenziell entstehende Nutzenverluste diskutiert, die auch als Kosten angesehen werden können und durch eine ineffektive Bereitstellung der

---

<sup>19</sup> Angemerkt sei, dass parallel zur Erstellung dieser Studie aus (unions- und verfassungs-)rechtlicher Perspektive untersucht worden ist, inwieweit Handlungsoptionen, die in dieser Studie analysiert (und z.T. als vorzugswürdig eingestuft) worden sind, im aktuellen Rechtsrahmen umgesetzt werden können. Vgl. dazu WEIß / LANDERER (2026) und HERMES (2026). Ferner wurden in SCHULZ / LEHNSHACK (2026) speziell vergabe- und beihilferechtliche Aspekte für Lkw-Ladeinfrastruktur analysiert, wobei z. T. auf die in dieser Studie durchgeführten Analysen aufgesetzt wurde.

<sup>20</sup> Das Zielsystem und das Vorgehen bei den Analysen orientiert sich an den Analysen in BECKERS ET AL. (2025, S. 9 f.) zum Schienenpersonenfernverkehr.

<sup>21</sup> Bei den Analysen zum Soll-Angebotskonzept wird somit grundsätzlich ein wohlfahrtsökonomischer Ansatz verfolgt.

<sup>22</sup> Mit Transaktionskosten werden die Kosten bezeichnet, die im Zusammenhang mit der Festlegung, Übertragung und Durchsetzung von Verfügungsrechten entstehen (vgl. GÖBEL (2002, S. 129 ff.)).

SN-LI und somit durch Abweichungen vom Soll-Angebotskonzept entstehen könnten. Im Zuge der Implementierung der Organisations-Lösung anfallende Kosten werden nur am Rande betrachtet.<sup>23</sup> Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass der Handlungsspielraum für staatliche Maßnahmen im Kontext des aktuell noch überschaubaren Angebots groß sein dürfte. Es werden allerdings Kosten für Anpassungen der Organisations-Lösung thematisiert, die aufgrund von Wissenszuwächsen im Laufe der Zeit anzustreben sein könnten.

### **STRUKTUR DER STUDIE**

Die Studie ist wie folgt strukturiert:

- In Kapitel 2 und 3 werden (technisch-systemische)<sup>24</sup> Grundlagen dargestellt und Annahmen für die folgenden Analysen gesetzt, die für die Analysen zum (Soll-)Angebotskonzept von besonderer Relevanz sind:
  - In Kapitel 2 wird zunächst die zukünftige Bedeutung des E-SGV diskutiert. Anschließend werden Charakteristika des B-Lkw-Systems und der Ladeinfrastruktur sowie Eigenschaften der Nachfrage aufgezeigt. Mit Bezug zur Nachfrage werden Ladekonstellationen systematisiert und hinsichtlich der jeweiligen Relevanz eingeordnet.
  - In Kapitel 3 wird die Gestaltung der SN-LI weiter vertieft. Zunächst werden die Implikationen der Dimensionierung der Batterien und der SZ-LI auf die Gestaltung der SN-LI aufgezeigt. Im Anschluss werden die für die Ausgestaltung der SN-LI entscheidenden Charakteristika von Ladeinfrastruktur-Anlage, Stromnetzanschluss und (Park-)Flächen betrachtet. Dabei werden auch die Eigentumsstrukturen der grundsätzlich für die SN-LI geeigneten Flächen thematisiert, die für die Analysen zu Organisations-Lösungen entscheidend sind.
- In Kapitel 4 wird zunächst die theoretische Basis für die Analysen dargestellt und anschließend werden das Zielsystem und das Zusammenspiel der Analysen zum Soll-Angebotskonzept in Kapitel 5 und zu den Organisations-Lösungen in Kapitel 6 und 7 erläutert.
- Kapitel 5 umfasst die (wohlfahrts-)ökonomischen Analysen zum (Soll-)Angebotskonzept. Es werden Fragen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung erörtert sowie Empfehlungen abgeleitet und offene Ausgestaltungsfragen dargelegt.
- Kapitel 6 und 7 beinhalten die (institutionen-)ökonomischen Analysen zur (relativen) Eignung verschiedener Organisations-Lösungen für die Bereitstellung der SN-LI:
  - In Kapitel 6 werden im Rahmen von (abstrakten) Analysen potenziell vorteilhafte Organisations-Lösungen eingekreist. Im Ausgangspunkt der Analysen werden zwei Randlösungen gegenübergestellt.

---

<sup>23</sup> Es wird stellenweise auch auf Kosten der Wissensgenerierung bei einer Bundesgesellschaft eingegangen. Kosten im Kontext des institutionellen Designs und der politischen Durchsetzung werden dagegen (weitgehend) ausgeklammert, aber im Kontext der Etablierung eines Durchleitungsmodells in Abschnitt 8.1.1 thematisiert.

<sup>24</sup> Technisch-systemische Aspekte umfassen beispielsweise physikalische Restriktionen von Ladetechnologien hinsichtlich der Ladegeschwindigkeit sowie auch Ladebedürfnisse und somit Eigenschaften der Nachfrage.

- Auf Grundlage der im Rahmen der Analysen in Kapitel 6 gewonnenen Erkenntnisse wird in Kapitel 7 bei Berücksichtigung der Standorttypen und der jeweiligen Eigentumsstruktur eine Organisations-Lösung mit einer hohen Eignung in Grundzügen dargelegt. Der Fokus liegt dabei auf der Gestaltung des staatlichen Engagements.
- Kapitel 8 enthält einen Ausblick auf weitere (Forschungs-)Themen, die im Rahmen dieser Studie ausgeklammert worden sind. Weitere Fragestellungen werden dargestellt und die Relevanz der Implikationen, die sich aus den Vereinfachungen in dieser Studie ergeben könnten, auf die vorstehenden (Forschungs-)Erkenntnisse beleuchtet.
- In Kapitel 9 werden der Status quo und aktuelle Entwicklungen dargestellt, vor dem Hintergrund der vorstehenden Analysen eingeordnet sowie wesentliche Kritikpunkte aufgezeigt.
- Die Studie endet mit einem übergreifenden Fazit in Kapitel 10.

## **2 Grundlagen zum elektrischen Straßengüterverkehr im Allgemeinen und zur Ladeinfrastruktur im Speziellen**

Dieses Kapitel befasst sich mit dem E-SGV und Ladeinfrastruktur im Allgemeinen, während in Kapitel 3 der Fokus auf der SN-LI liegt. In Abschnitt 2.1 werden zum einen die zukünftige Bedeutung des E-SGV und der Ladeinfrastruktur diskutiert. Zum anderen wird erläutert, wie diesbezügliche Unsicherheiten im Rahmen der folgenden Analysen adressiert werden. Abschnitt 2.2 stellt das grundsätzliche Zusammenspiel von B-Lkw, der Ladeinfrastruktur und dem Stromsystem – und damit der Bestandteile eines B-Lkw-System – dar. Nach einem kurzen Überblick werden Charakteristika von B-Lkw und Stromsystem hervorgehoben, die die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur bedingen. In Abschnitt 2.3 steht die Ladeinfrastruktur im Fokus. Es werden einerseits Ladetechnologien beschrieben und andererseits Fragen der technisch-systemischen Ausgestaltung von Ladeinfrastruktur-Anlagen beleuchtet. Abschnitt 2.4 widmet sich der Nachfrage nach Ladeinfrastruktur. Es werden Ladekonstellationen, die durch ein bestimmtes Ladebedürfnis und einen Standorttyp charakterisiert sind, systematisiert und hinsichtlich deren Bedeutung eingeordnet.

### **2.1 Zukünftige Bedeutung des elektrischen Straßengüterverkehrs und der Ladeinfrastruktur**

Im Zuge der Transformation hin zu einem klimaneutralen Energiesystem steigt die Bedeutung von EE für die Energieversorgung von Lkw. Der E-SGV ist durch die direkte Nutzung von Strom gekennzeichnet, während für die Energieversorgung alternativer Technologieoptionen eines klimaneutralen SGV strombasierte Kraftstoffe genutzt werden. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht – und insbesondere vor dem Hintergrund der Energie- und Kosteneffizienz – weist der E-SGV erhebliche Vorteile auf. Langfristig sollte daher der Großteil des SGV durch den E-SGV abgedeckt werden.<sup>25</sup>

Die Energieversorgung im E-SGV erfolgt üblicherweise über Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur.<sup>26</sup> Zukünftig könnten Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsysteme an Bedeutung gewinnen. Neben Kostenentwicklungen einzelner Bestandteile, die sich unterschiedlich stark auf die Gesamtkosten denkbarer Ausgestaltungsvarianten des E-SGV auswirken dürften, könnten gerade auch Herausforderungen bei der Bereitstellung von Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur die Rationalität für Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsysteme erhöhen. In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass dafür auch die im Rahmen dieser Studie analysierte Ausgestaltung der Organisations-Lösung für die SN-LI entscheidend sein könnte.<sup>27</sup> Insgesamt ist aktuell nicht absehbar, ob perspektivisch Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur oder Batteriewechselsysteme aufgrund einer gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Bedeutung sein sollten oder aufgrund von politischen

---

<sup>25</sup> Vgl. dazu GRÜTER ET AL. (2025, S. 40 ff.).

<sup>26</sup> Die Abgrenzung zwischen Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur und Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur basiert auf GRÜTER ET AL. (2025, S. 6 f.).

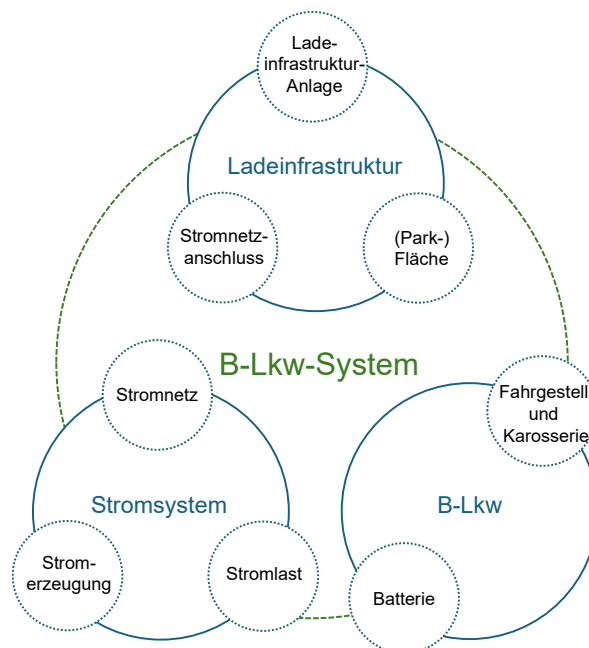
<sup>27</sup> Vgl. dazu GRÜTER ET AL. (2025, S. 85 f.).

Entscheidungen eine Rolle spielen.<sup>28</sup> Unabhängig davon kann die Transformation zum E-SGV in der kurzen und mittleren Frist effizient durch die Bereitstellung von Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur vorangetrieben werden. Denn die Aktivitäten rund um den Aufbau und Betrieb von Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur sind größtenteils als nicht spezifisch im Hinblick auf spätere Endzustände nach Abschluss der Transformation einzuordnen.<sup>29</sup> In den folgenden Analysen werden Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsysteme zunächst ausgeklammert. Daher wird unter dem Begriff der Ladeinfrastruktur in dieser Studie ausschließlich Punkt-Säulen-Ladeinfrastruktur verstanden. In Abschnitt 8.2 werden nachgelagert Implikationen der Berücksichtigung von Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsysteme auf die Grundzüge des Soll-Angebotskonzepts für die SN-LI und die Ausgestaltung der Organisations-Lösung für die Bereitstellung der SN-LI thematisiert.

## 2.2 Das B-Lkw-System

Durch die interdependenten Ausgestaltungsfragen der Bestandteile eines B-Lkw-Systems werden im Folgenden Charakteristika der B-Lkw und der Stromversorgung angesprochen.<sup>30</sup>

### **B-LKW-SYSTEM IM ÜBERBLICK**



**Abbildung 1 Bestandteile eines B-Lkw-Systems und weitere Differenzierung der für die Auslegung der (Straßennetz-)Ladeinfrastruktur relevanten Sub-Bestandteile**

Zur Betrachtung der interdependenten Ausgestaltungsfragen der Bestandteile eines B-Lkw-Systems erfolgt eine weitere Untergliederung der Bestandteile in wesentliche Sub-Bestandteile. Abbildung 1 stellt

<sup>28</sup> Es sei erwähnt, dass der Entwurf für den Masterplan Ladeinfrastruktur 2030 ein herstellerübergreifendes Demonstrationsvorhaben für Batteriewechselsysteme und eine europäische Einbettung zur Gewährleistung der Interoperabilität vorsieht. Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (BMV) (2025, S. 26).

<sup>29</sup> Vgl. dazu GRÜTER ET AL. (2025, S. 87).

<sup>30</sup> Da in dieser Studie dezentrale Optionen zur Stromversorgung ausgeklammert werden, wird das Stromsystem als Bestandteil des B-Lkw-Systems angesehen.

die im Rahmen dieser Studie berücksichtigten (Sub-)Bestandteile des B-Lkw-Systems dar. Die Ladeinfrastruktur – und damit sowohl SN- als auch SZ-LI – setzt sich aus der Ladeinfrastruktur-Anlage, der (Park-)Fläche sowie dem Stromnetzanschluss zusammen. Mit Bezug zu B-Lkw wirken sich vor allem die Charakteristika der Batterie sowie die Maße des Lkw und somit des Fahrzeuggestell und der Karosserie auf die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur aus. Mit Bezug zum Stromsystem können einerseits Charakteristika des Stromnetzes mit Implikationen für die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur einhergehen. Andererseits geht von der Ladeinfrastruktur eine Stromnachfrage aus, die im Kontext der Stromerzeugung sowie der weiteren Stromlast im Stromsystem zu betrachten ist.

Im Folgenden werden die für die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur relevanten Charakteristika von B-Lkw und Stromsystem bzw. der relevanten Sub-Bestandteile kurz dargestellt und z.T. diesbezügliche vereinfachende Annahmen für die folgenden Analysen gesetzt. Unter Berücksichtigung dieser Annahmen werden in Kapitel 3, das für die Ausgestaltung der SN-LI wesentliche Grundlagen beinhaltet, zum einen die Interdependenzen zwischen Charakteristika der Batterien und der SN-LI sowie zwischen der SZ- und der SN-LI in Abschnitt 3.1 vertieft betrachtet. Zum anderen werden in Abschnitt 3.2 die Charakteristika der Sub-Bestandteile der SN-LI dargelegt. Grundlagen zu Ladetechnologien im Allgemeinen und zu den technischen Schnittstellen der Ladeinfrastruktur zum B-Lkw und zum Stromsystem werden im folgenden Abschnitt 2.3 beschrieben.

#### **BATTERIEELEKTRISCHE LKW**

B-Lkw sind durch einen Elektromotor und eine Batterie gekennzeichnet. Zunächst bestehen zwischen Batterie und Ladeinfrastruktur interdependente Ausgestaltungsfragen. Die Batteriekapazität und die dadurch determinierte Reichweite der Lkw könnte beispielsweise die Ladeinfrastrukturverortung beeinflussen. Genauso könnte sich auch die Ladeinfrastrukturverortung auf die Dimensionierung der Batteriekapazität auswirken. Die für die folgenden Analysen gesetzte Annahme bezüglich der Batteriedimensionierung, die eine Reichweite von 4,5 Stunden Fahrzeit ermöglicht, wird in Abschnitt 3.1.1. erläutert.

Ferner liegen wechselseitige Beziehungen zwischen der Ausgestaltung der Batterie und der Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur hinsichtlich der Ladeleistung vor. Denn einerseits steigt die erforderliche Ladeleistung mit einer zunehmenden Batteriekapazität an, wenn der Ladezeitraum als gegeben angenommen wird. Weiterhin kann die Ladeleistung nicht nur durch die Ladeinfrastruktur, sondern auch durch die Batterie begrenzt werden. Die maximale Ladegeschwindigkeit einer Batterie wird durch die C-Rate ausgedrückt, die in der Einheit (1/Std.) angegeben wird. Eine C-Rate von 2 bedeutet beispielsweise, dass die Batterie in einer halben Stunde vollständig geladen werden kann. Restriktionen der Ladegeschwindigkeit durch die Batterie werden im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt. Es wird angenommen, dass im Spektrum der im Rahmen dieser Studie betrachteten Ladeleistungen stets die Gestaltung der Ladeinfrastruktur für die maximale Ladeleistung ausschlaggebend ist.

Neben der Ausgestaltung der Batterie sind die Maße des Fahrgestells und der Karosserie bzw. des B-Lkw für die Ausgestaltung der (Park-)Fläche der Ladeinfrastruktur von Bedeutung. Als Fahrzeugvarianten können Lkw ohne Anhänger, Last- und Sattelzüge unterschieden werden. Grundsätzlich gilt für alle Lkw eine maximale Breite von 2,55 m, wobei für Kühlfahrzeuge eine Breite

von bis zu 2,60 m und in weiteren Ausnahmefällen eine Breite von bis zu 3 m zulässig ist.<sup>31</sup> Die Höhe von Lkw ist grundsätzlich auf 4 m begrenzt.<sup>32</sup> Die Länge der Fahrzeugvarianten beträgt für Fahrzeugkombinationen maximal 18,75 m und für Lkw ohne Anhänger 12 m.<sup>33</sup> Prinzipiell können Auflieger von Sattelzügen und Anhänger von Lastzügen vor der Nutzung der Ladeinfrastruktur separat abgestellt werden, sodass auch Last- und Sattelzüge für Lkw ohne Anhänger ausgelegte Ladeinfrastruktur nutzen könnten. Damit dürften allerdings Zeit- und auch Komfortverluste verbunden sein. Konventionell ausgelegte Lkw-Parkplätze weisen eine Breite von 3,5 m und Länge von 22 m auf und eignen sich somit für alle Fahrzeugvarianten.<sup>34</sup> Im Rahmen dieser Studie wird die Frage einer für die verschiedenen Fahrzeugvarianten differenzierten Auslegung der Ladeinfrastruktur nicht betrachtet. Ferner wird nicht weiter berücksichtigt, dass es grundsätzlich möglich ist, Anhänger und Auflieger mit einem elektrischen Antrieb und einer Batterie auszustatten und somit die Nutzung einer separaten Ladeinfrastruktur möglich wäre. Weiterhin wird nur am Rande auf weitere geringe Strombedarfe während der Standzeiten von B-Lkw im Kontext von elektrisch betriebenen Kühlsystemen eingegangen. Grundsätzlich könnte die Stromversorgung für die Kühlsysteme auch separat zur Stromversorgung des B-Lkw erfolgen, was aber im Folgenden vernachlässigt wird.<sup>35</sup>

### **STROMSYSTEM**

Das Stromsystem wird im Rahmen dieser Studie – wie folgend dargestellt – in vereinfachter Weise berücksichtigt. Im Stromsystem müssen Stromerzeugung und -nachfrage stets ausgeglichen sein. Die Koordination erfolgt grundsätzlich marktlich mit Bezug zu 15-Minuten-Intervallen.<sup>36</sup> Für die folgenden Analysen wird ein sich deutschlandweit ergebender Strompreis angenommen, der nicht zuletzt aufgrund der dargebotsabhängigen Einspeisung der erneuerbaren Energien (EE) durch zeitliche Preisschwankungen gekennzeichnet ist. Im Kontext der Charakteristika des Lkw-Verkehrs dürfte ein volatiler Strompreis allerdings allenfalls in Ausnahmefällen zu einer Rationalität für Anpassungen von Lkw-Touren und den jeweiligen Standzeiten führen, die zum Laden genutzt werden können.<sup>37</sup> Daher wird in dieser Studie davon abstrahiert. Allerdings werden am Rande Anpassungsoptionen der Ladeprofile während der Standzeiten in Abhängigkeit des Strompreises thematisiert.

Weiterhin sind Charakteristika des Stromnetzes zu berücksichtigen. Das Stromnetz in Deutschland wird zum allergrößten Teil mit Drehstrom<sup>38</sup> betrieben und kann in das Übertragungs- und in Verteilernetze

---

<sup>31</sup> §32 Abs. 1 Nr. 1 und Nr 4 Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO).

<sup>32</sup> §32 Abs. 2 StVZO.

<sup>33</sup> §32 Abs. 3 und Abs 4 StVZO.

<sup>34</sup> MAIBACH / TACKE / KIEBIG (2017, S. 27).

<sup>35</sup> In den Ausschreibungsunterlagen zum Lkw-Schnelladenetz ist im vorläufigen Stand eine separate Stromversorgung mit 22 kW für Trailer vorgesehen. Vgl. dazu AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024a, S. 17). Eine Stromversorgung des Kühlsystems innerhalb des B-Lkw ist allerdings auch denkbar, sodass keine separate Stromversorgung erforderlich wäre. Vgl. dazu WAGNER VOM BERG ET AL. (2023, S. 108).

<sup>36</sup> Vgl. dazu BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK) (2024, S. 79).

<sup>37</sup> Vgl. dazu die in Abschnitt 2.4.1.1 dargestellten Charakteristika des Lkw-Verkehrs, die insbesondere auch auf hohe Zeitopportunitätskosten im Fernverkehr hinweisen.

<sup>38</sup> Drehstrom setzt sich aus drei Wechselströmen mit der gleichen Frequenz, aber verschobenen Phasenwinkeln, zusammen.

gegliedert werden.<sup>39</sup> Das Übertragungsnetz mit einer Stromkreislänge von 37.000 km wird mit Höchstspannung mit 220 oder 380 kV betrieben und ermöglicht einen Stromtransport über lange Distanzen mit relativ geringen Energieverlusten.<sup>40</sup> In Deutschland gibt es 4 Übertragungsnetzbetreiber, die für räumlich abgegrenzte Netzgebiete verantwortlich sind. Auf der Ebene der Verteilernetze werden Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze unterschieden. Das Hochspannungsnetz mit einer Stromkreislänge von ca. 94.000 km weist Spannungen zwischen 60 und 220 kV auf, während das Mittelspannungsnetz mit einer Stromkreislänge von 520.000 km mit 6 bis 60 kV betrieben wird.<sup>41</sup> Das Niederspannungsnetz, das auch dem Anschluss von privaten Haushalten dient, umfasst eine Stromkreislänge von 1.190.000 km mit einer Spannung von 230 oder 400 V. Insgesamt gibt es ca. 865 Verteilernetzbetreiber, wovon allerdings nur 65 auf der Hochspannungsebene tätig sind.<sup>42</sup>

Für den Anschluss der Ladeinfrastruktur kann die Errichtung oder Erweiterung eines Stromnetzanschlusses erforderlich sein, wobei im Bereich der SN-LI insbesondere Netzanschlüsse auf der Hoch- oder Mittelspannungsebene oder der dazwischenliegenden Umspannebene zu erwarten sind.<sup>43</sup> Die Kosten für den Stromnetzanschluss sowie auch für die ggf. erforderliche Erweiterungen des Netzes werden z. T. vom Anschlussnehmer und z. T. über die Netzentgelte von allen Netzkunden der jeweiligen Netzebene im Versorgungsgebiet des jeweiligen Verteilernetzbetreibers getragen. Um die Kosten für den Betrieb, die Erhaltung und die Erweiterung der Stromnetze zu decken, werden von den Netzkunden Netzentgelte erhoben. Die Höhe und Struktur der Netzentgelte werden durch die Bundesnetzagentur reguliert. Während für die Übertragungsnetze bundeseinheitliche Netzentgelte zu entrichten sind, fallen im Verteilernetz mit Bezug zu dem jeweiligen Versorgungsgebiet spezifische Netzentgelte an. Die Netzentgelte für die Verteilernetze können sich signifikant unterscheiden, da diese beispielsweise vom im Kontext des EE-Ausbaus entstehenden Netzerweiterungs- und ausbaubedarf getrieben werden können.<sup>44</sup> Ferner ist die Stromlast in dem jeweiligen Netzgebiet für die Höhe des Netzentgelts von Relevanz, da mit zunehmender Stromlast die jeweiligen Netzkosten breiter verteilt werden können. Die Netzentgelte werden von dem jeweiligen Verteilernetzbetreiber erhoben und enthalten auch die Netzentgelte für die vorgelagerten Netzebenen. Je höher die Spannungsebene des Netzanschlusses ist, desto geringer sind somit grundsätzlich die Netzentgelte. Die Netzentgelte für leistungsgemessene Netzkunden setzen sich aus einem Arbeitspreis für die im Abrechnungszeitraum bezogene elektrische Energie und einem Leistungspreis in Abhängigkeit der Jahreshöchstlast zusammen. Der Leistungspreis dient dazu, einzelne Lastspitzen zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

---

<sup>39</sup> Es ist geplant, dass die Übertragungsnetze durch Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen ergänzt werden. Ferner werden einige Anbindungen von Offshore-Windparks mit Gleichstrom betrieben.

<sup>40</sup> Vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/netze-und-netzausbau.html> (zuletzt abgerufen am 27.04.2025).

<sup>41</sup> Ebd.

<sup>42</sup> BUNDESNETZAGENTUR / BUNDESKARTELLAMT (2023, S. 7 und 20).

<sup>43</sup> Vgl. dazu Abschnitt 3.2.2. Gemäß § 2 Nr. 10 und 12 Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) werden mit Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannung 4 Netzebenen und jeweils 3 dazwischenliegende Umspannebenen definiert.

<sup>44</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass seit dem 01.01.2025 ein Mechanismus zum Ausgleich umgesetzt wird, durch den Netzbetreiber in Regionen mit viel Stromerzeugung aus EE Entlastungsbeiträge erhalten können, die von allen Netzkunden gleichmäßig finanziert werden. Vgl. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20241018\\_Netzkosten.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20241018_Netzkosten.html) (zuletzt abgerufen am 27.05.2025).

Insgesamt sei aber darauf hingewiesen, dass die aktuelle Netzentgeltsystematik im Zuge der Transformation des Stromsystems und insbesondere der Integration der dargebotsabhängigen EE zur Diskussion steht.<sup>45</sup>

Im Rahmen dieser Studie werden die Regelungen zur Kostenteilung zwischen Anschlussnehmer und Netzkunden und Differenzen zwischen Versorgungsgebiete nicht vertieft betrachtet, sondern die im Kontext der Integration der SN-LI entstehenden gesamtwirtschaftlichen Kosten in den Blick genommen. Abschnitt 3.2.2 enthält eine kurze Beschreibung denkbarer Anschlusskonzepte für die SN-LI und beleuchtet die daraus resultierenden Kosten des Stromnetzanschlusses der Ladeinfrastruktur-Anlage, des jeweiligen Verteilernetzes sowie auch der (vorgelagerten) Stromnetze. In den Analysen werden die Kosten im Hinblick auf die Dimensionierung und Verortung der Ladeinfrastruktur thematisiert. Insgesamt wird angenommen, dass die Netzkosten, die Anschlussnehmer tragen müssen, in etwa die Relationen der gesamtwirtschaftlichen Kosten widerspiegeln, die für unterschiedliche Netzanschlüsse anfallen. Von Implikationen auf den Betrieb der Ladeinfrastruktur, die mit Regelungen zur Anlastung von Netzkosten einhergehen könnten, wird folgend abstrahiert. Weiterhin werden Stromnetzengpässe, die sowohl im Übertragungs- als auch im Verteilernetz auftreten können und die Strombelieferung der SN-LI begrenzen könnten, in dieser Studie nicht berücksichtigt. Dies liegt zum einen der Annahme zugrunde, dass sich (temporäre) Stromnetzengpässe allenfalls in Ausnahmefällen auf die Nutzung der SN-LI auswirken sollten. Um dies zu gewährleisten, könnte beispielsweise SN-LI bei der Allokation von Verteilernetzkapazitäten priorisiert werden.<sup>46</sup> Zum anderen wird folgend unterstellt, dass (temporäre) Engpässe im Übertragungsnetz auch unter Inkaufnahme von Kosten adressiert werden und letztlich zu keinen Restriktionen der Strombelieferung der SN-LI führen.<sup>47</sup>

Ferner ist die Erfassung von Strom-Messwerten für das Stromsystem von hoher Relevanz und das Messwesen wird durch gesetzliche Regelungen und Vorgaben determiniert.<sup>48</sup> Im Rahmen dieser Studie wird von ortsfesten Messeinrichtungen, die eine viertelstündliche Messung der Ladevorgänge ermöglichen, ausgegangen. Fragen zur technisch-systemischen und institutionellen Ausgestaltung des Messwesens werden nicht thematisiert.

## **2.3 Ladetechnologien und Designoptionen von Ladestationen und -parks**

Zunächst beinhaltet dieser Abschnitt eine kurze Beschreibung der AC- und DC-Ladetechnologien. Anschließend werden in Abschnitt 2.3.2 Designoptionen einer DC-Ladestation aufgezeigt und verglichen, wobei insbesondere Synergiepotenziale berücksichtigt werden. Eine Ladestation umfasst

---

<sup>45</sup> Beispielsweise wird eine Vereinheitlichung oder Angleichung der Netzentgelte der VNB diskutiert, vgl. dazu CONSENTEC GMBH (2024).

<sup>46</sup> Vgl. dazu Überlegungen zur Allokation von Verteilernetzkapazitäten auf der Niederspannungsebene von BIESCHKE (2026).

<sup>47</sup> In diesem Kontext können Redispatch und weitere Maßnahmen zur Vermeidung der Entstehung von Netzengpässen von Relevanz sein. Für den Fall, dass Netzengpässe im Übertragungsnetz nicht verhindert werden können, wird in Analogie zum Verteilernetz angenommen, dass die Allokation der knappen Netzkapazitäten in einer Weise erfolgt, dass die Strombelieferung der Lkw-Ladeinfrastruktur nicht beeinflusst wird.

<sup>48</sup> Vgl. dazu insbesondere das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG).

alle für das Laden erforderlichen Komponenten und ermöglicht grundsätzlich mindestens einen B-Lkw zu laden. Die Anzahl der B-Lkw, die gleichzeitig an einer Ladestation geladen werden können, hängt von der jeweiligen Anzahl der Ladepunkte (LP) ab. Ein LP ist als Schnittstelle definiert, durch die maximal ein Fahrzeug gleichzeitig geladen werden kann.<sup>49</sup> Ladestationen können als separate Einheiten einer Ladeinfrastruktur-Anlage angesehen werden, die sich an einem Ladeort bzw. in einem Ladepark hinter einem Stromnetzanschluss befindet. Da im Bereich der SN-LI typischerweise eine höhere Anzahl an LP zu erwarten ist, wird im Folgenden der Begriff Ladepark verwendet. In Abschnitt 2.3.3 wird das Design eines Ladeparks beleuchtet.

### **2.3.1 AC- und DC-Ladetechnologien sowie jeweilige technische Schnittstellen zum Stromsystem und zum B-Lkw**

Während im Stromnetz Wechselstrom fließt, wird für das Laden von Batterien Gleichstrom benötigt. Beim AC-Laden fließt an der technischen Schnittstelle zum Fahrzeug Wechselstrom, der über einen Gleichrichter im Fahrzeug in Gleichstrom umgewandelt wird. Beim DC-Laden ist der Gleichrichter Teil der Ladestation, sodass an der technischen Schnittstelle zum Fahrzeug Gleichstrom fließt. Unabhängig von der Ladetechnologie umfasst die technische Schnittstelle auch Kommunikationsleitungen. Den Standard für die Kommunikationsschnittstelle zwischen Ladestation und Fahrzeug stellt die Norm ISO 15118 dar.<sup>50</sup> Weiterhin existiert mit dem Open Charge Point Protocol (OCPP) ein Kommunikationsstandard zwischen einer Ladestation und einem Backend, das ein Softwaresystem zur Überwachung und Steuerung von Ladevorgängen darstellt.<sup>51</sup>

#### **2.3.1.1 AC-Ladetechnologie**

In diesem Abschnitt werden zunächst wesentliche Charakteristika des AC-Ladens im Allgemeinen vorgestellt, bevor die Schnittstellen zum Stromnetz und zum Fahrzeug näher beschrieben werden. Die Ladeleistung des AC-Ladens ist auf maximal 43 kW begrenzt. Üblich ist allerdings eine maximale Ladeleistung von 22 kW.<sup>52</sup> Mit zunehmender Elektrifizierung von Lkw und Bussen könnten höhere Ladeleistungen beim AC-Laden an Bedeutung gewinnen. Im Rahmen dieser Studie wird AC-Laden nur am Rande betrachtet, da mit der maximal verfügbaren Ladeleistung ein großer Teil der Ladebedürfnisse im Bereich der SN-LI voraussichtlich nicht gedeckt werden kann.<sup>53</sup>

Für die maximal verfügbare Ladeleistung ist die Gestaltung der technischen Schnittstelle zum Stromnetz entscheidend. Mit Wallboxen und Ladestationen sind die höchsten Ladeleistungen von 22 und 43 kW erreichbar. Über den Anschluss eines Ladegeräts und -kabels an Industrie- bzw. rote CEE-Steckdosen können ebenfalls relativ hohe Ladeleistungen erreicht werden. Denn rote CEE-Steckdosen ermöglichen dreiphasiges Laden und somit eine Ladeleistung von 11 kW bei einer üblichen Stromstärke von 16 A. Ebenso ist eine Verbindung eines mobilen Ladegeräts und -kabels mit einer Haushaltssteckdose (mit

---

<sup>49</sup> Vgl. dazu auch die Definition eines LP in Artikel 2 Nr. 48 der Verordnung (EU) 2023/1804.

<sup>50</sup> Vgl. NOW GMBH (2023, S. 47).

<sup>51</sup> Vgl. NOW GMBH (2023, S. 92 f.).

<sup>52</sup> NOW GMBH (2023, S. 16).

<sup>53</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.1.1.

einem Schuko-Stecker) denkbar, wodurch die Ladeleistung allerdings auf 3,7 kW limitiert wird.<sup>54</sup> Die technische Schnittstelle zum Fahrzeug ist seit 2013 in Europa durch den Typ-2-Stecker standardisiert, der in Abbildung 2 dargestellt ist.



**Abbildung 2 Übersicht über verschiedene Ladestecker  
(Typ-2-, CCS- und MCS-Stecker)<sup>55</sup>**

### 2.3.1.2 DC-Ladetechnologie

Beim DC-Laden sind prinzipiell hohe Ladeleistungen bis in den Megawatt-Bereich möglich. Die hohen Ladeleistungen setzen hohe Stromstärken voraus, die wiederum aufgrund der Wärmeentwicklung eine Kühlung des Gleichrichters und z. T. auch des Kabels und des Steckers erforderlich machen. Die Ladekabel sind stets fest an der Ladestation verbaut. Die Schnittstelle zum Fahrzeug kann in Abhängigkeit der Leistungsanforderungen unterschiedlich ausgestaltet werden. Mit dem in Abbildung 2 dargestellten CCS-Stecker können Ladeleistungen bis zu 500 kW erreicht werden.<sup>56</sup> Derzeit sind allerdings nur Ladeleistungen bis zu 350 kW zugelassen.<sup>57</sup> Der CCS-Stecker setzt sich aus dem Typ-2-Stecker und zwei Kontakten für die Gleichstromübertragung zusammen. Somit schafft die CCS-Ladedose an einem Fahrzeug auch eine Voraussetzung für das AC-Laden. Für die Ermöglichung von höheren Ladeleistungen wird der MCS-Standard entwickelt. In der kurzen Frist werden mit dem MCS-Stecker Ladeleistungen von bis zu 1,5 MW für das Laden von B-Lkw erwartet.<sup>58</sup> Grundsätzlich sind aber Ladeleistungen bis zu 3,75 MW oder sogar 4,5 MW denkbar.<sup>59</sup> Um Laden mit dem in Abbildung 2 dargestellten MCS-Stecker zu ermöglichen, ist eine dafür spezifische Ladedose beim B-Lkw vorzusehen. Es ist denkbar, dass sich perspektivisch der MCS-Stecker durchsetzt und damit alle Ladeleistungen bedient werden. Die technische Ausgestaltung steht nicht im Fokus dieser Studie,

---

<sup>54</sup> HECHT / FIGGENER / SAUER (2024, S. 455).

<sup>55</sup> NOW GMBH (2023, S. 27).

<sup>56</sup> NATIONALE PLATTFORM ZUKUNFT DER MOBILITÄT (2021, S. 12).

<sup>57</sup> Vgl. HACKER ET AL. (2024, S. 33).

<sup>58</sup> NOW GMBH (2024, S. 29).

<sup>59</sup> NOW GMBH (2023, S. 24). Die maximale Ladeleistung wird durch die Spannung bedingt, die bei 3,75 MW 1.250 V und bei 4,5 MW 1.500 V beträgt, während die maximale Stromstärke bei 3.000 A liegt.

sodass diese Frage nicht weiter betrachtet wird. Im Zuge dessen werden auch weitere (größtenteils außerhalb Europas) verwendete Stecker nicht berücksichtigt.<sup>60</sup>

### **2.3.2 Design von DC-Ladestationen**

Im Folgenden werden zunächst die zentralen Komponenten von öffentlich zugänglichen DC-Ladestationen dargestellt. Im Anschluss werden verschiedene Designoptionen aufgezeigt und verglichen, wobei insbesondere Synergiepotenzialen thematisiert werden.

#### **ZENTRALE KOMPONENTEN VON LADESTATIONEN**

Ladestationen umfassen im Kern Leistungs- und Verteileinheit. Zur Leistungseinheit zählt die Leistungselektronik und der Gleichrichter, sodass die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom ermöglicht wird.<sup>61</sup> Die Leistungseinheit kann mit einer oder mit mehreren Verteileinheiten verbunden sein.<sup>62</sup> Die Verteileinheit bildet die technische Schnittstelle zum Fahrzeug und umfasst ein oder mehrere Ladekabel mit Stecker. Die Länge der Ladekabel liegt bei der CCS-Ladetechnologie unterhalb von 10 m.<sup>63</sup> Kürzere Ladekabel bieten gerade bei höheren Ladeleistungen Vorteile, da dadurch die Kühlungserfordernisse reduziert und die Handhabung erleichtert werden kann.<sup>64</sup> Die Kühlung der Ladekabel und Stecker kann auch durch eine Verbindung mit dem zentralen Kühlungs- und Temperaturmanagement-System der Leistungseinheit erfolgen.<sup>65</sup> Im Zusammenhang mit der MCS-Ladetechnologie wird eine Begrenzung der Kabellänge auf 2,5 Meter diskutiert.<sup>66</sup> Bei Ladestationen im Straßennetz werden ferner die Messung des Ladestroms und Bedieneinheiten benötigt, die der Nutzer-Authentifizierung sowie der Übermittlung von nutzer- und nutzungsbezogenen Daten an das Backend dienen. Die Übermittlung der Daten ist für die Steuerung und das Monitoring der Ladevorgänge und auch die Abrechnung wesentlich. Die Designoptionen der Bedieneinheit sind sehr vielfältig: So können beispielsweise RFID-Lesegeräte und Displays zur Bedienung integriert werden. Alternativ oder ergänzend können einige Funktionen der Bedieneinheit auch durch automatisierte Kommunikation gemäß ISO 15118<sup>67</sup> und durch Applikationen umgesetzt werden. Das Design der Bedieneinheit wird im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet.

Im Folgenden werden die Designoptionen der Ladestationen mit Bezug zur Anordnung von Leistungs- und Verteileinheiten beleuchtet, die sich auch hinsichtlich der Steuerungsmöglichkeiten von Ladevorgängen unterscheiden. In Abbildung 3 sind in sehr vereinfachter Weise verschiedene Designoptionen dargestellt. Zunächst können sich Leistungs- und Verteileinheit in einer sogenannten

---

<sup>60</sup> Zu weiteren verbreiteten Standards für DC-Ladestecker zählen CHAdeMO, NACS und GB/T. Der CHAdeMO-Standard wird größtenteils in Asien eingesetzt, NACS wurde von Tesla entwickelt und GB/T ist ein Standard in China.

<sup>61</sup> DKV MOBILITY (2024) und HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 4).

<sup>62</sup> Übliche Bezeichnungen für die Verteileinheit sind auch Dispenser, Satellit oder Kiosk. Vgl. NOW GMBH (2023, S. 133).

<sup>63</sup> NOW GMBH (2023, S. 19).

<sup>64</sup> Vgl. CHARIN (2022, S. 16).

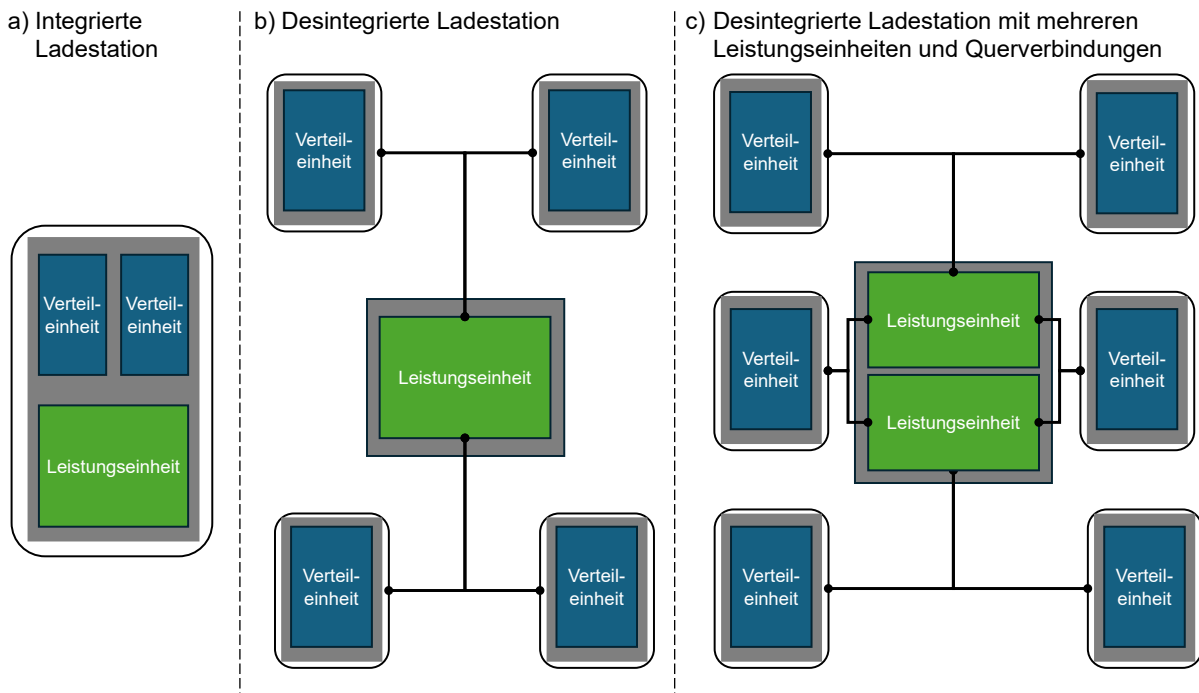
<sup>65</sup> Vgl. HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 4).

<sup>66</sup> Vgl. HONSEL (2024).

<sup>67</sup> Diese Option wird auch als „Plug and Charge“ bezeichnet.

integrierten Ladestation und somit in einem Gehäuse befinden.<sup>68</sup> Eine integrierte Ladestation kann mit einem Ladekabel oder mit bis zu vier Ladekabeln ausgestattet sein.<sup>69</sup> Bei Ladestationen für Lkw könnte sich die maximale Anzahl an Ladekabeln aufgrund der Größe der Lkw und der begrenzten Kabellänge auf zwei reduzieren, d.h. eine Leistungseinheit versorgt einen oder zwei LP.

#### GRUNDSÄTZLICHE DESIGNOPTIONEN SOWIE POTENZIELLE SYNERGIEEFFEKTE



**Abbildung 3 Vereinfachte schematische Darstellung von Designoptionen von Ladestationen<sup>70</sup>**

Durch desintegrierte Ladestationen, die durch von den Verteileinheiten abgesetzte Leistungseinheiten gekennzeichnet sind, kann grundsätzlich eine größere Anzahl an LP gebündelt umgesetzt werden. Die jeweiligen Verteileinheiten können, wie auch integrierte Ladestationen, in Form von Ladesäulen errichtet werden und dann voraussichtlich auch bis zu zwei Ladekabel und zugehörige Stecker umfassen. Der Abstand zwischen Leistungs- und Verteileinheit kann bis zu 100 m betragen.<sup>71</sup> Der Umfang der integriert umgesetzten LP hängt auch von der Gestaltung der Verbindungen zwischen Leistungs- und Verteileinheiten ab. Verteileinheiten können jeweils nur mit einer Leistungseinheit verbunden sein oder über (Quer-)Verbindungen an mehrere Leistungseinheiten angeschlossen sein.

<sup>68</sup> Die Bezeichnungen der integrierten und desintegrierten Ladestation werden im Rahmen dieser Studie verwendet. In NOW GMBH (2023, S. 17) wird zwischen Ladesäulen und Ladeeinrichtungen mit abgesetzten Leistungseinheiten unterschieden und HAGENMAIER ET AL. (2024) unterscheiden zwischen dem stand-alone und modularen Aufbau von Ladeinfrastruktur.

<sup>69</sup> HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 7).

<sup>70</sup> Eigene Darstellung.

<sup>71</sup> NOW GMBH (2023, S. 20).

Desintegrierte Ladestationen können einige Vorteile aufweisen.<sup>72</sup> Durch die Option die verfügbare Ladeleistung zeitlich differenziert auf eine höhere Anzahl an LP aufzuteilen, könnte im Zuge von Synergieeffekten die zu installierende Gesamtkapazität von Leistungseinheiten ohne Einschränkungen hinsichtlich der Qualität und der Ladeleistung für die Nutzer reduziert werden. Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass – u.a. im Kontext von An- und Abfahrten der Lkw – die maximal verfügbare Ladeleistung der LP nicht dauerhaft vollständig genutzt wird. Ferner sinkt das Risiko zum vollständigen Ausfall von einzelnen LP. Besonders hohe Vorteile von (Quer-)Verbindungen bzw. Verbindungen mit mehreren Leistungseinheiten sind gerade für die Verteileinheiten mit höherer Gesamtleistung zu erwarten. Weiterhin könnten sich bei desintegrierten Ladestationen Vorteile hinsichtlich der Flächennutzung ergeben, obwohl der Flächenbedarf für die Verteileinheiten und die abgesetzten Leistungseinheiten insgesamt größer sein könnte als für integrierte Ladestationen. Hintergrund ist, dass auf den Parkflächen nur die platzsparende Verteileinheiten unterzubringen wären, während die Leistungseinheiten in größerem Abstand errichtet werden könnten.<sup>73</sup> Fragen zum Design von Ladestationen werden unter Einbezug der Ladebedürfnisse der Nutzer in Abschnitt 5.2.2.2 erneut thematisiert.

### **2.3.3 Design von Ladeparks**

Im Anschluss an Fragen zum grundlegenden Aufbau und Design von Ladestationen wird im Folgenden das Design von Ladeparks in den Blick genommen. Es stellt sich die Frage, ob tendenziell eine kleinere Anzahl an Ladeparks mit einer größeren Anzahl an Ladestationen und LP mit geringeren Kosten als eine größere Anzahl an Ladeparks mit weniger Ladestationen und LP einhergehen könnte. Für die Untersuchung können einerseits Synergiepotenziale und andererseits Restriktionen im Kontext von bestehenden Lkw-Parkplätzen und Flächenverfügbarkeiten sowie Stromnetzkapazitäten von Relevanz sein.

Mit steigender Anzahl an LP pro Ladepark könnten grundsätzlich Synergieeffekte entstehen, die zu sinkenden Durchschnittskosten pro LP führen würden: Zunächst dürfte der Bedarf an An- und Abfahrtswegen sowie Wartebereichen tendenziell sinken, wenn wenige, große Ladeparks errichtet werden. Zudem ist analog zur Aufteilung der Gesamtleistung von Ladestationen auf die LP eine Aufteilung der verfügbaren Gesamtleistung am Netzanschluss auf die LP denkbar. Es erscheint somit für eine uneingeschränkte Nutzung nicht erforderlich zu sein, die Netzanschlussleistung auf die Summe der maximalen Ladeleistung aller LP auszulegen.<sup>74</sup>

Weiterhin ist es auch denkbar, dass bei größeren Ladeparks infolge von Synergiepotenzialen hinsichtlich der Nutzung die Anzahl der LP reduziert werden könnte. Mit zunehmender Größe der Ladeparks könnte auch eine gewisse Glättung der Nachfrage einhergehen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass Informationen zur aktuellen Auslastung von einzelnen Ladeparks und insbesondere Reservierungssysteme auch zu einer Glättung der Nachfrage an einzelnen Ladeparks beitragen

---

<sup>72</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass die Bedeutung von desintegrierten Ladestationen auch im Pkw-Bereich zunimmt, vgl. dazu HAGENMAIER ET AL. (2024).

<sup>73</sup> Vgl. dazu HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 8).

<sup>74</sup> Vgl. dazu BURGESS / KIPPELT (2021, S. 37).

dürften. In Abschnitt 5.2.1 und 5.2.2 wird die Frage der Ausgestaltung von Ladeparks unter Einbezug der Ladebedürfnisse der Nutzer diskutiert. Ferner sei darauf hingewiesen, dass sich auch Synergiepotenziale bei Berücksichtigung von Pkw-LI ergeben könnten, die allerdings im Rahmen dieser Studie nur am Rande in Abschnitt 8.1.3 thematisiert werden.

## **2.4 Ladebedürfnisse, Standorttypen und Ladekonstellationen sowie Ausblick auf (wesentliche) Basis-Produkte für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur**

In diesem Abschnitt stehen die Charakteristika der Nachfrage im Mittelpunkt, die für die Ausgestaltung des Soll-Angebotskonzepts von hoher Relevanz und auch für die Eignung der Organisations-Lösungen entscheidend sind. Im Folgenden werden Ladekonstellationen systematisiert, um eine Grundlage für die Analyse des Soll-Angebotskonzepts für die SN-LI zu schaffen. Eine Ladekonstellation ist einerseits durch ein Ladebedürfnis und andererseits durch einen Standorttyp gekennzeichnet, sodass grundsätzlich unendlich viele Ladekonstellationen denkbar sind. In Abschnitt 2.4.1 und 2.4.2 wird eine Systematisierung der Ladebedürfnisse hergeleitet bzw. der Standorttypen vorgestellt, bevor schließlich in Abschnitt 2.4.3 wesentliche Ladekonstellationen herausgearbeitet werden. Der Abschnitt endet mit einem Ausblick auf Basis-Produkte zur Deckung (wesentlicher) Ladebedürfnisse im Rahmen des Angebotskonzepts für die SN-LI.

### **2.4.1 (Wesentliche) Ladebedürfnisse im Kontext der Charakteristika des Lkw-Verkehrs und bei besonderer Berücksichtigung der Lenk- und Ruhezeiten**

In diesem Abschnitt stehen die Nachfrage und damit die Ladebedürfnisse im Mittelpunkt. In Abschnitt 2.4.1.1 werden grundlegende Charakteristika des schweren Lkw-Verkehrs in Deutschland im Allgemeinen und potenzieller Nutzer der SN-LI im Speziellen dargestellt. Anschließend enthält Abschnitt 2.4.1.2 eine Beschreibung der gesetzlichen Vorgaben zu Fahrtunterbrechungen und Ruhezeiten, die Standzeiten und damit potenzielle Zeiträume zum Laden determinieren. Abschließend werden in Abschnitt 2.4.1.3 wesentliche Ladebedürfnisse charakterisiert.

#### **2.4.1.1 Charakteristika des Lkw-Verkehrs im Allgemeinen und der potenziellen Nutzer der Straßennetz-Ladeinfrastruktur im Speziellen**

Zunächst werden in diesem Abschnitt Charakteristika von Unternehmen, die die Lkw-Fahrten in Deutschland durchführen und somit grundsätzlich als potenzielle Nutzer der SN-LI angesehen werden können, vorgestellt. Im Anschluss werden weitere Charakteristika des Lkw-Verkehrs im Allgemeinen und der Lkw-Touren im Speziellen dargelegt.

### **ÜBERBLICK ÜBER POTENZIELLE NUTZER**

Die in Deutschland fahrenden Lkw sind im Eigentum von vielen kleinen und mittelgroßen sowie wenigen großen Unternehmen.<sup>75</sup> Im Folgenden werden die Unternehmen, die Lkw besitzen und Transporte durchführen, als Transportunternehmen bezeichnet. Die Transporte werden durch als Spediteure bezeichnete Unternehmen organisiert. Einige Transportunternehmen nehmen auch die Aufgabe der Organisation wahr und sind dann auch als sogenannte Spediteure einzuordnen, während andere im Rahmen von kurzfristigen oder langfristigen Vertragsbeziehungen ausschließlich als Subunternehmer von Spediteuren tätig sind. Während im Jahr 2015 rund 40 %<sup>76</sup> der Spediteure eigene Lkw im Güterfernverkehr eingesetzt haben, sinkt der Anteil der gebündelten Aufgabenwahrnehmung seitdem tendenziell.<sup>77</sup> Neben den vertikalen Kooperationen sind speziell im Stückgutverkehr<sup>78</sup> auch horizontale Kooperationen von rechtlich selbstständigen Transportunternehmen verbreitet, um durch die Kooperation ein größeres Netz abzudecken und Synergieeffekte zu realisieren.<sup>79</sup> Als Beispiele können IDS Logistik (als eine Kooperation von zwei großen und neun mittelständischen Unternehmen) und Cargoline (mit insgesamt 80 (und davon 55 in Deutschland ansässigen) meist mittelständischen und inhabergeführten Partnerunternehmen) genannt werden.<sup>80</sup> Letztlich wird infolge der Kooperationen der Einsatz von einem signifikanten Anteil von Lkw in Deutschland durch einige wenige große Transportunternehmen oder Unternehmenskooperationen bestimmt.<sup>81</sup>

Ferner ist zu beachten, dass Lkw in Deutschland nicht nur Transportunternehmen mit Hauptsitz in Deutschland zuzuordnen sind. Laut Expertenschätzungen könnte der Anteil von in anderen Ländern registrierten Lkw im Fernverkehr auf mautpflichtigen Straßen aktuell um die 50 % betragen.<sup>82</sup> Auswertungen der Mautdaten des Jahres 2024 vom Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) zeigen, dass 44 % der Gesamtfahrleistung auf den mautpflichtigen Straßen durch in anderen Ländern registrierte Lkw erfolgte.<sup>83</sup> Dabei weisen in Polen registrierte Lkw fast 20 % der Gesamtfahrleistung auf. Nicht in Deutschland registrierte Lkw können grundsätzlich im grenzüberschreitenden Verkehr und im

---

<sup>75</sup> Im Jahr 2020 hatten von 46.902 vom Bundesamt für Güterverkehr erfassten Unternehmen im gewerblichen Güterverkehr in Deutschland nur 2,4 bzw. 22,8 % der Unternehmen mehr als 50 bzw. 10 Lkw mit einem zGG über 3,5 t. Im Werkverkehr war bei 1,1 bzw. 11,6 % von 45.929 ausgewiesenen Unternehmen die Anzahl der Lkw größer als 50 bzw. 10. Die Daten sind entnommen aus BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2020, S. 16 und 52). Das grundsätzliche Kriterium zur Abgrenzung des gewerblichen Verkehrs und des Werkverkehrs ist, dass der Werkverkehr dem Zwecke des eigenen Unternehmens dienen muss. Vgl. dazu HACKER ET AL. (2020, S. 60).

<sup>76</sup> HACKER ET AL. (2020, S. 60).

<sup>77</sup> Vgl. dazu BUNDESVERBAND SPEDITION UND LOGISTIK (DSLVL) (2021, S. 9).

<sup>78</sup> In Abgrenzung zum Ladungsverkehr, bei dem eine ununterbrochene Lieferung eines Guts vom Sender zum Empfänger erfolgt, werden im Stückgutverkehr (kleinere) Lieferungen gebündelt transportiert.

<sup>79</sup> Vgl. HACKER ET AL. (2020, S. 72) und BUNDESVERBAND SPEDITION UND LOGISTIK (DSLVL) (2021, S. 33 ff.).

<sup>80</sup> Vgl. <https://www.ids-logistik.de/de/faq-reader/uber-ids> (zuletzt abgerufen am 07.05.2025) und <https://www.cargoline.de/profil/> (zuletzt abgerufen am 07.05.2025).

<sup>81</sup> In HACKER ET AL. (2020, S. 73) wird ausgewiesen, dass weniger als 20 der größten Transportunternehmen und Unternehmenskooperationen über 25 % der in Deutschland im Fernverkehr eingesetzten Lkw besitzen oder durch Verträge mit Subunternehmern einsetzen dürften.

<sup>82</sup> HACKER ET AL. (2025, S. 21).

<sup>83</sup> Die Daten sind entnommen aus BUNDESAMT FÜR LOGISTIK UND MOBILITÄT (BALM) (2025, Tabellenblatt 8d). Es wird eine Fahrleistung i. H. v. 21,6 Mrd. km für in Deutschland registrierte Lkw, i. H. v. 7,4 Mrd. km für in Polen registrierte und insgesamt i. H. v. 17 Mrd. km für nicht in Deutschland registrierte Lkw ausgewiesen.

Transitverkehr, aber auch im inländischen Verkehr eingesetzt werden, wobei letzteres als Kabotage bezeichnet wird.

**(WESENTLICHE) CHARAKTERISTIKA DES LKW-VERKEHRS UND INSBESONDERE DER LKW-FAHRTEN**

Folgend werden einige Charakteristika des schweren Lkw-Verkehrs dargestellt:

- Deutschland ist durch einen hohen Anteil an grenzüberschreitenden Verkehr und Transitverkehr geprägt. Für die in dieser Studie betrachteten Lkw mit einem zGG von über 12 t sind keine spezifischen Zahlen bekannt. Dennoch kann die Aussage unter Einbezug von Verkehrsdaten aus dem Jahr 2022 untermauert werden. Der Anteil des grenzüberschreitenden Verkehrs und Transitverkehrs betrug – bei Einbezug aller (in Deutschland und in anderen Ländern registrierten) Lkw mit einem zGG von mehr als 3,5 t – 40,9 % der gesamten Verkehrsleistung auf dem deutschen Bundesgebiet.<sup>84</sup>
- Die Fahrleistung der Lkw findet zum allergrößten Teil auf den BAB statt. Aus den Mautdaten des Jahres 2024 ergibt sich, dass von der Gesamtfahrleistung der in Deutschland registrierten Lkw i. H. v. 21,6 Mrd. km auf den mautpflichtigen Straßen 16,4 Mrd. km auf die BAB entfielen was einem Anteil von 76 % entspricht.<sup>85</sup> Für die in anderen Ländern registrierten Lkw war der Anteil der Fahrleistung auf den BAB mit über 90 % sogar noch höher.<sup>86</sup>
- Mit Bezug zur räumlichen Verteilung der Fahrleistung ist weiterhin zu beachten, dass einige BAB-Abschnitte deutlich stärker beansprucht werden als andere. Eine besonders hohe Auslastung war im ersten Halbjahr 2024 beispielsweise auf BAB-Anschnitten der A2 zwischen Hannover und Braunschweig mit durchschnittlich über 10.000 täglichen Befahrungen von Lkw mit einem zGG über 7,5 t zu verzeichnen.<sup>87</sup> Dagegen lag der Durchschnitt auf nördlichen BAB-Abschnitten der A 29 unter 1.000 täglichen Befahrungen.<sup>88</sup> Da die Fahrleistung der Lkw mit einem zGG zwischen 7,5 und 12 t im Jahr 2024 insgesamt nur ca. 2 % ausgemacht hat, sind die angegebenen Zahlen auch für die in dieser Studie betrachteten Lkw aussagekräftig.<sup>89</sup>
- Ferner ist eine heterogene Verteilung der Fahrleistung auf die Wochentage festzustellen. Während die Fahrleistung dienstags bis donnerstags besonders hoch ist, sinkt die Fahrleistung an Wochenendtagen von Lkw drastisch.<sup>90</sup> Im Jahr 2020 betrug die Fahrleistung von Lkw mit einem zGG über 7,5 t samstags und sonntags nur 28 % bzw. 8,3 % der Fahrleistung eines

---

<sup>84</sup> Von der Verkehrsleistung i. H. v. 503,1 Mrd. tkm von Lkw mit einem zGG von mehr als 3,5 t sind ca. 125 Mrd. tkm dem grenzüberschreitenden SGV und 80,9 Mrd. tkm dem Transitverkehr zuzuordnen. Die Zahlen sind aus DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. (DLR) / DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (DIW) / KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (KBA) (2023, S. 183, 209 und 245) entnommen.

<sup>85</sup> BUNDESAMT FÜR LOGISTIK UND MOBILITÄT (BALM) (2025, Tabellenblatt 8d).

<sup>86</sup> Die Daten sind aus BUNDESAMT FÜR LOGISTIK UND MOBILITÄT (BALM) (2025, Tabellenblatt 8d) entnommen. Die Fahrleistung der nicht in Deutschland registrierten Lkw beträgt 17 Mrd. km, wovon 15,5 Mrd. km den BAB zugeordnet sind.

<sup>87</sup> BUNDESAMT FÜR LOGISTIK UND MOBILITÄT (BALM) / TOLL COLLECT GMBH (2024, S. 6).

<sup>88</sup> Ebd.

<sup>89</sup> BUNDESAMT FÜR LOGISTIK UND MOBILITÄT (BALM) (2025, Tabellenblatt 8d).

<sup>90</sup> Vgl. dazu die Untersuchungen der DEUTSCHE BUNDESBANK (2020, S. 5 f.) der Fahrleistung von Lkw mit mindestens vier Achsen auf den BAB vom 01.01.2008 bis zum 28.03.2020 und die Auswertung der mautpflichtigen Fahrleistungen aus dem Jahr 2020 vom BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2021, S. 7).

durchschnittlichen Werktags.<sup>91</sup> Dagegen gibt es keinerlei Hinweise auf periodische Schwankungen in Abhängigkeit des Tages eines Monats.<sup>92</sup> Innerhalb eines Jahres sind saisonale Schwankungen im Kontext von Feiertragen und auch der Sommerferienzeit zu erkennen.<sup>93</sup>

- Die tägliche Fahrleistung von Lkw variiert stark und reicht von unter 100 Kilometern bis über 800 Kilometer.<sup>94</sup> Während ein großer Anteil der Lkw für längere Transportdistanzen eingesetzt wird, weisen eine Vielzahl der Einzelfahrten zwischen Start- und Zielpunkt oder zwischen mehreren Zielpunkten einer Tour eine Distanz von weniger als 150 km auf.<sup>95</sup> Für die Lkw, die für geringe Transportdistanzen im regionalen Verkehr eingesetzt werden, sind regelmäßige Standzeiten an Depots zu erwarten.
- Ein Teil der Lkw zeichnet sich durch sehr hohe Betriebszeiten und Jahresfahrleistungen aus, was auf hohe Zeitopportunitätskosten schließen lässt.<sup>96</sup> Darüberhinausgehend deuten auch Ergebnisse einer Befragung von Transportunternehmen darauf hin, die zeigen, dass die Vermeidung von Zeitverlusten für viele Unternehmen von Bedeutung ist und für einige Unternehmen höchste Priorität hat.<sup>97</sup>

#### **2.4.1.2 Gesetzliche Vorgaben zu Fahrunterbrechungen und zu Ruhezeiten und dadurch determinierte Standzeiten der Lkw**

Standzeiten von Lkw bieten die Option zum Laden. Die EU hat mit der VERORDNUNG (EG) Nr. 561/2006 Vorschriften zu Lenk- und Ruhezeiten erlassen und dadurch verbindliche Standzeiten für Lkw determiniert. Die Vorschriften werden folgend im Überblick dargestellt, wobei der Betrachtungszeitraum von Stunden bis hin zu Wochen erweitert wird.

- Nach 4,5 Stunden Lenkzeit ist eine Fahrunterbrechung einzulegen. Die Fahrunterbrechung muss grundsätzlich 45 Minuten umfassen und wird nachfolgend als 45 Min.-Pause bezeichnet. Anstelle einer durchgehenden Fahrunterbrechung von 45 Minuten ist es zulässig, die Pause in zwei Abschnitte von mindestens 15 Minuten und darauffolgend mindestens 30 Minuten aufzuteilen, sofern beide Unterbrechungen innerhalb des Zeitraums liegen, der durch die maximale Lenkzeit von 4,5 Stunden und die 45 Min.-Pause vorgegeben ist.<sup>98</sup> Es gibt ferner eine Ausnahmeregelung für den Betrieb mit mehreren Fahrenden: Die 45 Min.-Pause kann

---

<sup>91</sup> BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2021, S. 7). Die Zahlen sind für Lkw mit einem zGG von mehr als 12 t nicht bekannt. Die Zahlen für Lkw mit einem zGG von mehr als 7,5 t dürften aber – wie oben angegeben – auch für Lkw mit einem zGG von über 12 t aussagekräftig sein.

<sup>92</sup> Vgl. DEUTSCHE BUNDESBANK (2020, S. 5 f.).

<sup>93</sup> Vgl. DEUTSCHE BUNDESBANK (2020, S. 5 ff.).

<sup>94</sup> AGORA VERKEHRSWENDE IN KOOPERATION MIT TRANSPORT AND ENVIRONMENT (2022, S. 20 f.).

<sup>95</sup> Vgl. HACKER ET AL. (2025, S. 21). Es wird angegeben, dass 85 % der Einzelfahrten eine Distanz unter 150 km aufweisen, aber diese kurzen Distanzen nur durch 45 % der Lkw bedient werden.

<sup>96</sup> ACEA / EURELECTRIC (2025, S. 2) geben an, dass schwere Lkw zwischen 40 und 75 % der Zeit in Betrieb sind. Ferner deuten GÖCKELER ET AL. (2023, S. 43 f.) daraufhin, dass bei Last- und Sattelzügen Jahresfahrleistungen über 120.000 km üblich sind.

<sup>97</sup> Vgl. dazu GÖCKELER ET AL. (2022, S. 35 f.).

<sup>98</sup> Art. 7 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

grundsätzlich im Lkw verbracht werden, solange lenkende Fahrende nicht durch Fahrende, die die Pause einlegen, unterstützt werden.<sup>99</sup>

- Innerhalb von 24 Stunden ist grundsätzlich eine tägliche Ruhezeit von unterbrechungsfreien 11 Stunden vorgeschrieben.<sup>100</sup> Einerseits kann die Ruhezeit allerdings in eine zunächst mindestens 3-stündige Unterbrechung und eine darauffolgende mindestens 9-stündige Unterbrechung aufgeteilt werden.<sup>101</sup> Andererseits ist eine reduzierte tägliche Ruhezeit<sup>102</sup> mit einer Länge von mindestens 9 Stunden zulässig, solange Fahrende höchstens drei reduzierte tägliche Ruhezeiten zwischen zwei wöchentlichen Ruhezeiten einlegen.<sup>103</sup> Ferner bestehen auch hier bei mehreren Fahrenden Ausnahmeregelungen: Die tägliche Ruhezeit kann grundsätzlich auf 9 Stunden verkürzt werden. Ferner ist auch der Zeitraum zwischen zwei Ruhezeiten bei mehreren Fahrenden nicht mehr auf 24 Stunden begrenzt, sondern kann bis auf 30 Stunden ausgeweitet werden.<sup>104</sup> Die tägliche Ruhezeit wird im Folgenden (vereinfachend) auch als 540 Min.-Ruhezeit bezeichnet.
- Weiterhin ist eine wöchentliche Ruhezeit vorgeschrieben, die spätestens im Anschluss an sechs 24-Stunden-Zeiträume nach dem Ende der vorherigen wöchentlichen Ruhezeit einzulegen ist.<sup>105</sup> Die wöchentliche Ruhezeit weist grundsätzlich eine Dauer von 45 Stunden auf.<sup>106</sup> Eine Verkürzung auf eine 24-stündige reduzierte wöchentliche Ruhezeit ist erlaubt, wenn die Verkürzung innerhalb von drei Wochen durch Ruhepausen ausgeglichen wird, die vor oder im Anschluss an Ruhezeiten stattfinden.<sup>107</sup> Wenn Ruhezeiten dadurch 45 Stunden überschreiten, dürfen diese nicht im Lkw verbracht werden. Die genutzten Unterkünfte müssen einem definierten Anforderungsniveau gerecht werden.<sup>108</sup> Schließlich umfasst die Verordnung auch Regeln, die unterstützen, dass Ruhezeiten an Wohnsitzen der Fahrenden oder an Betriebsstätten der jeweiligen Arbeitgeber begonnen werden können.<sup>109</sup>

### **2.4.1.3 (Wesentliche) Ladebedürfnisse**

Vor dem Hintergrund der vorstehend beschriebenen Charakteristika des Lkw-Verkehrs wird in diesem Abschnitt zunächst das Spektrum an denkbaren Ladebedürfnissen aufgezeigt. Anschließend werden wesentliche Ladebedürfnisse hervorgehoben. Im Kontext der Zeitopportunitätskosten ist zu erwarten, dass die Ladebedürfnisse von besonderer Relevanz sind, die sich aus den durch die Lkw-Fahrten

---

<sup>99</sup> Ergänzung zu Art. 7 Verordnung (EU) 2020/1054.

<sup>100</sup> Art. 8 Abs. 2 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>101</sup> Art. 4 lit. g Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>102</sup> Art. 8 Abs. 2 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>103</sup> Art. 8 Abs. 4 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>104</sup> Art. 8 Abs. 5 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>105</sup> Ergänzung zu Art. 8 Abs. 6 Verordnung (EU) 2020/1054.

<sup>106</sup> Art. 4 lit. h Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>107</sup> Art. 4 lit. h Verordnung (EG) Nr. 561/2006 und Ergänzung zu Art. 8 Abs 6 Verordnung (EU) 2020/1054 und Art. 8 Abs. 7 Verordnung (EG) Nr. 561/2006.

<sup>108</sup> „Sie sind in einer geeigneten geschlechtergerechten Unterkunft mit angemessenen Schlafgelegenheiten und sanitären Einrichtungen zu verbringen. Alle Kosten für die Unterbringung außerhalb des Fahrzeugs werden vom Arbeitgeber getragen.“ Siehe dazu Ergänzung zu Art. 8 Abs. 8 Verordnung (EU) 2020/1054.

<sup>109</sup> Ergänzung zu Art. 8 Abs. 8a und Art. 12 Verordnung (EU) 2020/1054.

vorgegebenen Standzeiten ergeben. Dabei sind einerseits die Standzeiten durch die Logistikprozesse und andererseits die durch die Lenk- und Ruhezeiten vorgegebenen Standzeiten zu berücksichtigen.

Zunächst dürfte das Spektrum an Ladebedürfnissen, die sich durch Standzeiten im Rahmen der Logistikprozesse ergeben, sehr groß sein.<sup>110</sup> Dagegen können Ladebedürfnisse in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit<sup>111</sup> grundsätzlich beschrieben und klar voneinander abgegrenzt und werden. Um eine unterbrechungsfreie Weiterfahrt zu gewährleisten, ist bei beiden Ladebedürfnissen eine Erhöhung der Reichweite um bis zu 4,5 Stunden Fahrzeit erforderlich. Daraus resultieren im Kontext der verfügbaren Standzeit unterschiedliche Anforderungen an die Ladeleistung. Ferner dürften sich die Bedürfnisse nach komplementären Angeboten in Ergänzung zum jeweiligen Ladebedürfnis deutlich unterscheiden. Bei der 45 Min.-Pause ist tendenziell zu erwarten, dass grundlegende komplementäre Angebote, wie Beleuchtung, Toiletten, Abfallentsorgung und z.B. Einkaufsmöglichkeiten und Wetterschutz, gewünscht sind.<sup>112</sup> Dagegen ist es durchaus plausibel, dass in einer 540 Min.-Ruhezeit auch weitere komplementäre Angebote – wie höhere Sicherheitsstandards, Duschen, ärztliche Versorgung, Einkaufsmöglichkeiten, Restaurants und auch Hotels – nachgefragt werden.<sup>113</sup> Aufgrund von unterschiedlichen Bedürfnissen könnte auch eine Rationalität für ein differenziertes Angebot bestehen. Weiterhin könnten mit Bezug zu den gesetzlichen Vorgaben zur Lenk- und Ruhezeiten Ladebedürfnisse in wöchentlichen Ruhezeiten eine Rolle spielen. Diese werden im Rahmen dieser Studie nur am Rande betrachtet.<sup>114</sup>

Es wird allerdings noch ein weiteres Ladebedürfnis in den Fokus gerückt, das nicht mit ohnehin zur Verfügung stehenden Standzeiten gekoppelt ist, aber dennoch von hoher Relevanz sein dürfte: Das Bedürfnis nach Sofort-Laden ist durch eine unumgängliche Erhöhung der Reichweite gekennzeichnet, um die Fahrt zu beginnen oder fortzuführen. Das Bedürfnis kann beispielsweise auftreten, wenn sich die Tourenplanung spontan verändert oder Störungen von Fahrzeug oder (anderer) Ladeinfrastruktur zu Planabweichungen führen. Zur Deckung dieses Ladebedürfnisses sind grundsätzlich hohe Ladeleistungen erforderlich, da die Ladezeit stets mit Zeitverlusten einhergeht. Es ist zu erwarten, dass die Bedürfnisse nach komplementären Angeboten in Ergänzung zu diesem Ladebedürfnis gering ausfallen dürften.

Zusammenfassend können unendlich viele Ladebedürfnisse unterschieden werden, wobei Laden in ohnehin zur Verfügung stehenden Standzeiten von hoher Relevanz sein dürfte. Ladebedürfnisse im Kontext der durch die Logistikprozesse vorgegebenen Standzeiten dürften ein breites Spektrum aufweisen. Im Zusammenhang mit den Lenk- und Ruhezeiten können Ladebedürfnisse in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit beschrieben werden. Ferner kann das Ladebedürfnis nach Sofort-Laden charakterisiert werden.

---

<sup>110</sup> Diese Ladebedürfnisse sind in der in Abbildung 4 dargestellten Matrix von Ladekonstellationen in den Zeilen B.2 dargestellt.

<sup>111</sup> Diese Ladebedürfnisse sind in der in Abbildung 4 dargestellten Matrix von Ladekonstellationen in den Zeilen B.1.1 und B.1.2 dargestellt.

<sup>112</sup> Vgl. NATIONALE LEITSTELLE LADEINFRASTRUKTUR / IFOK GMBH (2023, S. 54 f.).

<sup>113</sup> Vgl. dazu auch NATIONALE LEITSTELLE LADEINFRASTRUKTUR / IFOK GMBH (2023, S. 53 f.).

<sup>114</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.1.2.2.

## 2.4.2 Standorttypen im Straßennetz und an Start- und Zielpunkten

Zur Systematisierung der Nachfrage werden Standorte zum Laden im Straßennetz und an Start- und Zielpunkten von Lkw-Fahrten unterschieden. Im Bereich des Straßennetzes werden ferner vier Bereiche gebildet: BAB, Bundesstraßen, Ballungsräume und das übrige Straßennetz. Mit Bezug zu den BAB werden in den weiteren Analysen zudem Rastanlagen, die direkt an den BAB angebundene Standorte darstellen, von nur indirekt an den BAB angebundene Standorte unterschieden. Eine detaillierte Betrachtung der Standorttypen im Straßennetz, die für die Bereitstellung der SN-LI in Betracht zu ziehen sind, bietet Abschnitt 3.2.3.

Die Start- und Zielpunkte können ebenfalls weiter ausdifferenziert werden. Es ist beispielsweise eine Untergliederung in Depots, die auch dem Eigentümer des Lkw zugeordnet werden können und unter die Kategorie „Zuhause“ fallen, und sich im Eigentum Dritter befindender Start- und Zielpunkte denkbar, zu denen sowohl Depots anderer Unternehmen als auch Umschlagpunkte gezählt werden können. Es gilt allerdings zu bedenken, dass eine derartige Einordnung im Kontext von langfristigen vertraglichen Beziehungen und Kooperationen zwischen Transportunternehmen z. T. nicht entscheidend sein könnte.<sup>115</sup> Ferner sei darauf hingewiesen, dass eine Abgrenzung zwischen dem Straßennetz und den Start- und Zielpunkten nicht immer eindeutig ist – beispielsweise dann, wenn zu Start- und Zielpunkten auch Standorte vor privaten Grundstücken gezählt werden. Dies erscheint grundsätzlich plausibel, da Ladebedürfnisse sich z. T. auf ein bestimmtes lokales Gebiet beziehen dürften. Dadurch könnte Ladeinfrastruktur im Gewerbegebiet im Straßennetz und Ladeinfrastruktur auf dem Grundstück eines privaten Unternehmens das gleiche Ladebedürfnis adressieren. Eine vertiefte Betrachtung der Standorttypen im Bereich der Start- und Zielpunkte erfolgt im Rahmen dieser Studie nicht, da die SN-LI im Fokus steht.

## 2.4.3 (Vereinfachte) Systematisierung von Ladekonstellationen und Ausblick auf (wesentliche) Basis-Produkte für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur

Aufbauend auf den vorherigen Abschnitten beinhaltet dieser Abschnitt eine (vereinfachte) Systematisierung von Ladekonstellationen und eine Einordnung der Ladekonstellationen im Hinblick auf deren jeweilige Bedeutung. Anschließend werden in einem kurzen Ausblick die in Kapitel 5 umfassend dargestellten Basis-Produkte vorgestellt, die die (wesentlichen) Ladekonstellationen im Straßennetz adressieren könnten. Ferner werden in Kasten 1 die identifizierten Ladekonstellationen mit den im Kontext des im Jahr 2022 veröffentlichten Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung erarbeiteten Ladeszenarien verglichen.<sup>116</sup>

### **LADEKONSTELLATIONEN UND JEWEILIGE BEDEUTUNG**

Abbildung 4 zeigt die sich ergebende Systematisierung von Ladekonstellationen, die die Zellen der abgebildeten Matrix darstellen. In den Zeilen der Matrix werden die in Abschnitt 2.4.1.3 dargestellten

---

<sup>115</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.1.

<sup>116</sup> Die Maßnahme 59 des Masterplans Ladeinfrastruktur II sieht vor, dass ein nutzerorientiertes Zielbild für das zukünftige Laden entwickelt wird. Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (BMDV) (2022, S. 40).

wesentlichen Ladebedürfnisse aufgezeigt, die z. T. auch sehr unterschiedlich sein können, aber zugunsten der Übersichtlichkeit zusammengefasst betrachtet werden.<sup>117</sup> In den Spalten der Matrix finden sich die in Abschnitt 2.4.2 beschriebenen Standorttypen. Durch die Matrix wird deutlich, dass grundsätzlich unendlich viele Ladekonstellationen denkbar sind, die sich bei einer weiteren Ausdifferenzierung der Ladebedürfnisse und Standorttypen ergeben würden. Es sei allerdings angemerkt, dass einige Zellen der Matrix keine plausiblen Ladekonstellationen darstellen. Beispielsweise ist weder eine Be- noch Entladung von Gütern im Straßennetz denkbar, sondern nur an Start- und Zielpunkten der Lkw-Touren plausibel.<sup>118</sup>

	I) Im Straßennetz				II) An Start- und Zielpunkten			
	I.a) Fernverkehrsachsen		I.b) Ballungsräume	I.c) Sonstiges Straßennetz	II.a) Nicht „Zuhause“			II.b) „Zuhause“
	I.a.1) Bundesautobahnen	I.a.2) Bundesstraßen			II.a.1) „Vor der Rampe“		II.a.2) „An der Rampe“	
			II.a.1.1) Vor dem privaten Grundstück	II.a.1.2) Auf dem privaten Grundstück	z.B. am Depot			
A) Ladebedingter Halt (Sofort-Laden)								
B.1) Halt aufgrund von Verordnungen über Lenk- und Ruhezeiten								
B.1.1) 45 Min.-Pause								
B.1.2) (Mind.) 540 Min.-Ruhezeit								
B.2) Halt durch Logistikprozesse								
B.2.1) Be-/ Entladung								
B.2.2) Wartezeiten (unbestimmt)								
B.2.3) Wartezeiten (8 Std.+)								
B.3) Halt aus weiteren Gründen								
B.3.1) Präferenzen d. Fahrenden								
B.3.2) ...								

**Legende**  
 Ladekonstellation vrs. von hoher Relevanz  
 Relevanz der Ladekonstellation ungewiss  
 Ladekonstellation existiert (vrs.) nicht

**Abbildung 4 Überblick über Ladekonstellationen und die jeweilige Relevanz**

Andere Ladekonstellationen dürften dagegen von sehr hoher Relevanz sein. Dazu dürften Ladekonstellationen an Start- und Zielpunkten im Kontext von Standzeiten zählen, die durch Logistikprozesse bedingt sind. Eine besondere Bedeutung dürfte den Ladebedürfnissen in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit und dem Bedürfnis nach dem Sofort-Laden zukommen. Insbesondere bei langen Transportdistanzen dürfte das Ladebedürfnis in der 45 Min.-Pause und in der 540 Min.-Ruhezeit im Straßennetz auftreten. Im Zuge der hohen Fahrleistung auf den BAB sind die BAB-Ladekonstellationen als besonders relevant einzuordnen. Nichtsdestotrotz sind im Kontext der Bedeutung von Mobilitätsoptionen für Lkw alle Standorttypen zu betrachten. Ferner wird dem Bedürfnis nach Sofort-Laden flächendeckend eine hohe Bedeutung beigemessen, da dieses Ladebedürfnis grundsätzlich überall und insbesondere im „Notfall“ auftreten dürfte, sodass gerade ein flächendeckendes Angebot zur Deckung dieses Ladebedürfnisses Mobilitätsoptionen eröffnet.

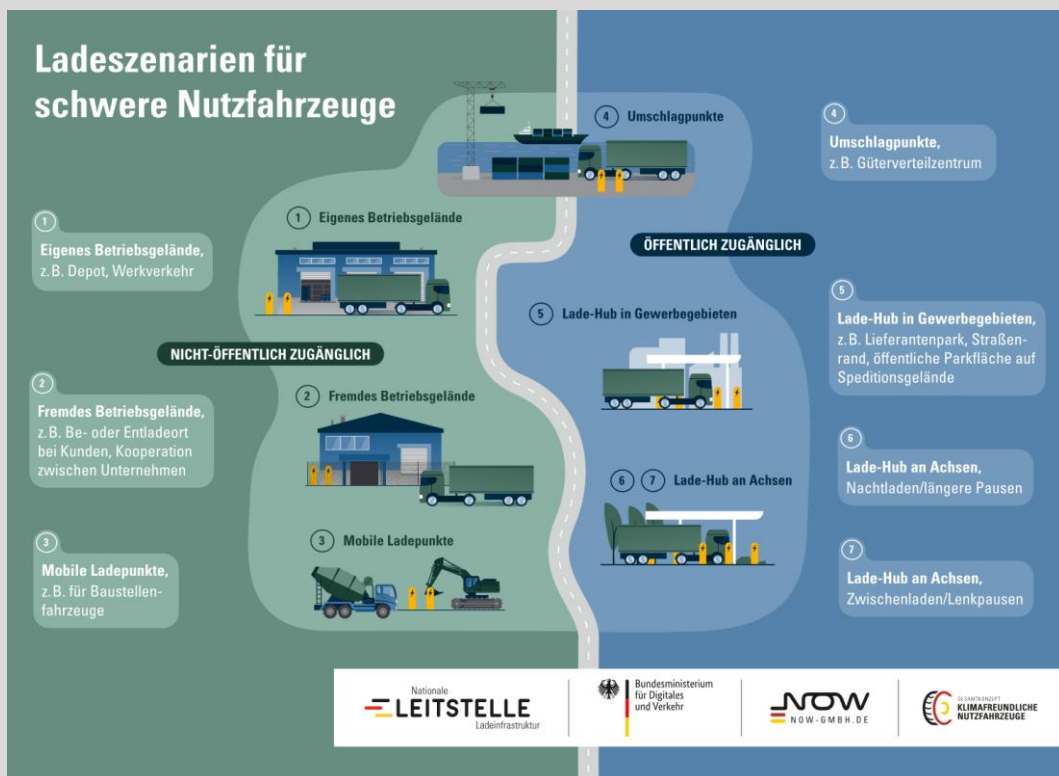
Neben den (wesentlichen) Ladebedürfnissen, die bereits in Abschnitt 2.4.1.3 hervorgehoben werden, könnten auch weitere Ladebedürfnisse im Straßennetz entstehen. Es ist beispielsweise denkbar, dass

<sup>117</sup> Vgl. dazu Abschnitt 2.4.1.3.

<sup>118</sup> Vgl. dazu Zeile B.2.1 in der in Abbildung 4 dargestellten Matrix.

durch die Touren bedingte Wartezeiten im Straßennetz verbracht werden und mit Ladevorgängen gekoppelt werden. Im Folgenden wird in einem Ausblick grundlegend dargelegt, wie bestimmte (im Sinne von relativ einheitlichen) aber auch eher unbestimmte (im Sinne von sehr heterogenen) Ladebedürfnisse im Straßennetz (bzw. diese Ladekonstellationen) durch mehrere Basis-Produkte adressiert werden könnten.

Angestoßen durch eine Maßnahme im Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung hat die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur gemeinsam mit weiteren Akteuren eine User Journey für E-Lkw auf Basis von Ladeszenarien entwickelt.<sup>119</sup> Im Folgenden werden die in der folgenden Abbildung dargestellten Ladeszenarien mit den in diesem Abschnitt (als wesentlich) identifizierten Ladekonstellationen verglichen.



Quelle: <https://nationale-leitstelle.de/nutzfahrzeuge/> (zuletzt abgerufen am 26.05.2025).

Ziel beider Systematisierungen ist es, ein vertieftes Verständnis für die unterschiedlichen Bedürfnisse im Kontext des Ladens von B-Lkw zu gewinnen. Die Ladeszenarien unterscheiden zwischen öffentlich zugänglichem von nicht öffentlich zugänglichem Laden. Ferner werden auch einige der für die Ladekonstellationen herangezogene Standorttypen in den Ladeszenarien abgebildet. Dazu zählen eigene und fremde Betriebsgelände, Umschlagpunkte, Gewerbegebiete sowie Achsen. An den Achsen wird im Rahmen der Ladeszenarien ferner Laden in Lenkpausen von Laden während längerer Pausen differenziert. Diese Ladeszenarien 6 und 7 spiegeln die Ladekonstellationen an den BAB und Bundesstraßen in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit wider. Die weiteren durch Standorttypen gekennzeichneten Ladeszenarien werden nicht mit Bezug zu den Ladebedürfnissen

<sup>119</sup> Vgl. dazu BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (BMDV) (2022) Maßnahme 59.

unterschieden. Dies könnte auf heterogene Ladebedürfnisse hinweisen und damit auf grundsätzlich übereinstimmende Sichtweisen auf die Ladekonstellationen an den Start- und Zielpunkten bzw. Ladeszenarien auf eigenen und fremden Betriebsgeländen, an Umschlagpunkten und in Gewerbegebieten hindeuten.

Ein wesentlicher Unterschied bei den Systematisierungen ist mit Bezug zu dem Bedürfnis des Sofort-Ladens festzustellen, welches in den Ladeszenarien nicht reflektiert ist. Weiterhin ist nicht explizit erkennbar, ob das Laden in 45 Min.-Pausen und während der 540 Min.-Ruhezeiten auch abseits der Achsen vorgesehen ist. Ballungsräume werden in den Ladeszenarien nicht dargestellt. Dagegen umfassen die Ladekonstellationen das Ladeszenario 3, Laden mit mobilen LP, nicht. Für eine vertiefte Betrachtung von Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten, die im Rahmen dieser Studie nicht erfolgt, könnte eine diesbezügliche Erweiterung hilfreich sein. Insgesamt finden sich die Ladeszenarien (größtenteils) in den als wesentlich identifizierten Ladekonstellationen wieder.

**Kasten 1: Gegenüberstellung der Ladekonstellationen mit den im Kontext des  
Masterplan Ladeinfrastruktur II entwickelten Ladeszenarien für schwere  
Nutzfahrzeuge**

**AUSBLICK AUF BASIS-PRODUKTE FÜR DIE STRAßENNETZ-LADEINFRASTRUKTUR**

Die Ladekonstellationen im Bereich des Straßennetzes weisen unterschiedliche Anforderungen auf, z.B. an die Ladeleistung, und können dadurch durch das Angebot von mehreren Basis-Produkte in einer effizienten Weise adressiert werden. Im Kontext des hohen Werts von Mobilitätsoptionen werden die Basis-Produkte grundsätzlich über alle Standorttypen im Straßennetz hinweg gedacht, wobei sich im Zuge der unterschiedlichen Bedeutung der Ladebedürfnisse und -konstellationen eine ungleiche Verteilung der Basis-Produkte auf die Standorttypen ergeben kann.

Zur Adressierung der Ladebedürfnisse im Straßennetz werden zunächst die Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540*, die zur Deckung der Ladebedürfnisse in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit dienen, entwickelt. Ferner wird das Basis-Produkt *Sofort* eingeführt. Für weitere – mehr oder weniger genau bestimmte Ladebedürfnisse im Straßennetz – werden die Basis-Produkte *Block-Flex* und *FlexDauer* entwickelt. Abschnitt 5.1.1 beinhaltet eine Vorstellung der im Rahmen dieser Studie betrachteten Basis-Produkte. Anschließend wird in Abschnitt 5.1.2 die Rationalität für eine Differenzierung von Basis-Produkten sowie für die Begrenzung dieser Differenzierung (auf einige wenige Basis-Produkte) erörtert.

## 3 Weitere Grundlagen zur Straßennetz-Ladeinfrastruktur

Dieses Kapitel umfasst vertiefende Grundlagen zur SN-LI, die insbesondere für Fragen der Kapazitätsdimensionierung von Bedeutung sind. Zunächst werden in Abschnitt 3.1 die Dimensionierung der Batterien von B-Lkw diskutiert und die Implikationen der Auslegung der SZ-LI auf die SN-LI thematisiert. In Abschnitt 3.2 folgt eine detaillierte Betrachtung der Bestandteile der SN-LI sowie deren Charakteristika. Dazu zählen insbesondere die Kostenstrukturen von Ladeinfrastruktur-Anlagen und Stromnetzanschlüssen ebenso wie Restriktionen hinsichtlich verfügbarer (Park-)Flächen an den verschiedenen Standorttypen im Straßennetz.

### 3.1 Externe Einflussfaktoren auf die Kapazitätsdimensionierung und Verortung

Im Folgenden werden externe Einflussfaktoren auf die Kapazitätsdimensionierung im Allgemeinen und die Verortung der SN-LI im Speziellen dargestellt. Die Einflussfaktoren sind insofern als extern anzusehen, als dass sie nicht der SN-LI, sondern anderen Bestandteilen des B-Lkw-Systems zuzuordnen sind. In Abschnitt 3.1.1 werden zum einen verschiedene Batterietechnologien dargestellt und zum anderen wird die Annahme erörtert, dass Batterien grundsätzlich für eine Fahrzeit von 4,5 Stunden ausgelegt werden sollten.<sup>120</sup> Abschnitt 3.1.2 veranschaulicht die Interdependenzen der Kapazitätsdimensionierung von SN- und SZ-LI.

#### 3.1.1 Batterien und insbesondere Batteriekosten und -gewicht

Derzeit kommen unterschiedliche Batterietechnologien zum Einsatz und darüberhinausgehend befinden sich Weitere in der Entwicklung. Die Batterietechnologien unterscheiden sich in wesentlichen Charakteristika, wie Kosten und Energiedichte bzw. Gewicht. Aufgrund des innovativen Umfelds unterliegen die Prognosen zu den Charakteristika der Batterien hohen Unsicherheiten. Daher wird für die folgenden Analysen eine Annahme zur Batteriedimensionierung gesetzt, die in diesem Abschnitt erläutert wird. Nachgelagert werden in Abschnitt 8.2 Implikationen von größeren Batteriekapazitäten auf die (Analyse-)Ergebnisse diskutiert.

#### **AKTUELLE UND ZUKÜNFTIGE BATTERIETECHNOLOGIEN UND JEWEILIGE -GEWICHTE UND -KOSTEN**

Im Automobilsektor sind aktuell Lithium-Eisenphosphat- bzw. -Ferrophosphat- (LFP) und Nickel-Mangan-Kobalt- (NMC) Batterien üblich, die beide zu den Flüssigelektrolyt-Lithium-Ionen-Batterien zählen.<sup>121</sup> Während LFP-Batterien durch geringere Kosten und eine höhere Langzeitstabilität bzw. Lebensdauer gekennzeichnet sind,<sup>122</sup> weisen NMC-Batterien mit Bezug zur Energiedichte Vorteile

---

<sup>120</sup> Die Annahme zur Fahrzeit wird in Abschnitt 2.2 bereits erwähnt. Die der Annahme zugrundeliegenden Vorgaben zur Lenk- und Ruhezeit sind in Abschnitt 2.4.1.2 beschrieben.

<sup>121</sup> Vgl. HASSELWANDER (2025, S. 125).

<sup>122</sup> Die in HASSELWANDER (2025, S. 125 f.) angegebenen Spannweite der Kosten von NMC-Batteriezellen liegen für das Jahr 2020 zwischen ca. 80 und 105 €/kWh und für das Jahr 2030 zwischen 70 und 100 €/kWh. Dagegen liegt das für die LFP-Batteriezellen angegebene Kostenspektrum zwischen ca. 65 und 130 €/kWh im Jahr 2020 und zwischen ca. 50 und 75 €/kWh im Jahr 2030. Ferner wird in HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 4–6) aufgezeigt, dass bei LFP-Batterien im Vergleich zu NMC-Batterien eine deutlich höhere Anzahl an Ladezyklen möglich sein dürfte bis die nutzbare Batteriekapazität auf 80 % der ursprünglichen Batteriekapazität gesunken ist.

gegenüber LFP-Batterien auf.<sup>123</sup> Dadurch lässt sich auch begründen, dass NMC-Batterien vor allem in schweren Nutzfahrzeugen eingesetzt werden.<sup>124</sup> Unter den vielen zurzeit erforschten Batterietechnologien gelten insbesondere Festkörper- und Natrium-Ionen-Batterien als vielversprechende Alternativen zu den üblichen Lithium-Ionen-Batterien.<sup>125</sup> Festkörperbatterien bieten grundsätzlich das Potenzial für einen deutlichen Sprung bei der Energiedichte und Verbesserungspotenziale im Hinblick auf die Langzeitstabilität und die Beständigkeit gegenüber signifikanten Temperaturschwankungen.<sup>126</sup> Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Charakteristika in Abhängigkeit von den Materialkombinationen variieren können. Derzeit liegen die Kosten für Festkörperbatterien über denen herkömmlicher Lithium-Ionen-Batterien.<sup>127</sup> Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass im Zuge von zukünftig realisierbaren Skaleneffekten bei der Produktion von Festkörperbatterien ein ähnliches Kostenniveau erreicht werden kann. Natrium-Ionen-Batterien sind besonders durch die geringen Kosten und die hohe Verfügbarkeit der erforderlichen Materialien attraktiv.<sup>128</sup> Die Energiedichte von Natrium-Ionen-Batteriezellen ist verhältnismäßig gering, liegt aber in etwa auf dem Niveau von LFP-Batteriezellen.<sup>129</sup> In Bezug auf Langzeitstabilität und Lebensdauer sind bei Natrium-Ionen-Batterien potenzielle Nachteile gegenüber anderen Technologien denkbar. Gleichzeitig sind Natrium-Ionen-Batterien durch eine hohe Resistenz gegenüber Temperaturen charakterisiert, und auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen sind die Energieverluste verhältnismäßig gering.<sup>130</sup> Ferner sei noch darauf hingewiesen, dass auch Entwicklungen im Bereich des Recyclings die relative Eignung der unterschiedlichen Batterietechnologien beeinflussen könnte. Insgesamt zeigt sich, dass bei der Batterietechnologie enorme Fortschritte erlangt worden und auch zukünftig denkbar sind.

#### **RATIONALITÄT FÜR DIE REDUKTION DER BATTERIEKAPAZITÄT EINES B-LKW**

Es sprechen allerdings grundsätzlich einige Argumente dafür, die Batteriekapazität eines B-Lkw (weitgehend) zu reduzieren. Denn zusätzliche Batteriekapazitäten sind zum einen mit einer Erhöhung der Kosten und zum anderen mit einer Steigerung des Leergewichts des Lkw verbunden. Dies kann aufgrund der Vorgaben zum zGG zu Einschränkungen der Mengen an transportierten Gütern bei einer Lkw-Fahrt führen. Um dem zu begegnen, hat die Europäische Kommission eine Erhöhung des

---

<sup>123</sup> Die Energiedichte der Batteriezellen könnten laut der Angaben in HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 3–6) bei NMC bis zu 340 Wh/kg und bei LFP bis zu 200 Wh/kg betragen.

<sup>124</sup> Vgl. BIERMANN ET AL. (2024, S. 71).

<sup>125</sup> Vgl. ENDO ET AL. (2024, S. 4).

<sup>126</sup> Vgl. dazu NOW GMBH (2024, S. 28) und HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 7 f.). Auch in SCHMALTZ ET AL. (2022, S. 88 f.) wird für Batteriezellen von Feststoffbatterien mit bis zu 500 Wh/kg eine deutlich höhere Energiedichte als mit bis zu 360 Wh/kg für Flüssigelektrolyt-Lithium-Ionen-Batterien prognostiziert. Ferner deuten sie daraufhin, dass Feststoffbatterien sich zukünftig gerade für Lkw eignen könnten.

<sup>127</sup> Vgl. HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 8) und SCHMALTZ ET AL. (2022, S. 89).

<sup>128</sup> Vgl. dazu die in HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 8) aufgezeigten denkbaren Kosteneinsparungen zwischen 15 und 40 % gegenüber herkömmlichen Batterien. Ferner könnte die Abhängigkeit von der Demokratischen Republik Kongo reduziert werden, da Natrium-Ionen-Batterien ohne Lithium und Kobalt auskommen. Vgl. BIERMANN ET AL. (2024, S. 71 f.).

<sup>129</sup> Vgl. dazu SPIEGEL (2025). Der Batterieproduzent CATL hat den Beginn der Massenproduktion von Natrium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge für Dezember 2025 angekündigt. Die angegebene Energiedichte für die Batteriezellen beträgt 175 Wh/kg.

<sup>130</sup> Vgl. HASSELWANDER / MEYER / ÖSTERLE (2023, S. 8).

zulässigen Gesamtgewichts für emissionsfreie Lkw um 2 bis 4 t angestoßen.<sup>131</sup> Es ist allerdings zu beachten, dass Steigerungen des Lkw-Gewichts auch in höheren Belastungen der Straßeninfrastruktur resultieren. Die vorstehenden Argumente sind bei hohen Batteriekosten und geringer Energiedichte von besonderer Relevanz und dürften daher insbesondere in der kurzen Frist ausschlaggebend sein.

Trotz der vorstehenden Argumente ist eine Erhöhung der Reichweite von B-Lkw nicht auszuschließen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die in dieser Studie im Fokus stehende Ausgestaltung der Organisations-Lösung für die Bereitstellung der SN-LI Einfluss auf Entscheidungen politischer und privater Akteure bezüglich der Batteriedimensionierung haben dürfte.

#### ***ANNAHME EINER (WEITGEHENDEN) REDUKTION DER BATTERIEKAPAZITÄTEN UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE KAPAZITÄTSDIMENSIONIERUNG DER STRAßENNETZ-LADEINFRASTRUKTUR***

In den folgenden Analysen wird eine Reduktion der Batteriekapazitäten in einem Umfang angenommen, der nicht die Einsatzflexibilität der B-Lkw eingeschränkt oder zu Zeitverlusten führt. Dies ist dann gewährleistet, wenn einerseits die durch die Lenk- und Ruhezeiten vorgegebenen Standzeiten der B-Lkw für das Laden der Batterien genutzt werden können. Andererseits muss die Batteriekapazität so dimensioniert sein, dass die maximale Fahrstrecke innerhalb der zulässigen Lenkzeit von 4,5 Stunden zuverlässig abgedeckt werden kann. Daraus lassen sich auch Rückschlüsse auf die maximal erforderliche Ladeleistung der SN-LI ziehen, durch die die Ladebedürfnisse in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit zu decken sind. Die erforderliche durchschnittliche Ladeleistung des Basis-Produkts *Block-45* dürfte regelmäßig über 600 kW liegen, sodass nur MCS-LI infrage kommt.<sup>132</sup> Für das Basis-Produkts *Block-540* sind dagegen durchschnittliche Ladeleistungen unterhalb von 100 kW zu erwarten, sodass CCS-LI ausreicht. Dass die erforderliche Ladeleistung zur Deckung der aus den Lenk- und Ruhezeiten resultierenden Ladebedürfnissen z. T. durch die Nutzung von SZ-LI reduziert werden könnte, wird im folgenden Abschnitt thematisiert.

### **3.1.2 Lkw-Touren und Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten**

Die Ladebedürfnisse im Bereich des Straßennetzes werden auch durch die Verfügbarkeit und Nutzung der SZ-LI bedingt. Beim regionalen Verkehr ist es plausibel, dass ein Großteil der Ladevorgänge aufgrund der regelmäßigen Standzeiten am Depot durch die SZ-LI erfolgt.<sup>133</sup> Im Fernverkehr spielt die SN-LI eine große Rolle, wobei z. T. auch Substitutionsbeziehungen zwischen SN- und SZ-LI bestehen. Abbildung 5 veranschaulicht die Substitutionsbeziehungen anhand von zwei Ladestrategien und einiger beispielhafter Konstellationen auf einer (Fernverkehrs-)Route, die durch mehrere Zielpunkte gekennzeichnet ist. Bei der Strategie 1 wird die Energieaufnahme im Straßennetz maximiert. In den gezeigten Konstellationen finden die 45 Min.-Pause und die 540 Min.-Ruhezeit auch stets im Straßennetz und nicht an den Zielpunkten statt. Daraus ergibt sich, dass die Batterie bei Ankunft an der SN-LI nahezu vollständig entladen ist und die maximale Reichweite an jedem Ladestopp an der SN-LI

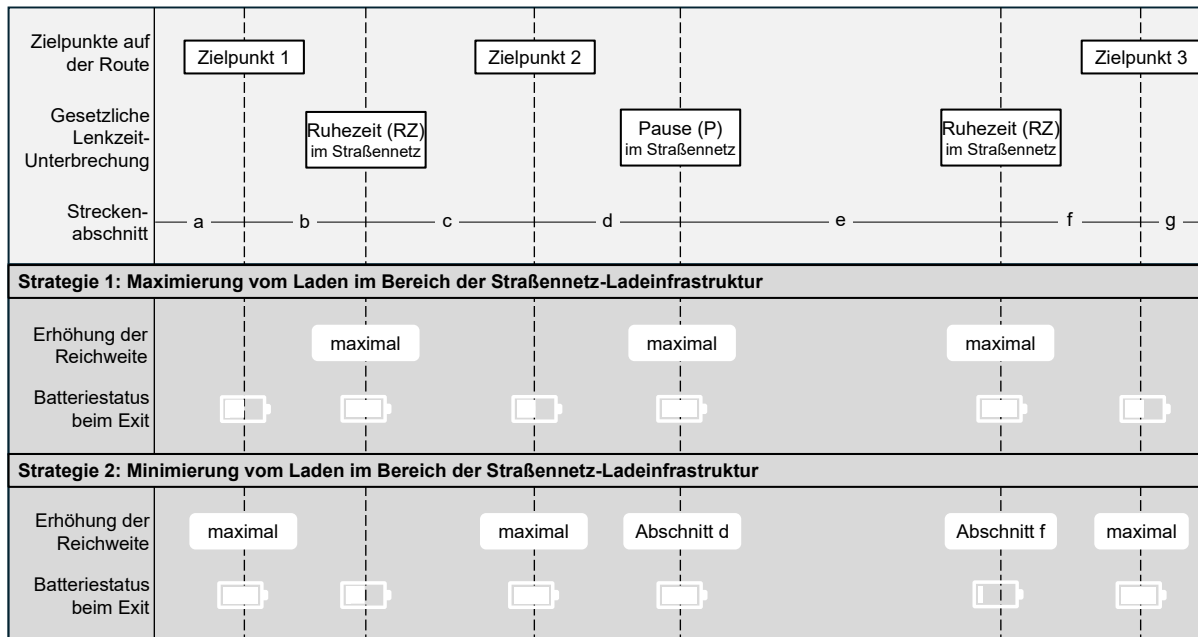
---

<sup>131</sup> EUROPÄISCHE KOMMISSION (2023).

<sup>132</sup> Bei einem Energieverbrauch von 1,3 kWh/km und einer Geschwindigkeit von 80 km/h ergibt sich ein Energiebedarf von 468 kWh. Dieser Energiebedarf kann in 45 Min. durch eine Ladeinfrastruktur mit einer durchschnittlichen Ladeleistung i. H. v. 624 kW gedeckt werden.

<sup>133</sup> Vgl. HACKER ET AL. (2025, S. 36).

geladen wird. An den auf der Route liegenden Zielpunkten finden keine Ladevorgänge statt, sodass die Energieaufnahme bei dieser Ladestrategie unabhängig von der Distanz der Zielpunkte ist.



**Abbildung 5 Beispielhafte Darstellung von denkbaren Ladestrategien und Substitutionsmöglichkeiten von Straßennetz-Ladeinfrastruktur durch Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten<sup>134</sup>**

Bei Strategie 2 wird das Ziel verfolgt, die Energieaufnahme über die SN-LI zu minimieren und unterstellt, dass SZ-LI an allen Zielpunkten zur Verfügung steht. Dadurch kann die Energieaufnahme über die SN-LI deutlich reduziert werden, wenn Zielpunkte vor oder nach einer 45 Min.-Pause oder 540 Min.-Ruhezeit liegen. Dies zeigt auf, dass mit dem Ausbau der SZ-LI einerseits der Bedarf an LP im Bereich der SN-LI insgesamt reduziert werden und andererseits insbesondere die durchschnittliche erforderliche Ladeleistung der SN-LI sinken könnte. Demzufolge erscheint es auch durchaus plausibel, dass für das Basis-Produkt *Block-45* z. T. durchschnittliche Ladeleistungen unter 500 kW ausreichend sein könnten, die auch mit CCS-LI bereitgestellt werden könnten.

### 3.2 Wesentliche Charakteristika der Bestandteile der Straßennetz-Ladeinfrastruktur

In diesem Abschnitt stehen die Bestandteile der SN-LI im Mittelpunkt. Zunächst werden Kostenschätzungen für Ladeinfrastruktur-Anlagen und der jeweiligen Stromnetzanschlüsse im Straßennetz aufgezeigt. Neben der Kostenhöhe werden insbesondere die Kostenstrukturen beleuchtet, die für die (wohlfahrts-)ökonomischen Überlegungen zum Soll-Angebotskonzepts entscheidend sind. Ferner werden die grundsätzliche Verfügbarkeit sowie die Eigentumsstrukturen von (Park-)Flächen an den verschiedenen Standorttypen betrachtet.

<sup>134</sup> Eigene Darstellung.

### 3.2.1 Strukturierung der Kosten von Ladeinfrastruktur-Anlagen

Im Folgenden werden Kostenschätzungen für LP mit unterschiedlicher Ladeleistung aufgezeigt. Danach wird die Kostenstruktur von Ladeinfrastruktur-Anlagen grundsätzlich beschrieben.

#### 3.2.1.1 Schätzungen zur Höhe der Investitionskosten

Kostenschätzungen zur Ladeinfrastruktur sind häufig mit Bezug zu einem LP ausgewiesen. Tabelle 1 zeigt die von der Europäischen Kommission im Kontext des Vorschlags für die Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (engl. Alternative Fuels Infrastructure Regulation (EU) 2023/1804, AFIR) veröffentlichten Schätzungen für Investitionskosten von DC-LP mit einer Ladeleistung von 50, 150, 350 und über 350 kW im Jahr 2020, 2030 und 2050. Die Investitionskosten umfassen auch Installationskosten. Es werden jährliche Kostensenkungen im Zuge von Lerneffekten unterstellt, wobei bei den Installationskosten geringere Kostensenkungen als bei den restlichen Investitionskosten erwartet werden.<sup>135</sup>

	2020	2030	2050
DC (50 kW)	45.000	34.019	29.422
DC (150 kW)	90.000	63.757	53.114
DC (350 kW)	230.000	164.836	138.292
DC (> 350 kW)	/	470.000	395.000

**Tabelle 1 Schätzung der Investitionskostenentwicklung der Ladeinfrastruktur nach Ladeleistung (in Euro)<sup>136</sup>**

Insgesamt weisen aktuelle Kostenschätzungen ein breites Spektrum auf, was insbesondere für Ladeinfrastruktur mit hohen Ladeleistungen gilt. Dies spiegelt sich auch in einer Gegenüberstellung von in zwischen 2017 und 2023 veröffentlichten Studien angegebenen Investitionskosten wider. Für CCS-LP mit einer Ladeleistung zwischen 100 und 150 kW liegen die Investitionskosten ungefähr zwischen 20.000 und 110.000 €, während das Kostenspektrum von MCS-LP von ca. 170.000 bis 800.000 € reicht.<sup>137</sup> Die Kostenunterschiede sind allerdings auch darauf zurückzuführen, dass sich z. T. der Untersuchungsgegenstand im Hinblick auf die Ladeleistung und auf die betrachteten Kostenpositionen unterscheidet.<sup>138</sup> Durch eine Betrachtung der Kostenstrukturen können die Kostenschätzungen präzisiert und auch unter Einbezug der in Abschnitt 2.3.2 und 2.3.3 beschriebenen Synergiepotenziale

<sup>135</sup> Vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION (2021, S. 130).

<sup>136</sup> Die Daten sind entnommen aus EUROPÄISCHE KOMMISSION (2021, S. 129).

<sup>137</sup> Vgl. OTTENY ET AL. (2024).

<sup>138</sup> Investitionskosten i. H. v. 170.000 € ergeben sich bei einer reinen Betrachtung der Hardwarekosten für einen Ladepunkt mit einer Ladeleistung von durchschnittlich 880 kW. Vgl. MAREEV / BECKER / SAUER (2017, S. 16 und 20). Investitionskosten i. H. v. 267.500 € werden in KASTEN ET AL. (2022, S. 41) bei Berücksichtigung von Hardware-, Planungs- und Genehmigungs- sowie Installationskosten für einen MCS-Ladepunkt mit 500 kW angegeben. Die obere Grenze von 800.000 € findet sich in GÖCKELER ET AL. (2023, S. 53) für einen MCS-Ladepunkt mit einer durchschnittlichen Ladeleistung von 1 MW unter Berücksichtigung der vorgenannten Kostenpositionen.

dahingehend erweitert werden, als dass nicht nur einzelne LP mit determinierter Ladeleistung betrachtet werden.

### **3.2.1.2 Kostenstruktur**

Die folgende Strukturierung der Kosten greift auf die in HILDEBRANDT (2016, S. 29) dargestellte Strukturierung der Kosten von Pkw-Ladeinfrastruktur zurück. Zunächst werden die durch Kapazitätsentscheidungen bedingten Kosten betrachtet, die als Fixkosten einzuordnen sind. Im Anschluss folgen die nutzungsabhängigen Kosten der Ladeinfrastruktur, die (nahezu) vernachlässigbar sein dürften. Insgesamt liegt der Fokus in diesem Abschnitt auf einer qualitativen Beschreibung und Einordnung der Kostenpositionen sowie der Kostenverläufe in Abhängigkeit von der gewählten Kapazität.

#### **3.2.1.2.1 Durch Kapazitätsentscheidungen bedingte Kosten**

Die durch die Kapazitätsentscheidungen bedingten Kosten umfassen Investitionskosten sowie auch regelmäßig über die Zeit anfallende (zeitfixe) Kosten. Diese können z. T. unabhängig für einzelne Ladeparks und z. T. auch über mehrere Ladeparks hinweg anfallen.

##### ***(SPRUNG-)FIXE INVESTITIONSKOSTEN EINES LADEPARKS***

Für die Errichtung eines neuen Ladeparks fallen zunächst sowohl Planungs- und Genehmigungskosten als auch Realisierungskosten an. Zu den Aufgaben bei der Planung und Genehmigung können die Ortswahl, die Konzeption des Ladepark-Designs, die Auswahl der technischen Komponenten sowie auch die Beantragung und Einholung von Genehmigungen gehören. Es ist grundsätzlich zu erwarten, dass die Kosten mit zunehmender Größe des Ladeparks steigen, aber nicht linear zur installierten Kapazität oder zur Anzahl der LP verlaufen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Kosten z. T. nicht nur der Ladeinfrastruktur-Anlage, sondern auch anderen Bestandteilen der Ladeinfrastruktur – und somit der Fläche und dem Stromnetzanschluss – zugerechnet werden könnten. Weiterhin fallen Kosten im Rahmen der Realisierung der Ladeinfrastruktur-Anlage an, die in Kosten für die Komponenten und Installationskosten untergliedert werden können. Zu den Komponenten gehören die Ladehardware, Kommunikations- und Messeinrichtungen, die erforderlichen Fundamente sowie ergänzende Anlagen wie Wetterschutzvorrichtungen, Beleuchtung, Beschilderung und Anfahrtsschutz. Der Kostenverlauf für die Komponenten könnte im Kontext der in Abschnitt 2.3.2 und 2.3.3 dargestellten Synergiepotenziale Abweichungen von einem linearen Kostenverlauf aufweisen.<sup>139</sup> Die Installationskosten – und dabei insbesondere die Kosten für Tiefbauarbeiten, Montage und Prüfungen – dürften von dem Design der Ladeinfrastruktur-Anlage und auch den Standortbedingungen abhängig sein.

Neben der Errichtung von neuen Ladeparks sind perspektivisch auch Anpassungen von Ladeparks im Bestand von Relevanz. Dies umfasst zunächst die Erneuerung eines Ladeparks nach dem Ablauf der

---

<sup>139</sup> Dies wird auch durch den Vergleich von dem Kostenverlauf bei der Errichtung integrierter Ladestationen und desintegrierter Ladestationen in HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 11) untermauert. Der Vergleich dient dazu, die optimale Ausgestaltung in Abhängigkeit der Anzahl von LP zu bestimmen. Während der Kostenverlauf für die integrierten Ladestationen linear dargestellt wird, sind desintegrierte Ladestationen durch einen sprunghaften Kostenverlauf gekennzeichnet. Das Design von integrierten und desintegrierten Ladestationen wird grundsätzlich in Abschnitt 2.3.2 beschrieben.

Lebensdauer der Ladehardware. Die Kosten für die Erneuerung der Komponenten zur Weiternutzung einer Ladeinfrastruktur-Anlage nach einer Lebensdauer von 15 Jahren werden i. H. v. 25 % der Investitionskosten für einen neuen Ladeparks abgeschätzt.<sup>140</sup> Zudem können zukünftig auch Erweiterungen eines Ladeparks angestrebt werden. Eine (einfache) Schätzung zu Kosten für Erweiterungen ist aufgrund von vielseitigen Erweiterungsoptionen nicht möglich. Es sind Erweiterungen im Hinblick auf die Anzahl der LP oder der Ladeleistung an vorhandenen LP denkbar. Desintegrierte Ladestationen könnten mit Vorteilen im Hinblick auf sequenzielle Erweiterungen einhergehen.<sup>141</sup> Die Vorteile dürften insbesondere dann realisiert werden können, wenn denkbare Erweiterungsstufen bei der vorherigen Realisierung mitgedacht werden, sodass beispielsweise ein Anschluss einer weiteren Verteileinheit an einer Leistungseinheit ohne Einschränkungen der Qualität insgesamt möglich ist. Schließlich ist der Rückbau eines Ladeparks mit Kosten im Zuge des Recyclings oder der Verschrottung der Komponenten sowie der Deinstallation und Oberflächenwiederherstellung verbunden.

#### **ZEITFIXE BETRIEBSKOSTEN EINES LADEPARKS**

In Ergänzung zu den Investitionskosten, die einmalig im Anschluss an die Kapazitätsentscheidung anfallen, sind zeitfixe Betriebskosten von Ladeinfrastruktur-Anlagen zu berücksichtigen. In Kostenschätzungen werden für die jährlichen Betriebskosten ca. 1,2 % der Investitionskosten veranschlagt.<sup>142</sup> Darunter werden beispielsweise Kosten für Wartung, Betrieb und Kundenservice gefasst. Diese Betriebskosten fallen grundsätzlich jährlich an, sind aber nicht oder nur zu einem geringen Umfang von der Nutzung der Ladeinfrastruktur abhängig. Daher werden diese zu den Fixkosten gezählt.

#### **WEITERE (AUCH ÜBER MEHRERE LADEPARKS ÜBERGREIFEND ANFALLENDE) FIXKOSTEN**

Zusätzlich sind noch Kosten für das Backend, das eine Steuerung und Monitoring der Ladevorgänge ermöglicht, und für Vertriebs- und Abrechnungssysteme zu berücksichtigen. Es könnte sich dabei auch um zeitfixe Kosten handeln, die für Lizenzen oder Nutzungsverträge regelmäßig über die Betriebszeit anfallen.<sup>143</sup> Da diese Systeme für mehrere Ladeparks genutzt werden können, sind auch die Kosten übergreifend zu betrachten.

#### **3.2.1.2.2 Durch die Nutzung bedingte Kosten**

Schließlich können auch Kosten in Abhängigkeit der Nutzung pro Ladevorgang entstehen. Diese Kosten umfassen einerseits Kosten im Zuge der Abnutzung der Komponenten und andererseits Kosten, die für die Abrechnung eines Ladevorgangs und die Rechnungsstellung anfallen. Insgesamt dürften die marginalen Kosten eines Ladevorgangs im Hinblick auf die Kosten der Ladeinfrastruktur-Anlage sehr gering und somit (nahezu) vernachlässigbar sein. Es sei darauf hingewiesen, dass bei jedem

---

<sup>140</sup> Vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION (2021, S. 130).

<sup>141</sup> In HAGENMAIER ET AL. (2024, S. 7) wird darauf hingewiesen, dass die Errichtung weiterer separater Verteileinheiten oder der Ersatz einzelner Verteileinheiten durch leistungsstärkere Verteileinheiten mit relativ geringen Kosten verbunden ist.

<sup>142</sup> EUROPÄISCHE KOMMISSION (2021, S. 130).

<sup>143</sup> NOW GMBH (2023, S. 118).

Ladevorgang auch Kosten für den Strom entstehen, die aber nicht der Ladeinfrastruktur zugerechnet werden.<sup>144</sup>

### 3.2.2 Strukturierung der Kosten im Kontext der Errichtung oder der Erweiterung von Stromnetzanschlüssen

Die Errichtung und Erweiterung von Ladeparks dürften regelmäßig auch mit dem Bedarf einhergehen, einen neuen Stromnetzanschluss zu errichten oder einen bestehenden Anschluss zu erweitern. Denn aufgrund der hohen Ladeleistungen ist zu erwarten, dass der zusätzliche Kapazitätsbedarf an einem Standort häufig nicht durch die vorhandene Netzinfrastruktur gedeckt werden kann. In diesem Abschnitt werden typische Stromnetzanschlüsse für Ladeparks dargestellt und die Kosten für die Errichtung beleuchtet. Dabei wird eine gesamtwirtschaftliche Perspektive eingenommen. Im Folgenden wird zunächst nur die Schnittstelle zwischen Stromnetz und Ladepark betrachtet, die in dieser Studie als Stromnetzanschluss im engen Sinne bezeichnet wird. Anschließend werden im Rahmen der Betrachtung des sogenannten Stromnetzanschlusses im weiten Sinne Implikationen auf Seiten des Stromnetzes und auf Seiten des Ladeparks thematisiert.

#### 3.2.2.1 Stromnetzanschluss im engen Sinne

Die Wahl des Netzanschlusskonzepts und insbesondere der Spannungsebene im Stromnetz hängt prinzipiell von der nachgefragten Leistung ab. Es gibt allerdings aufgrund der regional unterschiedlichen Strukturen und Eigenschaften der Stromnetze keine einheitlichen Leistungsgrenzen für die ca. 860 Verteilernetzbetreiber.<sup>145</sup> Erste Indikationen zu den Kosten für die Realisierung von Stromnetzanschlüssen für Ladeparks mit unterschiedlicher Netzanschlussleistung zeigen KIPPELT ET AL. (2022).<sup>146</sup> In diesem Kontext sei allerdings auf aktuelle Materialpreissteigerungen hingewiesen.<sup>147</sup> Diese dürften sich auf das Kostenniveau insgesamt, aber voraussichtlich nicht erheblich auf die dargestellten Kostenrelationen auswirken. Es werden insgesamt 4 verschiedene Netzanschlusskonzepte unterschieden. Die angegebene Netzanschlussleistung ergibt sich grundsätzlich aus der Summe der maximal zeitgleich erforderlichen Ladeleistung aller LP, wobei Energieverluste i. H. v. ca. 11 % zu berücksichtigen sind.<sup>148</sup>

- Ladeparks mit einer Netzanschlussleistung unterhalb 8 MVA, die somit eine maximale zeitgleiche Ladeleistung von 7,2 MW ermöglichen, können über eine Einbindung in einem Mittelspannungsring angeschlossen werden. Die angegebene Spanne der Investitionskosten reicht von 70.525 bis zu 347.200 €. <sup>149</sup> Die Kosten sind einerseits durch die Höhe der Kosten der Mittelspannungskabel und andererseits durch die Länge der Kabel bedingt. Aufgrund des

---

<sup>144</sup> Vgl. dazu die Systematisierung des B-Lkw-Systems in Abschnitt 2.2.

<sup>145</sup> Vgl. AGORA VERKEHRSWENDE (2024, S. 8).

<sup>146</sup> Zu den Kosten der Realisierung werden analog zu den Kosten der Realisierung der Ladeinfrastruktur-Anlage die Kosten für die physischen Komponenten sowie die Installationskosten gezählt. Es werden allerdings weiterhin Kosten für Grund und Boden einbezogen.

<sup>147</sup> Vgl. dazu ACEA / EURELECTRIC (2025, S. 4).

<sup>148</sup> Vgl. KIPPELT ET AL. (2022, S. 16).

<sup>149</sup> Vgl. KIPPELT ET AL. (2022, S. 59).

engmaschigen Mittelspannungsnetzes werden nur geringe Distanzen von 0,5 bis zu 2 km erwartet.<sup>150</sup>

- Ladeparks mit einer Netzanschlussleistung zwischen 8 und 20 MVA dürften häufig noch an bestehenden Umspannwerken, die die Hoch- und Mittelspannung verbinden, angeschlossen werden. Das angegebene Kostenspektrum liegt zwischen 379.750 € und 1.833.540 €. <sup>151</sup> Dies ist insbesondere auf den Standort zurückzuführen. Es werden Distanzen von 2 bis zu 10 km zwischen Ladepark und Umspannwerk betrachtet, die zu hohen Kosten führen können.
- Bei Ladeparks mit einer Netzanschlussleistung zwischen 20 und 30 MVA dürften regelmäßig Erweiterungen der Umspannwerke durch einen zusätzlichen Transformator erforderlich sein. Die Kosten eines Transformators zwischen Hochspannungs- und Mittelspannungsebene liegen ungefähr bei 1,4 Mio. €. Es ist auch zur Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit eine redundante Ausführung mit zwei Transformatoren denkbar. Die Investitionskosten liegen insgesamt zwischen 1.790.250 und 4.654.650 €. <sup>152</sup>
- Bei Ladeparks mit einer Netzanschlussleistung über 30 MVA dürfte regelmäßig die Errichtung eines neuen Umspannwerks erforderlich sein. Der Anschluss des Ladeparks erfolgt dann über ein Hochspannungskabel. Für ein Umspannwerk mit ein bis zwei Transformatoren sowie ein Hochspannungskabel mit einer Länge zwischen 2 und 10 km sind insgesamt Investitionskosten zwischen 5.859.00 und 16.817.500 € angegeben. <sup>153</sup>

Mit Bezug zu den dargestellten Netzanschlusskonzepten sei ferner darauf hingewiesen, dass die Realisierungsdauer grundsätzlich mit zunehmender Netzanschlussleistung steigt. Im Kontext der Errichtung von Netzanschlüssen in der Hochspannung kann die Realisierungsdauer bis zu 10 Jahre betragen. Insgesamt weisen die vorstehenden Angaben ein großes Spektrum auf. Doch auch davon sind Abweichungen denkbar. Beispielsweise sind in einigen Regionen die Mittelspannungsnetze schon sehr stark ausgelastet, sodass auch relativ geringe zusätzliche Lasten nicht mehr integriert werden können. <sup>154</sup> Der Anschluss kann dann entweder in der höheren Netz- oder Umspannebene <sup>155</sup> erfolgen oder es sind Netzverstärkungsmaßnahmen erforderlich. In diesem Kontext wird im Folgenden der Blick über die physische Schnittstelle zwischen Stromnetz und Ladepark hinaus geweitet.

### **3.2.2.2 Stromnetzanschluss im weiten Sinne bei Berücksichtigung der Implikationen auf Seiten des Stromnetzes und des Ladeparks**

Mit der Realisierung des Netzanschlusses können ergänzend zu den Kosten für die Schnittstelle und den Netzanschlusspunkt weitere Kosten anfallen. Einerseits sind an den Ladeparks Trafostationen zu errichten, um die Umspannung und Verteilung des Stroms an die Ladestationen zu ermöglichen. <sup>156</sup> Es

---

<sup>150</sup> Vgl. Abschnitt 2.2, in dem die Gesamtlängen der Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze angegeben werden.

<sup>151</sup> Vgl. KIPPELT ET AL. (2022, S. 59).

<sup>152</sup> Ebd.

<sup>153</sup> Ebd.

<sup>154</sup> Vgl. KIPPELT ET AL. (2022, S. 29).

<sup>155</sup> Vgl. Abschnitt 2.2.

<sup>156</sup> Vgl. NOW GMBH (2023, S. 117).

sei angemerkt, dass Trafostationen durchaus auch zur Ladeinfrastruktur-Anlage zugeordnet werden könnten. Die Zuordnung zum Netzanschluss ist dadurch begründet, dass die Gestaltung des Netzanschlusses im engen Sinne sich wesentlich auf das Design der Trafostation(en) auswirken dürfte. Andererseits kann die Integration der Last des Ladeparks mit einem Verstärkungsbedarf im Stromnetz einhergehen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Netzbelastungen regional sehr unterschiedlich sind. Zudem bestehen im Kontext des EE-Ausbaus und der Integration neuer Lasten, wie Pkw-Ladeinfrastruktur aber auch Wärmepumpen, ohnehin hohe Netzausbau- und Netzverstärkungsbedarfe.<sup>157</sup> Daraus können sich auch Implikationen für die Kosten unterschiedlicher Anschlusskonzepte und der damit verbundenen maximalen Netzanschlussleistung ergeben.

Des Weiteren ist bei der Wahl des Netzanschlusskonzepts zu beachten, dass die Netzkomponenten durch eine sehr hohe Lebensdauer von 25 bis 40 Jahren gekennzeichnet sind, die somit z. T. weit über die Lebensdauer der Komponenten der Ladeinfrastruktur hinausgeht.<sup>158</sup> Ein sequenzieller Ausbau ist vor dem Hintergrund der hohen Investitionskosten sowie des damit verbundenen zusätzlichen Aufwands grundsätzlich aus einer gesamtwirtschaftlicher Perspektive zu vermeiden.<sup>159</sup> Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn mit einer sequenziellen Erweiterungen auch Entwertungen von Netzkomponenten in signifikantem Umfang einhergehen, was insbesondere bei einem Wechsel von einem Mittelspannungs- auf einen Hochspannungsanschluss zu erwarten wäre. Dennoch kann ein sequenzieller Ausbau mit Vorteilen einhergehen bzw. als unvermeidbar eingestuft werden, wenn Ladeinfrastruktur in der kurzen Frist bereitgestellt werden soll, aber die Errichtung des auf den längerfristigen Bedarf ausgerichteten Netzanschlusses mit einem sehr langen Realisierungszeitraum verbunden ist. Zudem sei darauf hingewiesen, dass ein sequenzieller Ausbau auch erforderlich sein könnte, wenn aktuelle Prognosen den langfristigen Bedarf unterschätzen. Die Prognosegüte bzw. das mögliche Spektrum sollte daher aus gesamtwirtschaftlicher Sicht in die Auslegungsentscheidungen einbezogen werden.

### **3.2.3 Zentrale Charakteristika der (Park-)Flächen mit Bezug zu den Standorttypen im Straßennetz**

Um Ladeinfrastruktur bereitzustellen, sind ergänzend zu der Ladeinfrastruktur-Anlage und dem Stromnetzanschluss einerseits Flächen für die Anlagen und andererseits Parkflächen für die B-Lkw, die die Ladeinfrastruktur nutzen, erforderlich.<sup>160</sup> In diesem Abschnitt werden Charakteristika von Flächen für die verschiedenen Standorttypen beschrieben.<sup>161</sup> Im Hinblick auf die Standorttypen werden zunächst Standorte an den BAB und Standorte zur Flächendeckung unterschieden. Die Standorte an den BAB werden ferner in die Standorte, die direkt an den BAB angebunden sind, und weitere indirekt an die BAB angebundene Standorte gegliedert. Die Standorte mit einer unmittelbaren Zufahrt zur BAB, die somit

---

<sup>157</sup> Mögliche Synergiepotenziale durch die Berücksichtigung der Pkw-Ladeinfrastruktur werden in Abschnitt 8.1.3 thematisiert.

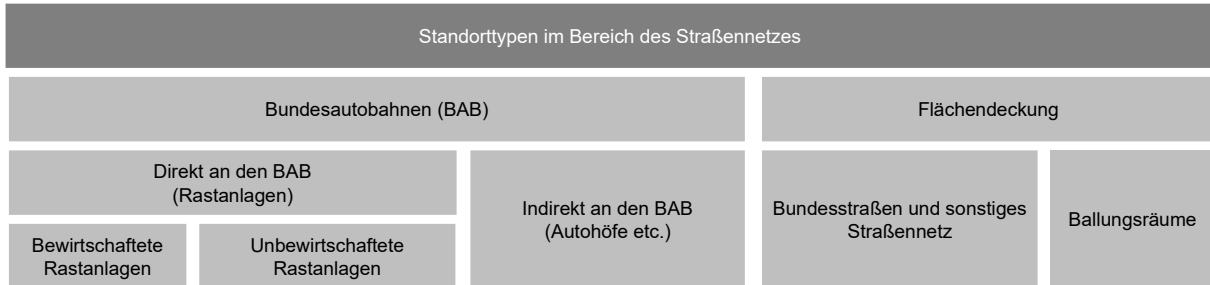
<sup>158</sup> KIPPELT ET AL. (2022, S. 59).

<sup>159</sup> Vgl. dazu KIPPELT ET AL. (2022, S. 31).

<sup>160</sup> Vgl. Abschnitt 2.2.

<sup>161</sup> Vgl. für die Differenzierung der Standorttypen Abschnitt 2.4.2.

direkt angebunden sind, werden als Rastanlagen bezeichnet.<sup>162</sup> Die Standorte, die insbesondere der Flächendeckung dienen, werden in Standorte an Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz sowie in Standorte in Ballungsräumen unterteilt. Abbildung 6 veranschaulicht die Gruppierung der Standorttypen im Bereich der SN-LI.



**Abbildung 6 Differenzierung von Standorttypen im Bereich des Straßennetzes**

Für die einzelnen Standorttypen werden bestehende Lkw-Parkflächen in den Blick genommen und Neu- und Ausbaupotenziale diskutiert. Zudem werden für die Eignung der (Park-)Flächen relevanten Charakteristika, wie die Distanz zur Fahrstrecke, betrachtet. Zum anderen werden die Eigentumsstrukturen der Flächen thematisiert, die im Rahmen der Entwicklung einer geeigneten Organisations-Lösung in Kapitel 7 aufgegriffen werden.

### 3.2.3.1 An den Bundesautobahnen

Es werden zunächst die Rastanlagen an den BAB betrachtet. Anschließend stehen indirekt an die BAB angebundene – über allgemeine Autobahnabfahrten zugängliche – Standorte im Fokus.

#### 3.2.3.1.1 Direkt an den Bundesautobahnen

Aufgrund der unmittelbaren Zufahrten der Standorte sind die Distanzen zur Fahrstrecke und potenzielle Umwege naturgemäß gering.

#### ***(PARK-)FLÄCHEN SOWIE KOMPLEMENTÄRE ANGEBOTE IM BESTAND UND AUSBAUPOTENZIALE***

Im Bestand werden bewirtschaftete von unbewirtschaftete Rastanlagen unterschieden. Bewirtschaftete Rastanlagen sind durch Nebenbetriebe und damit durch komplementäre Angebote, wie Tankstellen, Restaurants und Motels, gekennzeichnet.<sup>163</sup> An den unbewirtschafteten Rastanlagen gibt es grundsätzlich keine komplementären Angebote. Die meisten unbewirtschafteten Rastanlagen sind

<sup>162</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass Rastanlagen Parkplätze für den Fernverkehr bieten und nicht nur an Bundesautobahnen, sondern auch an Bundesstraßen liegen können. Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (BMDV) (2024, S. 3). Rastanlagen an Bundesstraßen werden allerdings im Rahmen dieser Studie ausgeklammert. Vgl. Abschnitt 3.2.3.2.

<sup>163</sup> In § 15 Abs. 1 FStrG werden Betriebe mit einer unmittelbaren Zufahrt zu den Bundesautobahnen als Nebenbetriebe bezeichnet. Als Beispiele für Nebenbetriebe werden u. a. Tankstellen, bewachte Parkplätze und Raststätten, die üblicherweise gastronomische Angebote umfassen, genannt. Befinden sich diese komplementären Servicebetriebe an Bundesstraßen oder im sonstigen Straßennetz, werden diese nicht von dem FStrG erfasst und sind somit nicht als Nebenbetriebe zu bezeichnen. In diesem Sinne gibt es auch keine bewirtschafteten Rastanlagen abseits der Bundesautobahnen. Vgl. dazu BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALES UND VERKEHR (BMDV) (2024, S. 3). Eine Übersicht über die komplementären Angebote enthält DEUTSCHER BUNDESTAG (2021, S. 2). Ende Mai 2021 befanden sich an 416 bewirtschafteten Rastanlagen Raststätten, an 392 Tankstellen und an 49 Motels.

allerdings mit WC ausgestattet und einige verfügen über Grünanlagen.<sup>164</sup> Gemäß aktueller Planungsgrundsätze sind an BAB im Regelabstand von 50 bis 60 km bewirtschaftete Rastanlagen und alle 15 bis 20 km unbewirtschaftete Rastanlagen vorgesehen. Bei einem geringen Fernverkehrsaufkommen können die Abstände auch bis zu 80 km bzw. bis zu 25 km betragen.<sup>165</sup>

Insgesamt standen im Jahr 2023 auf den 442 bewirtschafteten Rastanlagen 29.158 Lkw-Parkplätze zur Verfügung.<sup>166</sup> Die 1.452 unbewirtschafteten Rastanlagen umfassten 32.073 Lkw-Parkplätze.<sup>167</sup> Dadurch zeigt sich seit der Erhebung im Jahr 2018, die 21.661 Lkw-Parkplätze an bewirtschafteten und 29.412 Lkw-Parkplätze an unbewirtschafteten Rastanlagen ausgewiesen hat, ein deutliches Wachstum.<sup>168</sup> Die bestehenden Parkflächen werden dem Bedarf allerdings – insbesondere in den Nachtstunden – nicht gerecht.<sup>169</sup> Auf Grundlage der Lkw-Stellplatzzählung im Jahr 2023 wurde ein Fehlbestand von insgesamt 19.627 Lkw-Parkplätzen an direkt oder indirekt an den BAB angebundene Standorten in den Nachtstunden von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) ausgewiesen.<sup>170</sup> Schätzungen von Transportunternehmen gehen mit 35.000 bis 40.000 fehlenden Lkw-Parkplätzen noch darüber hinaus.<sup>171</sup> Daher wird der Neu-, Um- und Ausbau von Parkflächen an den Rastanlagen aktuell mit einem jährlichen Investitionsvolumen von ca. 100 Mio. € vorangetrieben.<sup>172</sup> Nichtsdestotrotz erscheinen auch weiterhin regional Flächenknappheiten mit Bezug zu direkt an den BAB angebundene Standorten plausibel zu sein. Da im Zuge der Errichtung von Ladeinfrastruktur (Park-)Flächenverluste zu erwarten sind, könnte sich die Situation ggf. sogar stellenweise verschärfen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass schon heute Rastanlagen mit mehr als 300 Parkplätzen existieren.<sup>173</sup> Vor dem Hintergrund (regionaler) Flächenknappheiten dürfte auch das Erweiterungspotenzial im Hinblick auf komplementäre Angebote z. T. gering sein. Dies gilt allerdings nur eingeschränkt für ein geringes Niveau, das nur WC sowie ggf. (einige) weitere Sanitäranlagen und Kiosks umfasst, da dies mit einem relativ geringen Flächenbedarf einhergeht.

#### **EIGENTÜMERSCHAFT UND AKTUELLE ZUORDNUNG VON RECHTEN**

Der Bund ist Eigentümer der BAB, zu denen auch die direkt angebundene Standorte gezählt werden, und hat die Verwaltungsaufgaben wahrzunehmen.<sup>174</sup> Dies schließt die Delegation von Aufgaben an eine

---

<sup>164</sup> Vgl. <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/nebenbetriebe-rastanlagen.html> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025).

<sup>165</sup> Vgl. <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/nebenbetriebe-rastanlagen.html> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025).

<sup>166</sup> SCHMITT (2024, S. 6). Für die Bestimmung der Anzahl an Lkw-Parkplätzen auf Parkflächen wurde bei Längsparkstreifen wie auch bei der Erhebung im Jahr 2018 eine Länge von 20 m für einen Lkw angesetzt. Vgl. SCHMITT (2024, S. 11).

<sup>167</sup> Ebd.

<sup>168</sup> IRZIK ET AL. (2019, S. 6).

<sup>169</sup> Vgl. KRAVAG TRUCK PARKING (2021, S. 4).

<sup>170</sup> SCHMITT (2024, S. 6).

<sup>171</sup> KRAVAG TRUCK PARKING (2021, S. 5).

<sup>172</sup> Vgl. <https://www.autobahn.de/planen-bauen/lkw-stellplaetze> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025).

<sup>173</sup> SPETH / PLÖTZ / WIETSCHEL (2025, S. 5).

<sup>174</sup> Vgl. WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE (2022, S. 4).

bundeseigene privatrechtliche Gesellschaft, wie die AdB, nicht aus.<sup>175</sup> Seit 1998 wird Privaten durch Konzessionsverträge das Recht zum Betreiben der Nebenbetriebe temporär – und in der Regel für eine Dauer von 30 Jahren – übertragen.<sup>176</sup> Die Autobahn Tank & Rast Gruppe GmbH & Co. KG (Tank & Rast) hält für ca. 90 % der bewirtschafteten Rastanlagen die Konzessionen.<sup>177</sup> In dieser Studie wird von Implikationen der Konzessionsverträge abstrahiert. Es wird angenommen, dass der Bund Entscheidungen zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur und komplementären Angeboten fällen kann und nicht durch Regelungen zu den Nebenbetrieben im Allgemeinen und den bestehenden Konzessionsverträgen im Speziellen eingeschränkt wird.<sup>178</sup>

### 3.2.3.1.2 Indirekt an den Bundesautobahnen

Im Jahr 2023 wurden an 261 Autohöfen insgesamt 19.680 Lkw-Parkplätze in einer Distanz bis zu 3 km zur BAB zur Verfügung gestellt.<sup>179</sup> Dagegen wurden im Jahr 2018 noch 224 Autohöfe mit einer Kapazität von 18.675 Lkw-Parkplätze ausgewiesen.<sup>180</sup> Autohöfe befinden sich im Eigentum Privater und der Markt ist durch wenige große Autohofketten geprägt.<sup>181</sup> Dazu zählt auch die Tank & Rast mit aktuell über 20 Autohöfen.<sup>182</sup> Autohöfe sind durch vielseitige und z. T. sehr umfangreiche komplementäre Angebote charakterisiert. Neben Tankstellen, Sanitäranlagen und Restaurants sind auch Freizeitangebote üblich.<sup>183</sup> Ferner bieten Autohöfe videoüberwachte und zugangsbeschränkte Parkplätze und damit ein tendenziell ein höheres Sicherheitsniveau.<sup>184</sup> Für die Nutzung der Lkw-Parkplätze wird häufig eine Gebühr erhoben, die auch mit dem Erhalt von auf den Autohöfen einlösbaren Gutscheinen gekoppelt sein kann.<sup>185</sup> Zusätzlich werden auch abseits von Autohöfen sichere Lkw-Parkplätze angeboten, für die ebenfalls Gebühren erhoben werden.<sup>186</sup> Die aktuelle Anzahl dieser Parkplätze ist nicht bekannt.

Grundsätzlich erscheint es plausibel, dass die Flächenverfügbarkeit tendenziell mit zunehmender Distanz zur BAB steigt. Dennoch können die bestehenden Parkplatzmängel aktuell nicht durch Autohöfe und weitere Angebote behoben werden, obwohl die Erweiterung der Lkw-Parkplätze durch Förderprogramme unterstützt wird.<sup>187</sup> Bis Oktober 2024 wurden 2.365 Lkw-Parkplätze bewilligt und 1.100 fertiggestellt. Dadurch wurden 93,6 Mio. € von den für einen Ausbau von 4.000 Lkw-Parkplätzen

---

<sup>175</sup> Vgl. Art. 90 Abs. 2 Grundgesetz (GG).

<sup>176</sup> Vgl. WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE (2018, S. 5 und 7).

<sup>177</sup> Vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG (2021, S. 2).

<sup>178</sup> Vgl. hierzu Kapitel 1.

<sup>179</sup> Vgl. SCHMITT (2024, S. 5 f.).

<sup>180</sup> IRZIK ET AL. (2019, S. 6).

<sup>181</sup> Vgl. <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/nebenbetriebe-rastanlagen.html> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025) und RUSCHEINSKY / KANDBINDER / RUSCHEINSKY (2018, S. 664).

<sup>182</sup> Vgl. <https://tank.rast.de/unternehmen/> (zuletzt abgerufen am 30.04.2025).

<sup>183</sup> Vgl. dazu RUSCHEINSKY / KANDBINDER / RUSCHEINSKY (2018, S. 658 ff.).

<sup>184</sup> Vgl. <https://www.24-autohof.de/24-autohoefe/premium-parken> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025).

<sup>185</sup> Vgl. [https://www.eurorastpark.de/fileadmin/user\\_upload/Premium\\_Parken/Euro-Rastpark-Premium-Parken-Flyer\\_Tarife\\_ab\\_09\\_21.pdf](https://www.eurorastpark.de/fileadmin/user_upload/Premium_Parken/Euro-Rastpark-Premium-Parken-Flyer_Tarife_ab_09_21.pdf) (zuletzt abgerufen am 02.06.2025).

<sup>186</sup> Vgl. KRAVAG TRUCK PARKING (2021, S. 11 f.) und vgl. <https://www.park-your-truck.com/> (zuletzt abgerufen am 02.06.2025). Es sei darauf hingewiesen, dass die Parkplätze z. T. auch auf dem Betriebsgelände von Transportunternehmen bereitgestellt werden und somit Interdependenzen zur SZ-LI zu berücksichtigen sind.

<sup>187</sup> Vgl. BUNDESREGIERUNG (2024a).

bewilligten Mitteln i. H. v. 110 Mio. € gebunden.<sup>188</sup> Es sind durchaus weitere Neu- und Ausbaupotenziale denkbar, wobei sich die regionalen (Opportunitäts-)Kosten signifikant unterscheiden könnten.

### **3.2.3.2 An Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz**

Abseits der BAB befinden sich auch einige, aber verhältnismäßig wenige, Lkw-Parkplätze.<sup>189</sup> Die Flächenpotenziale zur Erweiterung und auch zum Aufbau von Ladeinfrastruktur dürften grundsätzlich im Vergleich zu Standorten in geringer Distanz zur BAB höher sein. Dabei sind allerdings auch regionale Unterschiede zu erwarten. Beispielsweise bestehen heute z. T. auch an Bundesstraßen in Baden-Württemberg Lkw-Parkplatzmängel.<sup>190</sup> Auch an Bundesstraßen können Rastanlagen liegen, die aber im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt werden, da diese sich aufgrund der kleinen Flächen nicht (in einem signifikanten Umfang) für den Aufbau von Ladeinfrastruktur eignen dürften.

### **3.2.3.3 In Ballungsräumen**

In Ballungsräumen dürften im Kontext von Nutzungskonkurrenzen regelmäßig hohe Flächenknappheiten bzw. -kosten zu erwarten sein. Daher dürfte ein verhältnismäßig geringes Potenzial zur Errichtung von Parkflächen mit Ladeinfrastruktur bestehen. Grundsätzlich könnten sich gerade in Ballungsräumen für die SN-LI geeignete Flächen auch im kommunalen Eigentum befinden. Da in dieser Studie das politische System nur sehr vereinfacht betrachtet wird und Koordinationsfragen im Mehrebenensystem ausgeklammert werden, erfolgt auch keine Differenzierung bezüglich privatem und kommunalem Flächeneigentum.

---

<sup>188</sup> Vgl. BUNDESREGIERUNG (2024a).

<sup>189</sup> Vgl. SCHMITT (2024, S. 16).

<sup>190</sup> Vgl. ERDKÖNIG (2024).

## 4 Theoretische Basis und Zielsystem für die Analysen sowie weiteres Vorgehen

In diesem Kapitel werden die theoretische Basis und das Zielsystem für die Analysen sowie das weitere Vorgehen erläutert. Abschnitt 4.1 widmet sich den im Rahmen der Analysen zur Gestaltung und Bewertung von Organisations-Lösungen, angewandten Theoriegebieten. Die theoretische Basis wird unter Rückgriff auf ausführlichere Auseinandersetzungen – insbesondere in BECKERS ET AL. (2019) und VORWERK (2024), aber auch in BECKERS ET AL. (2025), HILDEBRANDT (2016) und VORWERK / BECKERS (2023) – kurz vorgestellt. In Abschnitt 4.2 wird das weitere Vorgehen mit Fokus auf das Zusammenspiel der (wohlfahrts-)ökonomischen Analysen zum Soll-Angebotskonzept und der (institutionen-)ökonomischen Analysen zur Gestaltung der Organisations-Lösung für die Bereitstellung der SN-LI dargelegt. Zudem wird das übergreifende Zielsystem aufgezeigt und mit Bezug zur Analyse zum Soll-Angebotskonzept bzw. zur Gestaltung der Organisations-Lösung konkretisiert.

### 4.1 (Institutionen-)ökonomische Erkenntnisse als Grundlage für die Ausgestaltung und Bewertung von Organisations-Lösungen

Für Analysen zur Ausgestaltung und (relativen) Bewertung von Organisations-Lösungen stellen die Institutionenökonomik und insbesondere die Neue Institutionenökonomik eine wesentliche Grundlage dar.<sup>191</sup> Organisations-Lösungen sind durch ein bestimmtes staatliches Engagement gekennzeichnet, welches den staatlich definierten institutionellen Rahmen und damit staatliche Entscheidungen zu Zuständigkeiten und Aufgaben von (öffentlichen) Organisationen und auch staatliche Beschlüsse zu finanziellen Zuschüssen zur Bereitstellung der SN-LI umfassen kann.<sup>192</sup> Diesbezügliche Entscheidungen, die insbesondere durch die Exekutive und z.T. auch die Legislative getroffen werden, können auch unter dem Begriff der Regulierung zusammengefasst werden.<sup>193</sup>

Grundsätzlich können zwei idealtypische Randlösungen unterschieden werden. Auf der einen Seite stehen in einer reinen Marktwirtschaft private Akteure mit einem betriebswirtschaftlichen Kalkül und somit einer gewinnorientierten Ausrichtung im Wettbewerb. Eine reine Marktwirtschaft ist nur durch ein geringfügiges staatliches Engagement charakterisiert, das sich darauf beschränkt, grundlegende Regelungen der Wirtschaftsordnung zu etablieren und durchzusetzen.<sup>194</sup> Auf der anderen Seite werden in einer Planwirtschaft Bereitstellungsentscheidungen, die Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung beinhalten, durch einen zentralen öffentlichen Akteur getroffen, der seine Entscheidungen an der gesamtwirtschaftlichen Perspektive ausrichtet.<sup>195</sup> In einer Planwirtschaft besteht im Hinblick auf eine effiziente Ressourcenallokation und damit auch effiziente Bereitstellungsentscheidungen die Herausforderung, dass für die Entscheidungen relevante und ggf. in

---

<sup>191</sup> Vgl. BECKERS ET AL. (2019, S. 5) und VORWERK (2024, S. 35 ff.).

<sup>192</sup> Vgl. dazu die Definition von der (Sektor-)Organisation in BECKERS ET AL. (2025, S. 1).

<sup>193</sup> Vgl. VORWERK / BECKERS (2023, S. 4).

<sup>194</sup> Vgl. dazu auch Beschreibung einer reinen Marktwirtschaft in VORWERK (2024, S. 21).

<sup>195</sup> Die Beschreibung der Planwirtschaft basiert ebenfalls auf den Ausführungen in VORWERK (2024, S. 20). Es wird auch der Ansicht gefolgt, dass in einer Planwirtschaft Kapazitätsentscheidungen zentral getroffen werden, aber für die Allokation von Ressourcen und Gütern auch Preise eingesetzt werden können.

der Gesellschaft verteilt vorliegende Wissen auf zentraler Ebene zu generieren.<sup>196</sup> In einer Marktwirtschaft werden – unter vereinfachten Annahmen – über die Nutzung des Preismechanismus Entscheidungsrechte so zugeordnet, dass eine effiziente Ressourcenallokation erfolgt.<sup>197</sup> Daraus kann abgeleitet werden, dass eine Koordination über Preise mit Vorteilen einhergehen kann. Es gilt allerdings zu bedenken, dass diesen potenziellen Vorteilen potenzielle Nachteile im Kontext von Ineffizienzen und Problemen bei der Koordination über Preise gegenüberstehen.<sup>198</sup> Eine vorteilhafte Organisations-Lösung liegt somit häufig zwischen den beiden dargestellten idealtypischen Randlösungen, sodass im Regelfall eine differenziertere Betrachtung des staatlichen Engagements geboten ist. Staatliche Maßnahmen können sich im Hinblick auf viele Dimensionen sowie auch den Umfang und die Tiefe unterscheiden. Entscheidungen zum Angebotskonzept und damit zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung können direkt oder indirekt beeinflusst werden. Mit Bezug zur Kapazitätsdimensionierung können staatliche Maßnahmen beispielsweise durch Vorgaben die technisch-systemische Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur direkt beeinflussen. Weiterhin können staatliche Maßnahmen auch durch die Gestaltung von Institutionen indirekt auf die technisch-systemische Ausgestaltung bzw. die Investitionsentscheidungen von privaten Akteuren wirken. Mit Bezug zur Kapazitätsvermarktung sind exemplarisch sowohl „sehr grobe“ Vorgaben zur Produkt- und Preisstruktur als auch Preisvorgaben denkbar. Letztlich sind anknüpfend an staatliche Bereitstellungsentscheidungen häufig Institutionen für die Umsetzung der Entscheidungen durch private Akteure auszugestalten. Hinsichtlich der Ausgestaltung der Institutionen und insbesondere der Zuordnung von Rechten gilt es zu bedenken, dass damit auch der Handlungsspielraum für weitere staatliche Maßnahmen determiniert werden könnte. Werden die Vermarktungsrechte beispielsweise grundsätzlich privaten Akteuren zugeordnet, können die Produkt- und Preisgestaltung betreffende staatliche Maßnahmen, die u. a. auch den Kauf bzw. Rückkauf der Vermarktungsrechte voraussetzen können, mit hohen finanziellen Belastungen einhergehen.<sup>199</sup>

Insgesamt bestehen zahlreiche Optionen zur Ausgestaltung der Organisations-Lösung, wobei Interdependenzen zwischen den staatlichen Maßnahmen zu berücksichtigen sind. Für die Auswahl und Gestaltung der Maßnahmen sind die Verfügbarkeit und Optionen zur Generierung von dem jeweiligen erforderlichen zentralen Wissen von hoher Relevanz.<sup>200</sup> Ansätze der Neuen Institutionenökonomik, die sich der Eignung von Governance-Formen sowie der (Detail-)Ausgestaltung von Institutionen unter Berücksichtigung von Kontrahierungsfragen widmen, weisen auch auf weitere Einflussfaktoren,

---

<sup>196</sup> HAYEK (1945, S. 522–526) weist auf diese Herausforderung hin und stellt die Vorteile einer marktwirtschaftlichen Koordination über einen Preismechanismus im Hinblick auf die Nutzung und Generierung des Wissens dar.

<sup>197</sup> Vgl. dazu JENSEN / MECKLING (1995, S. 1–9), die anknüpfend an die Überlegungen von HAYEK (1945) aufzeigen, wie nicht nur allgemeines sondern auch spezifisches (und damit schwer bzw. nur zu (prohibitiv) hohen Kosten übertragbares) Wissen in einer Marktwirtschaft im Zuge der Übertragung von Entscheidungsrechten effizient genutzt werden kann.

<sup>198</sup> Vgl. dazu BECKERS ET AL. (2019, S. 5) und VORWERK (2024, S. 36 und 48 ff.).

<sup>199</sup> Vgl. dazu auch VORWERK / BECKERS (2023, S. 16).

<sup>200</sup> Mit zentralem Wissen wird auf zentraler Ebene vorliegendes und leicht zentralisierbares Wissen sowie auch spezifisches Wissen, was durch den Einbezug von einzelnen Akteuren unkompliziert berücksichtigt werden kann, verstanden. Zentrales wird von dezentralem Wissen, was in der Gesellschaft verteilt vorliegt und schwer übertragbar ist, abgegrenzt. Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 37).

insbesondere die Spezifität, hin.<sup>201</sup> Ferner sind grundsätzlich im Kontext von staatlichen Maßnahmen auch Anreiz- und Kontrollprobleme im öffentlichen und politischen Bereich zu beachten. Die Neue Politische Ökonomie beschäftigt sich mit diesen Problemen, die im Rahmen dieser Studie allerdings (weitgehend) ausgeklammert werden. Es wird angenommen, dass die Probleme, die u.a. auch im Zuge der Etablierung von staatlichen Organisationen – bzw. einer Bundesgesellschaft zur Bereitstellung der SN-LI – entstehen könnten, adressiert und (weitgehend) reduziert werden könnten. Dementsprechend wird angenommen, dass die Bundesgesellschaft eine gesamtwirtschaftliche Ausrichtung aufweist.

Schließlich ist das Ziel der Analysen zur Ausgestaltung und Bewertung von Organisations-Lösungen, die relative Eignung unterschiedlicher Organisations-Lösungen im Hinblick auf das im folgenden Abschnitt dargestellte Zielsystem zu untersuchen. Entsprechend sind für die Analysen auch Prognosen zu möglichen Entscheidungen von privaten Akteuren in einer Marktwirtschaft erforderlich. Dafür kann auf Ansätze der Industrie- und Netzwerkökonomik, die in einem weiten Sinne der Institutionenökonomik zugeordnet werden können, zurückgegriffen werden.<sup>202</sup> Zudem können die Transaktionskostentheorie, die sich mit der „Make-or-Buy“-Frage beschäftigt, und der ressourcenbasierte Ansatz, der die Bedeutung von Ressourcen für den Erfolg und Wachstumspotenziale von Unternehmen hervorhebt, einbezogen werden.<sup>203</sup>

## 4.2 Zielsystem und Vorgehen bei den Analysen

Insgesamt liegen den Analysen im Kern die Ziele einer effektiven und (kosten-)effizienten Bereitstellung der SN-LI unter besonderer Berücksichtigung der Perspektive der Nutzer zugrunde.<sup>204</sup> Zunächst wird in Kapitel 5 die Frage der Ausgestaltung eines Soll-Angebotskonzepts unter Rückgriff auf (wohlfahrts-)ökonomische Erkenntnisse zur Bereitstellung von Infrastrukturen adressiert. Es werden Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung beleuchtet, wobei auch auf diesbezügliche Wissensdefizite hingewiesen wird. Es wird dabei implizit die Perspektive eines „zentralen Anbieters“ eingenommen, der eine gesamtwirtschaftliche Ausrichtung aufweist. Durch die Analysen zum Soll-Angebotskonzept werden einerseits die Effektivitäts-Ziele für die Analysen zur (relativen) Eignung von Organisations-Lösungen für die SN-LI konkretisiert. Andererseits geben die Analysen zum Soll-Angebotskonzept Aufschluss über das (zentral) vorliegende Wissen und bieten somit – aufgrund der hohen Bedeutung von zentralem Wissen für die Eignung staatlicher Maßnahmen – einen Anknüpfungspunkt für die Ausgestaltung einer geeigneten Organisations-Lösung, die in Kapitel 6 und 7 betrachtet wird. Bei den Analysen wird die Komplexität schrittweise erhöht. Zunächst

---

<sup>201</sup> Eine vertiefte Auseinandersetzung mit Fragen zur Auswahl der Governance-Form und zur Ausgestaltung von Verträgen unter der Annahme von privaten Akteuren in einer Marktwirtschaft beinhaltet VORWERK (2024, S. 38–42). Auf der einen Seite stellt die Beschaffung über (wettbewerbliche) Märkte eine Governance-Form dar und auf der anderen Seite ist die Eigenerstellung in einer Hierarchie denkbar. Dazwischen sind weitere Governance-Formen, wie beispielsweise langfristige Verträge denkbar. Weiterhin stellt VORWERK (2024, S. 44–48) die Bedeutung von institutionenökonomischen Erkenntnissen auch mit Bezug zur Detailtiefe von staatlichen Planungsaktivitäten dar.

<sup>202</sup> Vgl. BECKERS ET AL. (2019, S. 8).

<sup>203</sup> Der ressourcenbasierte Ansatz kann dem Bereich des strategischen Managements zugeordnet werden und geht auf PENROSE (1959) zurück; vgl. PETERAF (1993).

<sup>204</sup> Das Zielsystem und das Vorgehen bei den Analysen orientiert sich an den Analysen in BECKERS ET AL. (2025, S. 9 f.) zum Schienenpersonenfernverkehr.

werden in Kapitel 6 Randlösungen der denkbaren Organisations-Lösungen bei Abstraktion von verschiedenen Standorttypen gegenübergestellt. Die staatliche Bereitstellung ist durch die Etablierung einer Bundesgesellschaft für die Bereitstellung von SN-LI und eine staatliche Planungstiefe gekennzeichnet, die sich an den Grenzen des zentralen Wissens zum Soll-Angebotskonzepts orientiert. Demgegenüber wird eine Organisations-Lösung betrachtet, in der sich die staatlichen Maßnahmen auf die Etablierung und Durchsetzung von grundlegenden Regelungen der Wirtschaftsordnung beschränken. Die (relative) Eignung der Organisations-Lösung wird zunächst dadurch bedingt, inwieweit zu erwarten ist, dass infolge der Implementierung der Organisations-Lösungen das beschreibbare Soll-Angebotskonzept erreicht wird. Besteht die Gefahr, dass das Soll-Angebotskonzept nicht erreicht wird, sind das Ausmaß der Ineffektivität und somit die Nutzenverluste bei den Nachfragern zu thematisieren. Ferner werden für die Bewertung der Eignung von Organisations-Lösungen Kosten der Bereitstellung der SN-LI betrachtet. Dabei werden auch Transaktionskosten berücksichtigt, die u.a. im Zuge der Koordination zwischen verschiedenen Akteuren entstehen. Es werden ferner Kosten auf Seiten der Nachfrager in den Blick genommen, die auf („unangemessene“) Übergewinne von Anbietern der SN-LI zurückzuführen sind. Neben den Kosten, die nach erfolgreicher Implementierung der Organisations-Lösung anfallen, werden am Rande auch Kosten bei der Implementierung und insbesondere Kosten zur Generierung von zentralem Wissen angesprochen. Kosten des institutionellen Designs und der politischen Durchsetzung werden ausgeklammert, da ein (noch) recht großer Handlungsspielraum aufgrund des frühen Entwicklungsstands der Lkw-Ladeinfrastruktur angenommen wird. Die Anpassungsfähigkeit von Organisations-Lösungen wird aber vor dem Hintergrund von Prognoseunsicherheiten und Wissenszuwächsen thematisiert.

Im Anschluss an die Analysen zur Eignung der Randlösungen werden vor dem Hintergrund der identifizierten potenziellen Probleme und Nachteile weitere Organisations-Lösungen entwickelt und in dem vereinfachten Rahmen untersucht. Dabei werden auch Organisations-Lösungen betrachtet, die durch zum Teil weitgehend private und zum Teil weitgehend staatlich bereitgestellte SN-LI charakterisiert sind und somit als „gemischte“ Organisations-Lösungen bezeichnet werden können. Ferner werden auch staatliche Maßnahmen in Form von Regulierung und Förderung zur Unterstützung von privater Bereitstellung der SN-LI thematisiert. Schließlich wird in Kapitel 7 eine geeignete Organisations-Lösung vor dem Hintergrund der vorgelagerten Analysen in Kapitel 6 skizziert. Dabei finden die Standorttypen und Eigentumsstrukturen Berücksichtigung. Ergänzend werden in Kapitel 8 weitere (Forschungs-)Themen angesprochen, die sich im Kontext der vereinfachenden Annahmen im Rahmen der Analysen in dieser Studie ergeben. Abschließend wird in Kapitel 9 der Status quo vor dem Hintergrund der Analysen eingeordnet und in Kapitel 10 ein Fazit gezogen.

## 5 Grundzüge eines Soll-Angebotskonzepts für die Straßennetz-Ladeinfrastruktur

In diesem Kapitel werden die Grundzüge eines Soll-Angebotskonzepts zur Deckung der Ladebedürfnisse dargelegt. Dabei wird implizit die Perspektive eines „zentralen Anbieters“ für die SN-LI eingenommen, der seine Entscheidungen an dem Zielsystem ausgerichtet. In Abschnitt 5.1 werden vorgelagert zur Betrachtung der Fragen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung in Abschnitt 5.2 bzw. 5.3 Basis-Produkte zur Adressierung der verschiedenen Ladebedürfnissen im Straßennetz vorgestellt und die Rationalität für die Differenzierung des Angebots durch die Einführung mehrere Basis-Produkte erläutert. Dieses Kapitel schließt mit einem Fazit in Abschnitt 5.4.

### 5.1 Vorstellung von Basis-Produkten zur Adressierung unterschiedlicher Ladebedürfnisse

Anknüpfend an die in Abschnitt 2.4 dargestellten Ladebedürfnisse im Straßennetz werden im Folgenden in Abschnitt 5.1.1 fünf Basis-Produkte vorgestellt. In Abschnitt 5.1.2 wird die Rationalität für die Differenzierung erläutert. Weiterhin wird auch die Rationalität für die Begrenzung der Differenzierung und damit für das Angebot einiger (weniger) Basis-Produkte im Allgemeinen erörtert und ergänzend wird der Hintergrund für die Vereinfachung durch die Berücksichtigung von (nur) fünf Basis-Produkten in dieser Studie dargestellt.

#### 5.1.1 Bedeutung und Grundzüge der Basis-Produkte

Im Folgenden werden fünf Basis-Produkte zur Adressierung der Ladebedürfnisse vorgestellt, wobei auch die Substitutionsbeziehungen zwischen den verschiedenen Basis-Produkten und diesbezügliche Implikationen für die Bedeutung der jeweiligen Basis-Produkte thematisiert werden. Da der Nutzen des gesamten Angebots der SN-LI mit dem Angebot weiterer Basis-Produkte im Zuge einer passgenaueren Adressierung der Ladebedürfnisse steigen kann, können auch Komplementaritäten zwischen den Basis-Produkten bestehen. Dies trifft insbesondere für die Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* zu, die Laden in der 45 Min.-Pause und der 540 Min.-Ruhezeit und somit kombiniert lange Transportdistanzen ohne Zeitverluste ermöglichen, und daher im Fokus stehen.<sup>205</sup>

##### 5.1.1.1 *Block-45* und *Block-540* als essenzielle Basis-Produkte für den Fernverkehr

Die Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* werden beide folgend zu den Block-Basis-Produkten gezählt, die durch eine festgelegte Nutzungsdauer gekennzeichnet sind und ferner dadurch, dass (spätestens zu Beginn des Ladevorgangs) der Energiebedarf feststeht.

##### **DAS BASIS-PRODUKT „BLOCK-45“**

Das Basis-Produkt *Block-45* dient dazu, flächendeckend Ladebedürfnisse in der 45 Min.-Pause zu decken. Dafür können Ladeleistungen über 600 kW erforderlich sein.<sup>206</sup> Es ist allerdings zu beachten,

---

<sup>205</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.1.

<sup>206</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.1.

dass der Energiebedarf variieren kann. Dies ist einerseits auf unterschiedliche Touren zurückzuführen, die beispielsweise auch die Nutzung von SZ-LI ermöglichen.<sup>207</sup> Andererseits hängt der Energiebedarf auch von dem Gewicht des B-Lkw, der Geschwindigkeit, der Außentemperatur und weiteren Faktoren ab.<sup>208</sup> Zeitverluste können (weitgehend) vermieden werden, indem die obere Grenze der erforderlichen Ladeleistung als Orientierung für die Auslegung der Ladeleistung für das Basis-Produkt *Block-45* zugrunde gelegt wird. Dadurch kann sich weiterhin eine Flexibilität im Hinblick auf die Steuerung des Ladevorgangs bzw. der zeitlichen Energieaufnahme in der festgelegten Nutzungsdauer von 45 Minuten ergeben.<sup>209</sup> Im Hinblick auf die Standortqualität dürfte der Bedarf nach komplementären Angeboten relativ gering sein.<sup>210</sup> Dagegen ist zu erwarten, dass die Entfernungen von der Route bzw. die für die Nutzung der Ladeinfrastruktur erforderlichen An- und Abfahrtswege grundsätzlich von hoher Relevanz sein dürften, um Umwege und Zeitverluste zu verringern. Insgesamt sei noch darauf hingewiesen, dass aufgrund von potenziellen externen Einflüssen auf die Geschwindigkeit der B-Lkw, wie Regen oder Stau, der optimale (üblicherweise nach 4,5 Stunden Fahrzeit erreichte) Standort für das Laden bei einer Lkw-Tour in der 45 Min.-Pause nur begrenzt vorhersehbar ist.<sup>211</sup>

#### **DAS BASIS-PRODUKT „BLOCK-540“**

Das Basis-Produkt *Block-540* ist auf das Ladebedürfnis in der 540 Min.-Ruhezeit ausgerichtet. Um Mobilitätsoptionen für den Fernverkehr ohne (signifikante) Zeitverluste zu ermöglichen, ist analog zum Basis-Produkt *Block-45* grundsätzlich eine flächendeckende hohe Verfügbarkeit von Bedeutung. Allerdings ist unter Inkaufnahme von Zeitverlusten auch denkbar, dass vor oder im Anschluss an die 540 Min.-Ruhezeit, in der der B-Lkw auf einem Parkplatz abgestellt wird, auf das Basis-Produkt *Block-45* zurückgegriffen wird. Dagegen würde eine Substitution des Angebots von *Block-45* durch *Block-540* mit sehr hohen Zeitverlusten einhergehen und wird daher nicht in Betracht gezogen. Zur Deckung des Ladebedürfnisses in der 540 Min.-Ruhezeit könnte eine Ladeleistung von ca. 100 kW ausreichen.<sup>212</sup> Höhere Ladeleistungen gehen grundsätzlich mit zunehmenden Flexibilitätspotenzialen hinsichtlich der Energieaufnahme in der verfügbaren Nutzungsdauer einher. Die Standortqualität dürfte analog zur Standortqualität beim Basis-Produkt *Block-45* mit abnehmender Distanz zur Route steigen. Allerdings dürften z.T. komplementäre Angebote einen deutlich größeren Einfluss auf die Standortqualität haben.<sup>213</sup> Schließlich ist mit Bezug zu einer einzelnen Lkw-Tour nicht genau vorhersehbar, welcher Standort nach 4,5 Stunden Fahrzeit erreicht wird.

---

<sup>207</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.2.

<sup>208</sup> Beispielsweise können Kühlsysteme zu weiteren Strombedarfen führen. Vgl. Abschnitt 2.2.

<sup>209</sup> Der aus der Flexibilität entstehende Nutzen wird in Abschnitt 5.2.2.2 weiter thematisiert.

<sup>210</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.3.

<sup>211</sup> Die Fahrzeit von 4,5 Stunden ergibt sich aus den gesetzlichen Vorgaben zur Lenk- und Ruhezeit und der Batteriedimensionierung. Vgl. Abschnitt 2.4.1.2 und 3.1.1.

<sup>212</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.1.

<sup>213</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.3.

### 5.1.1.2 *Sofort* und *Block-Flex* als Basis-Produkte für weitere (bestimmte) Ladebedürfnisse

Neben den sich aus den gesetzlichen Vorgaben zu Lenk- und Ruhezeiten ergebenden Ladebedürfnissen können auch noch weitere potenzielle Ladebedürfnisse beschrieben werden. Diese werden durch das Basis-Produkt *Sofort* und ein weiteres Block-Basis-Produkt *Block-Flex* adressiert.

#### **DAS BASIS-PRODUKT „SOFORT“**

Das Basis-Produkt *Sofort* dient dazu das Ladebedürfnis zu decken, das auftritt, wenn die mit dem aktuellen Ladezustand der Batterie mögliche Reichweite nicht für die zurückzulegende Strecke ausreicht, aber grundsätzlich keine Standzeiten, die zum Laden genutzt werden könnten, zur Verfügung stehen.<sup>214</sup> Dieses Ladebedürfnis kann vor unterschiedlichen Hintergründen entstehen und kann somit als eine Gruppierung von mehreren (sehr ähnlichen) Ladebedürfnissen verstanden werden. Das Ladebedürfnis kann beispielsweise dadurch begründet sein, dass an den Standorten, an denen die Standzeiten verbracht werden, keine (funktionstüchtige) Ladeinfrastruktur vorhanden ist, die Nutzung der Ladeinfrastruktur an diesen Standorten bewusst nicht gewählt oder der Ladebedarf nicht vorhergesehen wurde.<sup>215</sup> Ferner kann das Ladebedürfnis auch entstehen, wenn die Reichweite des B-Lkw reduziert ist, was einerseits im Kontext der Batteriealterung und andererseits auch im Kontext temporärer hoher Energieverbräuche möglich sein könnte. Zusätzlich kann dieses Ladebedürfnis unter den getroffenen Annahmen zur Batteriedimensionierung entstehen, wenn eine 45 Min.-Pause bei mehreren Fahrenden im Fahrzeug verbracht wird.<sup>216</sup>

Da mit dem Basis-Produkt *Sofort* stets Zeitverluste verbunden sind, besteht eine Rationalität für sehr hohe Ladeleistungen. In der kurzen Frist dürfte die maximale Ladeleistung bei bis zu 1,5 MW liegen, könnte aber langfristig auch noch weiter erhöht werden.<sup>217</sup> Eine Ladeleistung von 1,5 MW würde mit einer Ladezeit von ca. 20 Minuten zum vollständigen Laden einer Batterie einhergehen. Der erforderliche Energiebedarf kann aber z.T. auch deutlich geringer sein. Die Qualität und der Nutzen dürfte durch kurze Distanzen zur Route erhöht werden, während ein breites Spektrum an komplementären Angeboten im Kontext der zu erwartenden kurzen Standzeiten nicht von entscheidender Relevanz sein dürfte.<sup>218</sup> Auch wenn die Häufigkeit dieses Ladebedürfnisses schwer prognostizierbar und auch sehr unregelmäßig sein könnte, ist die Bedeutung der Deckung dieses Ladebedürfnisses sehr hoch. Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit dem Angebot des Basis-Produkts *Sofort* andere Basis-Produkte (mit relativ geringen) Zeit- und Nutzenverlusten substituiert werden

---

<sup>214</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.3.

<sup>215</sup> Vgl. dazu auch die Ausführungen von HILDEBRANDT (2016, S. 56 f.) zur Nutzung der Schnellladung als Notladung für Pkw.

<sup>216</sup> Denn die Batteriereichweite ist annahmegemäß auf eine ununterbrochene Lenkzeit von 4,5 Stunden ausgelegt, sodass für zwei aufeinanderfolgende Lenkzeiten von 4,5 Stunden ein Ladevorgang erforderlich ist. Vgl. dazu Abschnitt 3.1.1. Der Ladevorgang kann allerdings auch im Bereich der SZ-LI stattfinden, wenn während der aufeinanderfolgenden Lenkzeiten Zielpunkte angesteuert werden. Vgl. dazu Abschnitt 3.1.2.

<sup>217</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.1.2.

<sup>218</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.3.

können. Eine flächendeckende Bereitstellung und ein hohes Verfügbarkeitsniveau gewährleistet somit Mobilitätsoptionen für B-Lkw.<sup>219</sup>

#### **DAS BASIS-PRODUKT „BLOCK-FLEX“**

Das Basis-Produkt *Block-Flex* adressiert die Ladebedürfnisse, die durch festgelegte Nutzungsdauer und ferner durch einen (spätestens zu Beginn des Ladevorgangs) feststehenden Energiebedarf gekennzeichnet sind. Dabei besteht allerdings im Vergleich zum *Block-45* und *Block-540* grundsätzlich ein breites Spektrum an möglichen Nutzungsdauern und Energiebedarfen. Es ist aber durchaus plausibel, dass Wartezeiten im Kontext von zeitlichen Puffern im Rahmen einer Tour auch im Bereich der SN-LI verbracht werden könnten. Für Fahrende könnte es komfortabel sein, Wartezeiten mit der 45 Min.-Pause zu kombinieren und somit ein Umparken zu vermeiden. Ebenso ist eine Kombination mit der 540 Min.-Ruhezeit denkbar, was aber im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet wird.<sup>220</sup> Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die durchschnittlich erforderliche Ladeleistung zur Deckung der Ladebedürfnisse regelmäßig zwischen der Ladeleistung von *Block-45* und *Block-540* liegen dürfte. Da aufgrund der zeitlichen Puffer aus weiteren Distanzen zwar Umwege, aber keine Zeitverluste entstehen, sind die Nutzenverluste durch weitere Distanzen tendenziell kleiner. Die Bedeutung vielfältiger, komplementärer Angebote dürfte angesichts der erwarteten Standzeiten tendenziell höher sein als bei *Block-45*, jedoch unter dem Niveau von *Block-540* liegen. Insgesamt dürfte die Bedeutung aus Sicht der Nutzer von *Block-Flex* relativ gering sein, da bei einer flächendeckend hohen Verfügbarkeit von *Block-45* und *Block-540* eine nahezu perfekte Substitution möglich sein dürfte. Denn unter der Voraussetzung von verfügbaren Parkmöglichkeiten abseits der Ladeinfrastruktur geht die Substitution (nur) mit Komfortverlusten im Kontext des Umparkens einher. Mit dem Basis-Produkt können allerdings auch analog zu den anderen Block-Basis-Produkten Flexibilitätspotenziale im Kontext der Steuerung von Ladevorgängen eröffnet werden.

#### **5.1.1.3 FlexDauer als ein Basis-Produkt für weitere (unbestimmte) Ladebedürfnisse**

Das fünfte betrachtete Basis-Produkt *FlexDauer* ist nicht im Hinblick auf bestimmte Ladebedürfnisse konzipiert, sondern trägt vor dem Hintergrund der prinzipiell unendlich vielen denkbaren Ladebedürfnissen zur Deckung der bisher nicht adressierten Ladebedürfnisse bei. Letztlich ergibt sich die Rationalität für das Basis-Produkt *Block-Flex* aus potenziellen Unsicherheiten bezüglich der Systematisierung und Einordnung der Ladebedürfnisse im Straßennetz. Daraus resultiert auch, dass die Bedeutung von *Block-Flex* ungewiss ist.

#### **5.1.2 Rationalität für die Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte und für die Begrenzung auf einige (wenige) Basis-Produkte**

In diesem Abschnitt wird erläutert, warum eine Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkten rational ist, die Vorteile einer immer weitergehenden Differenzierung jedoch Grenzen gesetzt

---

<sup>219</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.3.

<sup>220</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.1.2.2.

sind. Zudem wird auch der Hintergrund für die vereinfachte Betrachtung von fünf Basis-Produkten im Rahmen dieser Studie erörtert.

### **5.1.2.1 Rationalität für die Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte**

Zunächst wird zur Darstellung der Rationalität der Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte kurz beleuchtet, mit welchen Implikationen das Angebot von nur einem (Basis-)Produkt einhergehen könnte. Bei der Frage der Wahl der Ladeleistung des einen (Basis-)Produkts wären einerseits hohen Kosten für die Bereitstellung von leistungsstarker LP zu berücksichtigen. Andererseits wären auch potenzielle Zeit- und Nutzenverlusten zu beachten, die entstehen könnten, wenn eine geringere Ladeleistung zur Verfügung stehen würde. Zudem wäre vermutlich im Fall von potenziellen Knappheiten für die Selektion der Nutzer stets eine Konfrontation der Nutzer mit sehr hohen Preisen unumgänglich.

Das Angebot mehrerer Basis-Produkte ermöglicht dagegen eine differenziertere Kapazitätsdimensionierung und Ausgestaltung der Nutzungsregeln im Allgemeinen und Preise im Speziellen, wodurch gesamtwirtschaftliche Vorteile (bzw. Kostensenkungen ohne Inkaufnahme von Nutzenverlusten) gehoben werden können. Gesamtwirtschaftliche Vorteile können sich gerade auch dann ergeben, wenn Nutzungsdauer und Energiebedarf der Nutzer bekannt sind, sodass eine übergreifende zentrale Koordination im Hinblick auf die Zuordnung der B-Lkw zu den (ggf. durch unterschiedliche maximale Ladeleistungen gekennzeichnete) LP und auf die zeitlich differenzierte Allokation der insgesamt verfügbaren Ladeleistung erfolgen kann.<sup>221</sup> Darüber hinaus bieten Block-Basis-Produkte grundsätzlich auch die Möglichkeit einzelne Ladevorgänge mit Blick auf den volatilen Strompreis zu optimieren, was aber im Rahmen dieser Studie nur am Rande Beachtung findet.<sup>222</sup> Ferner kann durch die differenzierte Ausgestaltung der Preise für die einzelnen Basis-Produkte unter Berücksichtigung des Wissensstands zu den jeweiligen Ladebedürfnissen gelenkt werden, wodurch z.T. eine Konfrontation der Nutzer mit sehr hohen Preisen zur Selektion bei potenziellen Knappheiten vermieden werden kann.<sup>223</sup> Beispielsweise ist es nicht plausibel, dass eine Konfrontation von Nutzern mit hohen Preisen im Zuge von Knappheiten während der aus gesetzliche Vorgaben resultierenden Nutzungsdauern zu (intendierten) Lenkungswirkungen führt. Dies schließt nicht aus, dass sehr hohe Preise für über die festgelegte Nutzungsdauer hinausgehende Standzeiten erhoben werden sollten.<sup>224</sup>

Die Realisierung der gesamtwirtschaftlichen Vorteile setzt eine übergreifende zentrale Lenkung zwischen den Basis-Produkten und somit eine integrierte Konzeption der Produkt- und Preisgestaltung voraus. Die Preisrelationen der Basis-Produkte im Kontext der intendierten Lenkungswirkungen werden

---

<sup>221</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.2 und 2.3.3 und auch Abschnitt 5.2.2.2.

<sup>222</sup> Insgesamt wird angenommen, dass von Strompreisschwankungen grundsätzlich keine Implikationen auf Lkw-Touren und somit die Standzeit und den Energiebedarf ausgehen. Vgl. dazu Abschnitt 2.2. Daher ist der volatile Strompreis nur für die zeitliche Energieaufnahme in determinierten Lade-Zeitfenstern von Relevanz, was in Abschnitt 5.3.2.1 aufgegriffen wird.

<sup>223</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 5.3.2.2.2.

<sup>224</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.2.

in Abschnitt 5.3.2.2 thematisiert, während in Abschnitt 5.2.2.2 die Potenziale einer integrierten Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen bezüglich der Basis-Produkte aufgezeigt werden.

### **5.1.2.2 Rationalität für die Begrenzung der Differenzierung auf einige (wenige) Basis-Produkte und für diesbezügliche Vereinfachungen in dieser Studie**

Folgend werden zunächst Grenzen der Vorteile durch eine weitere Differenzierung von Basis-Produkten betrachtet. Anschließend wird erläutert, warum in dieser Studie ausschließlich die fünf in Abschnitt 5.1.1 vorstellten Basis-Produkten berücksichtigt werden.

#### ***IMPLIZITE ABWÄGUNG VON KOSTEN UND NUTZEN ZUR FESTLEGUNG DES DIFFERENZIERUNGSGRADS***

Neben den potenziellen Vorteilen durch eine Produktdifferenzierung steigt die Komplexität mit zunehmender Anzahl an Basis-Produkten. Die Komplexität dürfte sich einerseits bei der Konzeption des Gesamtangebots erhöhen und andererseits auch auf Seiten der Nutzer zunehmen. Daher ist der zusätzliche Nutzen durch die Adressierung eines spezifischen oder einer Gruppe von denkbaren Ladebedürfnissen mit den entstehenden Kosten abzuwägen.

#### ***HINTERGRUND FÜR DIE VEREINFACHUNGEN IM RAHMEN DIESER STUDIE***

Im Rahmen dieser Studie werden fünf Basis-Produkte berücksichtigt, wodurch wesentliche Ladebedürfnisse separat adressiert werden können. Die Rationalität für einen höheren Differenzierungsgrad wird nicht betrachtet, da einerseits durch eine feinere Differenzierung kein signifikanter weiterer Erkenntnisgewinn zu erwarten ist. Andererseits würde die Komplexität der Analysen dadurch aber weiter zunehmen.

(Implizite) Kosten-Nutzen-Betrachtungen könnten jedoch nahelegen, dass ein höherer Differenzierungsgrad vorteilhaft wäre und umgesetzt werden sollte. Dies ist insbesondere im Zusammenhang der vereinfachten Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben zu Lenk- und Ruhezeiten denkbar. Eine explizite Adressierung von geteilten Fahrunterbrechungen in 15 und 30 Minuten sowie von potenziellen Dauern der durch die tägliche Ruhezeit verursachten Standzeiten von 3 und 11 Stunden abseits der im Rahmen dieser Studie betrachteten Ruhezeit von 9 Stunden könnte vorteilhaft sein.<sup>225</sup> Es ist allerdings nicht zu erwarten, dass sich die Erkenntnisse zum Soll-Angebotskonzept dadurch grundlegend verändern würden.

Ferner werden wöchentliche Ruhezeiten nicht explizit durch die betrachteten Basis-Produkte adressiert. Dazu sei zunächst angemerkt, dass im Kontext der langen potenziellen Nutzungsdauer AC-Ladeinfrastruktur zur Deckung des Ladebedürfnis in der wöchentlichen Ruhezeit ausreichen könnte, sodass bei der Bereitstellung der Ladeinfrastruktur in einem geringeren Umfang Interdependenzen zu den Basis-Produkten, die nur durch die Bereitstellung von DC-Ladeinfrastruktur angeboten werden können, zu berücksichtigen wären. Zudem wird angenommen, dass die wöchentlichen Ruhezeiten zu einem großen Teil an Start- und Zielpunkten verbracht werden.<sup>226</sup> Dafür spricht auch, dass an Standorten mit potenziellen Flächenknappheiten und somit insbesondere entlang vielbefahrener BAB

---

<sup>225</sup> Vgl. dazu Abschnitt 2.4.1.2.

<sup>226</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 2.4.1.2.

grundsätzlich lange Standzeiten vermieden werden sollten. Dabei sind Standzeiten auf (reinen) Parkflächen tendenziell mit geringeren (Opportunitäts-)Kosten als Standzeiten auf Parkflächen mit Ladeinfrastruktur verbunden. Daraus resultiert, dass eine Entkopplung der wöchentlichen Ruhezeit von dem Ladevorgang z. T. vorteilhaft sein könnte. Damit wird allerdings nicht ausgeschlossen, dass im Straßennetz an Standorten oder zu Zeiten ohne oder mit geringeren Knappheiten lange Standzeiten auf Parkflächen mit Ladeinfrastruktur und somit auch Potenziale für Verschiebungen der Ladezeiträume mit Vorteilen einhergehen könnten. Nichtsdestotrotz sind keine signifikanten Implikationen auf die Analysen im Rahmen dieser Studie durch die Vernachlässigung des Ladebedürfnisses zu erwarten.

## 5.2 Kapazitätsdimensionierung

In diesem Abschnitt wird die Kapazitätsdimensionierung der SN-LI in den Blick genommen. Dabei wird nicht das Ziel verfolgt, die Angebotsparameter – insbesondere Anzahl, Ladeleistung und räumliche Verteilung der LP – zu quantifizieren.<sup>227</sup> Vielmehr werden im Rahmen von qualitativen Betrachtungen für die Kapazitätsdimensionierung wesentliche Aspekte aufgezeigt und Abwägungsentscheidungen diskutiert. In Abschnitt 5.2.1 werden zunächst Fragen zur Anzahl, Größe und Verortung der Ladeparks thematisiert. Abschnitt 5.2.2 widmet sich anschließend der Ausgestaltung der (einzelnen) Ladeparks. Zunächst werden in Abschnitt 5.2.2.1 – vorgelagert zur detaillierten Betrachtung der Produkt- und Preisgestaltung in Abschnitt 5.3 – Fragen zur Kapazitätsdimensionierung separat für die verschiedenen Basis-Produkte beleuchtet. Dabei werden die Kapazitätsbedarfe bereits im Vergleich zueinander dargestellt werden. Anschließend wird in Abschnitt 5.2.2.2 die Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen betrachtet, wobei Vorteile einer übergreifenden technischen Umsetzung über alle Basis-Produkte hinweg im Kontext von Synergiepotenzialen thematisiert werden, die nicht zuletzt auf die Flexibilitätspotenziale der Block-Basis-Produkte zurückzuführen sind. Diese Überlegungen betreffen weitestgehend die Leistungserstellung und sind somit grundsätzlich nicht Bestandteil des Angebotskonzepts.<sup>228</sup> Die Überlegungen verdeutlichen aber die Vorteile einer integrierten Bereitstellung im Allgemeinen und der sich ohne die Inkaufnahme von hohen Kosten ergebenden Anpassungsoptionen bezüglich der Dimensionierungsentscheidungen für die einzelnen Basis-Produkte im Speziellen. Die Kapazitätsentscheidungen sind somit eng mit den Überlegungen zur Leistungserstellung verbunden. In Abschnitt 5.2.3 werden die Besonderheiten der Standorttypen bei Berücksichtigung der Basis-Produkte thematisiert. In Abschnitt 5.2.4 wird auf Besonderheiten zu Fragen der Kapazitätsdimensionierung während des Markthochlaufs der B-Lkw hingewiesen.

### 5.2.1 Anzahl, Größe und Verteilung von Ladeparks

Bei der Dimensionierung ist nicht nur die zu erwartende Nutzung der SN-LI, sondern auch der Wert der Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI zu berücksichtigen.<sup>229</sup> Denn die Bereitstellung von SN-LI

---

<sup>227</sup> Vgl. dazu auch Vorgehensweise zur Analysen zum Pkw Ladeinfrastrukturbedarf in HILDEBRANDT (2016, S. 3).

<sup>228</sup> Vgl. Kapitel 1 zur Abgrenzung der Bereitstellung im engen Sinne, die die Gestaltung des Angebotskonzepts adressiert, von der Leistungserstellung, die die Erstellung des Angebots darstellt.

<sup>229</sup> Vgl. dazu Überlegungen zur Dimensionierung von Pkw-Ladeinfrastruktur in BECKERS ET AL. (2019, S. 14), zur Bewertung von Projekten im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung in NAGEL ET AL. (2010, S. 34 f.) und zur Auslegung von Infrastrukturen im Allgemeinen in VORWERK / BECKERS / WESTPHAL / ET AL. (2023, S. 16).

dient dazu, Mobilitätsoptionen für B-Lkw zu schaffen. Grundsätzlich ergeben sich Mobilitätsoptionen durch eine flächendeckende SN-LI, die durch ein hohes lokales Verfügbarkeitsniveau geprägt ist. Dabei ist das lokale Verfügbarkeitsniveau in Zeitpunkten mit der höchsten Nachfrage entscheidend für die Nutzer. Im Kontext des Ziels der Flächendeckung stellt sich die Frage, in welchen Abständen Ladeparks errichtet werden sollten. Zunächst dürfen die Abstände der Ladeparks die Reichweite der B-Lkw nicht überschreiten. Ferner führt ein hohes Abdeckungsniveau mit geringen Abständen zwischen den Ladeparks aus Sicht der Nutzer zu einer höheren Flexibilität bei der Auswahl des Ladeparks. Diese kann insbesondere im Kontext der gesetzlichen Vorgaben für Lenk- und Ruhezeiten und die dadurch determinierten Standzeiten von hoher Bedeutung sein. Allerdings sind bei Entscheidungen zu den Abständen der Ladeparks auch Synergiepotenziale bei der Leistungserstellung und Nutzung der Ladeinfrastruktur zu berücksichtigen.<sup>230</sup> Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass keine signifikanten Unterschiede der Synergiepotenziale bei der Nutzung zu erwarten sind, wenn die Nutzer zwischen einer größeren Anzahl an kleineren Ladeparks durch Entscheidungen bezüglich der Kapazitätsvermarktung, die beispielsweise die Informationsbereitstellung zur aktuellen Auslastung der Ladeparks oder die Einführung eines Reservierungssystems umfassen, gelenkt werden.<sup>231</sup> Schließlich sind im Kontext der Entscheidungen zur Verortung der Ladeparks und damit auch zu den Abständen der Ladeparks die lokalen Gegebenheiten im Hinblick auf die Flächenverfügbarkeit sowie die regionalen Stromnetzkapazitäten zu berücksichtigen.<sup>232</sup>

## 5.2.2 Ausgestaltung von (einzelnen) Ladeparks

In diesem Abschnitt werden Fragen der Kapazitätsdimensionierung mit Bezug zu einzelnen Ladeparks unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.1 vorgestellten Basis-Produkte beleuchtet. Im Anschluss an diesbezügliche grundsätzliche (die Basis-Produkte separat betrachtende) Überlegungen in Abschnitt 5.2.2.1 wird in Abschnitt 5.2.2.2 die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen thematisiert und Vorteile einer übergreifenden Umsetzung (über alle Basis-Produkte hinweg) erörtert.

### 5.2.2.1 Separate Betrachtung der einzelnen Basis-Produkte bei Abstraktion von der (technischen) Umsetzung

Die Nachfrage nach den im Fokus stehenden Basis-Produkten *Block-45* und *Block-540* kann grundsätzlich unter Rückgriff auf die Verkehrsdaten relativ gut beschrieben werden. Während die Nachfragespitze für *Block-540* abends und nachts zu erwarten ist, dürfte die Nachfragespitze für *Block-45* tags und insbesondere zur Mittagszeit liegen. Unter Berücksichtigung der Substitutionsbeziehungen der Basis-Produkte ist eine hohe Verlässlichkeit der Verfügbarkeit bei *Block-45* bedeutender als bei *Block-540*. Denn wenn *Block-540* nicht zur Verfügung steht, kann unter Inkaufnahme von – zwar nicht unerheblichen, aber auch nicht enormen – Zeitverlusten auf *Block-45* zurückgegriffen werden, indem der Ladevorgang von der gesetzlich vorgeschriebenen Ruhezeit entkoppelt wird.<sup>233</sup> Die Nachfrage nach

---

<sup>230</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.3.

<sup>231</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.3, in dem auch bereits auf die Interdependenzen von Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung hingewiesen wird.

<sup>232</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.3.

<sup>233</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.1.1.

dem Basis-Produkt *Sofort* kann nicht in analoger Weise zur Nachfrage nach *Block-45* und *Block-540* auf Grundlage von Verkehrsdaten prognostiziert werden, da die Nachfrage gerade auch im Kontext von Planabweichungen entsteht. Grundsätzlich schafft allerdings ein flächendeckendes hohes Verfügbarkeitsniveau des Basis-Produkts *Sofort* Mobilitätsoptionen. Aufgrund der relativ kurzen Nutzungsdauer im Kontext der hohen Ladeleistung dürfte ein hohes Verfügbarkeitsniveau mit einer relativ geringen Anzahl an (lokalen) LP erreicht werden können. Die Nachfrage nach den Basis-Produkten *Block-Flex* und *FlexDauer* kann auf Basis des aktuellen Wissensstands nicht gut beschrieben werden; nicht zuletzt da diese Basis-Produkte ein breiteres Spektrum von Ladebedürfnissen adressieren. Es erscheint plausibel, dass im Vergleich zum Basis-Produkt *Sofort* ein geringeres Abdeckungs- und Verfügbarkeitsniveau angestrebt werden sollte. Trotz der Wissensdefizite bezüglich der Nachfrage nach *Block-Flex* und *FlexDauer* ist insgesamt festzustellen, dass zentrales Wissen bezüglich der Kapazitätsdimensionierung der SN-LI vorliegt bzw. unter Einbezug von Verkehrsdaten zu geringen Kosten aufgebaut werden kann. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Wissensdefizite z. T. durch eine übergreifende (technische) Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen für die einzelnen Basis-Produkte adressiert werden können. Denn durch die übergreifende Umsetzung werden Anpassungsoptionen hinsichtlich der Dimensionierung mit Bezug zu einzelnen Basis-Produkten geschaffen, worauf im folgenden Abschnitt eingegangen wird.

#### **5.2.2.2 Potenziale der übergreifenden (technischen) Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen bezüglich der Basis-Produkte und einer (statisch oder dynamisch) zeitlich differenzierten Kapazitätsaufteilung**

Durch eine übergreifende Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen über alle Basis-Produkte hinweg entstehen einerseits Anpassungsoptionen zur Bewältigung von Wissensdefiziten und andererseits können Synergiepotenziale in einem Ladepark erschlossen werden.

##### **SYNERGIEPOTENZIALE MIT FOKUS AUF DIE BASIS-PRODUKTE „BLOCK-45“ UND „BLOCK-540“**

Besonders hohe Synergiepotenziale sind prinzipiell bei einer übergreifenden Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen für die Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* zu erwarten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nachfragespitzen in unterschiedlichen Zeiträumen liegen.<sup>234</sup> Es ist daher plausibel, dass die für die Nachfragespitze des Basis-Produkts *Block-45* errichteten leistungsstarken LP nachts z. T. zur Deckung der Nachfragespitze des Basis-Produkts *Block-540* genutzt werden können. Ferner können bei der Realisierung der LP im Rahmen von desintegrierten Ladestationen weitere Einsparungen durch eine flexible Allokation der maximal verfügbaren Ladeleistung zwischen den LP entstehen.<sup>235</sup> Zur Realisierung der Synergiepotenziale ist eine übergreifende Planung erforderlich, in der die zeitlich differenzierten Nachfrageprofile der einzelnen Basis-Produkte Berücksichtigung finden. Des Weiteren sind im Zuge der übergreifenden Umsetzung Regelungen zur zeitlich differenzierten Kapazitätsaufteilung auf die einzelnen Basis-Produkte festzulegen.

---

<sup>234</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.2.1.

<sup>235</sup> Vgl. Abschnitt 2.3.2.

### **STATISCHE UND DYNAMISCH DIFFERENZIERTE KAPAZITÄTSAUFTEILUNG**

Die Aufteilung der Kapazitäten bzw. der grundsätzlich zur Verfügung stehenden LP auf die Basis-Produkte kann sowohl statisch als auch dynamisch erfolgen. Bei einer statischen Kapazitätsaufteilung wird zu einem Zeitpunkt (ex ante) festgelegt, nach welchem Schema die Kapazität in dem darauffolgenden (ggf. unbegrenzten) Zeitraum, beispielsweise differenziert nach Tageszeit und Wochentag, auf die Basis-Produkte aufgeteilt wird. Dabei finden keine kurzfristigen Anpassungen mit Bezug zum Einzelfall statt. Bei einer dynamischen Kapazitätsaufteilung erfolgen dagegen unter Einbezug von Nachfrageprognosen und der Nachfrage zu dem jeweiligen Zeitpunkt mit Bezug zum Einzelfall Anpassungen der Kapazitätsaufteilung. Während bei einer statischen Kapazitätsaufteilung aufgrund der Unsicherheit von Nachfrageprognosen voraussichtlich tendenziell längere Zeiträume adressiert werden, können bei der dynamischen Kapazitätsaufteilung die Zeiträume, kleiner sein, in denen die Kapazitätsaufteilung konstant ist.

Zudem können sich in Ladeparks und insbesondere bei desintegrierten Ladestationen Potenziale zur zeitlich differenzierten Allokation der Gesamtladeleistung auf die einzelnen LP ergeben. Der Hintergrund für ungenutzte oder knappe Ladeleistung an einzelnen LP kann daraus resultieren, dass die Ladebedürfnisse und insbesondere die durch die Block-Basis-Produkte zu deckende Energiebedarfe sich (in einem gewissen Spektrum) unterscheiden können.<sup>236</sup> Es sei angemerkt, dass beim Basis-Produkt *Sofort* zwar grundsätzlich die maximal mögliche Ladeleistung nachgefragt wird, aber durch unterschiedliche Zeitopportunitätskosten der Nutzer die Dimensionierungsentscheidungen variieren könnten. Folgende Aspekte sollten grundsätzlich bei der Kapazitätsdimensionierung und anschließend im Sinne einer Priorisierung bei der Kapazitätsallokation zum Umgang mit ungenutzter oder knapper Ladeleistung beachtet werden: Zunächst sollte die Deckung der ex ante festgelegten Energiebedarfe im Rahmen der Block-Basis-Produkte gewährleistet werden, was letztlich auch durch eine Reduktion der Ladeleistung für das Basis-Produkt *Sofort* ermöglicht werden könnte. Bei darüberhinausgehenden ungenutzten Kapazitäten erscheint es vorteilhaft zu sein, die Ladezeit beim Basis-Produkt *Sofort* so weit wie möglich zu begrenzen.

Insgesamt ist es plausibel, dass durch (dynamische) Anpassungen der Kapazitätsaufteilung im Hinblick auf die LP und die Ladeleistung Vorteile entstehen können. Dabei sind allerdings auch Randbedingungen und Grenzen zu berücksichtigen.

### **RANDBEDINGUNGEN UND GRENZEN EINER (DYNAMISCHEN) KAPAZITÄTSAUFTEILUNG SOWIE**

#### **SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die Realisierung von Synergieeffekten durch eine übergreifende Umsetzung setzt zunächst das Angebot unterschiedlicher Basis-Produkte und insbesondere *Block-45* und *Block-540* im gleichen Ladepark voraus. Im Kontext von potenziellen Knappheiten an zusammenhängenden Flächen stehen den Synergiepotenzialen aber auch Argumenten gegen die übergreifende Umsetzung in einem Ladepark gegenüber. Denn aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen der Ladebedürfnisse an die Standortqualität und das Abdeckungs- und Verfügbarkeitsniveau erscheint es plausibel, dass in einigen

---

<sup>236</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 5.1.1.

Ladeparks nur einige wenige Basis-Produkte angeboten werden sollten.<sup>237</sup> Dieser Punkt wird bei Berücksichtigung der Standorttypen in Abschnitt 5.2.3 vertieft.

Ferner ist auch zu beachten, dass die Nachfrage in der Zukunft stets Unsicherheiten unterliegt, sodass bei (dynamischen) Anpassungen der Kapazitätsaufteilung die Gesamtkapazitäten und der Wert der einzelnen Basis-Produkte im Blick behalten werden sollte. Beispielsweise dürfte die Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit von *Block-45* vor dem Hintergrund der eingeschränkten Substitutionsmöglichkeiten von hoher Relevanz sein, sodass dafür entsprechende Ladeleistung vorgehalten werden sollte.<sup>238</sup> Zudem werden bei der Errichtung grundlegende physikalische Grenzen der (dynamischen) Kapazitätsaufteilung festgelegt. Der Wert der dynamischen oder sequenziellen statischen Kapazitätsanpassung sollte daher bei Kapazitätsdimensionierung und der technischen Umsetzung der Kapazitätsentscheidungen in den Blick genommen werden. Letztlich kann im Zuge von bei der Errichtung geschaffenen Anpassungsoptionen ein Spektrum an denkbaren Kapazitätsentscheidungen bezüglich der einzelnen Basis-Produkte eröffnet werden. Der Einbezug des Werts von Optionen und die Berücksichtigung der Wissensdefizite könnte dazu führen, dass die gewählte maximale Ladeleistung von (einigen) LP steigt. Bei Entscheidungen zur Schaffung von Anpassungsoptionen sollten auch Kosten und Zeiträume für nachgelagerte Erweiterungsinvestitionen berücksichtigt werden.

### 5.2.3 Besonderheiten mit Bezug zu Standorttypen

In diesem Abschnitt wird beleuchtet, inwieweit sich das Angebot der Basis-Produkte an verschiedenen Standorttypen unterscheiden sollte.

#### **DIREKT UND INDIREKT AN DEN BUNDESAUTOBAHNEN ANGEBUNDENE STANDORTE**

Vor dem Hintergrund des Mangels von Lkw-Parkplätzen an BAB-Abschnitten, der voraussichtlich durch den Aufbau von SN-LI (temporär) verstärkt werden könnte, ergibt sich die Frage der Verteilung der Basis-Produkte auf die direkt und indirekt an den BAB angebundene Standorte.<sup>239</sup> Mit Bezug zu den im Fokus stehenden Basis-Produkten dürfte aus gesamtwirtschaftlicher Sicht für das Basis-Produkt *Block-45* eine (im Vergleich zu *Block-540* relativ) hohe Rationalität dafür bestehen, das Angebot zu einem großen Teil an direkt an den BAB angebundene Standorten und nur zu einem kleinen Teil für die Deckung des Ladebedürfnisses bei der Auf- und Abfahrt an indirekt an den BAB angebundene Standorten zu schaffen.<sup>240</sup> Somit sollte bei Flächenknappheiten *Block-45* eine Priorität an direkt angebundene Standorten zukommen. Mit Bezug zu den weiteren Basis-Produkten erscheint es plausibel, dass das Basis-Produkt *Sofort* ebenso prioritär direkt an den BAB angeboten werden sollte.<sup>241</sup>

---

<sup>237</sup> Die grundlegenden Anforderungen werden in Abschnitt 5.1.1 beschrieben.

<sup>238</sup> Prinzipiell sind Fragen der Kapazitätsaufteilung der Lkw-Ladeinfrastruktur analog zu Fragen der Kapazitätsaufteilung in der Luftfahrt. So wird in HUCHZERMEIER / HELLERMANN (2002, S. 5) die Frage hervorgehoben, wie viel Kapazität für üblicherweise kurzfristig vermarktete Expressprodukte freigehalten werden sollte, die durch hohe Margen gekennzeichnet sind.

<sup>239</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.3.1 zum Lkw-Parkplatzmangel.

<sup>240</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.1.1.1, in dem die hohe Bedeutung zur Vermeidung von Umwegen bei *Block-45* und die Anforderungen an das breite Spektrum an komplementären Angeboten bei *Block-540* dargestellt wird.

<sup>241</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.1.2.

Denn einerseits bestehen bei der Nutzung des Basis-Produkts *Sofort* grundsätzlich hohe Zeitkosten. Andererseits dürften die Flächenbedarfe für das Angebot des Basis-Produkts *Sofort* relativ klein sein, da die Nutzungsdauer kurz ist und ferner eine (relativ geringe) Nachfrage zu erwarten sein dürfte. Dagegen dürfte gerade eine Verortung des Basis-Produkts *Block-Flex* in größeren Abständen zur BAB mit geringen Nutzenverlusten einhergehen.<sup>242</sup> Bei der Verortung sind aber auch die Synergiepotenziale und Anpassungsoptionen, die durch die übergreifende (technische) Umsetzung verschiedener Basis-Produkte in einem Ladepark entstehen, zu beachten, was für eine größere Durchmischung des Angebots der Basis-Produkte in den einzelnen Ladeparks spricht.<sup>243</sup> Ferner sei im Kontext von Flächenknappheiten darauf hingewiesen, dass auch an den hochfrequentierten Ladeparks eine Rationalität dafür bestehen dürfte, einige Parkflächen nicht mit Ladeinfrastruktur auszustatten.

#### ***AN BUNDESSTRABEN UND IM SONSTIGEN STRAßENNETZ LIEGENDE STANDORTE***

Im Kontext von standortspezifischen Charakteristika erscheint es plausibel, dass ein aus gesamtwirtschaftlicher Sicht vorteilhaftes Design der Ladeparks an Bundesstraßen und in der Fläche heterogen aussehen dürfte. Z. T. könnten – wie auch an den BAB – Flächenknappheiten bestehen, sodass bei hohem lokalem Verkehrsaufkommen große Ladeparks erforderlich sind und z. T. auch ein Teil des Angebots in einer größeren Distanz zu den Routen zu errichten wäre. Die mit Bezug zu den BAB vorgestellte Priorisierung bei der Verortung der Basis-Produkte dürfte auch auf die weiteren Standorttypen übertragbar sein. Ferner ist es an Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz denkbar, dass (vorhandene) Infrastrukturen und Synergien mit Anlagen aus anderen Sektoren von hoher Relevanz für die Entscheidungen zur Verortung der SN-LI sein könnten. Es erscheint plausibel, dass Standorte von heutigen Tankstellen als Standorte für (viele, kleine) zukünftige Ladeparks geeignet sein könnten. Dafür spricht auch, dass dadurch der Stromnetzausbaubedarf verringert werden könnte. Allerdings ist zu beachten, dass Synergiepotenziale bei großen Ladeparks erzielt werden könnten.

Es stellt sich ferner die Frage, ob in Regionen mit sehr niedrigem Verkehrsaufkommen alle Basis-Produkte bereitgestellt werden sollten. Bei der Dimensionierung der Gesamtkapazität und der Kapazität mit Bezug zu den einzelnen Basis-Produkten sind die Substitutionsbeziehungen zu berücksichtigen. In diesem Kontext sind u.a. auf der einen Seite Zeitverluste im Kontext von begrenzter Ladeleistung und somit reduzierter Ladegeschwindigkeit und auf der anderen Seite bei einer hohen Ladeleistung, aber einer geringeren Anzahl an LP, Zeit- und Komfortverluste durch die Entkopplung der Standzeit von der Ladezeit zu beachten.

#### ***IN BALLUNGSRÄUMEN LIEGENDE STANDORTE***

In Ballungsräumen dürften Einzelfallbetrachtungen für die Entscheidungen zur Gesamtkapazität, der Kapazitäten für die Basis-Produkte und der Verortung erforderlich sein. In der Regel dürften Flächenknappheiten bzw. Flächennutzungskonkurrenzen wichtige Randbedingungen für die Bereitstellung von SN-LI in Ballungsräumen sein. Die Priorisierung der Basis-Produkte sollte grundsätzlich in analoger Weise wie mit Bezug zu den Verortungsentscheidungen zwischen direkt und

---

<sup>242</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.1.2

<sup>243</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.2.2.

indirekt an den BAB angebundenen Standorten erfolgen. Es könnte allerdings z. T. auch eine Rationalität dafür bestehen, die Nachfrage insgesamt weitestgehend aus den Ballungsräumen zu verdrängen.<sup>244</sup> Dies gilt insbesondere für die Basis-Produkte mit potenziell langen Standzeiten, wozu *Block-540*, *Block-Flex* und *FlexDauer* gezählt werden können. Insgesamt sei betont, dass für das Design von Ladeparks in Ballungsräumen Wissen zu den lokalen Gegebenheiten von hoher Bedeutung sein dürfte.

#### **5.2.4 (Einige weitere) spezifische Aspekte in der Markthochlaufphase**

Die vorstehenden Überlegungen berücksichtigen nicht explizit, dass die Nachfrage mit dem Hochlauf der B-Lkw über die Zeit zunimmt. Bei Berücksichtigung des Markthochlaufs bietet es sich an initiale Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und anschließend Entscheidungen zur Kapazitätserweiterung zu betrachten. Bei der Dimensionierung der initialen Kapazitäten ist aufgrund des Werts von Mobilitätsoptionen in jedem Fall ein flächendeckender Aufbau von SN-LI anzustreben. Dieser kann auch dazu dienen, die SZ-LI zu substituieren, wenn der Ausbau stellenweise nicht vorankommt.<sup>245</sup> Für die Ermöglichung von Mobilitätsoptionen spielen insbesondere die Basis-Produkte *Sofort* und *Block-45* eine entscheidende Rolle, da diese auch (relativ gute) Substitute für die weiteren Basis-Produkte darstellen.

Ferner sind bei der Dimensionierung der initialen Kapazitäten potenzielle Erweiterungsszenarien mitzudenken, da dadurch aufgrund der Kostenstrukturen von Ladeinfrastruktur-Anlage und Stromnetzanschluss, aber auch den zu errichtenden Verkehrsanlagen, Potenziale zur Senkung der Gesamtkosten über mehrere Ausbaustufen hinweg zu erwarten sind.<sup>246</sup> Im Zuge einer „vorausgehenden“ Kapazitätsdimensionierung kann die Errichtung (einiger Komponenten) nichtsdestotrotz schrittweise erfolgen. Mit einem schrittweisen Aufbau könnte der technische Fortschritt berücksichtigt und auch die zeitliche Ausgabenstruktur verändert werden. Mit Bezug zur Frage der Verortung der initialen Kapazitäten an den BAB dürften zwar die Flächenknappheiten an den direkt an den BAB angebundenen Standorten zunächst nicht so hoch sein. Dennoch könnte die Bedeutung von komplementären Angeboten dafürsprechen, auch schon zu Beginn einen Teil der SN-LI an den indirekt an den BAB angebundenen Standorten zu realisieren, auch wenn dadurch die Umwege z. T. erhöht werden.

### **5.3 Kapazitätsvermarktung**

Anknüpfend an die Vorüberlegungen zur Differenzierung der Basis-Produkte werden in diesem Abschnitt weitere Fragen bezüglich der Kapazitätsvermarktung bei Berücksichtigung der Interdependenzen zur Kapazitätsdimensionierung betrachtet. Dieser Abschnitt beinhaltet zunächst die Grundgedanken und Ziele der Produkt- und Preisgestaltung sowie Überlegungen zur Nutzerinteraktion bzw. den Vertriebskanälen. Abschnitt 5.3.1 endet mit einer Erläuterung der weiteren Struktur dieses

---

<sup>244</sup> In BECKERS / BIESCHKE (2021, S. 19) wird auch darauf hingewiesen, dass durch eine vorausschauende Planung der Ladevorgänge Laden in Ballungsräumen häufig vermieden werden könnte.

<sup>245</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.2.

<sup>246</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2.

Abschnitts, in dem die im Rahmen dieser Studie behandelten Fragen zur Produkt- und Preisgestaltung aufgezeigt werden.

### **5.3.1 Grundgedanken und Ziele der Produkt- und Preisgestaltung, Überlegungen zur Nutzerinteraktion sowie weitere Struktur**

Entscheidungen zur Kapazitätsvermarktung betreffen einerseits die Produkt- und Preisgestaltung und andererseits auch die Ausgestaltung der Nutzerinteraktion und damit auch die Wahl der Vertriebskanäle. Ausgestaltungsfragen zur Nutzerinteraktion werden im Rahmen dieser Studie allerdings nur am Rande betrachtet.

#### ***GRUNDGEDANKEN UND ZIELE DER PRODUKT- UND PREISGESTALTUNG***

Mit der Produkt- und Preisgestaltung werden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt. Zum einen dient die Produkt- und Preisgestaltung der Lenkung, wenn (potenzielle) Knappheiten zu erwarten sind. Das Lenkungsziel ergibt sich aus dem in Abschnitt 4.2 dargestellten Zielsystem und umfasst insbesondere die Reduktion der Gesamtkosten und damit auch der durch Zeitverluste entstehenden kumulierten Kosten. Für die Lenkung sind Informationen von den Nutzern über deren Eigenschaften und speziell deren Ladebedürfnisse von hoher Relevanz. Mit Bezug zu einem einzelnen Produkt kann grundsätzlich über den Einsatz von Preisen die Selektion der Nutzer für das jeweilige Produkt erfolgen. Dadurch werden Informationen zur Zahlungsbereitschaft der Nutzer offengelegt. Eine differenzierte (integriert durchdachte) Produkt- und Preisgestaltung ermöglicht eine Berücksichtigung von weiteren Eigenschaften und speziell der Ladebedürfnisse der Nutzer.<sup>247</sup>

Zum anderen wird mit der Produkt- und Preisgestaltung auch das Ziel verfolgt, durch Einnahmen die Kosten abzudecken, die sowohl im Kontext der Errichtung als auch im laufenden Betrieb anfallen. Es sei angemerkt, dass sich das Ziel der Kostendeckung – beispielsweise anstelle des Ziels der Gewinnmaximierung – aus der gesamtwirtschaftlichen Ausrichtung ergibt.<sup>248</sup>

#### ***ÜBERLEGUNGEN ZUR INTERAKTION MIT DEN NUTZERN BZW. ZU VERTRIEBSKANÄLEN***

Ferner ist im Hinblick auf die Gestaltung der Kapazitätsvermarktung zu beachten, dass durch die Ausgestaltung des Vertriebs im Allgemeinen und der Vertriebskanäle im Speziellen die Höhe der anfallenden (Transaktions-)kosten beeinflusst wird. Die Höhe der Transaktionskosten dürfte tendenziell dadurch reduziert werden können, dass Nutzer in einer standardisierten Weise Zugang zu allen Angeboten der SN-LI bekommen. Dies setzt einerseits technische Standards (z.B. für die Datenübertragung) und andererseits institutionelle Standards (z.B. zur Produkt- und Preisstruktur) voraus.<sup>249</sup> Dadurch dürfte insbesondere eine Kostensenkung bei der Informationsübertragung und beim

---

<sup>247</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.2.1.

<sup>248</sup> Das in Abschnitt 4.2 beschriebene Zielsystem, dem eine gesamtwirtschaftliche Ausrichtung zugrunde liegt, stellt den Nutzer in den Mittelpunkt der Betrachtung und beleuchtet auch die Kosten für die Nutzer, die auf „unangemessene“ – deutlich über die Kostendeckung hinausgehende – Übergewinne von (einzelnen) Anbietern zurückzuführen sind.

<sup>249</sup> Vgl. dazu BECKERS / BIESCHKE (2021, S. 21) sowie Ausführungen zur Gestaltung der Interaktion mit Nutzern von Pkw-Ladeinfrastruktur in BECKERS ET AL. (2019, S. 14 f. und 17) und KREFT (2019, S. 31 f. und 86 f.), die ebenfalls die Ziele verfolgen, die Gesamtkosten im Allgemeinen und nutzerseitigen Transaktionskosten im Speziellen zu

Vertrags-, Abrechnungs- und Zahlungsmanagement ermöglicht werden. Eine direkte Option zur Verwirklichung stellt die Bereitstellung einer zentralen (Vertriebs-)Plattform dar. Für eine effektive und effiziente Gestaltung der zentralen Plattform ist es von hoher Bedeutung, die Anforderungen der Nutzer umfangreich zu berücksichtigen. Der Gestaltung von Schnittstellen zu den von Transportunternehmen eingesetzten Betriebseinsatzplanungs- und Routenplanungs-Tools könnte beispielsweise eine besondere Relevanz zukommen.

### **STRUKTUR DER FOLGENDEN ANALYSEN ZUR PRODUKT- UND PREISGESTALTUNG**

Die folgenden Analysen zur Produkt- und Preisgestaltung umfassen (weitgehend) Grundsatzüberlegungen, knüpfen an die in Abschnitt 5.1.1 vorgestellten Basis-Produkte an und zeigen schrittweise Grundgedanken zur weiteren Ausdifferenzierung des Angebots auf. Die Analysen sind wie folgt strukturiert:

- Zunächst steht in Abschnitt 5.3.2 die Preisgestaltung für die Basis-Produkten im Fokus. Dabei werden im Kontext des Lenkungsziels auch die Preisrelationen der Basis-Produkte sowie zeitliche und räumliche Preisdifferenzierungen thematisiert.
- In Abschnitt 5.3.3 wird anschließend die Rationalität und Ausgestaltung einer Nutzergruppensegmentierung beleuchtet. Zum einen wird dies vor dem Hintergrund von Implikationen der Preisgestaltung der SN-LI, die sich bei einer auf die SN-LI fokussierte Betrachtung als vorteilhaft erweist, auf Dimensionierungsfragen mit Bezug zur SN- und SZ-LI in den Blick genommen. Zum anderen wird die Nutzergruppensegmentierung als Option zur speziellen Adressierung von im Kontext des Transitverkehrs (nur) temporären Nutzern der SN-LI in Deutschland betrachtet.
- In Abschnitt 5.3.4 werden weiterhin Prioritätsrechte für Nutzer berücksichtigt, die mit einer Verkürzung der Wartezeit gegenüber Nutzern ohne Prioritätsrechte einhergehen. Es werden die Vorteile, die durch die Einführung von Prioritätsrechten erreicht werden könnten, beleuchtet. Weiterhin wird thematisiert, wie die Prioritätsrechte dafür auszugestalten wären. In diesem Kontext wird die Allokation der Prioritätsrechte über Preise und über zentral-planerische Entscheidungen in Betracht gezogen.
- Abschnitt 5.3.5 beinhaltet einen kurzen Überblick über die Rationalität und Ausgestaltungsfragen für Reservierungssysteme. Damit wird die Option einbezogen, dass Nutzer Kapazitäten der SN-LI reservieren können und ihnen die Nutzung dieser reservierten Kapazität ohne (oder mit einer stark verkürzten) Wartezeit (gegenüber Nutzern ohne Reservierung) ermöglicht wird.

## **5.3.2 Preisgestaltung für die verschiedenen Basis-Produkte**

In Abschnitt 5.3.2.1 werden zunächst die Grundzüge einer vorteilhaften Preisstruktur für die SN-LI dargelegt und es wird kurz auf Besonderheiten bei Block-Basis-Produkten eingegangen, die im Hinblick

---

reduzieren. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass Nutzer von Pkw-Ladeinfrastruktur im Vergleich zu Transportunternehmen tendenziell über geringere Ressourcen zum Umgang mit einer hohen Komplexität der Angebotsausgestaltung verfügen dürften. Nichtsdestotrotz dürfte ein standardisierter Zugang zu allen Angeboten auch für Transportunternehmen mit Vorteilen einhergehen.

auf den Strompreis bestehen. Anschließend wird in Abschnitt 5.3.2.2 die (relative) Preisgestaltung zwischen den Basis-Produkten vor dem Hintergrund des Lenkungsziels thematisiert. In Abschnitt 5.3.2.3 werden die Rationalität und Ausgestaltung einer zeitlichen und räumlichen Preisdifferenzierung zur Lenkung analysiert. Nachgelagert werden Besonderheiten mit Bezug zu den Standorttypen und Basis-Produkten diskutiert.

### **5.3.2.1 Grundzüge der Preisstruktur mit Bezug zu allen Basis-Produkten und Besonderheiten im Hinblick auf den Strompreis bei Block-Basis-Produkten**

Im Folgenden steht die Preisstruktur für die SN-LI im Mittelpunkt. Neben den Preiskomponenten für die SN-LI ist der Strompreis für die aufgenommene Energiemenge beim Laden zu zahlen. Im Rahmen dieser Studie wird angenommen, dass keine Routenänderungen durch Strompreisschwankungen verursacht werden, insbesondere bei Block-Basis-Produkten, aber Potenziale zu strompreisorientiertem Laden genutzt werden könnten.<sup>250</sup> Im Anschluss an die Vorstellung der Grundzüge der Preisstruktur für die SN-LI werden die Potenziale des strompreisorientierten Ladens erörtert, wobei auf Wechselwirkungen mit der Strombepreisung hingewiesen wird.

#### ***GRUNDZÜGE DER PREISSTRUKTUR FÜR DIE SN-LI***

Vor dem Hintergrund (wohlfahrts-)ökonomischer Erkenntnisse sollte (mindestens) eine nutzungsbezogene Preiskomponente zur Lenkung erhoben werden.<sup>251</sup> Unter der Voraussetzung, dass die Ladeinfrastruktur ganz oder zu einem bestimmten Anteil durch die Nutzer finanziert werden soll, sollte ergänzend eine zeitbezogene Preiskomponente zur Finanzierung etabliert werden. Die Erhebung von ausschließlich nutzungsbezogenen Preisen dürfte mit ineffizienten Nachfrageverdrängungen einhergehen, da die nutzungsbezogenen Kosten für die SN-LI nur sehr gering sind und daher (weitestgehend) vernachlässigt werden können. Die Höhe der nutzungsbezogenen Preiskomponenten sollte daher insbesondere durch (potenzielle) Knappheiten mit Bezug zu verfügbaren LP und der verfügbaren Ladeleistung bestimmt werden.<sup>252</sup> Durch die nutzungsbezogenen Preiskomponenten wird zum einen die Vermeidung von Warteschlangen insgesamt im Kontext der damit einhergehenden Ressourcenverlusten angestrebt. Zum anderen dienen nutzungsbezogene Preiskomponenten dem Ziel, eine zeitliche und räumliche Verdrängung jener Ladevorgänge zu vermeiden, für die im Kontext der Verdrängung die höchsten Kosten entstehen.<sup>253</sup>

---

<sup>250</sup> Vgl. Abschnitt 2.2.

<sup>251</sup> Vgl. dazu die Beschreibung der Vorteile zweiteiliger Tarife für Netzinfrastrukturen in KNEIPS (2007, S. 87 ff.) sowie Ausführungen zur Rationalität für eine zeitbezogene und nutzungsbezogene Bepreisung von Pkw-Ladeinfrastruktur in BECKERS ET AL. (2019, S. 15–17) und HILDEBRANDT (2016, S. 83–85 und 92 f.), der auf die Darstellung in REINKE (2014, S. 144–146) zurückgreift. Die Ausführungen haben aufgrund der analogen Kostenstrukturen und Herausforderungen von potenziellen temporären und lokalen Knappheiten und resultierenden Opportunitätskosten auch Gültigkeit für die Lkw-Ladeinfrastruktur.

<sup>252</sup> Die Kostenstruktur der Ladeinfrastruktur-Anlage und des Stromnetzanschlusses wird in Abschnitt 3.2.1.2.2 bzw. in Abschnitt 3.2.2 dargestellt.

<sup>253</sup> Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass sich der relative Nutzen eines Ladevorgangs in der relativen Zahlungsbereitschaft des Nutzers für den Ladevorgang gegenüber der Zahlungsbereitschaft anderer Nutzer für Ladevorgänge widerspiegelt. Das umfasst auch, dass die relative Zahlungsbereitschaft die relativen Kosten der Verdrängung der Ladevorgänge reflektieren. In Abschnitt 5.3.4.1 wird aufgrund von Unsicherheiten bezüglich dieser Annahme auf denkbare Abweichungen eingegangen.

Die zeitbezogene Preiskomponente zur Finanzierung kann auch als Zahlung für den Wert der Option zur Nutzung der SN-LI angesehen werden und ist somit grundsätzlich von allen Nutzern zu entrichten. Im Rahmen dieser Studie wird unterstellt, dass für jeden B-Lkw eine zeitbezogene Preiskomponente zu zahlen ist und eine Übertragung des Nutzungsrechts auf einen anderen B-Lkw nicht möglich ist. Im Kontext von heterogenen Nutzern ist in Betracht zu ziehen, dass ein differenziertes Angebot, das auch unterschiedliche zeitbezogene Preise umfasst, rational sein könnte. Dies wird in Abschnitt 5.3.3 im Kontext der Fragen zur Nutzergruppensegmentierung thematisiert. Grundsätzlich können auch Einnahmen aus den nutzungsbezogenen Preisen zur Deckung von Ausgaben genutzt werden. Wenn mit nutzungsbezogenen Preisen allerdings ausschließlich Lenkungsziele verfolgt werden, sollte die Festlegung des Niveaus für die zeitbezogene Preiskomponente unabhängig von potenziellen Einnahmen aus nutzungsbezogenen Preisen erfolgen. Zudem ist für das Preisniveau die Ausgestaltung des Finanzierungsregimes insgesamt von Bedeutung.<sup>254</sup> Zum einen könnte eine Senkung des Preisniveaus erreicht werden, indem ergänzend zur Nutzerfinanzierung (temporär) auf staatliche Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt für die (Basis-)Finanzierung zurückgegriffen wird. Dies ist insbesondere bei noch geringen Nutzerzahlen in der Markthochlaufphase in Betracht zu ziehen. Zum anderen ist aufgrund der hohen initialen Investitionsbedarfe auch die Frage der intertemporalen Lastenzuordnung im Zusammenhang mit der Frage der Kapitalaufnahme zur Investitionsfinanzierung von hoher Relevanz. Es sei in diesem Kontext angemerkt, dass Interdependenzen zwischen der Höhe der zeitbezogenen Preiskomponente und der Kapazitätsdimensionierung bestehen, da der Optionswert für die Nutzung der SN-LI und damit auch die diesbezügliche Zahlungsbereitschaft mit der Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI und geringen nutzungsbezogenen Preisen steigen dürfte. Ein höheres Kapazitätsniveau dürfte weiterhin zu geringeren Lenkungsbedarfen und damit einer geringeren Spanne der nutzungsbezogenen Preise zur Lenkung führen.

#### **BESONDERHEITEN IM HINBLICK AUF DEN STROMPREIS BEI BLOCK-BASIS-PRODUKTEN**

Bei Block-Basis-Produkten können z.T. Flexibilitäten im Hinblick auf die zeitliche Energieaufnahme vorliegen, ohne dabei die Gewährleistung der Energieaufnahme für alle Nutzer in dem determinierten Zeitfenster einzuschränken.<sup>255</sup> Daraus resultieren grundsätzlich Potenziale, die Energieaufnahme in Zeitfenster mit geringen Strompreisen zu verschieben. Findet eine übergreifende Optimierung statt, können die Nutzer bei einer Abrechnung der Ladevorgänge unter Berücksichtigung der jeweiligen Ladeprofile und der Annahme, dass die Nutzer in vollem Umfang mit den Strompreisschwankungen konfrontiert werden, unterschiedlich stark von geringen Strompreisen profitieren. Um Anreize für Nutzer zu setzen, hohe Flexibilitätpotenziale auszuweisen und damit eine übergreifende Optimierung zu ermöglichen, ist in Betracht zu ziehen, die Strombepreisung vom tatsächlichen Ladevorgang zu

---

<sup>254</sup> In dieser Studie wird dem Verständnis des Begriffs des Finanzierungsregimes in VORWERK (2024, S. 26) gefolgt: „Ein Kernelement von Finanzierungsregimen stellen [...]zunächst Einnahmequellen dar, über die Finanzmittel erhoben werden. Des Weiteren kann eine Finanzierung von Ausgaben und speziell von Investitionen allerdings auch erfolgen, indem Finanzmittel am Kapitalmarkt aufgenommen werden, die erst aus zukünftigen Einnahmen zurückzuzahlen sind, was eine intertemporale Lastenverschiebung ermöglicht. Als ein weiteres wichtiges Element umfassen Finanzierungsregime schließlich einen Regelrahmen für die Fällung von Ausgaben- und insofern auch Investitionsentscheidungen, durch den bestimmte Finanzmittel, die aus laufenden Einnahmen oder einer Verschuldung stammen können, auf Ausgabenbereiche verteilt werden.“

<sup>255</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.2.2.

entkoppeln. Eine Untersuchung zu möglichen Ansätzen findet im Rahmen dieser Studie nicht statt. Es sei aber darauf hingewiesen, dass in BIESCHKE (2026, S. 77 ff.) grundsätzlich analoge Fragestellungen mit Bezug zur Strombepreisung im Kontext der Allokation von Verteilernetzkapazitäten adressiert werden.

### **5.3.2.2 (Relative) Preisgestaltung für die Basis-Produkte**

Abschnitt 5.3.2.2.1 beinhaltet eine vorgelagerte Beschreibung der Zielsetzungen der Gestaltung der Preisrelationen zwischen den Basis-Produkten. Anschließend werden vor dem Hintergrund der intendierten Preisrelationen in Abschnitt 5.3.2.2.2 nutzungsbezogene Preiskomponenten für die Basis-Produkte vorgestellt und Überlegungen zum jeweiligen Preisniveau erläutert.

#### **5.3.2.2.1 Zielsetzungen der (relativen) Preisgestaltung**

Die nutzungsbezogene Preiskomponente dient grundsätzlich der Lenkung.<sup>256</sup> Um die durch die Differenzierung des Angebots in mehrere Basis-Produkte potenziellen gesamtwirtschaftlichen Vorteile zu erzielen, ist die Lenkung zum jeweiligen Basis-Produkt von hoher Bedeutung.<sup>257</sup> Die Einführung von mehreren nutzungsbezogenen Preiskomponenten kann im Kontext verschiedener Konstellationen, die jeweils durch eine bestimmte aktuelle und eine kurzfristig prognostizierte Nachfrage nach den unterschiedlichen Basis-Produkten sowie eine bestimmte Kapazität gekennzeichnet sind, für eine zielgerichtete Lenkung erforderlich sein. Bei der Gestaltung der Preisrelationen ist zusätzlich zu beachten, dass verlässliche Informationen von Nutzern zu den jeweiligen Eigenschaften und Ladebedürfnissen maßgeblich sind. Dementsprechend sind auch (Fehl-)Anreize bezüglich der Auswahl der Basis-Produkte für Nutzer bei der (relativen) Preisgestaltung zu berücksichtigen. Im Anschluss an die Betrachtung der Preisrelationen zwischen den Basis-Produkten werden in Abschnitt 5.3.2.3 räumliche und zeitliche Preisdifferenzierungen thematisiert.

#### **5.3.2.2.2 Preiskomponenten und -relationen der Basis-Produkte**

Im Folgenden werden zunächst nutzungsbezogene Preiskomponenten für das Basis-Produkt *Block-45* und deren Lenkungswirkungen dargestellt. Anschließend werden schrittweise weitere Basis-Produkte in die Betrachtung einbezogen. Zunächst werden die Block-Basis-Produkte betrachtet, bevor in Abschnitt 5.3.2.2.2.3 und 5.3.2.2.2.4 die Betrachtung um das Basis-Produkt *Sofort* bzw. *FlexDauer* ergänzt wird.

##### **5.3.2.2.2.1 Das Basis-Produkt *Block-45***

Für das Basis-Produkt *Block-45* können Preiskomponenten, die sich auf die Standzeit und nachgefragte Energiemenge beziehen, von Bedeutung sein, um Knappheiten der LP und der Ladeleistung gezielt zu adressieren:

---

<sup>256</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.1.

<sup>257</sup> Die Rationalität für die Differenzierung wird in Abschnitt 5.1.2.1 erläutert. Fener zeigt Abschnitt 5.2.2.2 die Synergie- und Flexibilitätspotenziale bei einer übergreifenden physischen Umsetzung der Kapazitäten auf.

- **Fixpreis für die durch das Block-Basis-Produkt determinierte Standzeit (fixP-Standzeit):** Da bei dem Basis-Produkt *Block-45* die Nutzungsdauer grundsätzlich auf 45 Minuten festgelegt ist, bietet sich ein Fixpreis für diese Zeit an. Der fixP-Standzeit ist grundsätzlich zu zahlen, auch wenn die Abfahrt vor dem Ende des (Zeit-)Blocks bzw. bei *Block-45* vor dem Ablauf der 45 Minuten stattfindet. Dies dient auch dazu, verlässliche Informationen von den Nutzern bezüglich der jeweiligen Ladebedürfnisse zu erhalten. Denn dadurch können im Fall von Knappheiten Nutzer verdrängt werden, für die auch kürzere Standzeiten möglich sind. Ferner gehen von dem Fixpreis keine nicht-intendierten Lenkungswirkungen zum Wegfahren während gesetzlich vorgegebener Standzeiten aus.<sup>258</sup>
- **Variabler Preis für die Standzeit pro Minute (varP-Standzeit):** Ferner kann ein variabler Preis für die Standzeitdauer dazu dienen, bei (potenziellen) Knappheiten die Blockade eines LP über die Nutzungsdauer hinweg zu vermeiden. Es erscheint plausibel, dass der variable Preis in der durch das Block-Basis-Produkt determinierten Standzeit auf sehr geringem Niveau oder bei null liegen sollte.
- **Variabler Preis für die Energiemenge pro kWh (varP-Energie):** Durch den varP-Energie, der sich in Abhängigkeit der ex ante zum Ladevorgang festzulegenden Energiemenge ergibt, können potenzielle Knappheiten der verfügbaren Ladeleistung adressiert werden. Denn mit der Reduktion der Energiemenge erhöhen sich die Flexibilitätspotenziale hinsichtlich der zeitlichen Energieaufnahme.
- **Weitere Preiskomponenten:** Es ist durchaus plausibel, dass neben den vorstehenden drei Preiskomponenten die Einführung weiterer Preiskomponenten vor dem Hintergrund des Zielsystems rational sein könnte. Beispielsweise könnte durch die Einführung einer fixen Preiskomponente für jeden Ladevorgang, die Blockade eines LP während der An- und Abfahrt des B-Lkw berücksichtigt werden.<sup>259</sup>

#### 5.3.2.2.2 Die Basis-Produkte *Block-540* und *Block-Flex* sowie Preisrelationen der Block-Basis-Produkte

Die Basis-Produkte *Block-540* und *Block-Flex* weisen zahlreiche Parallelen zum Basis-Produkt *Block-45* auf, sodass die vorstehenden Überlegungen zu nutzungsbezogenen Preiskomponenten auch für diese Basis-Produkte gültig sind. Hinsichtlich der Preisrelationen der Block-Basis-Produkte können im Rahmen dieser Studie nicht alle denkbaren Konstellationen, die sich in Abhängigkeit von Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und der temporären Nachfragesituation unterscheiden, aufgezeigt und analysiert werden. Nichtsdestotrotz werden im Folgenden zunächst erste Überlegungen zu den Preisrelationen von den Basis-Produkten *Block-45* und *Block-540* und im Anschluss auch Überlegungen unter Einbezug des Basis-Produkts *Block-Flex* vorgestellt:

---

<sup>258</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 5.1.2.1.

<sup>259</sup> In BECKERS ET AL. (2019, S. 16 f.) wird auch darauf hingewiesen, dass mit einer „Session-Preiskomponente“ für die Pkw-Ladeinfrastruktur „die mit dem An- und Abfahren an die Ladesäule einhergehende Zeit“ berücksichtigt werden könnte.

- Der **fixP-Standzeit** von *Block-540* sollte aufgrund der längeren Nutzungsdauer tendenziell höher sein als von *Block-45*. Dies bedeutet aber nicht, dass sich das Verhältnis der Standzeitdauer – und damit die 12fache Dauer – in der Preisrelation widerspiegeln sollte.
- Der **varP-Energie** von *Block-45* sollte tendenziell höher sein als von *Block-540*, da das Flexibilitätspotenzial hinsichtlich der zeitlichen Energieaufnahme bei *Block-45* i. d. R. kleiner sein dürfte. Um Potenziale für strategisches Verhalten von Nutzern zu reduzieren und wahre Informationen bezüglich der Ladebedürfnisse zu erhalten, könnte es ergänzend zu den Anreizen durch den fixP-Standzeit zielführend sein, den varP-Energie von *Block-540* zu erhöhen, wenn Nutzer vor dem Ablauf der grundsätzlich determinierten Standzeit von 540 Minuten abfahren.
- Mit Bezug zum **Gesamtpreis** eines Ladevorgangs ist zu erwarten, dass dieser bei identischer Energieaufnahme von *Block-45* i. d. R. nicht kleiner sein sollte als von *Block-540*, um eine nicht intendierte Substitution des Angebots von *Block-540* durch das Angebot *Block-45* und im Anschluss Parken während der 540 Min.-Ruhezeit zu vermeiden. Denn durch die Entkopplung von Ladevorgang und gesetzlich vorgeschriebener Ruhezeit entstehen Zeit- und damit auch gesamtwirtschaftliche Ressourcenverluste.<sup>260</sup>
- Der **fixP-Standzeit** und der **varP-Energie** von *Block-Flex* könnte vor dem Hintergrund der vorstehenden Überlegungen i. d. R. zwischen dem **fixP-Standzeit** bzw. dem **varP-Energie** von *Block-45* und *Block-540* liegen.
- Es erscheint ferner plausibel zu sein, dass der **Gesamtpreis** eines Ladevorgangs bei der Wahl von *Block-Flex* regelmäßig höher sein sollte als bei der Wahl von *Block-45* und damit auch von *Block-540*. Hintergrund dafür ist, dass bei der Kapazitätsdimensionierung und damit bei den Entscheidungen zur Anzahl der LP, zur jeweiligen potenziellen Ladeleistung sowie der gesamten Ladeleistung im Ladepark insbesondere Nachfrageprognosen zu *Block-45* und *Block-540* zugrunde gelegt werden dürften. Wenn sich allerdings temporär eine Konstellation ergeben würde, in der keine Knappheit an verfügbaren Ladepunkten, aber eine Knappheit der verfügbaren Ladeleistung vorliegen würde, wäre ein geringeres Preisniveau für *Block-Flex* gegenüber *Block-45* zielführend.

#### 5.3.2.2.3 Das Basis-Produkts *Sofort* und Preisrelationen

Für das Basis-Produkts *Sofort* dürften ebenfalls mehrere nutzungsbezogene Preiskomponenten zur Adressierung der Knappheiten von LP und der Ladeleistung von Bedeutung sein. Folgend werden die Preiskomponenten und deren intendierte Lenkungswirkung dargestellt:

- **varP-Standzeit:** Analog zum Basis-Produkt *Block-45* kann auch beim Basis-Produkt *Sofort* die Einführung von einem varP-Standzeit dazu dienen, die Standzeit der B-Lkw an den LP zu begrenzen. Allerdings ist der varP-Standzeit anders als bei *Block-45* nicht primär als Blockadegebühr zu verstehen, sondern begrenzt auch die Nutzungsdauer der SN-LI. Es erscheint allerdings auch dann plausibel, dass das Preisniveau davon abhängt, ob in der

---

<sup>260</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.1.1.

jeweiligen Minute Strom bezogen wird oder nicht, sodass letztlich auch zwischen einer Nutzungs- und einer „Blockadegebühr“ unterschieden würde.

- **varP-Energie:** Durch den varP-Energie, können potenzielle Knappheiten der verfügbaren Ladeleistung adressiert werden. Es sind – anders als bei *Block-45* – während des Ladevorgangs Preisänderungen in Abhängigkeit der Nachfragesituation denkbar. Es sei angemerkt, dass anstelle eines varP-Energie auch ein variabler Preis für die Ladeleistung (varP-Leistung) in Betracht gezogen werden könnte, um potenzielle Knappheiten bezüglich der Ladeleistung zu adressieren. Anreize zur Reduktion der Ladeleistung können allerdings zu Ineffizienzen führen.<sup>261</sup> Denn durch sequenzielles Laden mehrerer B-Lkw mit maximaler Ladeleistung kann im Vergleich zum simultanen Laden mehrerer B-Lkw mit geteilter Ladeleistung eine frühere Abfahrt der zuerst geladenen Lkw ermöglicht und somit die kumulierte Standzeit der B-Lkw reduziert werden. Dies kann als Pareto-Verbesserung eingeordnet werden, da bei sequenziellen Laden keiner schlechter gestellt wird.<sup>262</sup>
- Analog zum Basis-Produkt *Block-45* ist auch dies keine abschließende Betrachtung, sodass auch die Einführung **weiterer Preiskomponenten** zur Verbesserung der Lenkung beitragen könnte.<sup>263</sup>

Folgend werden erste Überlegungen zu den Preisrelationen der Basis-Produkte dargestellt:

- Der sich aus dem **varP-Standzeit** von dem Basis-Produkt *Sofort* ergebende kumulierte Preis für eine Standzeit von 45 Minuten sollte im Kontext der in geringerem Umfang zur Verfügung gestellten Informationen über dem fixP-Standzeit von dem Basis-Produkt *Block-45* liegen. Dies gilt in analoger Weise für die Preisrelation zwischen dem kumulierten varP-Standzeit von *Sofort* nach 9 Stunden und dem fixP-Standzeit von *Block-540*.
- Da bei *Sofort* keine Flexibilitätspotenziale hinsichtlich der zeitlichen Energieaufnahme denkbar sind, erscheint es plausibel, dass der varP-Energie von *Sofort* tendenziell höher sein sollte als der varP-Energie der Block-Basis-Produkten.
- Grundsätzlich erscheint es ferner plausibel, dass in der Regel vor dem Hintergrund der Überlegungen zur Kapazitätsdimensionierung eine bestimmte Energieaufnahme bei der Wahl eines Block-Basis-Produkts mit einem niedrigeren **Gesamtpreis** als bei der Wahl des Basis-Produkts *Sofort* einhergehen sollte.

#### 5.3.2.2.4 Das Basis-Produkt *FlexDauer* und Preisrelationen

Mit dem Basis-Produkt *FlexDauer* werden Ladebedürfnisse adressiert, die noch nicht detailliert beschrieben werden können. Zur Adressierung potenzieller Knappheiten erscheint es grundsätzlich

---

<sup>261</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass diese Überlegungen auf der Kritik in BIESCHKE / BECKERS / VORWERK (2023, S. 5) an dem in ZANDER ET AL. (2020) dargestellten Vorschlag zur Spitzenglättung zur Adressierung von Netzengpässen im Verteilernetz basieren.

<sup>262</sup> Eine Situation wird dann als Pareto-optimal beschrieben, wenn keine Person bessergestellt werden kann, ohne eine andere Person schlechter zu stellen. In Abgrenzung zum hier grundsätzlich angewandten Verständnis von Effizienz, welches sich auf die Wohlfahrt insgesamt bezieht, ist das Pareto-Kriterium durch die Berücksichtigung der Distribution der Vorteile als restriktiver anzusehen. Vgl. dazu auch KLATT (2011, S. 38).

<sup>263</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.2.2.1.

zielführend, dieselben Preiskomponenten wie beim Basis-Produkt *Sofort* einzuführen. Dies kann nicht zuletzt auch dienlich für die Lenkung zwischen den Basis-Produkten sein. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass – speziell für *FlexDauer* – die Einführung weiterer Preiskomponenten mit Vorteilen einhergehen könnte. Denn es stellt sich die Frage, welche Ladeleistung bei der Wahl von *FlexDauer* angeboten wird. In diesem Kontext könnte eine Preiskomponente für die maximale Ladeleistung in Betracht gezogen werden, um eine Lenkung von Nutzern bei der Wahl zwischen *Sofort* und *FlexDauer* zu ermöglichen.

### **5.3.2.2.3 Fazit zur (relativen) Preisgestaltung für die Basis-Produkte**

Es wurde deutlich, dass für die Lenkung mehrere Preiskomponenten von Relevanz sein dürften. Zur Adressierung von Knappheiten von LP und Ladeleistung kann die Einführung von Preiskomponenten mit Bezug zur Standzeit und Energie zielführend sein. Vor dem Hintergrund der Überlegungen zur Kapazitätsdimensionierung dürfte i. d. R. eine Lenkung hin zu den Block-Basis-Produkten und insbesondere zu *Block-45* und *Block-540* mit Vorteilen einhergehen. Ferner könnte sich ein Fixpreis für die bei Block-Basis-Produkten determinierte Standzeit besser eignen als ein variabler (Minuten-)Preis. Insgesamt sei aber darauf hingewiesen, dass diese Studie (nur) erste Überlegungen zur Gestaltung der nutzungsbezogenen Preiskomponenten zur Lenkung enthält, sodass weitere vertieftere Untersuchungen zu empfehlen sind.

### **5.3.2.3 Zeitliche und räumliche Preisdifferenzierung**

Im Folgenden steht die Gestaltung der zeitlichen und räumlichen Preisdifferenzierung der nutzungsbezogenen Preiskomponenten sowie die daraus resultierenden Lenkungswirkungen im Fokus. Zunächst wird von einer statischen Preisdifferenzierung ausgegangen; d.h. die Preisdifferenzierung wird für einen (ggf. auch unbegrenzten) Zeitraum ex ante auf Basis von Nachfrageprognosen festgelegt. Anschließend werden Potenziale und Fragen der Ausgestaltung einer dynamischen Preisdifferenzierung beleuchtet, für die die Nachfrage zu dem jeweiligen Zeitpunkt und Nachfrageprognosen für die kurze Frist die Grundlage bilden.<sup>264</sup>

#### **5.3.2.3.1 Eine ausschließlich statische Preisdifferenzierung**

Zunächst werden in Abschnitt 5.3.2.3.1.1 Grundsatzüberlegungen vorgestellt, bevor in Abschnitt 5.3.2.3.1.2 auf einige Besonderheiten mit Bezug zu Standorttypen und Basis-Produkten eingegangen wird.

##### **5.3.2.3.1.1 Grundsatzüberlegungen**

Grundsätzlich sind sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Preisdifferenzierung sowie eine Kombination aus räumlicher und zeitlicher Preisdifferenzierung denkbar.

#### **VORGELAGERT: RATIONALITÄT FÜR RÄUMLICHE UND ZEITLICHE PREISDIFFERENZIERUNG**

---

<sup>264</sup> Vgl. für die Abgrenzung von statischer und dynamischer Preisdifferenzierung auch die Überlegungen zur statischen und dynamischen Kapazitätsaufteilung in Abschnitt 5.2.2.2.

Werden einheitliche Preise (also keinerlei räumliche oder zeitliche Preisdifferenzierung) angenommen, können grundsätzlich auch von (prognostizierten) temporären und lokalen Warteschlangen Lenkungswirkungen ausgehen. Es dürften insbesondere Nutzer mit hohen Zeitkosten räumlich verdrängt werden, da für diese besonders hohe Kosten durch Warteschlangen entstehen. Durch Umwege entstehen allerdings auch Zeitverluste und -kosten. Daher dürfte eine Selektion der Nutzer über Preise zu einer Gesamtkostenreduktion führen.<sup>265</sup> Ferner unterliegen die Lenkungswirkungen, die von Warteschlangen ausgehen, hohen Unsicherheiten. Die Lenkungswirkungen dürften auch von der Qualität der den Nutzer vorliegenden Prognosen zu Warteschlangen abhängig sein. Es sei in diesem Kontext darauf hingewiesen, dass die Prognosequalität durch eine zentrale (Vertriebs-)Plattform, die Informationen zu aktuellen lokalen Auslastungen der SN-LI bereitstellt, verbessert werden könnte.

Eine gesamtwirtschaftlich ausgerichtete Preisdifferenzierung ist somit der Lenkung durch Warteschlangen vorzuziehen. Es ist allerdings zu beachten, dass zu hohe Preisdifferenzen auch zu ineffizienten Verdrängungen im Sinne von in ineffizienter Weise nicht genutzten Kapazitäten führen könnten. Vor dem Hintergrund der diesbezüglichen Unsicherheiten erscheint es empfehlenswert zu sein, tendenziell eher zu niedrige Preisdifferenzen festzulegen, da die damit einhergehenden Wohlfahrtsverluste – nach einer ersten Einschätzung – geringer sein dürften als die von ineffizienten Nachfrageverdrängungen.

#### ***EINE (AUSSCHLIEBLICH) RÄUMLICHE PREISDIFFERENZIERUNG***

Eine räumliche Preisdifferenzierung bietet sich zunächst zwischen hoch und niedrig ausgelasteten Ladeparks an. Beispielsweise könnten höhere Preise an hochfrequentierten BAB, wie der A2, oder auch im Ruhrgebiet mit Vorteilen einhergehen.<sup>266</sup> Denn die relativ hohen Preise könnten dazu führen, dass einige Nutzer auf der gleichen Route, aber in einem anderen Ladepark als im Fall von einem einheitlichen Preisniveau laden. Es sei angemerkt, dass räumliche Verschiebungen auch mit Implikationen auf die Wahl des Basis-Produkts einhergehen könnten, was in Abschnitt 5.3.2.3.1.2 vertieft betrachtet wird. Zudem könnten die Preisdifferenzen auch Veränderungen von Routen zur Folge haben. Bei einer Gesamtbetrachtung sind in diesem Kontext auch aus Umwegen resultierende Kosten, die beispielsweise durch die zusätzliche Fahrzeit und den höheren Energieverbrauch anfallen, einzubeziehen.

#### ***EINE (AUSSCHLIEBLICH) ZEITLICHE PREISDIFFERENZIERUNG***

Ferner könnte eine Preisdifferenzierung zwischen gemäß Prognosen hoch und niedrig ausgelasteten Zeiträumen mit Vorteilen einhergehen. Exemplarisch dürfte Mittwochnachmittag und -abend ein höherer Ladebedarf als Sonntagfrüh vorliegen.<sup>267</sup> Größere zeitliche Verschiebungen von Touren sind allerdings i. d. R. nicht bzw. erst bei sehr hohen Preisdifferenzen vor dem Hintergrund der z.T. hohen Zeitopportunitätskosten und der Bedeutung von „just in time“-Lieferung zu erwarten. Bei einer zeitlich

---

<sup>265</sup> Angemerkt sei, dass zu niedrig gesetzte Preisdifferenzen und eine Allokation über Warteschlangen – nach einer ersten Einschätzung – tendenziell gegenüber zu hoch gesetzten Preisdifferenzen mit Vorteilen verbunden sein dürften.

<sup>266</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.1.

<sup>267</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.1.

fein aufgelösten Preisdifferenzierung ist dagegen ein höheres Verschiebepotenzial denkbar. Dies dürfte allerdings nicht zu einer Reduktion der Warteschlange führen, sondern sich lediglich auf die Reihenfolge der Nutzer in Warteschlangen auswirken. Ferner sei angemerkt, dass eine fein aufgelöste statische Preisdifferenzierung ex ante eine – nicht zu erwartende – hohe zeitliche Auflösung der Prognosen voraussetzt. Daraus folgen potenzielle Vorteile einer dynamischen Preisdifferenzierung, die in Abschnitt 5.3.2.3.2 beleuchtet werden.

#### ***EINE RÄUMLICHE UND ZEITLICHE PREISDIFFERENZIERUNG***

Schließlich sind die räumliche und zeitliche Preisdifferenzierung integriert zu betrachten. Denn eine asymmetrische räumliche und zeitliche Auslastung legt auch eine asymmetrische Preisdifferenzierung nahe. Beispielsweise könnten höhere Preise im Ruhrgebiet zwar Mittwochmittag zu intendierten Lenkungswirkungen führen, aber Sonntagmorgen mit ineffizienten Nachfrageverdrängungen einhergehen. Die Festlegung der Preisdifferenzen dürfte somit regelmäßig eine relativ hohe Auflösung mit Bezug zu den beiden Dimensionen erfordern.

#### **5.3.2.3.1.2 Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen**

Im Anschluss an die Grundsatzüberlegungen zur Preisdifferenzierung werden in diesem Abschnitt einige Besonderheiten mit Bezug zu den Basis-Produkten und Standorttypen aufgezeigt.

#### ***HERAUSFORDERUNG DES ZUSAMMENSPIELS VON RÄUMLICHER PREISDIFFERENZIERUNG UND „STIMMIGEN“ LOKALEN PREISRELATIONEN FÜR DIE BASIS-PRODUKTE***

Bei der Preisgestaltung zur Adressierung lokaler und temporärer Knappheiten sind unterschiedliche (Reaktions-)Möglichkeiten der Nutzer zu bedenken. Ergänzend zu den (Reaktions-)Möglichkeiten einer räumlichen oder zeitlichen Verschiebung des Ladebedarfs, die bereits im Rahmen der Grundsatzüberlegung thematisiert werden, ist die Möglichkeit der Substitution eines Basis-Produkts durch ein anderes Basis-Produkt zu berücksichtigen. Dies ist beispielsweise dann denkbar, wenn abends die lokale Nachfrage das lokale Angebot nach *Block-540* überschreitet. Dann besteht beispielsweise die Möglichkeit an dem Ladepark oder an dem nächsten auf der Strecke liegenden Ladepark auf das Basis-Produkt *Sofort* zurückzugreifen und im Anschluss in der 540 Min.-Ruhezeit zu parken. Es sind ferner Optionen mit Umwegen zu berücksichtigen, bei denen das Basis-Produkt *Block-540* aber auch auf andere Basis-Produkte und insbesondere auf das Basis-Produkt *Sofort* gewählt werden könnte.

Daher stellen nicht nur die Preisdifferenzen, die Zeitverluste im Kontext der Warteschlangen bei keiner Anpassung und ggf. die aus Umwegen resultierenden Zeitverluste und sonstige Kosten wesentliche Einflussgrößen für die Reaktion der Nutzer dar. Es sind ferner die Preisrelationen zwischen den Basis-Produkten an einem Ladepark und über mehrere Ladeparks und Zeitpunkte hinweg zu beachten. Daraus folgt eine hohe Komplexität für eine vor dem Hintergrund des Lenkungsziels „stimmige“ Preisgestaltung. Ferner stellt sich die Frage, ob eine Preisdifferenzierung mit Bezug zu den Standorttypen mit Vorteilen verbunden sein könnte, was im Folgenden betrachtet wird.

#### ***DIREKT UND INDIREKT AN DEN BUNDESAUTOBAHNEN ANGEBUNDENE STANDORTE***

Es stellt sich zunächst grundsätzlich die Frage, ob eine Preisdifferenzierung zwischen direkt und indirekt an den BAB angebotenen Standorten zu empfehlen sein könnte. Eine asymmetrische Auslastung der gegebenen Kapazitäten auf den beiden Standorttypen kann sich aufgrund von zwei gegenläufigen Aspekten ergeben. Einerseits kann die Nachfrage das Angebot an den direkt an den BAB angebotenen Standorten überschreiten, wenn die Fahrzeitverluste bei der Nutzung der indirekt an die BAB angebotenen Standorte besonders ins Gewicht fallen. Dies ist insbesondere bei den Basis-Produkten *Sofort* und *Block-45* zu erwarten. Eine höhere Auslastung der indirekt an die BAB angebotenen Standorte könnte dadurch entstehen, dass das Angebot von komplementären Angeboten besonders hoch gewichtet wird, was insbesondere bei *Block-540* zu erwarten ist. Diese Aspekte werden bereits bei der Kapazitätsdimensionierung berücksichtigt. Daher ist bei Abstraktion von standorttypspezifischen Flächenknappheiten nicht zu erwarten, dass sich das Auslastungsniveau grundsätzlich zwischen den beiden Standorttypen unterscheidet und dies durch eine statische Preisdifferenzierung adressiert werden müsste. Ist im Zusammenhang von enormen Flächenknappheiten ein Angebot von *Block-45* und *Sofort* nicht im angestrebten Umfang an den direkt an den BAB angebotenen Standorten möglich, wäre eine statische Preisdifferenzierung mit Blick auf diese Basis-Produkte regional in Betracht zu ziehen.

#### **STANDORTE IN BALLUNGSRÄUMEN SOWIE AN BUNDESSTRABEN UND IM SONSTIGEN STRABENNETZ**

Es erscheint dagegen i. d. R. plausibel, dass die Auslastung in Ballungsräumen oder auch an Flughäfen und an großen Umschlagpunkten häufig höher sein dürfte als an Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz. Vor diesem Hintergrund könnte eine statische Preisdifferenzierung zwischen den verschiedenen Standorttypen vorteilhaft sein. Die Preisgestaltung ist aber integriert zu durchdenken, sodass die Preisdifferenzen zwischen den Standorttypen für unterschiedliche Basis-Produkte und Zeitpunkte ein unterschiedliches Niveau aufweisen können oder z. T. auch nicht bestehen könnten. Ferner könnte in manchen Regionen auch ein Verzicht auf eine Preisdifferenzierung zielführend sein.

#### **5.3.2.3.2 Fragen zur Ausgestaltung und Potenziale einer dynamischen Preisdifferenzierung**

Die vorstehenden Überlegungen zur statischen Preisdifferenzierung deuten an, dass z. T. eine dynamische Preisdifferenzierung, die die Nachfrage zu dem jeweiligen Zeitpunkt und Nachfrageprognosen einbezieht, mit Vorteilen verbunden sein könnte.<sup>268</sup> Daher werden in diesem Abschnitt die Potenziale und grundlegende Fragen zur Ausgestaltung einer dynamischen Preisdifferenzierung thematisiert. Der Abschnitt ist weitestgehend analog zum vorherigen Abschnitt strukturiert. Auf die Grundsatzüberlegungen folgt eine Betrachtung der Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen.

---

<sup>268</sup> Für die Allokation von Pkw-Parkplätzen fand in San Francisco und Seattle eine dynamische räumliche und zeitliche Preisdifferenzierung bereits im Jahr 2011 Anwendung. In VOLKER (2025a, S. 2 ff.) werden die Wirkungen beschrieben. Ferner sei darauf hingewiesen, dass auch die Lufthansa Cargo AG von einer dynamischen Preisdifferenzierung einführte, was in HUCHZERMEIER / HELLERMANN (2002, S. 7) dargestellt wird.

### **5.3.2.3.2.1 Grundlegende Gestaltungsfragen sowie Potenziale und Grenzen einer dynamischen Preisdifferenzierung**

Bezüglich der Ausgestaltung einer dynamischen Preisdifferenzierung ergeben sich zunächst ähnliche Ausgestaltungsfragen wie bei der dynamischen Kapazitätsaufteilung.<sup>269</sup> Es stellt sich die Frage, wie oft die Preisdifferenzierung angepasst werden sollte. Damit verbunden ist auch die Frage des Vorlaufs für Ankündigungen des Preisniveaus und des Vorlaufs für Preisgarantien. Denn die Reaktionsfähigkeit bzw. das Spektrum an (Reaktions-)Möglichkeiten der Nutzer nimmt stetig ab. Ist die Vorlaufzeit lang, können Preisdifferenzen mit Implikationen auf die allgemeine Tourenplanung einhergehen. Bei einer mittleren Vorlaufzeit dürfte das Spektrum an potenziell geeigneten Ladeparks noch relativ hoch sein, während die kurzfristige Reaktionsfähigkeit auf die Wahl des Basis-Produkts begrenzt sein dürfte. Daraus könnte sich schlussfolgern lassen, dass die Lenkungspotenziale mit abnehmender Vorlaufzeit sinken, sodass keine großen Vorteile durch eine hohe zeitliche Dynamik der Preisanpassungen zu erwarten sein dürften. Allerdings wäre auch eine Kombination aus einer statischen und dynamischen Preisdifferenzierung denkbar. Beispielsweise könnten ausgehend von einer statischen Preisdifferenzierung Ankündigungen zu Anpassungen des Preisniveaus mit relativ langer Vorlaufzeit erfolgen und nur stellenweise weitere kurzfristige Anpassungen erfolgen. Insofern ist nicht auszuschließen, dass eine dynamische Preisdifferenzierung stellenweise vorteilhaft sein kann.

### **5.3.2.3.2.2 Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen**

Im Folgenden werden die Potenziale einer dynamischen Preisdifferenzierung für die in Abschnitt 5.3.2.3.1.2 aufgezeigten Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen beleuchtet.

#### ***(INWIEWEIT) VERÄNDERN SICH DIE HERAUSFORDERUNGEN BEI DER FESTLEGUNG VON PREISEN IM KONTEXT DES ZUSAMMENSPIELS VON PREISRELATIONEN ZWISCHEN DEN BASIS-PRODUKTEN UND EINER RÄUMLICHEN UND ZEITLICHEN PREISDIFFERENZIERUNG IM ZUGE EINER DYNAMIK?***

Abschnitt 5.3.2.3.1.2 zeigt die hohe Komplexität der Preissetzung im Kontext der Interdependenzen zwischen den Preisrelationen der Basis-Produkte sowie der räumlichen und zeitlichen Preisdifferenzierung auf. Dynamische Anpassungen der Preisdifferenzierung dürften die Komplexität dahingehend reduzieren, als dass das breite Spektrum an grundsätzlich zu berücksichtigenden Konstellationen durch den Einbezug der aktuellen Nachfrage sowie der kurzfristigen Nachfrageprognosen reduziert werden kann. Allerdings ist zu beachten, dass die erreichbaren Lenkungswirkungen einer dynamischen Preisdifferenzierung grundsätzlich durch die sinkende Reaktionsfähigkeit der Nutzer bei abnehmender Vorlaufzeit begrenzt werden, was den Wert einer statischen Preisdifferenzierung als Ausgangspunkt für dynamische Preisanpassungen untermauert.

---

<sup>269</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.2.2.

***WELCHE POTENZIALE BIETET EINE DYNAMISCHE PREISDIFFERENZIERUNG ZWISCHEN DIREKT UND INDIREKT AN DEN BUNDESAUTOBAHNEN ANGEBUNDENEN STANDORTEN?***

Abschnitt 5.3.2.3.1.2 verdeutlicht, dass die Potenziale einer statischen Preisdifferenzierung zwischen direkt und indirekt an den BAB angebundene Standorte i. d. R. gering sein dürften. Allerdings dürfte häufig eine relativ hohe kurzfristige Reaktionsfähigkeit der Nutzer im Hinblick auf die Wahl zwischen einem direkt oder indirekt an die BAB angebundene Ladepark zu erwarten sein, da die Ladeparks häufig relativ nah aneinander liegen dürften. Eine regionale, dynamische Preisdifferenzierung erscheint daher vielversprechend zu sein.

***WELCHE ZUSÄTZLICHEN POTENZIALE BIETET EINE DYNAMISCHE PREISDIFFERENZIERUNG ZWISCHEN STANDORTEN IN BALLUNGRÄUMEN SOWIE AN BUNDESSTRABEN UND IM SONSTIGEN STRABENNETZ?***

Grundsätzlich ist in Abschnitt 5.3.2.3.1.2 dargestellt worden, dass eine statische Preisdifferenzierung zwischen den betrachteten Standorttypen in einigen Regionen und in bestimmten Zeiträumen zielführend sein könnte. Die zusätzlichen Potenziale einer dynamischen Preisdifferenzierung dürften unterschiedlich ausfallen und insbesondere von der notwendigen Vorlaufzeit für (Reaktions-)Möglichkeiten der Nutzer abhängig sein. Sind die Abstände zwischen Ladeparks an den betrachteten Standorttypen in den Regionen gering, könnte eine dynamische Preisdifferenzierung vorteilhaft sein, wenn eine Lenkung über eine statische Preisdifferenzierung aufgrund von hohen Unsicherheiten hinsichtlich der Auslastungsprognosen nicht möglich ist.

### **5.3.3 Rationalität für eine Nutzergruppensegmentierung sowie Grundzüge der Ausgestaltung und alternative Ansätze**

Im vorstehenden Abschnitt wurde die Preisgestaltung der Basis-Produkte vor dem Hintergrund der Ziele der Lenkung und Finanzierung beleuchtet. In diesem Abschnitt werden Gründe für eine Segmentierung von Nutzergruppen thematisiert. Darauf aufbauend werden entsprechende Ausgestaltungsoptionen und teilweise auch alternative Ansätze zur Adressierung der Gründe vorgestellt. In Abschnitt 5.3.3.1 wird eine Nutzergruppensegmentierung aufgrund von denkbaren Implikationen der Preisgestaltung für die SN-LI auf die Kapazitätsdimensionierung der SZ-LI betrachtet. In Abschnitt 5.3.3.2 wird eine Nutzergruppensegmentierung als Option zur Adressierung von im Kontext des Transitverkehrs (nur) temporären Nutzern der SN-LI in Deutschland beleuchtet.

#### **5.3.3.1 Interdependenzen zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten**

Im Fokus dieser Studie steht die Bereitstellung der SN-LI, aber die Bereitstellungsentscheidungen sind im Kontext der Interdependenzen zwischen der Dimensionierung der SN- und SZ-LI zu beleuchten.

***GRUNDGEDANKEN UND MÖGLICHE BERÜCKSICHTIGUNG IM RAHMEN DER PRODUKT- UND PREISGESTALTUNG***

Werden für die Finanzierung der SN-LI zeitbezogene Preise erhoben und ggf. staatliche Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt einbezogen, während keinerlei (mehr oder weniger) kollektive Finanzierung der SZ-LI erfolgt, können sich nicht-intendierte Asymmetrien ergeben, die zu einem aus der Gesamtbetrachtung zu geringen Bereitstellungslevel der SZ-LI führen könnten. Eine Option zur Vermeidung dieser Asymmetrie wäre eine Differenzierung des Angebots von SN-LI. Es könnte ein

weiteres Angebot für Nutzer geschaffen werden, die ein großes Potenzial zur Nutzung der SZ-LI aufweisen. Dieses Angebot wäre durch einen niedrigeren zeitbezogenen Preis und „Finanzierungs-“Aufschläge bei der Nutzung der SN-LI gekennzeichnet. Entscheiden sich Nutzer mit einem hohen Potenzial für die Nutzung von SZ-LI für dieses Angebot, können dadurch die Kosten für die Nutzung der SN-LI reduziert werden, wenn diese nur selten in Anspruch genommen wird. Die eingesparten Mittel können für Investitionen in die SZ-LI verwendet werden.

Ferner könnte das Angebot auch so ausgestaltet werden, dass die „Finanzierungs-“Aufschläge nur beim Basis-Produkt *Block-540* erhoben werden, da die Bereitstellung von SZ-LI gerade dazu dienen kann, die Nachfrage nach dem Basis-Produkt *Block-540* zu reduzieren. In dieser Studie wird die konkrete Ausgestaltung und damit auch die Relationen zwischen potenziellen Angeboten nicht weiter untersucht. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass diese Möglichkeit zur Adressierung der Asymmetrie im Zusammenhang mit den erforderlichen Differenzen des Preisniveaus der zeitbezogenen Preiskomponente nur denkbar ist, wenn die Kostendeckung weitgehend durch eine zeitbezogene Preiskomponente und nicht zu einem großen Teil über Haushaltsmittel erfolgt.

#### **ALTERNATIVE UND ERSTER VERGLEICH**

Die Asymmetrie kann stets dadurch adressiert werden, dass ein Teil der grundsätzlich für die Bereitstellung der SN-LI verfügbaren Finanzmittel auch zur Förderung der SZ-LI eingesetzt wird. Die Komplexität der Ausgestaltung dieser Alternative ist nach einer allerersten Einschätzung geringer, sodass diese Option näher in Betracht gezogen werden sollte. Eine vertiefte Untersuchung findet im Rahmen dieser Studie nicht statt. Fragen zur Finanzierung der SN- und auch SZ-LI werden im Kontext der Ausgestaltung einer geeigneten Organisations-Lösung für die Bereitstellung von SN-LI in Abschnitt 7.1.2 beleuchtet.

#### **5.3.3.2 Transitverkehr**

Es ist zu erwarten, dass für einige (ausländische) B-Lkw – insbesondere im Rahmen des Transitverkehrs – die SN-LI in Deutschland nur temporär für einzelne Touren erforderlich ist. Aufgrund der hohen Bedeutung von Deutschland für den europäischen Transitverkehr erscheint es plausibel, ein Angebot für kürzere Zeiträume zu schaffen. Dass kürzere Gültigkeitszeiträume mit höheren Unsicherheiten bezüglich der Einnahmen zur Finanzierung einhergehen, spricht dafür, die zeitbezogenen Preise relativ gesehen bei einer Verkürzung des Gültigkeitszeitraums zu erhöhen.<sup>270</sup> Gründe für eine zusätzliche Differenzierung der Angebote hinsichtlich der nutzungsbezogenen Preiskomponenten sind nicht ersichtlich.

#### **5.3.4 Rationalität für Prioritätsrechte und Grundzüge der Ausgestaltung**

In diesem Abschnitt werden zunächst Abschnitt 5.3.4.1 grundsätzliche Fragen zur Ausgestaltung von Prioritätsrechten aufgezeigt. Anschließend wird die Rationalität für Prioritätsrechte diskutiert und es werden erste grundlegende Empfehlungen abgeleitet, bevor in Abschnitt 5.3.4.2 die Ausgestaltung der

---

<sup>270</sup> Exemplarisch sollte der durchschnittliche Tagespreis bei einem gewählten Zeitraum von einer Woche höher ausfallen als bei einem Monat.

Prioritätsrechte im Hinblick auf einige Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen diskutiert wird.

### 5.3.4.1 Grundsatzüberlegungen

Prioritätsrechte dienen dazu, die potenzielle und tatsächliche Wartezeit von in diesem Sinne berechtigten Nutzern gegenüber anderen Nutzern der SN-LI, die über keine Prioritätsrechte verfügen, zu reduzieren. Es wird – analog zu den Annahmen zur zeitbezogenen Preiskomponente – davon ausgegangen, dass die Prioritätsrechte einem B-Lkw zugeordnet und nicht übertragbar sind.<sup>271</sup>

#### **WESENTLICHE GESTALTUNGSFRAGEN**

Mit Bezug zu Prioritätsrechten stellen sich Gestaltungsfragen im Hinblick auf die Wirkungsweise und die Zuordnung der Prioritätsrechte. Grundsätzlich mündet die Einführung von Prioritätsrechten in mindestens zwei Warteschlangen. Die Frage, ob mehrere Prioritätsstufen unterschieden werden sollten, wird im Rahmen dieser Studie nicht beleuchtet. Stattdessen werden bei der folgenden Betrachtung der Wirkungsweise vereinfachend zwei Stufen – mit und ohne Priorität – angenommen. Das Ausmaß an (potenziell und sich tatsächlich) ergebender Wartezeit für Nutzer mit Prioritätsrechten hängt von der konkreten Gestaltung ab. Es besteht einerseits die Option die Warteschlange der Nutzer mit Prioritätsrechten stets (unbedingt) zu bevorzugen. Andererseits könnten die Wartezeiten der Nutzer mit und ohne Prioritätsrechte auch unterschiedlich gewichtet werden, wodurch das Potenzial zur Reduktion der Wartezeiten der Nutzer mit Prioritätsrechten vergleichsweise sinkt. Ein besonders hohes Potenzial zur Reduktion der Wartezeit ist dann zu erwarten, wenn ergänzend zu einer unbedingten Bevorzugung der Nutzer mit Prioritätsrechten in einer potenziellen Warteschlange (präventiv) Kapazitäten freigehalten werden. Dann dürften Nutzer mit Prioritätsrechten i. d. R. nicht mit Warteschlangen und -zeiten konfrontiert werden. In diesem Kontext sei ferner angemerkt, dass die Anzahl der Prioritätsrechte zu begrenzen ist. Denn der Wert der Prioritätsrechte für den einzelnen Nutzer nimmt mit einer Erhöhung der Anzahl der Prioritätsrechte bei gleichbleibenden Kapazitäten ab, sodass auch von einer Verdünnung der Prioritätsrechte einzelner Nutzer gesprochen werden kann.<sup>272</sup>

Mit Bezug zur Zuordnung der Prioritätsrechte stellt sich zunächst die Frage, ob die Zuordnung mit Bezug zum Einzelfall oder über einen längeren Zeitraum erfolgen sollte oder beide Optionen angeboten werden sollten. Ferner können Prioritätsrechte grundsätzlich zentral-planerisch zugeordnet oder über Preise alloziert werden, wobei die Verfahren auch jeweils nur für einen Teil der Prioritätsrechte Anwendung finden könnten.<sup>273</sup>

---

<sup>271</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.1.

<sup>272</sup> Vgl. dazu GÖBEL (2002, S. 68 f.).

<sup>273</sup> Analog dazu erfolgt beispielsweise im Straßenverkehr durch die Erhebung einer Maut für bestimmte Streckenabschnitte oder Spuren eine Allokation über Preise. Beispiele für eine zentral-planerische Zuordnung von Prioritätsrechten finden sich beispielsweise auch im Pkw-Straßenverkehr und in der Luftfahrt. So werden Fahrspuren teilweise nur für Pkw mit einer höheren Anzahl an Insassen (häufig mehr als 2) freigegeben. Vgl. VOLKER (2025b, S. 2). Weiterhin garantierte die Lufthansa Cargo AG für Expressprodukte in einem vorgegebenen Gewichtsbereich stets freie Kapazitäten. Vgl. HUCHZERMEIER / HELLERMANN (2002, S. 3).

### **RATIONALITÄT UND ERSTE EMPFEHLUNGEN ZUR AUSGESTALTUNG**

Eine Verkürzung der potenziellen und tatsächlichen Wartezeit für einige Nutzer zulasten anderer Nutzer kann im Kontext von heterogenen Zeitopportunitätskosten der Nutzer vorteilhaft sein. Grundsätzlich dient auch die in Abschnitt 5.3.2 beschriebene Produkt- und Preisgestaltung der Berücksichtigung von Zeitopportunitätskosten. Im Folgenden wird die Rationalität für die Einführung von Prioritätsrechten veranschaulicht. Dafür werden zunächst Prioritätsrechte, die über Preise alloziert werden, beleuchtet und erste Empfehlungen bezüglich der vorstehenden Ausgestaltungsfragen dargestellt. Im Anschluss wird auf die zentral-planerische Zuordnung von Prioritätsrechten eingegangen.

Unter der Annahme, dass die Zeitkosten der Nutzer sich in der jeweiligen Zahlungsbereitschaft widerspiegeln, könnten die Gesamtkosten im Kontext von Zeitverlusten durch die Einführung von Prioritätsrechten (relativ) unkompliziert reduziert werden. Darüberhinausgehend bieten über einen längeren Zeitraum gültige Prioritätsrechte Nutzern die Möglichkeit, die Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI zu erhöhen. Die Verlässlichkeit der Verfügbarkeit ist insgesamt von hoher Bedeutung und wird im Rahmen der Kapazitätsdimensionierung einbezogen.<sup>274</sup> Gleichwohl ist davon auszugehen, dass der (Options-)Wert der SN-LI bei den Nutzern unterschiedlich hoch ausfällt. Daraus resultiert auch eine unterschiedlich hohe Zahlungsbereitschaft der Nutzer für eine höhere Verlässlichkeit im Sinne der Reduktion potenzieller Wartezeiten. Bei einer Vergabe der Prioritätsrechte über Preise kann das dezentrale Wissen bezüglich der Bedeutung der Verlässlichkeit einbezogen werden. Ferner sei darauf hingewiesen, dass dadurch eine Abschöpfung der Zahlungsbereitschaft ermöglicht wird, die zu zusätzlichen Einnahmen und verfügbaren Finanzmitteln führt.

Eine zentral-planerische Zuordnung von Prioritätsrechten ist dann geeignet, wenn zentrales Wissen bezüglich der Vorteilhaftigkeit der Reduktion von Wartezeiten für einzelne Nutzer vorliegt.<sup>275</sup> Es erscheint beispielsweise naheliegend, B-Lkw des Technischen Hilfswerks Prioritätsrechte zuzuordnen.<sup>276</sup>

#### **5.3.4.2 Besonderheiten mit Bezug zu Basis-Produkten und Standorttypen**

Nachgelagert zu den Grundsatzüberlegungen wird in diesem Abschnitt eine vorteilhafte Gestaltung der Prioritätsrechte für spezifische Basis-Produkte und Standorttypen erörtert. Dabei werden auch zentral-planerisch zugeordnete Prioritätsrechte und über Preise allozierte Prioritätsrechte unterschieden.

- Die Bevorzugung von Nutzern, wie dem Technischen Hilfswerk, die durch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht hohe Zeitkosten gekennzeichnet sind, ist bei dem Basis-Produkt *Sofort* von besonders hoher Relevanz. Denn dadurch wird für diese Nutzer stets die Option eröffnet mit relativ geringen Zeitverlusten zu laden. Es dürfte zudem mit Vorteilen einhergehen, wenn die Nutzer an direkt an den BAB angebotenen Standorten laden könnten, sodass

---

<sup>274</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.1.

<sup>275</sup> Vgl. dazu Abschnitt 4.1.

<sup>276</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass von einer zentral-planerischen Zuordnung auch abgesehen werden könnte, indem diejenigen Nutzer, deren Priorisierung eine aus gesamtwirtschaftlicher Sicht hohe Bedeutung zukommt, staatlich unterstützt werden und somit auch über Preise allozierte Prioritätsrechte erhalten können. Die damit einhergehende Komplexität spricht aber für eine zentral-planerische Zuordnung.

Umwege zu indirekt an den BAB angebondenen Standorten vermieden werden. In diesem Zusammenhang könnte auch in Betracht gezogen werden, präventiv Kapazitäten an direkt an den BAB angebondenen Ladeparks freizuhalten, um für die zentral-planerisch priorisierten Nutzer eine sehr hohe Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI sicherzustellen.

- Grundsätzlich gelten die Überlegungen in analoger Weise für Nutzer, die Prioritätsrechte erworben haben. Da im Zuge von (präventivem) Freihalten von Kapazitäten andere Nutzer verdrängt werden könnten, ist es nicht plausibel, dass auf diese Ausgestaltungsoption in großem Umfang zurückgegriffen werden sollte. Auch die (relativ) kurzen Ladezeiten des Basis-Produkts *Sofort* sprechen dagegen, da auch eine unbedingte Bevorzugung gegenüber Nutzern ohne Prioritätsrechte mit relativ kurzen Wartezeiten einhergehen dürfte.
- Die Rationalität dafür, präventiv Kapazitäten für Nutzer mit Prioritätsrechten freizuhalten, dürfte mit Bezug zum Basis-Produkt *Block-540* im Kontext der langen Nutzungsdauer höher ausfallen. Die Vorteilhaftigkeit dieser Ausgestaltungsoption hängt allerdings insbesondere davon ab, inwieweit Wissen zu den Ladevorgängen der Nutzer mit Prioritätsrechten vorliegt und dadurch ineffiziente Verdrängungen von Nutzern ohne Prioritätsrechte (weitgehend) vermieden werden können. Die Prognosegüte bezüglich der Ladevorgänge dürfte an hochfrequentierten BAB am höchsten sein. Dies schließt allerdings nicht aus, dass auch an Ladeparks an den BAB auf Freihalten von Kapazitäten verzichtet werden sollte.

Insgesamt wird aus den vorstehenden Überlegungen zunächst deutlich, dass die Eignung der Ausgestaltungsoptionen sich für Basis-Produkte und Standorttypen unterscheiden kann, was für die Einführung mehrerer Prioritätsstufen sprechen könnte. Ferner wird die Komplexität der Gestaltung von Prioritätsrechten veranschaulicht. Vor diesem Hintergrund werden im folgenden Abschnitt Reservierungen in den Blick genommen. Denn durch Reservierungen können weitere Informationen von den Nutzern einbezogen und die Lenkung potenziell verbessert werden.

### **5.3.5 Rationalität für Reservierungen und erste Ideen zur Ausgestaltung**

In diesem Abschnitt stehen Reservierungen für die SN-LI bzw. die Basis-Produkte im Fokus, die ermöglichen, dass Nutzern mit Reservierungen in den entsprechenden (Einzel-)Fällen die SN-LI ohne (oder mit stark verkürzter) Wartezeit (gegenüber Nutzern ohne Reservierung) zur Verfügung steht. In Abschnitt 5.3.5.1 werden Grundsatzüberlegungen zu Reservierungen dargelegt. Diese umfassen zunächst die Rationalität für Reservierungen im Allgemeinen und für unterschiedlich ausgestaltete Reservierungsoptionen im Speziellen. In Abschnitt 5.3.5.2 wird betrachtet, inwiefern Preise im Kontext von Reservierungen einen Beitrag zur Lenkung leisten könnten. Es wird einerseits die (relative) Preisgestaltung von verschiedenen Reservierungsoptionen betrachtet und andererseits werden Regeln (und auch Preise) zur Anpassung und Rückgabe von Reservierungen thematisiert. Abschließend beinhaltet Abschnitt 5.3.5.3 weitere Gestaltungsfragen zu Reservierungen und erste Empfehlungen. Im Fokus dieser Studie steht keine umfassende Analyse zur Ausgestaltung von Reservierungen, sondern es wird vielmehr auf Gestaltungsfragen und potenziell geeignete Ausgestaltungsoptionen hingewiesen.

### 5.3.5.1 Grundsatzüberlegungen

Durch Reservierungen können Informationen zu den Eigenschaften und speziell den Ladebedürfnissen der Nutzer umfangreicher offengelegt und bei der Lenkung einbezogen werden. Die Preisgestaltung der Basis-Produkte zielt bereits auf eine Lenkung unter Berücksichtigung der Charakteristika der Ladebedürfnisse und der Zeitopportunitätskosten der Nutzer ab. Mit der Reservierungsoption können allerdings Informationen zu geplanten Ladestopps gesammelt werden. Ferner können durch die Gestaltung mehrerer Reservierungsoptionen, wodurch beispielsweise zum einen Reservierung in einer Region und zum anderen Reservierungen für bestimmte Ladeparks ermöglicht werden, auch Informationen zur räumlichen und zeitlichen Flexibilität der Nutzer sowie zu speziellen individuellen Wünschen berücksichtigt werden.<sup>277</sup> Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass Reservierungen auch eine Möglichkeit darstellen, die unterschiedlichen (Options-)Werte zu berücksichtigen, die Nutzer einer verlässlichen Nutzung der SN-LI beimessen.<sup>278</sup>

Insgesamt basieren die potenziell durch Reservierungen erreichbare Vorteile darauf, dass Nutzer wahre Informationen preisgeben. Im Kontext von potenziellen Planänderungen auf Seiten der Transportunternehmen und Umweltänderungen, wie Geschwindigkeitsreduktionen durch Baustellen und Staus, ist es daher auch von hoher Relevanz, dass Nutzer Reservierungen und die damit preisgegebenen Informationen aktualisieren können. Nachfolgend wird vor diesem Hintergrund die Gestaltung von Regeln und insbesondere Preisen im Zusammenhang mit Reservierungen thematisiert.

### 5.3.5.2 Preisgestaltung im Zusammenhang mit Reservierungen und Interdependenzen zur Preisgestaltung für die Basis-Produkte

Grundsätzlich wird angenommen, dass zum Zeitpunkt der Reservierung (auch) der Preis für das jeweilige Basis-Produkt zu zahlen ist, der (potenzielle) Knappheiten der LP und der Ladeleistung widerspiegelt.<sup>279</sup> Es wird in den folgenden Betrachtungen vereinfachend angenommen, dass dynamische Preisdifferenzierungen sich nicht auf die Höhe des zu zahlenden Preises für das reservierte Basis-Produkt auswirken. Im Folgenden werden erste Ideen für die Preisgestaltung von Reservierungen vorgestellt:

- Preisrelationen zwischen verschiedenen Reservierungsoptionen können dazu dienen, weitere Informationen von den Nutzern zu erhalten.<sup>280</sup> Es dürfte empfehlenswert sein, Nutzer durch relativ hohe Preise für Reservierungen, die keine oder geringe Flexibilitätspotenziale für den „zentralen Anbieter“ aufweisen, zu incentivieren, Informationen bezüglich potenzieller Verschiebebedarfe offenzulegen. Beispielsweise erscheint es plausibel, dass Nutzer für Reservierungen an bestimmten Ladeparks mehr zahlen als für Reservierungen in bestimmten

---

<sup>277</sup> Individuelle Wünsche können beispielsweise darin bestehen, dass die Verfügbarkeit von vielseitigen Einkaufsmöglichkeiten von hoher Bedeutung ist, aber Flexibilität im Hinblick auf die Wahl des Ladeparks in einer Region besteht.

<sup>278</sup> In Abschnitt 5.3.4.1 wird eine Heterogenität des (Options-)Werts für eine hohe Verlässlichkeit der Verfügbarkeit bei den Nutzern bereits im Kontext der Einführung von Prioritätsrechten thematisiert.

<sup>279</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.2.

<sup>280</sup> Vgl. zur Rationalität von mehreren Reservierungsoptionen Abschnitt 5.3.5.1.

Regionen. Neben räumlicher Flexibilität kann auch zeitliche Flexibilität von Bedeutung sein, die u. a. die Inkaufnahme von (potenziell längeren) Wartezeiten umfasst.

- Zudem können (hohe) Preise der Nicht-Nutzung von Reservierungen dazu beitragen, dass Nutzer wahre Informationen bezüglich der Ladebedürfnisse angeben. Eine Rückgabe der Reservierung sollte tendenziell mit geringen Kosten für die Nutzer verbunden sein als die Nicht-Nutzung, um eine Aktualisierung der Informationen anzureizen. Je kürzer der Zeitraum zwischen Rückgabe und potenzieller Nutzung, desto näher sollten die Kosten der Rückgabe an den Kosten der Nicht-Nutzung liegen.
- Es dürfte ferner auch eine Rationalität dafür bestehen, Anpassungen von Reservierungen zu ermöglichen. Dafür spricht, dass bei relativ geringen Kosten der Anpassung langfristige Reservierungen zu erwarten sind, und dadurch die Prognosegüte bezüglich (potenzieller) Knappheiten steigt. Mit Bezug zu Anpassungen ist es zu berücksichtigen, dass sich der Preis für das zunächst reservierte Basis-Produkt von dem Preis für das im Anschluss reservierte Basis-Produkt unterscheiden kann. Es erscheint plausibel, dass die entsprechende Differenz vom Nutzer zu zahlen ist oder dem Nutzer erstattet wird.
- Im Zusammenhang mit potenziellen (weiteren, sich erst im Anschluss an die Reservierung ergebenden) Kosten für Nutzer durch Nicht-Nutzung, Rückgabe oder Anpassung sei am Rande angemerkt, dass in Betracht gezogen werden könnte, in dem erhobenen Preis zum Zeitpunkt der Reservierung den Preis für die Nicht-Nutzung zu inkludieren und diesen erst nach der Nutzung zu erstatten, um die Transaktionskosten im Kontext der Durchsetzung der Abrechnung auf Seiten des Anbieters zu reduzieren.

### 5.3.5.3 Weitere (selektive) Gestaltungsfragen und erste Empfehlungen

Im Folgenden werden einige weitere Gestaltungsfragen mit Bezug zu Reservierungen an- und erste Empfehlungen ausgesprochen.

#### **ANTEIL DER RESERVIERBAREN KAPAZITÄTEN**

Es stellt sich die Frage, wie groß der Anteil der Kapazitäten sein sollte, der über Reservierungen blockiert werden kann.<sup>281</sup> Es erscheint vorteilhaft zu sein, mit abnehmender Vorlaufzeit den Anteil der reservierbaren Kapazitäten zu erhöhen. Nichtsdestotrotz sollten i. d. R. stets Kapazitäten in einem gewissen Umfang für Nutzer ohne Reservierungen vorgehalten werden. Dies dürfe insbesondere für die Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* zutreffen.

In diesem Zusammenhang stellt sich zudem die Frage, wie das Verhältnis des Gesamtpreises für die Nutzung der SN-LI mit und ohne Reservierung in der Regel aussehen sollte. Grundsätzlich steigt durch Reservierungen die Prognosegüte hinsichtlich potenzieller Knappheiten. Daher ist es naheliegend, dass der Gesamtpreis für die Nutzung mit Reservierung niedriger ausfallen sollte als der ohne Reservierung.

---

<sup>281</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass der anzustrebende Anteil an reservierbaren Kapazitäten sowohl standort- als auch zeitabhängig sein könnte. In Einklang damit lag die langfristig vermarktete Kapazität für verschiedene Routen der Lufthansa Cargo AG zwischen 0 und 70 % der Gesamtkapazität. Vgl. HUCHZERMEIER / HELLERMANN (2002, S. 5).

In diesem Kontext könnten auch negative Preise für Reservierungen in Betracht gezogen werden.<sup>282</sup> Es ist aber – je nach Ausgestaltung der Reservierungsoptionen – auch denkbar, dass der Spielraum für die Lenkung durch Reservierungen eingeschränkt wird. Im Kontext der gegenläufigen Aspekte dürften empirische Erkenntnisse von hoher Relevanz für die Preisgestaltung sein.

#### **ZUSAMMENSPIEL VON PRIORITÄTSRECHTEN UND RESERVIERUNGEN**

Weiterhin stellt sich die Frage, ob und wie Prioritätsrechte und Reservierungen nebeneinander bestehen sollten. Optionen, wie sich Prioritätsrechte und Reservierungen in einer vorteilhaften Weise ergänzen könnten, werden nachfolgend kurz erörtert: Es wäre denkbar, dass für die Nutzer mit Prioritätsrechten zum einen Reservierungsoptionen mit günstigeren Konditionen angeboten werden. Zum anderen könnten auf einen Teil der reservierbaren Kapazitäten auch nur Nutzer mit Prioritätsrechten Zugriff haben. Wenn Nutzer mit Prioritätsrechten die SN-LI ohne Reservierung nutzen, sollten diese weiterhin – analog zur Darstellung in Abschnitt 5.3.4 – im Zuge der Bildung von mehreren Warteschlangen gegenüber Nutzern ohne Prioritätsrechte und Reservierung bevorzugt werden.

#### **KETTEN-RESERVIERUNGEN FÜR ROUTEN UND RELATIONEN**

Im Kontext von langen Transportdistanzen, für die mehrere Ladestops erforderlich sind, stellt sich auch die Frage der Rationalität für eine Reservierung für mehrere aufeinanderfolgende Ladevorgänge, mit denen eine Relation im Allgemeinen oder eine Route im Speziellen abgedeckt werden kann. Diese Option könnte auch als „Ketten-Reservierung“ bezeichnet werden. Es erscheint durchaus plausibel, dass dadurch zum einen Flexibilitätspotenziale zur Lenkung ohne Inkaufnahme von Nutzenverlusten für die Nutzer geschaffen werden. Zum anderen könnten im Vergleich zu Reservierungen für einzelne Ladevorgänge Umweltänderungen, wie Staus, übergreifend einbezogen werden. Fragen zu denkbaren Ausgestaltungsmöglichkeiten von Ketten-Reservierungen und der jeweiligen Preisgestaltung werden im Rahmen dieser Studie nicht weiter vertieft.

### **5.3.6 (Einige weitere) spezifische Aspekte in der Markthochlaufphase**

Die vorstehenden Überlegungen zur Produkt- und Preisgestaltung adressieren prinzipiell auch die Markthochlaufphase. Das Lenkungsziel dürfte allerdings unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.2.4 dargestellten Überlegungen zur Kapazitätsdimensionierung im Markthochlauf von geringerer Bedeutung sein. Ferner spricht auch die hohe Komplexität der Lenkung sowie die diesbezüglichen Wissensdefizite für eine entsprechend „vorausgehende“ Kapazitätsdimensionierung. Denn dadurch könnten empirische Erkenntnisse zur Produkt- und Preisgestaltung zu relativ geringen Kosten gesammelt werden und bei der detaillierten Ausgestaltung einbezogen werden. Weiterhin könnten durch eine schrittweise Erhöhung der Komplexität der Produkt- und Preisgestaltung die Transaktionskosten auf Seiten der Nutzer reduziert werden.

In der Markthochlaufphase ist vor diesem Hintergrund zunächst zu empfehlen, zwischen den Basis-Produkten, und dabei insbesondere zwischen *Sofort*, *Block-45* und *Block-540*, zu differenzieren und

---

<sup>282</sup> Das bedeutet nicht, dass der Gesamtpreis, der bei der Reservierung zu zahlen ist, negativ ist, da dieser (mindestens) auch den Preis für das Basis-Produkt umfasst. Zudem könnte der Gesamtpreis auch den Preis für die Nicht-Nutzung beinhalten. Vgl. Abschnitt 5.3.5.2.

(relative) Preise entsprechend auszugestalten. Mit Bezug zu einem Basis-Produkt könnten die Preise über Raum und Zeit hinweg ein relativ einheitliches Niveau aufweisen. Allerdings könnte eine statische Preisdifferenzierung auch bereits in der Markthochlaufphase in Betracht gezogen werden, um potenzielle temporäre oder lokale Knappheiten zu adressieren. Finanzierungsfragen sollten von Beginn an langfristig und übergreifend für die SN- und SZ-LI betrachtet werden.<sup>283</sup> Ferner sind auch in der Markthochlaufphase Angebote für temporäre Nutzer im Transitverkehr auszugestalten. Prioritätsrechte dürften bei einer relativ geringen Gefahr von Knappheiten zunächst nicht von besonders hoher Relevanz sein. Es könnte allerdings vorteilhaft sein, Nutzern Prioritätsrechte für eine Mindest-Nutzungsdauer zum Schutz der spezifischen Investitionen in die B-Lkw zuzuordnen. Die Rationalität dafür wird in Kasten 2 diskutiert. Es erscheint ferner auch bereits in der frühen Markthochlaufphase zu empfehlen zu sein, Reservierungsoptionen für einen Teil der Kapazitäten anzubieten. Dies kann insbesondere auch zur Wissensgenerierung beitragen.

*Nimmt die Anzahl der B-Lkw zwischenzeitlich schneller zu als die Ausweitung der SN-LI, kann dies dazu führen, dass die Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI für die Nutzer insgesamt abnimmt. Mit der Einführung von Prioritätsrechten werden grundsätzlich verschiedene Niveaus der diesbezüglichen Verlässlichkeit für Nutzer geschaffen. Dadurch wäre es möglich, das Niveau für Nutzer nach dem Einstieg in das B-Lkw-System für einen gewissen Zeitraum, beispielsweise die minimale Erstnutzungsdauer, zu garantieren. Eine derartige Garantie könnte zwar zum Schutz der Investitionen der B-Lkw beitragen, wirkt sich aber zulasten derjenigen Nutzer aus, die zu Zeitpunkten mit einem relativ geringen Niveau einsteigen. Dadurch können Anreize im Hinblick auf den Zeitpunkt des Umstiegs geschaffen werden. Insbesondere vor dem Hintergrund der Annahme, dass der Hochlauf in das B-Lkw-System politisch vorangetrieben wird, stellt sich die Frage, inwiefern diese Maßnahme zu vorteilhaften Anreizen führt. Dagegen spricht, dass die Verlässlichkeit der Verfügbarkeit für einige Nutzer, die zu „guten Zeitpunkten“ in das B-Lkw-System einsteigen, von geringer Bedeutung sein könnte.<sup>284</sup> Wird Nutzern ein (zu) geringes Niveau bezüglich der Verlässlichkeit der Verfügbarkeit angeboten, könnte dies auch zu ineffizienten Nachfrageverdrängungen oder langfristig ineffizienten Investitionen in SZ-LI führen.*

*Insgesamt dürfte die Vorteilhaftigkeit von Garantien über die Zuordnung von Prioritätsrechten bezüglich der Verlässlichkeit der Verfügbarkeit der SN-LI für Nutzer von der Ausgestaltung der politischen Maßnahmen zur Förderung des Markthochlaufs der B-Lkw abhängig sein. Im Rahmen dieser Studie wird diese Frage nicht weiter vertieft.*

**Kasten 2: Prioritätsrechte als Ansatz zum Schutz von spezifischen Investitionen in B-Lkw in der Markthochlaufphase**

---

<sup>283</sup> Fragen zur (Kapazitäts-)Finanzierung werden insbesondere in Abschnitt 7.1.2 thematisiert und unter Berücksichtigung der Gestaltung der Organisations-Lösung beleuchtet.

<sup>284</sup> Vgl. hierfür auch Überlegungen in BECKERS / GIZZI (2019, S. 14 ff.) zur Allokation von Dauernutzungsrechten für Pkw-Ladeinfrastruktur zum regelmäßigen Laden.

## **5.4 Fazit**

In diesem Kapitel ist die Ausgestaltung eines Soll-Angebotskonzepts für die SN-LI beleuchtet worden. Es ist gezeigt worden, dass grundsätzlich eine Rationalität für das Angebot mehrerer Basis-Produkte besteht, eine integrierte Konzeption entscheidend und eine übergreifende (technische) Umsetzung vorteilhaft sein dürfte. Das für Entscheidungen bezüglich der Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung erforderliche Wissen liegt bereits teilweise auf zentraler Ebene vor. Unsicherheiten bestehen zurzeit insbesondere noch im Hinblick auf die langfristigen Kapazitätsbedarfe einerseits und die Produkt- und Preisgestaltung andererseits. Abschätzungen zu langfristigen Kapazitätsbedarfen sind vor allem vor dem Hintergrund von den Kostenstrukturen der Ladeinfrastruktur bedeutsam. Bei initialen Investitionsentscheidungen sollten potenzielle langfristige Kapazitätsbedarfe sowie die jeweiligen Kosten für verschiedene Errichtungs- und Erweiterungsstrategien einbezogen werden.

Mit Bezug zur Produkt- und Preisgestaltung ist dargelegt worden, dass nutzungsbezogene Preise zur Lenkung eingesetzt werden sollten. Um die Ausgaben für die Bereitstellung der SN-LI zu decken sollten zeitbezogene Preise erhoben werden. Angemerkt sei, dass zur Finanzierung der SN-LI auch Einnahmen aus nutzungsbezogenen Preisen genutzt und staatliche Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt in Erwägung gezogen werden können. Weiterhin dürfte eine Nutzergruppensegmentierung – vor allem vor dem Hintergrund des Transitverkehrs – von Bedeutung sein. Insgesamt sind allerdings einige Fragen mit Bezug zur Produkt- und Preisgestaltung unbeantwortet geblieben, insbesondere die das Lenkungsziel betreffenden Gestaltungsfragen. Die Gestaltungsfragen sind allerdings umfangreich dargelegt und erste Empfehlungen auf Grundlage von Abwägungen vor dem Hintergrund des dieser Studie zugrundeliegenden Zielsystems abgeleitet. Weiterführende (u.a. empirische) Untersuchungen sind insbesondere mit Bezug zur Dynamik der Preisdifferenzierung sowie zur Gestaltung von Prioritätsrechten und Reservierungsoptionen zu empfehlen.

## 6 (Vorgelagerte) Analysen von Organisations-Lösungen bei (weitgehender) Abstraktion von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur

In diesem Kapitel steht zunächst die (relative) Eignung von einem breiten Spektrum an denkbaren Organisations-Lösungen im Fokus. Prinzipiell liegt den Analysen das in Abschnitt 4.2 dargestellte Zielsystem zugrunde. Ferner wird auf die aus den in Kapitel 5 dargestellten Grundzügen eines Soll-Angebotskonzepts resultierenden (konkretisierten) Effektivitäts-Ziele bei der Bewertung von möglichen Organisations-Lösungen zurückgegriffen.<sup>285</sup> Im Rahmen der Analysen werden sowohl der Markthochlauf als auch die längere Perspektive betrachtet. Zur Vereinfachung der Analysen werden in diesem Kapitel zwar nachfragestarke und -schwache Standorte berücksichtigt, aber es erfolgt keine differenzierte Betrachtung der Standorttypen im Straßennetz. In diesem Zusammenhang werden auch die bestehenden Eigentumsstrukturen (weitestgehend) ausgeklammert und private Eigentümerschaften für die (Park-)Flächen unterstellt. Dementsprechend wird insbesondere vernachlässigt, dass sich die direkt an den BAB angebotenen Standorte im Eigentum des Bundes befinden.<sup>286</sup> Es wird im Hinblick auf die Eigentumsstrukturen allerdings berücksichtigt, dass einige private Akteure über eine größere Anzahl an für die Bereitstellung von SN-LI geeigneten Flächen verfügen dürften.<sup>287</sup> Ausgangspunkt und Schwerpunkt der Analysen stellt die Gegenüberstellung einer weitgehend staatlichen Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft und einer weitgehend privaten Bereitstellung in Abschnitt 6.1 dar. Die beiden Organisations-Lösungen werden folgend auch als idealtypische Organisations-Lösungen bezeichnet.<sup>288</sup> Im Kontext der identifizierten potenziellen Probleme der idealtypischen Organisations-Lösungen werden weitere Organisations-Lösungen untersucht. In Abschnitt 6.2 werden weitere Organisations-Lösungen, die zwischen den idealtypischen Organisations-Lösungen liegen, betrachtet und bewertet. Das Kapitel schließt mit einem Fazit in Abschnitt 6.3.

### 6.1 Vergleich von idealtypischen Organisations-Lösungen

Die Analysen erfolgen schrittweise mit Bezug zu den Basis-Produkten. In Abschnitt 6.1.1 wird von allen Basis-Produkten jenseits des Basis-Produkts *Block-45* abstrahiert. In Abschnitt 6.1.2 erfolgt zunächst der Einbezug des Basis-Produkts *Block-540* und anschließend der weiteren Basis-Produkte.

#### 6.1.1 Fokus auf *Block-45* bei Abstraktion von weiteren Basis-Produkten

Abschnitt 6.1.1.1 beinhaltet die Analyse zur Ausgestaltung der staatlichen Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft. Dabei wird an dem in Kapitel 5 reflektierten Wissensstand eines „zentralen Anbieters“ zum Soll-Angebotskonzept angeknüpft. In Abschnitt 6.1.1.2 steht die Analyse der privaten Bereitstellung im Fokus, wofür Prognosen zu Entscheidungen privater Akteure in einer Marktwirtschaft

---

<sup>285</sup> Vgl. dazu auch das in Abschnitt 4.2 dargestellte Vorgehen bei den Analysen.

<sup>286</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.3.1.1.

<sup>287</sup> Autohof- und Tankstellenbetreiber sowie Transportunternehmen könnten über mehrere für die Bereitstellung der SN-LI geeigneten Flächen verfügen. Vgl. dazu auch Abschnitt 3.2.3.

<sup>288</sup> Die betrachteten Organisations-Lösungen werden insofern als idealtypisch angesehen, als dass stärkere Ausprägungen der Organisations-Lösungen mit offensichtlichen Schwächen verbunden wären. Vgl. dazu Abschnitt 4.1.

die Basis bilden. Im Rahmen der Analyse wird zwischen Nutzfahrzeughersteller, Transportunternehmen und weiteren dritten Akteuren als Anbieter für SN-LI unterschieden. Ergänzend zu den Analysen zu den idealtypischen Organisations-Lösungen wird in Abschnitt 6.1.1.3 kurz auf die Eignung einer Organisations-Lösung eingegangen, die durch einen Club der Nutzfahrzeughersteller oder Transportunternehmen als Anbieter für die SN-LI, der finanziell unterstützt aber auch reguliert werden kann, gekennzeichnet ist. Diese Organisations-Lösung ist insofern auch als idealtypisch einzuordnen, als dass sie durch ein ausgeprägtes Maß an Zentralität gekennzeichnet ist. Schließlich werden in Abschnitt 6.1.1.4 die relative Eignung der idealtypischen Organisations-Lösungen diskutiert und erste Schlussfolgerungen gezogen.

### **6.1.1.1 Staatliche Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft**

Im Anschluss an einen Überblick über die Grundzüge der in diesem Abschnitt betrachteten Organisations-Lösung in Abschnitt 6.1.1.1.1 erfolgt in Abschnitt 6.1.1.1.2 eine Analyse zur Eignung der staatlichen Bereitstellung von SN-LI.

#### **6.1.1.1.1 Grundzüge der Organisations-Lösung**

Bei der staatlichen Bereitstellung wird angenommen, dass einer Gesellschaft im 100%-Eigentum des Bundes die Aufgabe übertragen wird, die Bereitstellung der SN-LI zu organisieren.<sup>289</sup> Die Bundesgesellschaft weist eine gesamtwirtschaftliche Ausrichtung auf und fällt somit grundsätzlich die Bereitstellungsentscheidungen gemäß den dieser Studie zugrundeliegenden Zielen.<sup>290</sup> Dadurch verfolgt die Bundesgesellschaft prinzipiell die Bereitstellung der SN-LI gemäß dem in Kapitel 5 dargestellten Grundzügen des Soll-Angebotskonzepts und hat die verbleibenden Unsicherheiten zu adressieren.<sup>291</sup> Zudem verantwortet die Bundesgesellschaft die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen bzw. die Organisation der Leistungserstellung. Es stellen sich im Hinblick auf die verschiedenen entstehenden Aufgaben „Make-or-Buy“-Fragen sowie Fragen zur Bündelung von Aufgaben. Daher wird im Folgenden erörtert, ab welcher Ebene der Bereitstellung und in welchem Umfang die Bundesgesellschaft Private einbeziehen sollte. Dabei wird auch die (vertragliche) Gestaltung des Einbezugs Privater thematisiert.

#### **6.1.1.1.2 Analyse zur Organisations-Lösung**

Bei den Analysen werden drei Ebenen der Bereitstellung unterschieden. Zunächst werden in Abschnitt 6.1.1.1.2.1 Bereitstellungsentscheidungen im engen Sinne betrachtet, wobei der Fokus auf Entscheidungen zur Gesamtkapazität und der räumlichen Verteilung der Kapazitäten sowie der

---

<sup>289</sup> Die Organisations-Lösung ist grundsätzlich analog zu dem in BECKERS ET AL. (2019, S. 26) betrachteten „Bundesgesellschafts-Modell“ zur Bereitstellung von Pkw-Schnellladeinfrastruktur.

<sup>290</sup> In dieser Studie werden Fragen zur Ausgestaltung der Steuerung und Kontrolle der Bundesgesellschaft durch den Bund nicht weiter betrachtet. Vgl. dazu auch Abschnitt 4.1. Es sei aber darauf hingewiesen, dass in BECKERS ET AL. (2019, S. 27 f.) die Ausgestaltung einer Bundesgesellschaft für die Bereitstellung von Pkw-Schnellladeinfrastruktur thematisiert wird und die Überlegungen weitgehend übertragbar sein dürften.

<sup>291</sup> Die Bundesgesellschaft nimmt somit die gleiche Perspektive wie der in Kapitel 5 implizit angenommene „zentrale Anbieter“ ein.

Produkt- und Preisgestaltung liegt.<sup>292</sup> Anschließend werden mit Bezug zur Leistungserstellung in Abschnitt 6.1.1.1.2.2 die Auswahl und Sicherung von Flächen und in Abschnitt 6.1.1.1.2.3 die weiteren im Kontext der Errichtung und des Betriebs der SN-LI anfallenden Aufgaben beleuchtet. Schließlich wird in Abschnitt 6.1.1.1.2.4 kurz auf die Strombelieferung eingegangen, wobei Interdependenzen zwischen Steuerung von Ladevorgängen und Strombelieferung angesprochen werden.

#### **6.1.1.1.2.1 Entscheidungen zum Angebotskonzept im Allgemeinen und zur Gesamtkapazität, der Verteilung der Kapazitäten sowie zur Produkt- und Preisgestaltung im Speziellen**

Es liegt grundsätzlich zentrales Wissen zu den Grundzügen eines Soll-Angebotskonzepts vor.<sup>293</sup> Im Hinblick auf die detaillierte Ausgestaltung sind allerdings noch einige Fragen offen. In diesem Zusammenhang sind die Potenziale zum Aufbau des erforderlichen Wissens für eine Bundesgesellschaft bedeutsam. Ferner wird vor dem Hintergrund der hohen Relevanz einer Langfristorientierung bei den Entscheidungen zum Angebotskonzept auch thematisiert, inwiefern es einer Bundesgesellschaft im Kontext von Finanzierungsfragen möglich ist, Entscheidungen dementsprechend zu fällen.<sup>294</sup>

#### **VERFÜGBARKEIT UND POTENZIALE ZUM AUFBAU VON RESSOURCEN UND VOR ALLEM WISSEN**

Für eine Bundesgesellschaft dürfte eine Konkretisierung der in Kapitel 5 dargestellten Grundzüge eines Soll-Angebotskonzept zunächst möglich sein, indem eigene Ressourcen aufgebaut und private Akteure aus dem Sektor, und damit insbesondere Transportunternehmen, Nutzfahrzeughersteller, Energieversorgungsunternehmen, sowie auch Forschungseinrichtungen und Beratungsunternehmen einbezogen werden. In diesem Kontext sei auch darauf hingewiesen, dass der Bund bereits über Expertise zur Lkw-Ladeinfrastruktur verfügt. Denn die bundeseigene Organisation, die NOW GmbH, erstellt u.a. Prognosen zum Lkw-Ladeinfrastrukturbedarf bis 2030 auf Basis von Gesprächen mit Nutzfahrzeugherstellern und Daten, die im Zusammenhang mit der Lkw-Maut erhoben werden.<sup>295</sup> Ferner wird die Ausgestaltung eines Soll-Angebotskonzepts und insbesondere die Quantifizierung des öffentlich zugänglichen Ladeinfrastrukturbedarfs (also des Bedarfs nach SN-LI) auch bereits in einigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen thematisiert.<sup>296</sup> Darüberhinausgehend besteht für die Bundesgesellschaft auch die Möglichkeit nach den initialen Investitionen empirische Daten im Betrieb zu erheben und auszuwerten. Insbesondere für die Produkt- und Preisgestaltung könnte auch in

---

<sup>292</sup> Unter Bereitstellungsentscheidungen im engen Sinne können grundsätzlich alle das Angebotskonzept umfassenden Entscheidungen verstanden werden, die insofern von Entscheidungen zur Leistungserstellung bzw. zur Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen im engen Sinne abgegrenzt werden können. Vgl. dazu Kapitel 1.  
<sup>293</sup> Vgl. dazu Kapitel 5.

<sup>294</sup> Die Rationalität für eine Langfristorientierung bei Investitionsentscheidungen wird in Abschnitt 5.2.4 dargelegt.

<sup>295</sup> Der Ansatz und die Ergebnisse wurden beispielsweise von Felix Steck bei der Informationsveranstaltung zur Ausschreibung eines LKW-Schnellladenetzes an unbewirtschafteten Rastanlagen der Bundesautobahnen am 16.07.2024 präsentiert. Die Präsentationsfolien sind verfügbar unter <https://www.now-gmbh.de/wissensfinder/> (zuletzt abgerufen am 31.11.2025).

<sup>296</sup> Beispielsweise wird in SPETH / PLÖTZ / WIETSCHEL (2025) und MENTER ET AL. (2023) der Ladeinfrastrukturbedarf für Deutschland untersucht. Es sei ferner darauf hingewiesen, dass auch auf Ansätze, die (bisher) nur mit Bezug zu anderen Ländern oder Regionen angewandt wurden, zurückgegriffen werden könnte.

Betracht gezogen werden, in bestimmten Gebieten oder über einen abgesteckten Zeitraum verschiedene Ausgestaltungsoptionen zu testen.

***FRAGE DER LANGFRISTORIENTIERUNG IM ZUSAMMENHANG MIT FINANZIERUNGSFRAGEN BEI BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES MARKTHOCHLAUFS***

Eine Langfristorientierung hat vor dem Hintergrund der Kostenstrukturen der Ladeinfrastruktur und im Kontext der Bedeutung von glaubhaften Commitments gegenüber Nutzern zur Bereitstellung der SN-LI einen hohen Wert.<sup>297</sup> Ist eine Bundesgesellschaft für die Bereitstellung der SN-LI verantwortlich, können grundsätzlich langfristige politische Ziele in den Fokus gerückt und auch langfristige Commitments abgegeben werden. Dafür ist allerdings auch die Ausgestaltung des Finanzierungsregimes entscheidend, welche aber im Rahmen dieser Studie nicht vertieft untersucht wird. Gerade in der Markthochlaufphase könnten im Kontext der geringen Anzahl an Nutzern (ergänzend zur zeitbezogenen Preiskomponente) mehrjährig gesicherte finanzielle Zuschüsse aus dem Haushalt mit Vorteilen einhergehen.<sup>298</sup> Es ist nicht zu erwarten, dass sich bei der Gewährung von staatlichen Zuschüssen an eine Bundesgesellschaft, die über mehrere Jahre abgesichert werden, (signifikante) Hürden ergeben.<sup>299</sup> Dies ist aber unter Einbezug rechtlicher Expertise zu prüfen und nicht Gegenstand der Analysen in dieser Studie.

**6.1.1.1.2.2 Auswahl der Flächen und langfristige Sicherung von Nutzungsrechten**

Für die Bereitstellung der SN-LI sind entsprechende Flächen erforderlich. Hieraus leitet sich zunächst die Aufgabe zur Auswahl von (geeigneten) Flächen ab. Ferner ist die langfristige Sicherung der Nutzungsrechte bedeutsam.

***RELEVANZ VON EINER LANGFRISTIGEN SICHERUNG VON FLÄCHEN IM KONTEXT SPEZIFISCHER INVESTITIONEN UND DENKBARE OPTIONEN***

Einige Bestandteile der Ladeinfrastruktur sind einerseits durch hohe Investitionskosten und eine lange Lebensdauer gekennzeichnet und andererseits dadurch, dass eine örtliche Verlagerung mit sehr hohen Kosten und somit einem Wertverlust der Investitionen verbunden wäre. Zu diesen Bestandteilen gehören insbesondere die Netzkomponenten für große Ladeparks.<sup>300</sup> Es handelt sich somit um spezifische Investitionen, da der Wert der Investitionen aus Sicht der Bundesgesellschaft deutlich sinken würde, wenn ein Ladepark – beispielsweise im Kontext von befristeten Nutzungsrechten – räumlich verlegt würde.<sup>301</sup> Davon geht grundsätzlich die Gefahr eines „Hold up“ aus. Denn durch die spezifischen Investitionen ändert sich die Verhandlungsposition der Bundesgesellschaft und

---

<sup>297</sup> In Abschnitt 5.2.4 und 5.3.6 wird die Bedeutung einer Langfristorientierung aufgezeigt.

<sup>298</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.3.2.1.

<sup>299</sup> Diese allererste Einschätzung folgt aus den juristischen Analysen zur Finanzierung von Pkw-Ladeinfrastruktur in BECKERS ET AL. (2019, S. 34 f. und 40 f.). In Abschnitt 7.1.2 wird die Option Einnahmen einer Bundesgesellschaft aus dem Bundeshaushalt aufgegriffen.

<sup>300</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.2.

<sup>301</sup> Es wird das Begriffsverständnis von VORWERK (2024, S. 39) übernommen: „Spezifität liegt in diesem Sinne vor, wenn zur Durchführung von Transaktionen Investitionen zu tätigen sind, die irreversibel oder „versunken“ und außerhalb einer bestimmten Transaktionsbeziehung von geringerem Wert sind, wodurch ein Abhängigkeitsverhältnis entsteht.“

(„unangemessene“) Übergewinne für Flächeneigentümer wären denkbar.<sup>302</sup> Durch eine langfristige Sicherung der Flächen werden die spezifischen Investitionen weitgehend abgesichert. Es bestehen ferner Argumente dafür, bei der langfristigen Sicherung der Flächen auch die komplementären Angebote zu beachten. Denn die Flächenauswahl dürfte auch von den angrenzend zur Verfügung stehenden komplementären Angeboten abhängen. Der Wert der Investitionen in einen Ladepark dürfte sinken, wenn das angrenzende komplementäre Angebot eingeschränkt würde.

Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden verschiedene Optionen für eine (langfristige) Sicherung der Flächen dargelegt und verglichen. Zunächst besteht die Option des Eigentumserwerb, der sich auf die für die Bereitstellung der Ladeinfrastruktur erforderlichen Flächen beschränkt oder auch zusätzliche Flächen für die Bereitstellung komplementärer Angebote betreffen könnte. Bei Ersterem wäre es empfehlenswert, eine (dauerhafte) Bereitstellung von komplementären Angeboten durch Private in der Nähe zu gewährleisten. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die (Flächen-)Bedarfe im Zusammenhang der relativ geringen zu erwartenden Anforderungen an komplementäre Angebote bei der Nutzung des Basis-Produkts *Block-45* begrenzt sein dürften. Demzufolge dürfte es empfehlenswert sein, die dafür zusätzlich erforderlichen Flächen zu erwerben. Dadurch wird keinesfalls ausgeschlossen, dass Private bei der Bereitstellung der komplementären Angebote umfangreich einbezogen werden.

Neben dem Eigentumserwerb können auch vertragliche Vereinbarungen zu (nahezu) unbefristeten oder befristeten Nutzungsrechten eine Rolle spielen. Verträge für befristete Nutzungsrechte, die nicht weit über die Lebensdauer der Ladehardware hinausgehen, dürften im Kontext von erforderlichen Investitionen in Bestandteile der Ladeinfrastruktur und dabei insbesondere die Stromnetzanschlüsse, – wie vorstehend dargestellt – mit der Gefahr des „Hold up“ und den resultierenden Nachteilen einhergehen. Angesichts von (temporären und lokalen) Flächenknappheiten könnte die Bundesgesellschaft möglicherweise nicht vollständig vermeiden, stellenweise auch Flächen mit auf kürzere Zeiträume befristeten Nutzungsrechten einzubeziehen.

#### **ASPEKTE UND WEGE ZUR FLÄCHENAUSWAHL**

Bei der Auswahl der Flächen spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Dazu zählen die Kosten der Flächenerschließung und des Stromnetzanschlusses, die verkehrliche Anbindung – und dabei insbesondere an den BAB die Distanz zur BAB – sowie die Verfügbarkeit und Potenziale zur Bereitstellung von komplementären Angeboten. Insbesondere in der Markthochlaufphase sind vor dem Hintergrund bestehender Unsicherheiten hinsichtlich einer langfristig vorteilhaften Kapazitätsdimensionierung auch Potenziale und Kosten für Kapazitätserweiterungen von hoher Bedeutung.

Um diesbezügliche Informationen zu Flächen zu sammeln und geeignete Flächen auszuwählen, können verschiedene Vorgehensweisen in Betracht gezogen werden, die aber jeweils mit spezifischen Herausforderungen einhergehen. Zunächst könnte die Flächenauswahl durch Ausschreibungen erfolgen. Die Ausgestaltung der Ausschreibung könnte allerdings eine hohe Komplexität aufweisen.

---

<sup>302</sup> Die Gefahr des Hold up und die Herausforderungen der Absicherung spezifischer Investitionen sind detaillierter in GÖBEL (2002, S. 137 ff.) dargestellt.

Denn es bestehen hinsichtlich der Auswahl und Gewichtung der Zuschlagskriterien vor dem Hintergrund der diversen relevanten Aspekte Unsicherheiten. In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass sich beispielsweise die Frage stellt, ob umfangreiche Informationen zu potenziellen Kosten im Bereich des Stromnetzes in einer effizienten Weise dezentral durch die Interessenten an den Ausschreibungen eingesammelt werden könnten.<sup>303</sup> Weiterhin stellen sich auch Fragen zur Losgröße der Ausschreibung, die sich im Hinblick auf mehrere Dimensionen unterscheiden kann. Es wäre beispielsweise denkbar, dass durch die Ausschreibungen entweder Flächen einzeln oder gemeinsam als Bündel adressiert werden. Ferner könnte sich die Losgröße auch dahingehend erweitern, als dass die Auswahl von Flächen und Privaten zur Umsetzung der Leistungserstellung, d.h. für die Errichtung und den Betrieb der Ladeinfrastruktur, gebündelt erfolgt.<sup>304</sup> Insgesamt sind bei Ausgestaltung von Ausschreibungen stets die Implikationen auf die Wettbewerbsintensität zu bedenken.

Als Alternative zur Ausschreibung könnte die Flächenauswahl auch (teilweise) im Rahmen von direkten Verhandlungen mit vorher durch die Bundesgesellschaft identifizierten Eigentümern von (geeigneten) Flächen erfolgen. Direkte Verhandlungen der Bundesgesellschaft mit privaten Flächeneigentümern könnten ein hohes Potenzial aufweisen. In besonderer Weise gilt dies für Verhandlungen mit Akteuren, die über mehrere Flächen verfügen. In diesem Kontext sei aber auch darauf hingewiesen, dass sich mit abnehmender Anzahl an Verhandlungspartnern die Verhandlungsposition derjenigen gegenüber der Bundesgesellschaft verbessern könnte. Daher ist die Identifikation von einer größeren Anzahl an potenziellen Verhandlungspartnern bedeutsam, für die die Bundesgesellschaft unterstützend Beratungsunternehmen einbeziehen könnte.

#### **GESAMTBETRACHTUNG**

Bei einer Gesamtbetrachtung ist nicht auszuschließen, dass für eine Bundesgesellschaft z. T. Herausforderungen bestehen dürften, geeignete Flächen zu identifizieren und langfristige Nutzungsrechte für die geeigneten Flächen in einer effizienten Weise zu sichern. Denn es sind Informationsasymmetrien zulasten der Bundesgesellschaft im Hinblick auf die Flächenverfügbarkeit insgesamt und die Eignung einzelner Flächen zu erwarten. Dadurch könnten sich für private Akteure, die über (mehr oder weniger) geeignete Flächen verfügen, Potenziale für („unangemessene“) Übergewinne eröffnen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Bundesgesellschaft voraussichtlich von bereits aufgebautem Wissen zu Flächen für Lkw-Parkplätze auf Bundesebene profitieren dürfte.<sup>305</sup> Letztlich könnte im Kontext der (potenziellen) Marktmacht von Flächeneigentümern und privaten Akteuren mit Flächennutzungsrechten auch erwogen werden, gesetzliche Regelungen zur langfristigen

---

<sup>303</sup> Die verfügbaren Netzkapazitäten und die Kosten zur Kapazitätserweiterung können lokal sehr stark variieren. Vgl. dazu Abschnitt 3.2.2.2. Die Kosten für Voruntersuchungen zu den erforderlichen Netzkosten könnte insgesamt effizienter erfolgen, wenn die verfügbaren Kapazitäten in den Verteilernetzen transparent dargestellt würden. Für die Niederlande werden beispielsweise Daten zu freien Netzkapazitäten online zur Verfügung gestellt. Vgl. ACEA / EURELECTRIC (2025, S. 3). Aber auch dann, stellt sich die Frage, inwieweit die Kosten durch die Interessenten an Ausschreibungen abgeschätzt werden sollten. Zunächst dürften dafür jeweilige Voruntersuchungen erforderlich sein, deren Bündelung bei einem zentralen Akteur zu einer höheren Effizienz führen könnte. Weiterhin dürften die Kostenprognosen regelmäßig Unsicherheiten unterliegen, sodass die Risikokosten der Interessenten einzubeziehen sind, die häufig über denen einer Bundesgesellschaft liegen dürften.

<sup>304</sup> Vgl. dazu Abschnitt 6.1.1.1.2.3.

<sup>305</sup> Das Wissen wurde z.B. im Kontext der Förderung für Lkw-Parkplätze aufgebaut. Vgl. dazu Abschnitt 3.2.3.1.2.

Sicherung der Flächen – insbesondere in der Nähe von hochfrequentierten BAB – für die Bereitstellung von SN-LI zu etablieren, um die Kosten für die Nutzer und bei Zuschüssen aus dem Bundeshaushalt auch der Allgemeinheit zu senken, die auch durch Übergewinne von privaten Akteuren, Transaktionskosten im Zusammenhang mit Verhandlungen und Kosten im Kontext von Verzögerungen der Bereitstellung der SN-LI steigen. Eine gesetzliche Adressierung geht ebenfalls mit Kosten einher, die aber bei einer langfristigen Perspektive von geringer Bedeutung sein könnten. Zuletzt sei noch angemerkt, dass durch die Berücksichtigung der öffentlichen Eigentümerschaft der direkt an den BAB angebotenen Standorte in Kapitel 7 die vorstehend aufgezeigten Herausforderungen zwar nicht entfallen, aber relativiert werden.

#### **6.1.1.1.2.3 Leistungserstellung bzw. Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen**

Mit Bezug zur Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen stellt sich zunächst die Frage, welche Aufgaben – nicht zuletzt im Zusammenhang mit Synergiepotenzialen – gebündelt erfolgen sollten.

##### ***WESENTLICHE AUFGABEN IM ÜBERBLICK UND FRAGE DER BÜNDELUNG***

Im Folgenden werden zwei verschiedene Aufgabenbereiche unterschieden. Erstens werden Errichtung, Wartung und technischer Betrieb betrachtet. Zweitens werden Aufgaben der Betriebsführung beleuchtet, die die Steuerung und das Monitoring der Ladevorgänge sowie die Vertriebsabwicklung umfassen.

##### ***ERRICHTUNG, WARTUNG UND TECHNISCHER BETRIEB DER LADEINFRASTRUKTUR***

Findet die Auswahl von Flächen und privaten Akteuren für die Leistungserstellung nicht gebündelt statt, werden die Aufgaben der Errichtung, der Wartung und des technischen Betriebs grundsätzlich durch die Bundesgesellschaft verantwortet.<sup>306</sup> Der Bundesgesellschaft stehen dann im Wesentlichen zwei verschiedene Optionen zur Verfügung. Einerseits kann die Bundesgesellschaft private Akteure unter Vertrag nehmen, die die Aufgaben der Errichtung, der Wartung und des technischen Betriebs für einen Ladepark oder für mehrere Ladeparks gebündelt erfüllen. Inwiefern eine gebündelte Vergabe mit Synergieeffekten einhergehen kann, könnte nicht zuletzt von lokalen Gegebenheiten bzw. der Dichte der Ladeparks abhängig sein, wird aber im Rahmen dieser Studie nicht weiter untersucht. Der Wert von einer höheren Flexibilität – beispielsweise im Kontext von technologischen Entwicklungen mit Bezug zur Ladeinfrastruktur-Anlage – spricht für relativ kurze Vertragslaufzeiten. Es dürfte allerdings vorteilhaft sein, die Vertragslaufzeit prinzipiell an der Lebensdauer der wesentlichen Komponenten der Ladeinfrastruktur-Anlage bzw. der Ladehardware zu orientieren, da es mit Herausforderungen einhergehen dürfte, zuvor den Restwert der Ladeinfrastruktur-Anlage zu schätzen. Es wird angenommen, dass die Herausforderungen im Zusammenhang mit einer Weiternutzung von Stromnetzanschluss und Verkehrsanlagen nach Ablauf der Vertragslaufzeit einen geringeren Umfang aufweisen. Andererseits könnte die Bundesgesellschaft auch einige Aufgaben und insbesondere die wertschöpfungsstufenübergreifende Koordination übernehmen, und mehrere private Akteure über (kurzfristige) Verträge für die verschiedenen – nur einzelne Wertschöpfungsstufen betreffende

---

<sup>306</sup> Vgl. zur integrierten Auswahl von Flächen und privaten Akteuren zur Leistungserstellung Abschnitt 6.1.1.1.2.2.

Aufgaben – einbeziehen. Während die zuerst aufgezeigte Option aus ökonomischer Perspektive auch als befristete Öffentlich-Private-Partnerschaft (ÖPP) eingeordnet werden kann, wird in der zweiten aufgezeigten Option der Ansatz der konventionellen Beschaffungsvariante (KBV) verfolgt.<sup>307</sup>

Werden dem Flächeneigentümer die diese Aufgaben der Leistungserstellung übergeben, kann dies auch als langfristige oder dauerhafte ÖPP eingeordnet werden. Grundsätzlich könnten im Kontext der hohen Bedeutung der langfristigen Sicherung von Nutzungsrechten für Flächen längere Vertragslaufzeiten mit Vorteilen einhergehen, auch wenn dadurch die Komplexität der Verträge steigt und die Flexibilität für Anpassungen sinkt.<sup>308</sup> Allerdings könnte es auch vorteilhaft sein, wenn die Bundesgesellschaft schrittweise mit zunehmenden Wissenstand den Anteil der KBV erhöhen würde. Daher könnte in Erwägung gezogen werden, Konditionen für die Übernahme der Fläche inkl. der Ladeinfrastruktur durch die Bundesgesellschaft im Rahmen von langfristigen Verträgen zu definieren. Eine vertiefere Untersuchung von Kontrahierungsfragen und einer vorteilhaften Ausgestaltung findet im Rahmen dieser Studie nicht statt.

#### **BETRIEBSFÜHRUNG IM SINNE DER STEUERUNG UND DES MONITORINGS VON LADEVORGÄNGEN SOWIE DER VERTRIEBSABWICKLUNG**

Im Hinblick auf die Betriebsführung im Sinne der Steuerung und des Monitorings von Ladevorgängen sowie der Vertriebsabwicklung könnte sich prinzipiell die Eigenerstellung eignen, die aber durch den umfangreichen Einbezug von Privaten im Rahmen der KBV gekennzeichnet sein könnte. Denn es erscheint zunächst nicht unplausibel, dass Synergieeffekte durch die Adressierung der gesamten Ladeinfrastruktur realisiert werden könnten.<sup>309</sup> Insbesondere dürfte die Bereitstellung einer zentralen (Vertriebs-)Plattform, die alle Angebote transparent aufzeigt, mit Vorteilen für die Nutzer einhergehen. Im Kontext der aktuell zu erwartenden Wissensdefizite bei einer Bundesgesellschaft, wodurch kurzfristig eine Eigenerstellung in einer effizienten Weise nicht möglich sein könnte, sollte auch in Betracht gezogen werden, die Anteile der Eigenerstellung zunächst zu begrenzen. Mit Bezug zur zentralen (Vertriebs-)Plattform wäre es denkbar, auf den ÖPP-Ansatz zurückzugreifen. Dabei wäre dann zu empfehlen, vertraglich bereits Übernahmekonditionen festzulegen.<sup>310</sup> Die Aufgaben der Steuerung und des Monitorings der Ladevorgänge könnten (temporär) auch an die Auftragnehmer der weiteren Aufgaben der Leistungserstellung – u.a. mit Vorgaben bezüglich der Schnittstelle zur zentralen (Vertriebs-)Plattform – übertragen werden.

##### **6.1.1.1.2.4 Strombelieferung**

Grundsätzlich könnte die Strombelieferung durch die Bundesgesellschaft, private Auftragnehmer für die Leistungserstellung oder auch im Rahmen eines sogenannten Durchleitungsmodells durch private

---

<sup>307</sup> Vgl. dazu RYNDIN (2021, S. 9 ff.).

<sup>308</sup> Vgl. zur Bedeutung der langfristigen Sicherung von Nutzungsrechten für Flächen Abschnitt 6.1.1.1.2.2.

<sup>309</sup> Vgl. dazu die durch die Kapazitätsentscheidungen bedingten Kosten, die über mehrere Ladeparks hinweg zu bedenken sind, in Abschnitt 3.2.1.2.1.

<sup>310</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass analog dazu die Aufgabe der Mauterhebung im Jahr 2002 zunächst im Rahmen des ÖPP-Ansatzes an das private Unternehmen „Toll Collect“ übertragen wurde. Im Jahr 2018 wurde der Bund unter Rückgriff auf in dem Vertrag definierte Bedingungen zur Übernahme Eigentümer von Toll Collect. Vgl. dazu BECKERS / RYNDIN / WEIß (2019, S. 1).

Stromlieferanten erfolgen. In einem Durchleitungsmodell gewähren Anbieter von Ladeinfrastruktur Stromlieferanten Zugang zur Ladeinfrastruktur, sodass Nutzer den Stromlieferanten frei wählen können.<sup>311</sup> Vorteile einer zentralen Strombelieferung könnten entstehen, wenn die Prognosegüte des Lade- und Strombedarfs durch eine geringere Anzahl an Nutzern für die einzelnen Stromlieferanten sinken würden. Ferner stellen sich beim Durchleitungsmodell Fragen bezüglich der Koordination zwischen Stromlieferanten und Bundesgesellschaft mit Bezug zur Steuerung von Ladevorgängen im Kontext von Block-Basis-Produkten.<sup>312</sup> Daher ist nach einer allerersten Betrachtung der Aufbau einer zentralen Strombelieferung durch die Bundesgesellschaft, bei der auch Private einbezogen werden können, näher in Betracht zu ziehen. Fragen zur Strombelieferung werden im Rahmen dieser Studie nicht vertieft betrachtet, aber in Abschnitt 8.1.1 im Kontext einer Organisations-Lösung, die sowohl staatlich als auch privat bereitgestellte SN-LI umfasst, erneut thematisiert.

### **6.1.1.2 Bereitstellung durch private Akteure im (mehr oder weniger intensiven) Wettbewerb**

In diesem Abschnitt wird die Eignung einer Organisations-Lösung, die durch eine weitgehend private Bereitstellung der SN-LI gekennzeichnet ist, untersucht. Vorgelagert zu den diesbezüglichen Analysen in Abschnitt 6.1.1.2.2 wird in Abschnitt 6.1.1.2.1 die Organisations-Lösung beschrieben.

#### **6.1.1.2.1 Grundzüge der Organisations-Lösung sowie denkbare Eigentums- und Governance-Varianten**

Im Anschluss an einen kurzen Überblick über die Grundzüge der Organisations-Lösung in Abschnitt 6.1.1.2.1.1 wird in Abschnitt 6.1.1.2.1.2 zum einen beleuchtet, welche privaten Akteure im Kontext derzeitiger Geschäftsmodelle und verfügbarer Ressourcen ein Interesse an der Bereitstellung von SN-LI haben könnten. Zum anderen wird daran anknüpfend analysiert, welche Varianten für die Bereitstellung der SN-LI von Relevanz sein könnten, die sich im Hinblick auf die Eigentümerschaft und die Governance-Form unterscheiden, und im Folgenden als Eigentums- und Governance-Varianten bezeichnet werden. Die Differenzierung dient dazu, die unterschiedlichen Charakteristika von denkbaren Eigentums- und Governance-Varianten – und dabei auch die jeweiligen Ziele – in den weiteren Analysen zur Organisations-Lösung in Abschnitt 6.1.1.2.2 zu berücksichtigen.

##### **6.1.1.2.1.1 Grundzüge der Organisations-Lösung**

Bei der privaten Bereitstellung der SN-LI wird angenommen, dass sich das staatliche Engagement auf die Etablierung und Durchsetzung von grundlegenden Regelungen zur allgemeinen Wirtschaftsordnung beschränkt. Im Zuge eines freien Marktzugangs könnten grundsätzlich sämtliche private Akteure SN-LI bereitstellen, sodass sich ein mehr oder weniger intensiver Wettbewerb zwischen Anbietern ergeben könnte. Es wird davon ausgegangen, dass private Akteure Bereitstellungsentscheidungen grundsätzlich

---

<sup>311</sup> Vgl. <https://www.electrive.net/2025/04/21/bring-your-own-power-was-fuers-durchleitungsmodell-spricht-und-was-dagegen/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>312</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.3.2.1, in dem dargestellt wird, dass Nutzer in unterschiedlich großem Umfang, der nicht nur durch die Flexibilität der einzelnen Nutzer bedingt ist, von niedrigen Strompreisen profitieren könnten, wenn eine Optimierung der Ladevorgänge vor dem Hintergrund der zur Verfügung stehenden Gesamtkapazität erfolgt.

mit betriebswirtschaftlichem Kalkül und somit gewinnorientiert unter Berücksichtigung der jeweiligen Finanzierungskosten treffen.

#### **6.1.1.2.1.2 Denkbare Eigentums- und Governance-Varianten für die Bereitstellung der Straßennetz-Ladeinfrastruktur vor dem Hintergrund von spezifischen Investitionen und Ressourcenvorteilen**

Es sind viele verschiedene Eigentums- und Governance-Varianten für die private Bereitstellung der SN-LI denkbar. Hintergrund für bestimmte Eigentums- und Governance-Varianten kann einerseits sein, dass private Akteure SN-LI bereitstellen, um spezifische Investitionen abzusichern.<sup>313</sup> Andererseits kann auch der Zugriff auf für die Bereitstellung der SN-LI relevante Ressourcen einen wesentlichen Einflussfaktor für die Potenziale bestimmter Eigentums- und Governance-Varianten darstellen.<sup>314</sup>

##### ***DRITTE MIT ODER OHNE RESSOURCENVORTEILEN ALS ANBIETER***

Grundsätzlich ist der Markteinstieg für jegliche private Akteure möglich, die folgend als „Dritte“ bezeichnet werden. Insbesondere für Dritte mit bereits bestehenden Ressourcenvorteilen könnte die Bereitstellung von SN-LI attraktiv sein. Zu potenziellen Ressourcenvorteilen zählen u.a. Erfahrungen im Ladeinfrastrukturaufbau und -betrieb, Wissen im Bereich des Energie- und insbesondere des Stromsektors sowie bestehende Kundenkontakte zu potenziellen Nutzern und eine gute Reputation bei diesen. Ferner können Dritte auch über geeignete Flächen für die Bereitstellung der SN-LI verfügen.

##### ***TRANSPORTUNTERNEHMEN ODER NUTZFAHRZEUGHERSTELLER ALS (VERTIKAL INTEGRIERTE) ANBIETER VOR DEM HINTERGRUND VON SPEZIFISCHEN INVESTITIONEN***

Neben der Bereitstellung der SN-LI durch Dritte ist es auch denkbar, dass Transportunternehmen und Nutzfahrzeughersteller SN-LI anbieten, um von ihnen getätigte spezifische Investitionen abzusichern. Es kann dann auch insofern von einer vertikalen Integration gesprochen werden, als dass Transportunternehmen und Nutzfahrzeughersteller Aufgaben, die einer weiteren Wertschöpfungsstufe des E-SGV zugeordnet werden können, übernehmen. Dadurch können Koordinationserfordernisse bei wettbewerblichen Märkten reduziert werden, was nicht nur aus betriebswirtschaftlicher Sicht, sondern auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht mit Vorteilen einhergehen könnte.<sup>315</sup>

Transportunternehmen investieren spezifisch in B-Lkw und sind von der Bereitstellung der SN-LI abhängig. In diesem Zusammenhang erscheint es durchaus denkbar, dass einzelne Transportunternehmen SN-LI bereitstellen. Gerade große Transportunternehmen könnten z. T. auch davon profitieren, dass sie bereits über geeignete Flächen an Depots und Umschlagpunkten verfügen. Das Engagement für die Bereitstellung könnte allerdings durch die hohen Voraussetzungen an Planungsaktivitäten und finanzielle Ressourcen – insbesondere im Hinblick auf die Gewährleistung von

---

<sup>313</sup> In grundsätzlicher Weise werden in VORWERK (2024, S. 38–43) auf Basis von institutionenökonomischen Erkenntnissen die Bedeutung von Spezifität im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von Ressourcen für unternehmerische Entscheidungen bezüglich der Wahl der Governance-Form und somit der „Make-or-Buy“-Frage hervorgehoben.

<sup>314</sup> Die Überlegung basiert auf den in Abschnitt 4.1 erwähnten ressourcenbasierten Ansatz, der zu den Ansätzen des strategischen Managements zählt.

<sup>315</sup> Vgl. dazu auch VORWERK (2024, S. 39).

Mobilitätsoptionen – gehemmt werden. Daraus ergeben sich Argumente dafür, dass sich mehrere Transportunternehmen zusammenschließen und gemeinsam als Club SN-LI bereitstellen. Dadurch könnten die Transportunternehmen – gerade an nachfrageschwachen Standorten – Synergiepotenziale realisieren. Es könnten sich prinzipiell wenige große, viele kleine oder auch kleine und große Transportunternehmen zusammenschließen. Vor dem Hintergrund von steigenden Transaktionskosten der Koordination sinkt die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Clubs mit vielen Transportunternehmen. Es ist allerdings auch nicht ausgeschlossen, dass sich Clubs mit vielen kleinen Unternehmen bilden könnten. Denn die Clubs könnten potenziell auch auf bestehenden, langfristigen, horizontalen Kooperationen aufbauen.<sup>316</sup> In diesem Zusammenhang ist allerdings fraglich, in welchem Umfang kleinen Transportunternehmen die erforderlichen Finanzmittel für die Bereitstellung der SN-LI zur Verfügung stellen können. Ferner könnte es für eine Etablierung eines Clubs hinderlich sein, wenn mehrere Transportunternehmen direkte Konkurrenten darstellen. Ein Zusammenschluss von Transportunternehmen, die grundsätzlich in verschiedenen Regionen operieren, erscheint eher plausibel zu sein.

Weiterhin können die Investitionen von Nutzfahrzeughersteller in die Produktion von B-Lkw ebenfalls als spezifisch angesehen werden, da die Verkaufszahlen und auch der Wert der B-Lkw von der Bereitstellung der SN-LI abhängig sein dürften. In dieser Studie wird unterstellt, dass die Transformation hin zu B-Lkw politisch gelenkt wird. Nichtsdestotrotz dürften Nutzfahrzeughersteller grundsätzlich ein Interesse an einer hohen Angebotsqualität der SN-LI haben, da dadurch auch die Zahlungsbereitschaft für die B-Lkw steigen dürfte. In welchem Umfang und über welchen Zeitraum dies dazu führen könnte, dass Nutzfahrzeughersteller als vertikal integrierte Anbieter agieren, unterliegt hohen Unsicherheiten. Analog zu Transportunternehmen könnten auch Nutzfahrzeughersteller die Bereitstellung der SN-LI als Club organisieren. Die Transaktionskosten für die Etablierung eines Clubs von Nutzfahrzeugherstellern dürfte geringer sein als für Transportunternehmen, da die Anzahl der potenziellen Club-Mitglieder kleiner ist und tendenziell homogenere Interessen hinsichtlich der Ausgestaltung des Angebots zu erwarten sind.

#### **6.1.1.2.2 Analyse zur Organisations-Lösung**

Die folgenden Analysen zur Eignung einer privaten Bereitstellung der SN-LI erfolgt in drei Schritten. In Abschnitt 6.1.1.2.2.1 wird zunächst Eignung der Bereitstellung der SN-LI durch Dritte im Wettbewerb analysiert. Dabei wird auf theoriegeleitete Analysen zur Bereitstellung von Pkw-(Schnell-)Ladeinfrastruktur zurückgegriffen.<sup>317</sup> In Abschnitt 6.1.1.2.2.2 werden Implikationen der Berücksichtigung von Transportunternehmen und Nutzfahrzeugherstellern als weitere Anbieter für die SN-LI beleuchtet. In Abschnitt 6.1.1.2.2.3 werden potenzielle Marktkonsolidierungen im Zeitverlauf diskutiert und es wird abschließend ein Fazit zur privaten Bereitstellung der SN-LI gezogen.

---

<sup>316</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.1.1.

<sup>317</sup> Es wird auf folgende Arbeiten zurückgegriffen: BECKERS ET AL. (2019, S. 20–23) und HILDEBRANDT (2016, S. 115–122) sowie REINKE (2014, S. 155–167), der den Ausgangspunkt der Analysen in HILDEBRANDT (2016) darstellt, und KREFT (2019, S. 38–40, 42 f. und 53 f.), der auf den Analysen von REINKE (2014) und HILDEBRANDT (2016) aufbaut.

#### **6.1.1.2.2.1 Dritte im Wettbewerb bei Abstraktion von Transportunternehmen und Nutzfahrzeugherstellern als (vertikal integrierte) Anbieter**

Insbesondere vor dem Hintergrund von Unsicherheiten bezüglich der Zahlungsbereitschaft der Nutzer und der Aktivitäten von Wettbewerbern sowie auch der eigenen Ressourcen besteht ein breites Spektrum an Möglichkeiten bezüglich der Vorgehensweise von Dritten als Anbieter für SN-LI. Es ist zum einen denkbar, dass (einige) Anbieter sich zunächst nur auf Nachfrageschwerpunkte fokussieren.<sup>318</sup> Weiterhin könnte aus den obengenannten Unsicherheiten in der Markthochlaufphase ein – im Vergleich zum aus dem Soll-Angebotskonzept resultierenden Aufbaupfad – verzögerter Aufbau der SN-LI folgen. Denn private Investitionsentscheidungen könnten erst dann gefällt werden, wenn bereits eine gewisse lokale Nachfrage überschritten wird. Zudem sind auch ineffiziente Entscheidungen hinsichtlich der Dimensionierung des Stromnetzanschlusses (zumindest z. T.) erwartbar, da eine langfristorientierte Dimensionierung mit hohen Unsicherheiten einhergehen dürfte. Im Kontext von potenziellen Flächenknappheiten in Nachfrageschwerpunkten könnte der Aufbau der SN-LI insbesondere durch Anbieter mit Zugriff auf Flächen an nachfragestarken Standorten vorangetrieben werden. Dadurch könnten sich für diejenigen Anbieter Optionen für („unangemessene“) Übergewinne eröffnen.

Zum anderen könnten (einige) Anbieter auch darauf abzielen, die Zahlungsbereitschaft für Mobilitätsoptionen abzuschöpfen und daher eine flächendeckende Bereitstellung der SN-LI anstreben. Weitere Entscheidungen bezüglich der Kapazitätsdimensionierung dürften sich einerseits an der Zahlungsbereitschaft der Nutzer für bestimmte Niveaus der Verlässlichkeit der Verfügbarkeit und andererseits an den jeweiligen Kosten orientieren. Im Zuge des Angebots von flächendeckender SN-LI durch einige Anbieter könnten Trittbrettfahrer-Probleme entstehen. Denn grundsätzlich können auch Anbieter, die nur an nachfragestarken Standorten Ladeinfrastruktur anbieten, die Zahlungsbereitschaft für Mobilitätsoptionen abschöpfen, wenn deren Kunden auch die Ladeinfrastruktur der Anbieter mit flächendeckender Ladeinfrastruktur nutzen können.<sup>319</sup> Um dem zu begegnen, können Anbieter mit flächendeckenden Angeboten Grundgebühren im Sinne einer zeitbezogenen Preiskomponente einführen, die unabhängig von der Nutzung zu zahlen ist. Dadurch könnten die Zahlungsbereitschaft für Mobilitätsoptionen abgeschöpft, Nutzer langfristiger gebunden und die nutzungsbezogenen Preise reduziert werden. Zur Gewinnmaximierung könnte ferner Nutzern ohne langfristige Vertragsbindung die Nutzung der Ladeinfrastruktur zu höheren nutzungsbezogenen Preisen ermöglicht werden. Es erscheint allerdings grundsätzlich nicht unwahrscheinlich, dass Nutzer langfristige Verträge wählen würden, um die Nutzung der SN-LI, die für den Betrieb des B-Lkw maßgeblich ist, über einen längeren Zeitraum abzusichern.

Insgesamt könnten dennoch hohe Risiko- bzw. Finanzierungskosten der Anbieter eine flächendeckende Bereitstellung von SN-LI hemmen. Denn Anbieter sind prinzipiell auch bei langfristigen Verträgen mit der Unsicherheit konfrontiert, ob sie die Anzahl von Nutzern erreichen, die für die Rentabilität der bereitgestellten SN-LI erforderlich ist. Im Kontext von einem unkoordinierten parallelen Aufbau der SN-LI durch mehrere Anbieter sind daher maßgebliche Entwertungen von Investitionen nicht

---

<sup>318</sup> Vgl. REINKE (2014, S. 160).

<sup>319</sup> Vgl. REINKE (2014, S. 164).

auszuschließen. Es ist ferner fraglich, ob im Kontext der geringen Margen im Transportsektor zu erwarten ist, dass die Zahlungsbereitschaft so hoch ist, dass ein flächendeckender Aufbau für mehrere Anbieter grundsätzlich attraktiv sein könnte.<sup>320</sup> In diesem Kontext sei auch darauf hingewiesen, dass die Rentabilität eines flächendeckenden Ladenetzes aufgrund der hohen Investitionskosten und geringen Anzahl an Nutzern in der Markthochlaufphase erst nach vielen Jahren erreicht werden könnte.

Durch die Kooperation von mehreren Anbietern könnten allerdings Synergien realisiert und Unsicherheiten und damit auch Finanzierungskosten für die einzelnen Anbieter reduziert werden. Die Kooperation setzt aber die Abstimmung zu Zugangsbedingungen und -preisen zwischen den Anbietern voraus. Es ist zunächst denkbar, dass Anbieter einheitliche, nutzungsbezogene Preise vereinbaren und auf die Erhebung einer zeitbezogenen Preiskomponente verzichten. Einheitliche, nutzungsbezogene Preise dürften allerdings einerseits zu einer Reduktion der bereitgestellten Kapazitäten führen.<sup>321</sup> Denn Investitionen in weitere Ladeinfrastrukturkapazitäten würden nur erfolgen, wenn durch die dadurch zu erreichenden Einnahmen die Kosten gedeckt würden. Dies dürfte an nachfrageschwachen Standorten regelmäßig nicht der Fall sein. Andererseits dürften mit einheitlichen Preisen auch ineffiziente Nachfrageverdrängung einhergehen.<sup>322</sup> Alternativ könnten die kooperierenden Anbieter sich auch auf die Etablierung einer zeitbezogenen Preiskomponente und die Aufteilung der Einnahmen sowie der Gestaltung von Vertragsbeziehungen einigen, die die Nutzung der Ladeinfrastruktur eines Anbieters durch einen langfristigen Nutzer eines anderen Anbieters regeln. Dies würde zwar die flächendeckende Bereitstellung von SN-LI mit einer hohen Verlässlichkeit ermöglichen, dürfte aber mit einer hohen Komplexität einhergehen und könnte auch zu prohibitiv hohen Transaktionskosten führen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn – beispielsweise im Kontext von Flächenknappheiten – (lokale) Marktmacht besteht. Schließlich könnten auch durch Kooperationen und hohe Wechselkosten im Kontext der langfristigen Verträge oligo- oder monopolistische Strukturen entstehen, die in ineffizienten Preis- und Kapazitätsentscheidungen resultieren dürften. Insgesamt wird deutlich, dass die Bereitstellung der SN-LI durch Dritte bei Abstraktion von Transportunternehmen oder Nutzfahrzeugherstellern als potenzielle Anbieter weit von dem Soll-Angebotskonzept abweichen könnte. Im Folgenden werden in Abschnitt 6.1.1.2.2 Transportunternehmen und Nutzfahrzeugherstellern als weitere Anbieter berücksichtigt, bevor in Abschnitt 6.1.1.2.3 potenzielle Marktentwicklungen und -konsolidierung von Anbietern der SN-LI diskutiert werden.

#### **6.1.1.2.2 Implikationen von Transportunternehmen und Nutzfahrzeugherstellern als weitere potenzielle Anbieter**

Treten Transportunternehmen oder Clubs von Transportunternehmen als vertikal integrierte Anbieter in den Markt ein, erscheint es denkbar, dass die Transportunternehmen den Fokus auf nachfragestarke Strecken und eigene Flächen legen und für die Nutzung von SN-LI an nachfrageschwachen Standorten Verträge mit Dritten abschließen. Dadurch könnten potenzielle Defizite der Bereitstellung der SN-LI durch Dritte im Hinblick auf das Soll-Angebotskonzept zunehmen, da einige Ladevorgänge durch die

---

<sup>320</sup> Vgl. REINKE (2014, S. 157 f.).

<sup>321</sup> REINKE (2014, S. 163).

<sup>322</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.1.

SN-LI der Transportunternehmen abgedeckt würden. Dies dürfte sich insbesondere negativ auf diejenigen Nutzer auswirken, die nicht oder nur in geringem Umfang auf eigene SN-LI zurückgreifen können. Denn diese könnten (nahezu) vollständig mit einem hohen Preisniveau für die SN-LI konfrontiert werden, während sich bei Nutzern, die auch umfangreich als vertikal integrierte Anbieter agieren, gleichzeitig auch hohe Einnahmen ergeben könnten, durch die ein hohes Preisniveau (zumindest teilweise) kompensiert würde.

Der Umfang und der Zeitraum des Engagements von Nutzfahrzeugherstellern unterliegt insbesondere bei den gesetzten Annahmen eines politisch vorangetriebenen Markthochlaufs der B-Lkw hohen Unsicherheiten. Wenn sich B-Lkw weitestgehend etabliert haben, könnte der Anreiz für Nutzfahrzeughersteller sinken, da Nutzer – beispielsweise auch durch den Aufbau von SZ-LI – bereits umfangreich spezifisch in das B-Lkw-System investiert haben. Grundsätzlich erscheint es daher denkbar, dass Nutzfahrzeughersteller insbesondere ein Basis-Angebot der SN-LI verfolgen würden, und ihr Engagement signifikant von den Aktivitäten anderer Anbieter abhängig sein könnte.

#### **6.1.1.2.2.3 Potenzielle Marktkonsolidierung im Zeitverlauf und Fazit**

Die vorstehenden Überlegungen zeigen, dass im Hinblick auf eine effektive Bereitstellung der SN-LI gemäß des Soll-Angebotskonzepts bei Etablierung der in diesem Abschnitt betrachteten Organisations-Lösung hohe Unsicherheiten bestehen. Angesichts der Komplexität von Prognosen besteht allerdings auch Unsicherheit, in welchem Umfang sich Abweichungen zum Soll-Angebotskonzept ergeben könnten. Es wird aber deutlich, dass Kooperationen von Dritten sowie von Nutzfahrzeugherstellern oder Transportunternehmen in Clubs und damit Marktkonsolidierungen durchaus plausibel sind und grundsätzlich auch zu einer effektiveren Bereitstellung der SN-LI beitragen könnten.<sup>323</sup> Durch die Marktkonsolidierung würde eine gewisse Zentralität geschaffen, die aber mit hohen Transaktionskosten im Zuge der Abstimmung der Kooperierenden einhergehen dürfte.

Zudem könnte sich durch die Marktkonsolidierung die Wettbewerbsintensität verringern, sodass im Kontext von Gefahren des Marktmachtmissbrauchs staatliche Maßnahmen zur Begrenzung von Rentenverschiebungen von (einigen) Nutzern zu Anbietern unumgänglich sein könnten. Es ist allerdings vor allem vor dem Hintergrund der Vorteile von einer hohen Anzahl an langfristig gebundenen Nutzern nicht auszuschließen, dass immer weitere Zusammenschlüsse von Anbietern im Zeitverlauf erfolgen und letztlich ein monopolistischer Anbieter entstehen würde.<sup>324</sup> Angesichts dessen wird im Folgenden Abschnitt eine Organisations-Lösung beleuchtet, die durch einen staatlich unterstützten und „regulatorisch eingerahmten“ Club von Nutzfahrzeugherstellern bzw. Transportunternehmen gekennzeichnet ist.

---

<sup>323</sup> Vgl. Abschnitt 6.1.1.2.2.1 und 6.1.1.2.2.2.

<sup>324</sup> Vgl. dazu auch REINKE (2014, S. 159).

### **6.1.1.3 Bereitstellung durch einen staatlich unterstützten und „regulatorisch eingerahmten“ Club von Nutzfahrzeugherstellern bzw. von (allen) Transportunternehmen**

Anstelle der zentralen Bereitstellung der SN-LI durch die Bundesgesellschaft könnte auch eine zentrale Bereitstellung durch einen Club von Nutzfahrzeugherstellern oder Transportunternehmen in Betracht gezogen werden. Denn Transportunternehmen und Nutzfahrzeughersteller verfügen einerseits über für die Bereitstellung der SN-LI relevantes Wissen und teilweise weitere Ressourcen und dürften andererseits im Zuge von spezifischen Investitionen grundsätzlich ein hohes Interesse an einer effektiven und grundsätzlich auch effizienten Bereitstellung der SN-LI haben.<sup>325</sup>

Während das staatliche Engagement bei der Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft umfangreich technisch-systemisches Wissen erfordert, dürfte das staatliche Engagement bei der Bereitstellung durch einen Club (weitestgehend) die Gestaltung von Institutionen und insbesondere der Governance des Clubs betreffen. Die Gestaltung der Regulierung könnte – gerade bei einer Vielzahl an heterogenen Club-Mitgliedern – sehr komplex sein, sodass hohe Transaktionskosten anfallen könnten und nicht auszuschließen ist, dass (temporär) keine aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive effektive Bereitstellung der SN-LI erfolgen würde. Da dagegen grundsätzlich zu erwarten ist, dass technisch-systemische Wissen bei einer Bundesgesellschaft in einem den Anforderungen entsprechenden Umfang (zu relativ geringen Kosten) aufgebaut werden kann, dürfte die zentrale Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft mit Vorteilen einhergehen.<sup>326</sup> Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass auch weitere Organisations-Lösungen denkbar sind. Beispielsweise wäre der Einbezug von Nutzfahrzeugherstellern und Transportunternehmen durch die Etablierung eines Beirats für die Bundesgesellschaft denkbar.<sup>327</sup>

### **6.1.1.4 Vergleichende Beurteilung und Schlussfolgerungen**

Es ist nicht ersichtlich, dass bei der Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft das Soll-Angebotskonzept nicht in Grundzügen erreicht werden dürfte. Denn das erforderliche technisch-systemische Wissen liegt teilweise bereits vor und dürfte zu relativ geringen Kosten zentral aufgebaut werden können. Mit Bezug zur Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen durch eine Bundesgesellschaft bei Einbezug von Privaten konnten einige – grundsätzlich überwindbare – Herausforderungen identifiziert werden. Diese bestehen insbesondere im Zusammenhang mit der Flächenbeschaffung und der Leistungserstellung in der kurzen Frist.

Die Analyse der weitgehend privaten Bereitstellung hat gezeigt, dass hohe Unsicherheiten hinsichtlich der Erreichung des Soll-Angebotskonzepts und der potenziellen Abweichungen bestehen. Weiterhin sind hohe Transaktionskosten im Kontext von den Unsicherheiten, mit denen private Anbieter konfrontiert werden, sowie u. U. auch infolge von Kooperationen von mehreren Anbietern zu erwarten.

---

<sup>325</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 6.1.1.2.1.2.

<sup>326</sup> Vgl. zur Verfügbarkeit und Optionen des Aufbaus von technisch-systemischen Wissen bei der Bundesgesellschaft Abschnitt 6.1.1.2.1.

<sup>327</sup> Vgl. dazu auch Überlegungen in BECKERS ET AL. (2019, S. 28) zur Etablierung eines Beirats, um Automobilhersteller in einem gewissen Umfang in die Steuerung und Kontrolle einer Bundesgesellschaft einzubeziehen, die die Bereitstellung von Pkw-Ladeinfrastruktur verantwortet.

Durch umfangreiche Kooperationen könnten auf der einen Seite die Abweichungen vom Soll-Angebotskonzept reduziert werden; auf der anderen Seite könnten allerdings auch staatliche regulierende Maßnahmen erforderlich werden. Weiterhin wurde aufgezeigt, dass im Kontext von spezifischen Investitionen geringere Abweichungen vom Soll-Angebotskonzept denkbar sind, wenn sich Transportunternehmen oder Nutzfahrzeughersteller als Anbieter für die SN-LI engagieren. Daher wurde schließlich auch die Bereitstellung der SN-LI durch einen regulierten Club von Transportunternehmen oder Nutzfahrzeugherstellern in Betracht gezogen und dargelegt, dass Wissen bezüglich der Ausgestaltung von staatlichen Maßnahmen auf zentraler Ebene für die Eignung dieser Organisations-Lösung maßgeblich ist. Insgesamt spricht folglich – trotz der Unsicherheiten hinsichtlich der Prognosen – vieles dafür, dass die Bereitstellung durch die Bundesgesellschaft die höchste Eignung aufweist.

### **6.1.2 Einbezug von *Block-540* und der weiteren Basis-Produkte**

Aufbauend auf den vorstehenden Analysen zum Basis-Produkt *Block-45* erfolgt in Abschnitt 6.1.2.1 eine Analyse der Implikationen, die sich aus den Differenzen der Basis-Produkte *Block-540* und *Block-45* für die Eignung der idealtypischen Organisations-Lösungen ergeben. Anschließend wird in Abschnitt 6.1.2.2 die relative Eignung der idealtypischen Organisations-Lösungen unter Berücksichtigung aller Basis-Produkte diskutiert.

#### **6.1.2.1 Fokus auf *Block-540* bei Abstraktion von weiteren Basis-Produkten**

Im Zuge der hohen Bedeutung von komplementären Angeboten für das Basis-Produkt *Block-540* könnten sich z. T. geringere Herausforderungen bezüglich der Finanzmittelbereitstellung bei einer privaten Bereitstellung ergeben. Denn durch die Bereitstellung von komplementären Angeboten könnten daraus resultierende Einnahmen auch für die Finanzierung der Ladeinfrastruktur genutzt werden.<sup>328</sup>

Im Vergleich zum Basis-Produkt *Block-45* sind bei der Auswahl und langfristigen Sicherung von Flächen deutlich größere Herausforderungen bei der Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* denkbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass *Block-540* insbesondere in den Abend- und Nachtstunden nachgefragt werden dürfte und bereits heute in den Nachtstunden lokale Knappheiten für Lkw-Parkplätze bestehen.<sup>329</sup> Insofern dürfte die Erschließung neuer Standorte und Flächen – sowohl bei einer staatlichen als auch einer privaten Bereitstellung – von hoher Bedeutung sein. Die damit verbundenen Herausforderungen scheinen grundsätzlich „symmetrisch“ zu sein, da perspektivisch – nach dem Aufbau von entsprechenden Ressourcen bei der Bundesgesellschaft – keine Effizienzunterschiede bei der Flächenauswahl und -sicherung zu erwarten sind. Aufgrund der potenziell größeren

---

<sup>328</sup> In HILDEBRANDT (2016, S. 176 f.) wird mit Bezug zur Bereitstellung des Angebotskonzepts „Zwischendurchladung“ für Pkw dargestellt, dass Stellplatzbereitsteller vor der Wahl stehen, die Nutzung der von ihnen bereitgestellten Ladeinfrastruktur zu bepreisen oder die Ladeinfrastruktur aus den Einnahmen von komplementären Angeboten zu finanzieren. Ferner wird ausgeführt, dass überhöhte Preise für die Nutzung der Ladeinfrastruktur im Kontext von substitutiven Lademöglichkeiten für Nutzer und Anreizen der Anbieter für eine Vielzahl an Ladevorgängen im Kontext der komplementären Angebote nicht häufig zu erwarten sind. Vgl. HILDEBRANDT (2016, S. 180 f.).

<sup>329</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.3.1.

Herausforderungen bei *Block-540* als bei *Block-45* gewinnen gesetzliche Regelungen zur Adressierung der Marktmacht von Flächeneigentümern an Relevanz.<sup>330</sup>

Im Hinblick auf die Gestaltung der komplementären Angebote ist es von Bedeutung die Präferenzen der Nutzer umfangreich einzubeziehen. Wissen bezüglich der Präferenzen liegt zunächst grundsätzlich dezentral bei verschiedenen privaten Akteuren vor. Die Bereitstellung von komplementären Angeboten durch private Anbieter im Wettbewerb könnte somit mit Vorteilen einhergehen, was zu einer Erhöhung der relativen Eignung der privaten Bereitstellung von *Block-540* führt. Allerdings kann auch die Bundesgesellschaft Private bei der Bereitstellung der komplementären Angebote und dadurch dezentrales Wissen einbeziehen sowie differenzierte Angebote schaffen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die private Bereitstellung sich im Hinblick auf das Basis-Produkt *Block-540* im Vergleich zu *Block-45* als geeigneter erweist. Allerdings ergibt sich daraus nicht, dass die Bereitstellung durch Private im Wettbewerb vor dem Hintergrund des Zielsystems gegenüber der Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft vorteilhaft sein muss. Es spricht aber dafür, „gemischte“ Organisations-Lösungen zu betrachten, die durch parallele Aktivitäten der Bundesgesellschaft und Privater bei der Bereitstellung der SN-LI gekennzeichnet sind. Bevor dies in Abschnitt 6.2 erfolgt, wird im folgenden Abschnitt zunächst die Eignung der idealtypischen Organisations-Lösungen bei einer integrierten Betrachtung aller Basis-Produkte diskutiert.

#### **6.1.2.2 Integrierte Betrachtung der Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* sowie anschließend aller Basis-Produkte**

Im Zuge der Interdependenzen zwischen den Basis-Produkten und insbesondere der Synergiepotenziale bei einer übergreifenden (technischen) Umsetzung der Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* ergeben sich Vorteile einer integrierten Bereitstellung.<sup>331</sup> Somit erhöht sich die relative Eignung der Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* durch eine Bundesgesellschaft durch die eindeutigen Vorteile bei der Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-45*. Daher fällt der Vergleich der idealtypischen Organisations-Lösungen unter Berücksichtigung der Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* zugunsten der staatlichen Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft aus.

Der Einbezug weiterer Basis-Produkte führt zu keiner veränderten Einschätzung. Denn zunächst sind keine für die weiteren Basis-Produkte spezifischen Aspekte ersichtlich, die zu einer Verbesserung der Eignung der Bereitstellung durch Private führen dürften. Im Vergleich zum Basis-Produkt *Block-540* dürfte die relative Eignung der privaten Bereitstellung bei einer separaten Betrachtung der weiteren Basis-Produkte eher geringer ausfallen. Dies ist insbesondere bei dem Basis-Produkt *Sofort* der Fall, da sich im Kontext der hohen Bedeutung der Verfügbarkeit und einer unsicheren Auslastung sowie der hohen erforderlichen Ladeleistung besonders große Herausforderungen für eine effektive private Bereitstellung ergeben dürften. Ferner ist keinesfalls gewiss, in welchem Umfang die Basis-Produkte in der Produktgestaltung von privaten Anbietern reflektiert werden würde. Schließlich ist somit auf Basis

---

<sup>330</sup> Vgl. dazu Abschnitt 6.1.1.1.2.2.

<sup>331</sup> Vgl. insbesondere Abschnitt 5.2.2.2.

der vorstehenden Analysen zur Eignung der idealtypischen Organisations-Lösungen die Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft zu empfehlen.

## **6.2 Entwicklung und Bewertung „gemischter“ Organisations-Lösungen**

Insbesondere vor dem Hintergrund der relativen Verbesserung der Eignung der Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* durch Private sind auch „gemischte“ Organisations-Lösungen in Betracht zu ziehen. In Abschnitt 6.2.1 werden Organisations-Lösungen hinsichtlich ihrer Eignung beleuchtet, die dadurch gekennzeichnet sind, dass ein Teil der Kapazität durch eine Bundesgesellschaft und ein Teil der Kapazität durch Private bereitgestellt wird. Im Anschluss wird in Abschnitt 6.2.2 die relative Eignung von Organisations-Lösungen untersucht, die ferner durch eine staatliche Förderung und Regulierung für den grundsätzlich privaten Kapazitätsanteil charakterisiert sind.

### **6.2.1 Organisations-Lösungen mit teilweise (rein) staatlicher und teilweise (rein) privater Bereitstellung**

Vorgelagert zur Analyse zur Eignung der „gemischten“ Organisations-Lösungen in Abschnitt 6.2.1.2 werden in Abschnitt 6.2.1.1 Grundgedanken zu den Organisations-Lösungen vorgestellt und dabei auch die Ausgestaltung einer zentralen Vertriebs-Plattform thematisiert.

#### **6.2.1.1 Grundgedanken zu Organisations-Lösungen und Annahme einer zentralen Vertriebs-Plattform**

Die in Abschnitt 6.2.1 beleuchteten Organisations-Lösungen sind dadurch gekennzeichnet, dass der eine Teil der Kapazitäten durch eine Bundesgesellschaft und der andere Teil durch Private bereitgestellt wird. Es stellt sich im Kontext der Analyse die Frage der Dimensionierung des staatlich und privat bereitgestellten Kapazitätsanteils, wobei auch eine Differenzierung hinsichtlich der Basis-Produkte bestehen kann. Ferner stellt sich die Frage, ob eine zentrale Vertriebs-Plattform sich als einheitlicher Vertriebskanal etabliert würde bzw. werden könnte.<sup>332</sup> Dies ist grundsätzlich auf unterschiedlichen Wegen – beispielsweise durch zentrale Vorgaben oder auch Kooperationen – denkbar und wird im Rahmen dieser Studie nicht vertieft betrachtet. Es wird im Folgenden unterstellt, dass die Bundesgesellschaft die Verantwortung für die Etablierung einer zentralen Vertriebs-Plattform übernimmt. Dies betrifft die Vermarktungsentscheidungen von privaten Anbietern von SN-LI hinsichtlich der Vertriebskanäle. Ferner könnte die jeweilige Produkt- und Preisgestaltung durch Einschränkungen mit Bezug zur Produkt- und Preisstruktur beeinträchtigt werden. Fragen zur Ausgestaltung der Vertriebs-Plattform sowie zu Interaktionsbeziehungen zwischen den Akteuren und damit auch zu weiteren bzw. an die zentrale Vertriebs-Plattform anknüpfenden Vertriebskanälen werden im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet. Zur Vereinfachung wird von einem direkten Zugang der Nutzer zur Vertriebs-Plattform ausgegangen.

---

<sup>332</sup> Vgl. zur Rationalität für eine zentrale Vertriebs-Plattform Abschnitt 5.3.1.

### **6.2.1.2 Analyse der Organisations-Lösungen bei Einbezug der Frage der Dimensionierung des staatlichen und privaten Kapazitätsanteils**

Die folgende Analyse wird – grundsätzlich analog zum Aufbau von Abschnitt 6.1 – schrittweise im Hinblick auf die verschiedenen Basis-Produkte erweitert.

#### ***FOKUS AUF „BLOCK-45“ BEI ABSTRAKTION VON WEITEREN BASIS-PRODUKTEN***

Zur Dimensionierung des staatlichen und privaten Kapazitätsanteils bieten sich grundsätzlich zwei Ansätze an. Zum einen könnte der Umfang des staatlichen Anteils zunächst vor dem Hintergrund der Gewährleistung einer Basisversorgung definiert werden. Der private Anteil würde sich dann aus der ergänzenden Bereitstellung von SN-LI durch private Anbieter ergeben. Es erscheint nicht unplausibel, dass die in Abschnitt 6.1.1.2 herausgearbeiteten denkbaren Probleme bei einer rein privaten Bereitstellung sich für den privaten Anteil noch weiter verschärfen, wenn eine Bundesgesellschaft ebenfalls Kapazitäten zum Angebot des Basis-Produkt *Block-45* bereitstellt.<sup>333</sup> Denn durch eine Basisversorgung, mit der eine flächendeckende staatliche Bereitstellung von SN-LI verbunden ist, dürften die Potenziale für Einnahmen der Privaten gesenkt werden, da der ergänzende private Kapazitätsanteil insbesondere zur Deckung von Nachfragespitzen von Bedeutung sein dürfte. Dies dürfte wiederum mit hohen Unsicherheiten hinsichtlich der Einnahmen einhergehen. Letztlich könnte daher die private Bereitstellung eine höhere relative Eignung aufweisen als die betrachtete Variante einer „gemischten“ Organisations-Lösung. Allerdings ist zu beachten, dass bei der „gemischten“ Organisations-Lösung die potenziellen Abweichungen vom Soll-Angebotskonzept durch den staatlichen Kapazitätsanteil begrenzt werden.

Zum anderen wäre es auch denkbar, dass die Bundesgesellschaft ergänzend zu privaten Anbietern agiert. Der staatlich bereitgestellte Kapazitätsanteil würde sich dann aus den Abweichungen der privaten Bereitstellung von dem Soll-Angebotskonzept ergeben. Um eine möglichst effektive Bereitstellung der SN-LI gemäß Soll-Angebotskonzept zu erreichen, müsste die Bundesgesellschaft sowohl den Gesamtbedarf als auch das Verhalten bzw. die Aktivitäten der privaten Anbieter prognostizieren. Weiterhin könnte die Preisgestaltung der Bundesgesellschaft insofern eingeschränkt sein, als dass zu verhindern wäre, dass dadurch die Einnahmen von privaten Anbietern unter das für die Rentabilität der Ladeinfrastruktur erforderliche Niveau sinken. Es wäre somit ein relativ hohes Preisniveau zu erwarten, was auch zu ineffizienten Nachfrageverdrängungen führen könnte. Ferner sei angemerkt, dass lokale Marktmacht von Anbietern bestehen könnte.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die vorstehend betrachteten „gemischten“ Organisations-Lösungen nicht der staatlichen Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft vorzuziehen wären. Dies spricht allerdings nicht für ein Verbot von privatem Engagement bezüglich der Bereitstellung von Ladeinfrastruktur, wenn die Bundesgesellschaft eine Kapazitätsbereitstellung gemäß Soll-Angebotskonzept anstrebt. Ein privates Ladeinfrastrukturangebot könnte beispielsweise insbesondere im Kontext von errichteter SZ-LI an hochfrequentierten Strecken an Depots oder Umschlagpunkten mit

---

<sup>333</sup> Vgl. dazu auch die Überlegungen in Abschnitt 6.1.1.2.2.2 zur Bereitstellung durch dritte Anbieter, wenn Transportunternehmen oder Nutzfahrzeughersteller sich als Anbieter für SN-LI engagieren.

Vorteilen einhergehen, da die SZ-LI temporär auch durch weitere Nutzer als SN-LI genutzt werden könnte.

#### **FOKUS AUF „BLOCK-540“ UND ANSCHLIEßEND BETRACHTUNG ALLER BASIS-PRODUKTE**

In Abschnitt 6.1.2.1 ist aufgezeigt worden, dass die private Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* im Vergleich zum Basis-Produkt *Block-45* eine höhere relative Eignung aufweisen dürfte. Da die verringerten Finanzierungsprobleme und -kosten bei der privaten Bereitstellung im Zusammenhang mit komplementären Angeboten nur für einen Teil der erforderlichen Gesamtkapazitäten zutreffen dürften, könnte eine „gemischte“ Organisations-Lösung der idealtypischen Organisations-Lösung, die durch private Anbieter im Wettbewerb charakterisiert ist, vorzuziehen sein. Es ist jedoch ungewiss, inwieweit und zu welchen Kosten die Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* durch private Anbieter erfolgen würde. Es könnten folglich in grundsätzlich analoger Weise zur Bereitstellung des Basis-Produkt *Block-45*, wenn auch in geringerem Umfang, Ineffizienzen bei der Bereitstellung resultieren.

Insgesamt erscheint es unwahrscheinlich, dass bei Einbezug aller Basis-Produkte eine „gemischte“ Organisations-Lösung sich als besser geeignet erweisen würde als die (idealtypische) – an dem Soll-Angebotskonzept orientierte – Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft.<sup>334</sup> Die Frage der relativen Eignung unter Berücksichtigung der verschiedenen Basis-Produkte und der Interdependenzen wird im Folgenden nicht weiter beleuchtet. Stattdessen wird der Fokus auf die Frage gerichtet, wie durch eine Weiterentwicklung der „gemischten“ Organisations-Lösung Unsicherheiten bzw. Probleme der privaten Bereitstellung adressiert werden könnten, und ob dadurch eine der Bereitstellung durch die Bundesgesellschaft vorzuziehende Organisations-Lösung gestaltet werden könnte. Dafür werden im folgenden Abschnitt staatliche Maßnahmen mit Bezug zu dem privaten Kapazitätsanteil thematisiert.

### **6.2.2 Organisations-Lösungen mit staatlicher Förderung (und Regulierung) für den (grundsätzlich) privaten Kapazitätsanteil**

Bevor staatliche Maßnahmen mit Bezug zur privaten Bereitstellung von SN-LI, deren Zielsetzung sowie Interdependenzen zwischen den Maßnahmen betrachtet werden, werden zunächst die in diesem Abschnitt betrachteten Organisations-Lösungen skizziert.

#### **GRUNDGEDANKEN ZU ORGANISATIONS-LÖSUNGEN**

Vor dem Hintergrund der vorstehenden Analysen wird in diesem Abschnitt grundsätzlich angenommen, dass die Bundesgesellschaft die Bereitstellung der Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* gemäß Soll-Angebotskonzept anstrebt. Weiterhin wird unterstellt, dass die Bundesgesellschaft auch (zumindest) einen Teil der weiteren Basis-Produkte und insbesondere des Basis-Produkts *Block-540* bereitstellt, sodass auch Synergieeffekte durch die integrierte Bereitstellung realisiert werden können. Ergänzend zur staatlichen Bereitstellung, die – insbesondere auch im Kontext der Substitutionsbeziehungen zwischen den Basis-Produkten – als Basisversorgung verstanden werden kann, wird die Bereitstellung der SN-LI durch private Anbieter, soweit erforderlich, durch staatliche Maßnahmen unterstützt. Die

---

<sup>334</sup> Es ist nicht ersichtlich, dass bei der Bereitstellung von SN-LI durch eine Bundesgesellschaft gemäß Soll-Angebotskonzept etwas dagegensprechen würde, zusätzlich die Bereitstellung von SN-LI durch private Anbieter zu erlauben.

Ausgestaltung der unterstützenden Maßnahmen zielt insbesondere darauf ab, die potenziellen Vorteile der privaten Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* zu realisieren. Das Angebot weiterer (Basis-)Produkte durch private Anbieter wird, nicht zuletzt aufgrund von potenziellen Synergieeffekten, keinesfalls ausgeschlossen. Schließlich wird angenommen, dass durch die Bundesgesellschaft eine zentrale (Vertriebs-)Plattform entwickelt und zur Verfügung gestellt wird, die als Vertriebskanal für jegliche SN-LI dient.<sup>335</sup>

#### **GRUNDSÄTZLICHE AUSGESTALTUNGSOPTIONEN DER STAATLICHEN MAßNAHMEN UND IMPLIKATIONEN**

Vor allem können staatliche finanzielle Zuschüsse zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur durch private Anbieter in Betracht gezogen werden. Zusätzlich sind weitere staatliche Maßnahmen zur Regulierung der privaten Anbieter denkbar. Die finanziellen Zuschüsse können der Gewährleistung einer effektiven privaten Bereitstellung (nicht zuletzt im Hinblick auf den Investitionszeitpunkt im Markthochlauf) dienen, auch wenn die Nachfrage noch Unsicherheiten unterliegt.<sup>336</sup> Im Hinblick auf die Höhe der finanziellen Zuschüsse erscheint eine Orientierung an den Kosten für Ladeinfrastruktur-Anlagen, die für das Angebot des Basis-Produkts *Block-540* geeignet sind, plausibel zu sein. Zur Finanzierung der Zuschüsse könnten Haushaltsmittel und auch Einnahmen der Bundesgesellschaft, z. B. durch die zeitbezogene Preiskomponente, in Betracht gezogen werden.<sup>337</sup>

Weitere staatliche Maßnahmen könnten einerseits Marktmacht, die insbesondere im Zusammenhang mit Flächenknappheiten bestehen dürften, eindämmen. Andererseits könnten die staatlichen Maßnahmen auch zur Verbesserung der Lenkung der Nachfrage bzw. einer effizienteren Nutzung von verfügbaren Kapazitäten und damit auch zur Reduktion der Kapazitätsbedarfe beitragen. Dadurch würde der Spielraum für private Anbieter im Hinblick auf die Produkt- und Preisgestaltung eingeschränkt. Es erscheint in diesem Kontext plausibel, dass mit zunehmenden finanziellen Zuschüssen auch die Einschränkungen im Hinblick auf die Produkt- und Preisgestaltung steigen könnten. Grundsätzlich sei allerdings angemerkt, dass der Spielraum für private Anbieter auch dazu dienen kann, offene Fragen bezüglich der Produkt- und Preisgestaltung im Angebotskonzept zu adressieren. Schließlich könnte daher auch in Betracht gezogen werden, verschiedene private Anbieter in einem unterschiedlichen Umfang zu regulieren. Eine vertiefte Untersuchung zur Ausgestaltung der finanziellen Zuschüsse und weiteren staatlichen Maßnahmen findet im Rahmen dieser Studie nicht statt. Dies ist nicht zuletzt dadurch begründet, dass deren Wirkungen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind.

Da in diesem Abschnitt angenommen wird, dass die Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* durch die Bundesgesellschaft bereitgestellt werden, werden die Unsicherheiten im Hinblick auf Ineffizienzen der privaten Bereitstellung vor allem auf den Bereich von *Block-540* begrenzt. Ferner ist zu beachten, dass

---

<sup>335</sup> Die Annahme wird aus Abschnitt 6.2.1.1 übernommen.

<sup>336</sup> Die Untersuchungen unter Rückgriff auf den Realloptionsansatz in DIMANCHEV ET AL. (2023) zeigen die Wirkungen unterschiedlicher Ausgestaltungsoptionen von politischen Instrumenten im Allgemeinen und von den staatlichen finanziellen Zuschüssen im Speziellen auf den Investitionszeitpunkt der privaten Anbieter für Ladeinfrastruktur auf. Ferner werden die Ausgestaltungsoptionen im Hinblick auf die Kosteneffizienz gegenübergestellt.

<sup>337</sup> Die Finanzierung der durch die Bundesgesellschaft bereitgestellten SN-LI wird in Abschnitt 7.1.2 thematisiert, wobei auch auf die Finanzierung der Zuschüsse zur privat bereitgestellten SN-LI eingegangen wird.

die Regulierung im Laufe der Zeit – z.B. durch die Etablierung weiterer staatlicher Maßnahmen – weiterentwickelt und somit nachjustiert werden kann. Zeigt sich, dass Ineffizienzen durch weitergehende Regulierungsmaßnahmen reduziert werden könnten, können grundsätzlich weitergehende Maßnahmen etabliert werden. Es ist aber zu bedenken, dass Verschärfungen mit Kosten einhergehen dürften, die auch im Kontext der Frage der Kompensation von privaten Anbietern im Zuge der Einschränkung der Vermarktungsrechte entstehen könnten.<sup>338</sup>

### **6.3 Fazit**

Durch die vorgelagerten (abstrakten)<sup>339</sup> Analysen der idealtypischen und „gemischten“ Organisations-Lösungen ist aufgezeigt worden, dass die Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* grundsätzlich durch eine Bundesgesellschaft bereitgestellt werden sollten. Im Rahmen der Gegenüberstellung der idealtypischen Organisations-Lösungen ist festgestellt worden, dass die Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft vorzugswürdig ist. Ferner dürfte die Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft auch gegenüber einer „gemischten“ Organisations-Lösung überlegen sein, in der SN-LI teilweise durch die Bundesgesellschaft und teilweise durch private Anbieter bereitgestellt wird.

Vor dem Hintergrund der identifizierten Herausforderungen bei der Bereitstellung der SN-LI durch eine Bundesgesellschaft sind im Rahmen der Analysen auch staatliche Maßnahmen zur Unterstützung des privaten Kapazitätsanteils und damit weitere Ausgestaltungsoptionen von „gemischten“ Organisations-Lösungen in Betracht gezogen worden. Die staatlichen Maßnahmen sind insbesondere mit Bezug zur Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* betrachtet worden, da für die durch dieses Basis-Produkt adressierten Ladebedürfnisse die relative Eignung der Bereitstellung durch private Anbieter am höchsten sein dürfte. Ergänzend zu staatlichen finanziellen Zuschüssen für privat bereitgestellte SN-LI sind Regulierungsmaßnahmen diskutiert worden, um Abweichungen vom Soll-Angebotskonzept im Allgemeinen und von der Produkt- und Preisgestaltung im Speziellen einzuschränken. In diesem Kontext sei angemerkt, dass ein verbleibender Spielraum hinsichtlich der Produkt- und Preisgestaltung für private Anbieter erforderlich ist, damit dezentrales Wissen bezüglich der Ladebedürfnisse genutzt werden kann.

Schließlich ist festgestellt worden, dass auf Grundlage der vorstehenden Analysen nicht ersichtlich ist, ob langfristig eine Bundesgesellschaft die SN-LI weitgehend gemäß dem jeweilig aktuellen zentralen Wissensstand zum Soll-Angebotskonzept bereitstellen sollte, oder ob private Anbieter – insbesondere mit Bezug zur Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* – eine (wesentliche) Rolle bei der Bereitstellung der SN-LI spielen sollten. Ferner bestehen auch Unsicherheiten hinsichtlich der Gestaltung der staatlichen Zuschüsse sowie der Regulierungsmaßnahmen. Entscheidend ist in der kurzen Frist, dass eine Basisversorgung durch eine Bundesgesellschaft gewährleistet wird, insbesondere durch die Bereitstellung der Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* gemäß den Grundzügen

---

<sup>338</sup> Vgl. Abschnitt 4.1.

<sup>339</sup> In den Analysen in diesem Kapitel wurde von den Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerschaft abstrahiert. Es wurden allerdings nachfragestarke und -schwache Standorte unterschieden. Ferner wurde vereinfachend angenommen, dass Private Eigentümer von potenziell geeigneten Flächen sind, und berücksichtigt, dass einige Private über mehrere Flächen verfügen dürften.

des Soll-Angebotskonzepts. Weiterhin sollten Optionen zum Nachjustieren der Organisations-Lösung direkt mitgedacht werden, um einerseits die Vorteile der Bereitstellung durch private Anbieter zu ermöglichen und andererseits Angebotserweiterungen der Bundesgesellschaft zu relativ geringen Kosten offenzuhalten.

## 7 (Vertiefende) Analysen zur Gestaltung der Organisations-Lösung bei Berücksichtigung von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur

In diesem Kapitel steht die Ausgestaltung einer (bei Berücksichtigung des Zielsystems und im Vergleich zu anderen denkbaren Organisations-Lösungen) vorzugswürdigen Organisations-Lösung im Mittelpunkt. Zunächst werden in Abschnitt 7.1 die Grundzüge der Organisations-Lösung unter Rückgriff auf Erkenntnisse aus den vorgelagerten Analysen in Kapitel 6 erörtert und Ausgestaltungsfragen bezüglich der Finanzierung der SN-LI dargelegt. Darauf folgt in Abschnitt 7.2 eine nach Standorttypen differenzierte Analyse zur Gestaltung der Organisations-Lösung, wobei die Charakteristika und insbesondere die Eigentümerstrukturen der Standorttypen berücksichtigt werden.

### 7.1 Grundzüge der Organisations-Lösung

Auf Basis der vorgelagerten Analysen in Kapitel 6 erweist sich kurz- und voraussichtlich auch langfristig eine Organisations-Lösung als besonders geeignet, die in den Grundzügen den in Abschnitt 6.2.2 betrachteten „gemischten“ Organisations-Lösungen entspricht.<sup>340</sup> In Abschnitt 7.1.1 werden die Grundzüge dieser Organisations-Lösung dargelegt. In Abschnitt 7.1.2 werden Fragen zur Finanzierung der SN-LI thematisiert, die durch eine Bundesgesellschaft und durch private (mehr oder weniger staatlich geförderte und regulierte) Anbieter bereitgestellt wird. Auf Basis der Überlegungen in Abschnitt 5.3.3.1 werden dabei am Rande auch Fragen zur Finanzierung der SZ-LI betrachtet.

#### 7.1.1 Grundzüge der Organisations-Lösung im Allgemeinen

Die Kombination aus der Bereitstellung von SN-LI durch eine Bundesgesellschaft (grundsätzlich mindestens im Sinne einer Basisversorgung) und der ergänzenden Bereitstellung von SN-LI durch private (staatlich geförderte und regulierte) Anbieter dürfte sich als besonders geeignet erweisen. Dabei dürfte die private Bereitstellung besonders bezüglich des Basis-Produkts *Block-540* von Bedeutung sein. Die Etablierung einer „gemischten“ Organisations-Lösung bietet einen Spielraum für Anpassungen im Kontext von Wissenszuwachsen im Laufe der Zeit. Denn einerseits erleichtert der Wissensaufbau bei der Bundesgesellschaft die Erweiterung des staatlichen Kapazitätsanteils. Andererseits besteht grundsätzlich die Option des Nachjustierens bezüglich der finanziellen Zuschüsse und der Regulierungsmaßnahmen für die privat bereitgestellte SN-LI. In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass durch Ankündigungen von potenziellen Anpassungen des staatlichen Engagements im Laufe der Zeit, die Kosten dafür reduziert werden könnten. Ferner wird aufgrund der Vorteile einer zentralen (Vertriebs-)Plattform angenommen, dass die Bundesgesellschaft die Bereitstellung der Plattform verantwortet und diese als Vertriebskanal für sämtliche SN-LI dient.<sup>341</sup> Zusätzlich wird auch davon ausgegangen, dass die Bundesgesellschaft für die staatlich bereitgestellte SN-LI die Aufgaben der

---

<sup>340</sup> Es ist aktuell nicht auszuschließen, dass sich langfristig eine Bereitstellung der gesamten SN-LI durch eine Bundesgesellschaft als am geeignetsten erweisen könnte. Vgl. Abschnitt 6.3.

<sup>341</sup> Diese Annahme ist analog zu den Annahmen in Abschnitt 6.2.1.1 und 6.2.2 und wird in Abschnitt 6.2.1.1 erläutert.

Steuerung, des Monitorings und der Abrechnung der Ladevorgänge sowie die Strombelieferung grundsätzlich verantwortet, dabei aber private Akteure einbeziehen kann.<sup>342</sup>

Die Frage der (initialen und auch langfristigen) Dimensionierung des staatlichen und privaten Kapazitätsanteils an der SN-LI wird in Abschnitt 7.2.1 mit Bezug zu den verschiedenen Standorttypen adressiert. Die Ausgestaltung der staatlichen Maßnahmen, die den Rahmen für die Bereitstellung von SN-LI durch private Anbieter bilden, wird nicht detaillierter beleuchtet. Dagegen wird die Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils durch die Bundesgesellschaft mit Bezug zu den einzelnen Standorttypen in Abschnitt 7.2.2 dargelegt.<sup>343</sup>

### **7.1.2 Ausgestaltung der Finanzierung im Speziellen**

Im Folgenden werden Finanzierungsfragen bezüglich der SN-LI betrachtet, wobei der Fokus auf der Finanzierung der durch die Bundesgesellschaft bereitgestellten SN-LI liegt, aber auch auf Interdependenzen zur durch geförderte private Anbieter bereitgestellten SN-LI und zur SZ-LI eingegangen wird.

Es liegt nahe, dass sämtliche anfallende Ausgaben für die staatlich bereitgestellte SN-LI durch die Bundesgesellschaft getragen werden. Den Ausgaben der Bundesgesellschaft stehen die Einnahmen gegenüber. Dazu zählen zunächst die Einnahmen aus Nutzerzahlungen im Rahmen der zeit- und nutzungsbezogenen Preiskomponenten.<sup>344</sup> Ferner könnten Ausgaben auch durch finanzielle Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt gedeckt werden. Um die Finanzierung über mehrere Jahre hinweg zu sichern, wäre bei Rückgriff auf Haushaltsmittel die Gestaltung eines „stabilen“ Finanzierungsmechanismus maßgeblich. Es sind dabei allerdings keine großen Hürden zu erwarten.<sup>345</sup> In der Markthochlaufphase erscheint es nicht plausibel zu sein, dass hohe Einnahmen aus der Bepreisung der Ladeinfrastruktur entstehen (sollten), da dies zu ineffizienten Nachfrageverdrängungen führen dürfte. Dadurch könnten Haushaltsmittel in der Markthochlaufphase von hoher Bedeutung sein. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Bundesgesellschaft nur über begrenzte Möglichkeiten der Kreditaufnahme verfügt.

Es ist ferner in Betracht zu ziehen, dass die Bundesgesellschaft auch Ausgaben trägt, die sich aus staatlichen Zuschüssen zur (weitgehend) privat bereitgestellten SN- und SZ-LI ergeben.<sup>346</sup> Dadurch würden der Bedarf an Finanzmitteln bei der Bundesgesellschaft steigen. In diesem Kontext sei im Hinblick auf die Höhe der staatlichen Zuschüsse angemerkt, dass diese grundsätzlich nur einen Teil der Ausgaben der Privaten decken sollten. Allerdings ist es denkbar, dass die staatlichen Zuschüsse einen hohen Anteil der Ausgaben von Privaten decken, wenn die privaten Anbieter einer weitreichenden

---

<sup>342</sup> Vgl. Abschnitt 6.1.1.1.2.3 und 6.1.1.1.2.4. Diesbezügliche Ausgestaltungsfragen stehen nicht im Fokus der Studie, sodass diese Annahmen nicht unbedingt auf vorzugswürdige Ausgestaltungsoptionen hinweisen.

<sup>343</sup> Dabei wird insbesondere auf die Analysen in Abschnitt 6.1.1.1.2.2 und 6.1.1.1.2.3 zurückgegriffen.

<sup>344</sup> Vgl. dazu die Untersuchungen zur Ausgestaltung der Preisstruktur im Rahmen der Untersuchungen zum Soll-Angebotskonzept in Abschnitt 5.3.2.1, in denen nutzungs- und zeitbezogenen Preiskomponenten vorgestellt und staatliche Zuschüsse angesprochen werden.

<sup>345</sup> Es könnten insbesondere mehrjährige Finanzierungsverträge von Bund und Bundesgesellschaft in Betracht gezogen werden, ggf. auch in Verbindung mit Zweckbindungen bestimmter Einnahmen des Bundeshaushalts, die in einem eingeschränkten Rahmen in Deutschland erlaubt sind. Vgl. dazu VORWERK (2024, S. 27).

<sup>346</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.3.3 und 6.2.2.

Regulierung unterliegen, die auch vorsieht, dass Einnahmen aus der Vermarktung der privat bereitgestellten SN-LI der Bundesgesellschaft zufließen.<sup>347</sup>

## 7.2 Standorttyp-bezogene Ausgestaltungsfragen zur Organisations-Lösung

In diesem Abschnitt wird die Ausgestaltung einer geeigneten Organisations-Lösung durch die Berücksichtigung von Standorttypen und der jeweiligen Eigentümerstruktur weiter konkretisiert.

### 7.2.1 Kapazitätsdimensionierung und Zuordnung der staatlichen bzw. privaten Bereitstellungsverantwortung

Zunächst wird die Frage der (initialen und auch langfristigen) Dimensionierung der staatlichen und privaten Kapazitätsanteile vor dem Hintergrund der gemäß Soll-Angebotskonzept angestrebten Gesamtkapazität beleuchtet.

#### 7.2.1.1 An den Bundesautobahnen

##### 7.2.1.1.1 Direkt an den Bundesautobahnen

Die Bereitstellung der Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* sollte gemäß den Überlegungen zum Soll-Angebotskonzept in Abschnitt 5.2.3 insbesondere an den direkt an den BAB angebotenen Standorten erfolgen. Im Hinblick auf diese Basis-Produkte wird in Abschnitt 6.1.1.1 und auch in Abschnitt 6.1.2 dargelegt, dass die relative Eignung der Bereitstellung durch eine Bundesgesellschaft hoch ist. Da die Flächen an den direkt an den BAB angebotenen Standorten im Eigentum des Bundes sind, steigt die relative Eignung weiter.<sup>348</sup> Denn potenzielle Probleme der langfristigen Flächensicherung entfallen.<sup>349</sup> Daraus folgt, dass an den direkt an den BAB angebotenen Standorten ausschließlich die Bundesgesellschaft aktiv werden sollte. Dafür spricht auch, dass dadurch Synergiepotenziale im Kontext der Bereitstellung von weiteren Basis-Produkten realisiert werden könnten, wenn die zur Verfügung stehenden Flächen die Bereitstellung von weiteren Basis-Produkten erlauben.<sup>350</sup> Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass auch im Kontext von zu erwartenden Flächenknappheiten z. T. nur sehr begrenzte Möglichkeiten für komplementäre Angebote bestehen dürften, sodass das Qualitätsniveau des Angebots von *Block-540* begrenzt werden könnte. Wenn im Kontext von Problemen bei der privaten Bereitstellung und der Flächenbeschaffung der Bundesgesellschaft die erforderliche Gesamtkapazität für *Block-540* nicht in einer effizienten Weise erreicht würde, könnte in Betracht gezogen werden, das Angebot von *Block-540* an den direkt an den BAB angebotenen Standorten, das durch eine relativ geringe Qualität gekennzeichnet sein dürfte, zu erhöhen, solange noch (Park-

---

<sup>347</sup> Beispielsweise wurde im Rahmen des Ausschreibungskonzepts für Pkw-Ladeinfrastruktur in Deutschland im Preismodell ein an den Bund zurückzuführender Einnahmenanteil vorgesehen. Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI) (2021, S. 16). Das Ausschreibungskonzept für Lkw-Ladeinfrastruktur beinhaltet ein Infrastrukturentgelt, was vom Betreiber bei jedem Ladevorgang erhoben und an den Bund weitergeleitet wird. Vgl. AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024a, S. 9).

<sup>348</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.3 zur Eigentümerstruktur von (Park-)Flächen.

<sup>349</sup> In Abschnitt 6.1.1.1.2 werden Herausforderungen mit Bezug zu der langfristigen Flächensicherung für die Bundesgesellschaft beschrieben.

<sup>350</sup> Vgl. dazu Abschnitt 5.2.2.2.

)Flächen zur Verfügung stehen, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden könnten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch eine Rationalität für (Park-)Flächen ohne SN-LI bestehen könnte.<sup>351</sup>

#### **7.2.1.1.2 Indirekt an den Bundesautobahnen**

Es spricht einiges dafür, dass indirekt an den BAB angebundene Standorte sowohl von privaten Anbietern als auch von der Bundesgesellschaft entwickelt und genutzt werden sollten. Zum einen besteht eine Rationalität für Standorte der Bundesgesellschaft, um im Allgemeinen die Basisversorgung zu gewährleisten und im Speziellen auch an indirekt an den BAB angebundene Standorten die Basis-Produkte *Block-45* und ggf. auch *Sofort* gemäß Soll-Angebotskonzept anzubieten. Dies ist insbesondere dann von hoher Relevanz, wenn die lokal anzustrebenden Kapazitäten nicht an den direkt an den BAB angebundene Standorten zur Verfügung gestellt werden können. Zum anderen ist zu erwarten, dass die privaten Anbieter z. T. von Ressourcenvorteilen, und dabei insbesondere von zur Verfügung stehenden Flächen bzw. auch der Bereitstellung von komplementären Angeboten im Kontext des Angebots des Basis-Produkts *Block-540*, profitieren könnten.<sup>352</sup> Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass die Bundesgesellschaft nur die Bereitstellung eines Teils der gemäß Soll-Angebotskonzept erforderlichen Kapazitäten für das Basis-Produkt *Block-540* anstrebt, und dadurch Raum für private Anbieter geschaffen wird.

Insgesamt ist bei der Dimensionierung der staatlichen und privaten Kapazitätsanteile zu bedenken, dass mit der Realisierung von Synergieeffekten durch eine übergreifende technische Umsetzung des Angebots mehrerer (Basis-)Produkte die Effizienz erhöht werden kann.<sup>353</sup> Im Kontext von Wissenszuwachsen bezüglich des Soll-Angebotskonzepts und auch der Leistungserstellung auf Seiten der Bundesgesellschaft ist es durchaus denkbar, dass die anzustrebenden Kapazitätsanteile sich im Laufe der Zeit verändern. Weiterhin könnte insbesondere für diesen Standorttyp die konkrete Ausgestaltung von Förderung und Regulierung der privaten Anbieter entscheidend für den jeweiligen Kapazitätsanteil sein.

#### **7.2.1.2 An Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz**

Im Bereich der Bundesstraßen und des sonstigen Straßennetzes sind ebenfalls Standorte von der Bundesgesellschaft zu entwickeln, um die Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* gemäß Soll-Angebotskonzept bereitzustellen und insgesamt eine Basisversorgung zu gewährleisten. Der Umfang des Engagements der Bundesgesellschaft bei der Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* dürfte erst auf Grundlage erster empirischer Erkenntnisse beantwortet werden können. Dies ist grundsätzlich analog zur Dimensionierungsfrage an den indirekt an den BAB angebundene Standorten. Allerdings ist aufgrund der höheren Nachfrage an den BAB grundsätzlich eher ein Engagement durch private Anbieter zu erwarten. Da geringere Herausforderungen im Hinblick auf die langfristige

---

<sup>351</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.3.

<sup>352</sup> Vgl. dazu auch die Ausführungen zur Eigentümerstruktur in Abschnitt 3.2.3.1.2 und die Analyse zur Eignung von privater Bereitstellung des Basis-Produkts *Block-540* in Abschnitt 6.1.2.1.

<sup>353</sup> Grundsätzlich besteht ein weiter Spielraum bei der Produkt- und Preisgestaltung durch private Anbieter, wobei im Zuge von staatlichen Maßnahmen die Produktgestaltung eingeschränkt werden könnte, sodass letztlich die Abweichungen der privaten Angebote von den definierten Basis-Produkten verringert werden könnten.

Flächensicherung bei der Bundesgesellschaft plausibel sind, ist es auch denkbar, dass die Bundesgesellschaft die Bereitstellungsverantwortung weitgehend für diesen Standorttyp übernehmen und z.T. Private für die Bereitstellung der komplementären Angebote einbeziehen sollte. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass der Bedarf nach dem Basis-Produkt *Block-540* im Vergleich zu Standorten an den BAB gering sein dürfte und damit die relative Eignung der Bereitstellung durch private Anbieter tendenziell sinkt.<sup>354</sup>

### **7.2.1.3 In Ballungsräumen**

Im Zuge von Flächennutzungskonkurrenzen in Ballungsräumen dürfte häufig der Fokus auf der Bereitstellung der Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* liegen.<sup>355</sup> Daher sollte der staatliche Kapazitätsanteil in Ballungsräumen insgesamt sehr hoch sein. Dies schließt allerdings nicht aus, dass in einigen Ballungsräumen lokale Gegebenheiten auch zu einem relativ hohen privaten Kapazitätsanteil führen könnten. Dies könnte beispielsweise dadurch bedingt sein, dass privaten Anbietern Flächen für die Bereitstellung von SN-LI zur Verfügung stehen.

## **7.2.2 Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils durch eine Bundesgesellschaft**

Mit Bezug zu den verschiedenen Standorttypen werden im Folgenden wesentliche Punkte zur Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils vor dem Hintergrund der Analysen in Kapitel 6 erörtert.

- Die **direkt an den BAB angebondenen Standorte** befinden sich im Eigentum des Bundes. Daher liegt der Fokus bei der Umsetzung auf der Ausgestaltung der Errichtung, Wartung und dem technischen Betrieb der Ladeinfrastruktur.<sup>356</sup> Da in der Markthochlaufphase Wissensdefizite und mangelnde Ressourcen die Eigenerstellung durch die Bundesgesellschaft hemmen könnten, erscheinen grundsätzlich befristete ÖPP mit relativ (kurzen) Laufzeiten zu Beginn geeignet zu sein. Bei der Festlegung der Vertragslaufzeit der ÖPP sind Herausforderungen im Hinblick auf die Übergabe der Anlagen nach Vertragslaufzeit mit potenziellen Flexibilitätseinbußen bzw. hohen Anpassungskosten abzuwägen.<sup>357</sup> Aufgrund der hohen Bedeutung des Standorttyps dürfte eine hohe Flexibilität hinsichtlich der vertraglich definierten Leistung von hoher Bedeutung sein. Dies könnte dafürsprechen, dass die Vertragslaufzeit die Lebensdauer der SN-LI unterschreitet. Aufgrund dieser Herausforderungen erscheint es nicht unplausibel, dass zum Teil auch auf die Option der Eigenerstellung bei Einbezug Privater mit der KBV zurückgegriffen werden sollte. Langfristig könnten ÖPP aufgrund von Wissenszuwächsen bei der Bundesgesellschaft an Bedeutung verlieren.
- Mit Bezug zu den **indirekt an den BAB angebondenen Standorten** dürfte die langfristige Flächensicherung von besonders hoher Relevanz sein. Daher ist nicht auszuschließen, dass gebündelte ÖPP, die sowohl die Auswahl der Flächen als auch die Errichtung, Wartung und

---

<sup>354</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.3.

<sup>355</sup> Vgl. Abschnitt 5.2.3.

<sup>356</sup> Vgl. Abschnitt 6.1.1.1.2.

<sup>357</sup> Vgl. Abschnitt 6.1.1.1.2.3.

technischen Betrieb der Ladeinfrastruktur umfassen, in Betracht zu ziehen sind. Aufgrund der hohen Bedeutung von komplementären Angeboten an indirekt an den BAB angebundene Standorten könnten die Nachteile von langfristigen ÖPP relativ gering sein. Zunächst erscheint es empfehlenswert zu sein, dass die Bundesgesellschaft der Option von direkten Verhandlungen mit privaten Akteuren, die über mehrere Flächen verfügen, besondere Aufmerksamkeit zukommen lässt.<sup>358</sup> Wenn (Park-)Flächen erfolgreich langfristig gesichert werden können, sind die Empfehlungen analog zu denen zu direkt an den BAB angebundene Standorten.

- Obwohl an **Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz** Flächenknappheiten voraussichtlich nur partiell die langfristige Flächensicherung erschweren dürften, könnte doch die Flächenauswahl von besonderer Bedeutung sein. Denn Wissen zu geeigneten Flächen dürfte dezentral verstreut vorliegen, sodass es entscheidend sein dürfte, Wege zur Flächenauswahl zu gestalten, die dieses Wissen zu geringen Kosten einbeziehen. Dies könnte beispielsweise auch dadurch erfolgen, dass die Bundesgesellschaft private Akteure, die über mehrere Standorte verfügen, direkt adressiert. Dazu könnten auch Transportunternehmen zählen. Insgesamt ist nicht erkennbar, dass die Vorgehensweise der Bundesgesellschaft an Bundesstraßen und im sonstigen Straßennetz sich entscheidend von der Vorgehensweise an indirekt an den BAB angebundene Standorten unterscheiden sollte.
- In **Ballungsräumen** dürfte die langfristige Flächensicherung im Kontext von Flächennutzungskonkurrenzen maßgeblich sein. Grundsätzlich ist es daher naheliegend, dass die Bundesgesellschaft in Ballungsräumen weitgehend wie an indirekt an den BAB angebundene Standorten vorgehen sollte.

### **7.3 Fazit**

In diesem Kapitel ist auf Basis der vorgelagerten (abstrakten) Analysen in Kapitel 6 zu grundsätzlich denkbaren Organisations-Lösungen die Ausgestaltung einer (relativ) gut geeigneten Organisations-Lösung näher analysiert worden. Eine vorzugswürdige Organisations-Lösung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Basisversorgung durch eine Bundesgesellschaft gewährleistet wird und SN-LI ergänzend durch (geförderte und regulierte) private Anbieter bereitgestellt werden könnte. Ergänzend zu den Analysen in Kapitel 6 sind in diesem Kapitel zum einen Finanzierungsfragen weiterführend erörtert worden. Insbesondere im Markthochlauf sollten finanzielle Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt in Erwägung gezogen werden. Denn – vor allem bei begrenzten Möglichkeiten der Bundesgesellschaft zur Kapitalaufnahme – könnte eine Nutzerfinanzierung zu ineffizienten Nachfrageverdrängungen führen.

Zum anderen ist in diesem Kapitel die Analyse der Organisations-Lösung dahingehend vertieft worden, als dass Fragen zur Dimensionierung des staatlichen und privaten Kapazitätsanteils und zur Ausgestaltung der Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils durch eine Bundesgesellschaft für die einzelnen Standorttypen bei Berücksichtigung der jeweiligen Charakteristika im Allgemeinen und

---

<sup>358</sup> Vgl. dazu Abschnitt 6.1.1.1.2.2.

Eigentümerstrukturen im Speziellen beleuchtet worden sind. Auf den im Eigentum des Bundes stehenden direkt an den BAB angebundenen Standorten sollte ausschließlich durch die Bundesgesellschaft SN-LI – grundsätzlich gemäß Soll-Angebotskonzept – bereitgestellt werden. D.h. die Priorität liegt bei diesem Standorttyp zunächst auf der Bereitstellung der Basis-Produkte *Sofort* und *Block-45*. Zur Realisierung von Synergien sollte auch die Bereitstellung weiterer Basis-Produkte und insbesondere von *Block-540* erwogen werden. Durch die Bereitstellung von SN-LI an den direkt an den BAB angebundenen Standorten könnte bereits ein wesentlicher Beitrag zur durch die Bundesgesellschaft zu gewährleistenden Basisversorgung geschaffen werden. Dennoch sollte die Bundesgesellschaft für eine flächendeckende Basisversorgung auch jenseits der direkt an den BAB angebundenen Standorten SN-LI bereitstellen, wofür eine langfristige Flächensicherung durch die Bundesgesellschaft von Bedeutung ist. Insbesondere an den indirekt an den BAB angebundenen Standorten sollte die Bundesgesellschaft allerdings Raum für privates Engagement eröffnen, da die relative Eignung der privaten Bereitstellung an diesem Standorttyp besonders hoch sein dürfte, an dem – unter der Annahme von Flächenknappheiten an den direkt an den BAB angebundenen Standorten – eine hohe Nachfrage nach dem Basis-Produkt *Block-540* plausibel erscheint. Zeigen sich signifikante Abweichungen von dem Soll-Angebotskonzept, sollte allerdings angestrebt werden, den staatlichen Kapazitätsanteil an den indirekt an den BAB angebundenen Standorten zu erhöhen. An Bundesstraßen und in Ballungsräumen ist grundsätzlich ein höherer staatlicher Kapazitätsanteil als an indirekt an den BAB angebundenen Standorten zu erwarten.

Bezüglich der Umsetzung des staatlichen Kapazitätsanteils durch eine Bundesgesellschaft ist dargelegt worden, dass der Einbezug Privater grundsätzlich im Laufe der Zeit infolge von Wissenszuwachsen bei der Bundesgesellschaft abnehmen könnte. Es ist nicht unplausibel, dass eine Bundesgesellschaft langfristig Errichtung, Wartung und technischen Betrieb für einen signifikanten Teil der staatlich bereitgestellten SN-LI in Eigenerstellung bzw. unter Rückgriff auf den KBV-Ansatz übernehmen sollte. Bei Problemen bei der Flächenbeschaffung und -sicherung könnten allerdings auch gebündelte ÖPP eine hohe Eignung aufweisen, die sowohl die Auswahl der Flächen als auch die Errichtung, Wartung und den technischen Betrieb der SN-LI umfassen.

Schließlich sei angemerkt, dass der Fokus dieser Studie auf den Grundzügen einer vorteilhaften Organisations-Lösung für die Bereitstellung der SN-LI liegt. Weitere Untersuchungen zur detaillierteren Ausgestaltungsfragen sind empfehlenswert. Insbesondere für die Ausgestaltung von Förderung und Regulierung für private Anbieter von SN-LI könnten empirische Erkenntnisse von hohem Wert sein. Zudem sind vertiefte Analysen zur Gestaltung eines „stabilen“ Finanzierungsregimes zu empfehlen.

## 8 Ausblick auf weitere (Forschungs-)Themen

Die vorstehenden Analysen basieren auf einigen Vereinfachungen. Vor diesem Hintergrund werden in Abschnitt 8.1 bisher (weitestgehend) ausgeklammerte Themenbereiche und in Abschnitt 8.2 Annahmen zur technisch-systemischen Ausgestaltung eines klimaneutralen E-SGV, die die vorstehenden Analysen einschränken, thematisiert. Dabei liegt der Fokus darauf, weitere Fragestellungen aufzuzeigen und die Relevanz der Implikationen der jeweiligen Vereinfachungen auf die vorstehenden (Forschungs-)Erkenntnisse zu beleuchten.

### 8.1 (Weitestgehend) ausgeklammerte Themenbereiche

In Abschnitt 8.1.1 werden staatliche Maßnahmen mit Bezug zur Strombelieferung von SN-LI thematisiert, bevor in Abschnitt 8.1.2 und 8.1.3 die Bereitstellung von SZ-LI bzw. von Pkw-Ladeinfrastruktur in den Blick genommen wird.

#### 8.1.1 Staatliche Maßnahmen mit Bezug zur Strombelieferung

In dieser Studie wird das Stromsystem vereinfacht betrachtet, und Fragen zur Strombelieferung für die SN-LI werden nur am Rande thematisiert. In Abschnitt 6.1.1.2.4 wurde kurz dargelegt, dass eine zentrale Strombelieferung für die durch eine Bundesgesellschaft bereitgestellte SN-LI in Erwägung gezogen werden sollte. Mit Bezug zur Strombelieferung für die durch private Anbieter bereitgestellten SN-LI wird in den vorstehenden Analysen davon ausgegangen, dass private Anbieter stets ein gebündeltes Angebot von Ladeinfrastruktur und Strom bereitstellen und somit auch die Strombelieferung übernehmen. Staatliche Maßnahmen im Kontext der Strombelieferung wurden bisher nicht thematisiert. Grundsätzlich können Regulierungsmaßnahmen das Spektrum der Optionen zur Strombelieferung für private Anbieter determinieren. Beispielsweise könnte die Aufgabe der Strombelieferung von dem Betrieb der SN-LI getrennt werden, indem im Rahmen eines (optionalen) Durchleitungsmodells festgelegt wird, dass Anbieter von SN-LI Stromlieferanten zu bestimmten Bedingungen Zugang zu ihren LP ermöglichen müssen.<sup>359</sup> Ziel dieser Maßnahme wäre es, die Preissetzungsspielräume von privaten Anbietern durch den Wettbewerb hinsichtlich der Strombelieferung einzuschränken und letztlich „unangemessene“ Übergewinne auf Seiten der Anbieter zu verhindern.<sup>360</sup> Die Rationalität für die Etablierung eines Durchleitungsmodells sinkt grundsätzlich, je höher der Anteil der SN-LI ist, der durch die Bundesgesellschaft bereitgestellt wird. Denn der Preissetzungsspielraum privater Anbieter von SN-LI dürfte im Kontext von Substitutionsbeziehungen eingeschränkt werden. Die Etablierung eines Durchleitungsmodells wirft ferner Fragen der Koordination zwischen Stromlieferant und Anbieter der SN-LI im Zusammenhang mit der Steuerung von Ladevorgängen auf. Eine Steuerung von Ladevorgängen durch den Anbieter kann – insbesondere im

---

<sup>359</sup> Mit Bezug zur Pkw-Ladeinfrastruktur werden in KREFT (2019, S. 84–163) zum einen die Vor- und Nachteile eines getrennten Angebots gegenüber eines gebündelten Angebots von Ladeinfrastruktur und Strom dargestellt, und zum anderen wird die Umsetzung eines getrennten Angebots unter Berücksichtigung der institutionellen Rahmenbedingungen des Stromsystems diskutiert.

<sup>360</sup> Vgl. dazu auch die Ausführungen von KREFT (2019, S. 91 f. und 102 f.) mit Bezug zur Pkw-Ladeinfrastruktur.

Kontext der Allokation der verfügbaren Ladeleistung im Ladepark – vorteilhaft sein.<sup>361</sup> Andererseits ist es für Stromlieferanten im Zusammenhang mit der prognostizierten Energieentnahme und schwankenden Strompreisen von Interesse Ladevorgänge zu steuern.<sup>362</sup> Schließlich könnten neben der Etablierung eines Durchleitungsmodells auch andere Regulierungsmaßnahmen erwogen werden. Für die Ableitung von Handlungsempfehlungen ist das Stromsystem vertiefter zu betrachten. Insbesondere die Analysen zu Wirkungen von Regulierungsmaßnahmen für die (geförderte und regulierte) privat bereitgestellte SN-LI könnten eine hohe Komplexität aufweisen. Wird allerdings die in Kapitel 7 skizzierte Organisations-Lösung verfolgt, dürften die Fragen sich auf die Umsetzung einer zentralen Strombelieferung für die durch die Bundesgesellschaft bereitgestellte SN-LI fokussieren.

### **8.1.2 Staatliche Involvierung in die Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur an Start- und Zielpunkten**

Die Bereitstellung von SN-LI beeinflusst die Rationalität bzw. die Kapazitätsdimensionierung der SZ-LI und umgekehrt. Insofern sind SN- und SZ-LI integriert zu konzipieren und damit auch Fragen zur Finanzierung übergreifend zu betrachten. Diese Aspekte wurden bereits in Abschnitt 5.3.3.1 im Kontext der Preisgestaltung für die SN-LI und in Abschnitt 7.1.2 mit Bezug zu Finanzierungsfragen angesprochen. Weiterführende Untersuchungen zur Gestaltung der staatlichen Involvierung in die Kapazitätsbereitstellung der SZ-LI sind empfehlenswert, nicht zuletzt aufgrund der voraussichtlich hohen Relevanz von SZ-LI. Auf zentraler Ebene liegt bereits Wissen zur (relativen) Bedeutung von SZ-LI vor und kann erweitert werden, sodass auf dieser Grundlage der aggregierte Kapazitäts- und somit auch der Finanzmittelbedarf für die SZ-LI abgeschätzt werden kann. Aufgrund der Relevanz von dezentralem Wissen zu den individuellen lokalen Bedarfen sollten die Bereitstellungsentscheidungen im Einzelfall allerdings weitgehend durch Private getroffen werden, was grundsätzlich für die Gestaltung staatlicher Zuschüsse bei der Investition spricht. Daraus ergeben sich u.a. Fragen zu Voraussetzungen, zur Höhe der Zuschüsse und Beschränkungen des Gesamtumfangs für einzelne Akteure sowie auch zur Entwicklung der Zuschüsse im Zeitverlauf, die im Rahmen dieser Studie nicht weiter beleuchtet werden. Grundsätzlich sind bei der Ausgestaltung Interdependenzen zur SN-LI zu berücksichtigen, sodass auch mögliche Einnahmequellen übergreifend zu betrachten sind und ein „Verteilungsschlüssel“ für die Mittelverwendung mit Bezug zu den Ausgabenbereichen festzulegen ist.

### **8.1.3 Synergiepotenziale zwischen Pkw- und Lkw-Ladeinfrastruktur**

Interdependenzen zur Pkw-Ladinfrastruktur wurden in den vorstehenden Analysen ausgeklammert. Durch den deutlich höheren Platz- und Energiebedarf von schweren Lkw dürften die Synergiepotenziale im Hinblick auf die Nutzung der LP in der Regel begrenzt sein. An nachfrageschwachen Standorten ist es dennoch denkbar, dass ein LP sowohl für Lkw als auch für Pkw zugänglich sein sollte. An nachfragestarken Standorten könnte dies auch dann in Erwägung gezogen werden, wenn signifikante

---

<sup>361</sup> Vgl. Abschnitt 5.1.1 und 5.2.2.2.

<sup>362</sup> KREFT (2019, S. 160) weist auch mit Bezug zur Pkw-Ladeinfrastruktur auf Probleme im Kontext der Steuerung von Ladevorgängen hin, die sich ergeben können, wenn nicht derjenige Akteur die Kompetenz zur Steuerung von Ladevorgängen innehat, der auch für die Prognose zur Energieentnahme verantwortlich ist.

Flächenknappheiten die Anzahl der LP begrenzen. Die Ausgestaltung von Allokationsregeln dürfte in diesem Fall von hoher Bedeutung sein.

Synergiepotenziale sind allerdings insbesondere in nachfragestarken Regionen mit Bezug zur Dimensionierung des Stromnetzes und insbesondere des Stromnetzanschlusses plausibel.<sup>363</sup> Daher kann eine integrierte Planung von Lkw- und Pkw-Ladeinfrastruktur mit Vorteilen einhergehen. In diesem Kontext sind allerdings keine signifikanten Implikationen auf die (Forschungs-)Erkenntnisse in dieser Studie zu erwarten. Eine integrierte Planung dürfte sich nicht in dem dieser Studie zugrundeliegenden Detailgrad bei der Betrachtung der Kapazitätsdimensionierung und -verortung niederschlagen. Ferner dürfte die in Kapitel 7 skizzierte Organisations-Lösung einer integrierten Planung bzw. zumindest einer weitgehenden Koordination von Lkw- und Pkw-Ladeinfrastruktur nicht entgegenstehen.

## **8.2 Vorstehende technisch-systemische Annahmen zur Gestaltung des elektrischen Straßengüterverkehrs**

Den vorstehenden Analysen liegen einige technisch-systemische Annahmen zugrunde. In diesem Abschnitt wird diskutiert, welche Relevanz die technisch-systemischen Annahmen für die (Forschungs-)Erkenntnisse haben bzw. welche Implikationen mit der Aufhebung der Annahmen einhergehen würden. Es wird zunächst die Annahme zu Batteriegröße betrachtet. Anschließend wird auf die Abstraktion von Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und von Batteriewechselsystemen eingegangen.

### ***IMPLIKATIONEN DER ERHÖHUNG DER BATTERIEKAPAZITÄTEN***

In Abschnitt 3.1.1 wird die Dimensionierung der Batteriekapazitäten diskutiert und schließlich die Annahme festgelegt, dass Batterien so ausgelegt werden, dass eine Fahrt von 4,5 Stunden verlässlich ermöglicht wird. Damit wird allerdings vernachlässigt, dass im Zuge von technologischen Entwicklungen nicht auszuschließen ist, dass sich größere Batterien durchsetzen. Durch eine Berücksichtigung eines größeren Spektrums von Batteriegrößen würden sich zunächst Parameter des Soll-Angebotskonzept verändern, da die Batteriekapazität entscheidend für die Gestaltung der Basis-Produkte im Allgemeinen und die Wahl der jeweiligen Ladeleistung im Speziellen ist.<sup>364</sup> Die Bedeutung des Basis-Produkts *Block-45* könnte deutlich abnehmen, wenn die Reichweite von Lkw signifikant erhöht würde. Denn dadurch könnte Laden tagsüber mit geringen Ladeleistungen ausreichen oder gar entfallen. Eine höhere Reichweite dürfte allerdings keinen Einfluss auf die Bedeutung des Basis-Produkts *Sofort* haben, da dies Mobilitätsoptionen bei geringen Zeitverlusten gewährleistet, sodass auch weiterhin hohe Ladeleistungen erforderlich sein dürften. Im Hinblick auf die Eignung der Organisations-Lösung ist es nicht ersichtlich, dass die Aufhebung der Annahme zu signifikanten Implikationen führen würde. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Unsicherheit bei Investitionen in die Lkw-Ladeinfrastruktur steigt. Dies könnte mit hohen Kosten bei privaten Anbietern von SN-LI einhergehen, wodurch sich die Eignung einer Organisations-Lösung mit einem hohen staatlichen Kapazitätsanteil der SN-LI tendenziell

---

<sup>363</sup> Vgl. dazu Abschnitt 2.3.3 und 5.2.2.2, in denen Vorteile von großen Ladeparks aufgezeigt werden, die teilweise in analoger Weise bei der Bündelung von Pkw- und Lkw-Ladinfrastruktur zutreffen dürften.

<sup>364</sup> Vgl. Abschnitt 3.1.1 und 5.1.1.

erhöht. Daraus ergeben sich keine Implikationen auf die Eignung der in Kapitel 7 skizzierte Organisations-Lösung.

#### ***IMPLIKATIONEN DER ERRICHTUNG UND DES BETRIEBS VON OBERLEITUNGS-LADEINFRASTRUKTUR***

In Abschnitt 2.1 wird aufgezeigt, dass nicht auszuschließen ist, dass Oberleitungs-Ladeinfrastruktur zukünftig im Zuge von politischen Entscheidungen errichtet und betrieben wird. Dies würde mit Implikationen auf das Soll-Angebotskonzept für die SN-LI einhergehen – beispielsweise im Hinblick auf die übergreifenden Kapazitätsbedarfe und auch die nachgefragte Ladeleistung. Denn ein Teil der Energienachfrage würde durch die Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur gedeckt werden können. Aus diesem Grund ist die integrierte Konzeption der Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und der SN-LI von hoher Relevanz. Neben der Koordination im Hinblick auf die Kapazitätsdimensionierung und -verortung ist auch eine systemische Preisgestaltung für eine effiziente Ausgestaltung des Gesamtsystems entscheidend.<sup>365</sup> Da ein staatliches Engagement für die Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur unvermeidbar ist, spricht einiges dafür, dass die Bereitstellungsentscheidungen für die SN-LI weitgehend durch einen staatlichen Akteur gefällt werden. Somit wird durch die Berücksichtigung von Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur als optionale Ergänzung des E-SGV die Eignung der in Kapitel 7 dargelegten Organisations-Lösung unterstrichen, da Bereitstellungsentscheidungen weitgehend durch die Bundesgesellschaft gefällt werden können und der Spielraum für private Aktivitäten flexibel ausgestaltet werden kann.

#### ***IMPLIKATIONEN DER ERRICHTUNG UND DES BETRIEBS VON BATTERIEWECHSELSYSTEMEN***

Grundsätzlich dürfte sich die Berücksichtigung von Batteriewechselsystemen in ähnlicher Weise wie die Berücksichtigung der Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur auswirken. Allerdings sind im Bereich der Batteriewechselsysteme auch dezentrale Aktivitäten denkbar, wobei auch nicht ausgeschlossen werden kann, dass Batteriewechselsysteme nur bei einem umfangreichen staatlichen Engagement etabliert werden bzw. ein Bestandteil eines aus gesamtwirtschaftlicher Sicht effektiven und effizienten E-SGV darstellen können. Aufgrund von Standardisierungsfragen und weiteren Koordinationsbedarfen dürfte staatliches Engagement in einem gewissen Umfang stets von Bedeutung sein. Insgesamt dürften die Implikationen auf die Eignung der in Kapitel 7 skizzierten Organisations-Lösung trotz der Unsicherheiten begrenzt sein. Denn die skizzierte Organisations-Lösung zeichnet sich gerade dadurch aus, dass Anteil und Umfang des staatlichen Engagements im Laufe der Zeit angepasst werden können.

### **8.3 Fazit**

Insgesamt erscheint es plausibel, dass weitere Untersuchungen mit Bezug zu den vorstehenden (Forschungs-)Themen sich nicht signifikant auf die Eignung der in Kapitel 7 skizzierten Organisations-Lösung auswirken dürften. Die Rationalität für eine staatliche Bereitstellung von SN-LI könnte im Kontext weiterführender Untersuchungen steigen. Allerdings ist auch aufgezeigt worden, dass die Untersuchungen zu den weiteren (Forschungs-)Themen entscheidend dazu beitragen könnten,

---

<sup>365</sup> Vor diesem Hintergrund werden in WEIß ET AL. (2025, S. 65 ff.) Möglichkeiten für den Staat zur Lenkung der Nutzer aus rechtlicher Perspektive beleuchtet.

Unsicherheiten bezüglich des Soll-Angebotskonzepts offenzulegen und detaillierte Gestaltungsfragen mit Bezug zur Organisations-Lösung zu beantworten.

## 9 Grundlegende Untersuchung zum Status quo

In diesem Kapitel werden der Status quo und aktuelle Entwicklungen dargestellt und eingeordnet sowie wesentliche Kritikpunkte an der Art des öffentlichen Engagements hervorgehoben. Der derzeitige Umfang von SN-LI ist noch sehr begrenzt, sodass die folgenden Untersuchungen sich zu einem großen Teil auf Ankündigungen und aktuelle Entwicklungen beziehen. Daher bestehen naturgemäß Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Realisierung. Ferner wird neben dem öffentlichen Engagement auf nationaler Ebene auch das öffentliche Engagement auf europäischer Ebene berücksichtigt, das durch europäische Förderung und Vorgaben, insbesondere im Rahmen der Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR), geprägt ist. Bei der Einordnung und Kritik wird nicht zwischen den verschiedenen Ebenen eines Mehrebenensystems differenziert. In Abschnitt 9.1 wird die sich abzeichnende Organisations-Lösung in Grundzügen vor dem Hintergrund der vorstehenden Analysen dargestellt und eingeordnet. Dabei werden einerseits das sogenannte Lkw-Schnelladenetz des Bundes und andererseits die privaten Aktivitäten betrachtet. Anschließend werden in Abschnitt 9.2 Kritikpunkte am öffentlichen Engagement dargelegt. Dieses Kapitel endet mit einem Fazit in Abschnitt 9.3.

### 9.1 Darstellung und Einordnung

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht das vom Bund initiierte Lkw-Schnelladenetz. Die Ausgestaltung des Lkw-Schnellladenetzes wird in Abschnitt 9.1.1 beleuchtet. Ergänzend wird in Abschnitt 9.1.2 die Bereitstellung weiterer SN-LI durch (vermutlich in der Regel geförderte) private Anbieter in den Blick genommen.

#### 9.1.1 Lkw-Schnellladenetz des Bundes

Das Lkw-Schnellladenetz befindet sich aktuell noch im Aufbau. Das erste Vergabeverfahren für Planung, Errichtung und Betrieb von SN-LI auf den unbewirtschafteten Rastanlagen wurde im September 2024 eröffnet, ist aber bisher nicht abgeschlossen.<sup>366</sup> Ein weiteres Vergabeverfahren für SN-LI auf bewirtschafteten Rastanlagen wurde angekündigt.<sup>367</sup> Der Bund greift somit grundsätzlich für die Leistungserstellung auf den ÖPP-Ansatz zurück. In Abschnitt 9.1.1.3 wird die Leistungserstellung und damit zum einen das Vertragsdesign zwischen Bund und Autobahn GmbH des Bundes als Auftraggeber und dem Auftragnehmer sowie zum anderen das Verfahren zur Auswahl der Auftragnehmer betrachtet. Vorab werden in Abschnitt 9.1.1.1 und 9.1.1.2 die staatlich gefällten Bereitstellungsentscheidungen bezüglich der Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung sowie die verbleibenden Spielräume für die Auftragnehmer aufgezeigt. Abschnitt 9.1.1.4 thematisiert Finanzierungsfragen bezüglich des Lkw-Schnellladenetzes. Es sei darauf hingewiesen, dass die folgenden Darstellungen und Einordnungen auf vorläufigen Informationen und insbesondere den Unterlagen basieren, die im Kontext der Ausschreibung für die unbewirtschafteten Rastanlagen veröffentlicht wurden. Es wird im Folgenden angenommen, dass die beiden Vergabeverfahren sich in den Grundzügen ähneln. Allerdings gilt es zu

---

<sup>366</sup> Vgl. <https://www.now-gmbh.de/aktuelles/pressemitteilungen/eu-kommission-gibt-gruenes-licht-fuer-lkw-schnellladenetz/> (zuletzt abgerufen am 20.12.2025).

<sup>367</sup> Vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (BMV) (2025, S. 10).

bedenken, dass sowohl im Zuge des aktuellen Vergabeverfahrens Präzisierungen und Veränderungen im Vergleich zu den vorliegenden Informationen als auch Differenzen zwischen den beiden Vergabeverfahren keineswegs auszuschließen sind.

### 9.1.1.1 Kapazitätsdimensionierung

Im Hinblick auf das Lkw-Schnelladenetz übernimmt der Bund weitgehend die Bereitstellungsverantwortung. Ziel ist es, mit dem Lkw-Schnelladenetz zwei Drittel des erwarteten Ladebedarfs im Jahr 2030 abzudecken.<sup>368</sup> Dafür sind ungefähr 1.800 MCS- und 2.400 CCS-LP geplant.<sup>369</sup> Die Entscheidung zur Verortung der LP wird ebenfalls staatlich gefällt. Die LP verteilen sich auf ca. 220 bewirtschaftete und 130 unbewirtschaftete Rastanlagen und somit ausschließlich auf den direkt an der BAB angebotenen, bundeseigenen Standorten.<sup>370</sup> Neben der Anzahl und Ladetechnologie werden auch jeweilige Leistungsanforderungen vorgegeben. So ist für MCS-LP, die dem *Zwischenladen* dienen, grundsätzlich eine Nennladeleistung von mindestens 1 MW vorgeschrieben, die bei gemeinsam genutzten Leistungseinheiten auf 800 kW bei zeitgleichen Ladevorgängen an mehreren LP reduziert werden kann.<sup>371</sup> Mit Bezug zu den CCS-LP wird *Zwischenladen* und *Übernachtladen* unterschieden. Die Nennleistung beträgt beim CCS-*Zwischenladen* mindestens 400 kW und beim CCS-*Übernachtladen* grundsätzlich mindestens 150 kW bzw. bei zeitgleichen Ladevorgängen 100 kW.<sup>372</sup> Ferner ist vorgegeben, dass bei einer Knappheit von am Standort verfügbarer Ladeleistung Ladevorgänge zum *Zwischenladen* zu priorisieren sind.<sup>373</sup> Im Hinblick auf die Kapazitätsaufteilung ist im Vertragsentwurf für die unbewirtschafteten Rastanlagen weiterhin vorgesehen, dass CCS- und MCS-LP bei geringer Nachfrage zwischen 17.00 und 5.00 Uhr zum *Übernachtladen* freigegeben werden, wenn weiterhin eine Mindestkapazität zum *Zwischenladen* zur Verfügung steht.<sup>374</sup> Insofern basiert die Kapazitätsdimensionierung analog zum Soll-Angebotskonzept auf unterschiedlichen Ladebedürfnissen und sieht Regeln für eine differenzierte Kapazitätsaufteilung vor.<sup>375</sup> Es sei erwähnt, dass die geplante Gesamtkapazität über die durch die AFIR gesetzten Kapazitätsziele hinausgeht.<sup>376</sup> Zuletzt sei auch noch darauf hingewiesen, dass Optionen zur Skalierung für die jeweiligen Standorte und auch an Standorten in räumlicher Nähe bereits im Rahmen der ÖPP-Verträge angelegt werden.<sup>377</sup> Insgesamt wird deutlich, dass Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung des Lkw-Schnelladenetzes weitgehend staatlich und somit zentral gefällt werden.

---

<sup>368</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 4).

<sup>369</sup> Ebd.

<sup>370</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 5). Ferner wird die Eigentümerschaft der direkt an den BAB angebotenen Standorte in Abschnitt 3.2.3.1.1 aufgezeigt.

<sup>371</sup> Vgl. AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024a, S. 4).

<sup>372</sup> AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024a, S. 5 f.).

<sup>373</sup> Vgl. AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024a, S. 7).

<sup>374</sup> Vgl. § 16 des ÖPP-Vertragsentwurfs in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 16).

<sup>375</sup> Vgl. dazu auch Überlegungen in Abschnitt 2.4, 5.1.1 und 5.2.2.2.

<sup>376</sup> Vgl. BUNDESREGIERUNG (2024b, S. 19).

<sup>377</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 7.) und §§ 33 - 35 des ÖPP-Vertragsentwurfs in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 29 ff.).

### 9.1.1.2 Kapazitätsvermarktung

Auch die Kapazitätsvermarktung ist durch staatliche Bereitstellungsentscheidungen geprägt. Der private Auftragnehmer im Rahmen der ÖPP muss bei jedem Ladevorgang ein von der Autobahn GmbH des Bundes für die MCS- bzw. die CCS-LP determiniertes Infrastrukturentgelt pro abgegebener Energiemenge (in Euro pro kWh) erheben und vollständig an die Autobahn GmbH des Bundes abführen.<sup>378</sup> Ferner muss der Auftragnehmer den Nutzern mehrere Ladeoptionen ermöglichen: „ad-hoc“-Laden, vertragsbasiertes Laden und zusätzlich die freie Wahl des Stromlieferanten durch das Durchleitungsmodell.<sup>379</sup> Dadurch werden sowohl Vorgaben zu Vertriebskanälen etabliert als auch Spielräume für die Produkt- und Preisgestaltung von Privaten eingeschränkt. Zudem beinhaltet der veröffentlichte Vertragsentwurf für das Lkw-Schnelladenetz auf unbewirtschafteten Rastanlagen auch Vorgaben mit Bezug zu Reservierungen, die nachgelagert thematisiert werden.

#### **GRUNDLEGENDE VERTRIEBSKANÄLE UND PRODUKT- UND PREISGESTALTUNG**

Erstens ist der private Auftragnehmer verpflichtet den Nutzern die Option des „ad-hoc“-Ladens (bzw. des punktuellen Aufladens im Sinne der AFIR)<sup>380</sup> und somit der spontanen Nutzung der LP – ohne einen langfristigen Vertrag – zu ermöglichen. Dadurch steht der Auftragnehmer in einer direkten Interaktionsbeziehung mit Nutzern, wofür eine entsprechende Schnittstelle notwendig ist. Die Strombelieferung erfolgt beim „ad-hoc“-Laden durch den Auftragnehmer.<sup>381</sup> Der Ladepreis für den Nutzer ist energiemengenbezogen und vom Auftragnehmer in Euro pro kWh auszuweisen. Der Auftragnehmer legt grundsätzlich die Höhe des Ladepreises fest, wobei die Preissetzung angemessen, transparent und diskriminierungsfrei zu erfolgen hat.<sup>382</sup>

Zweitens muss der Auftragnehmer sogenannten (Elektro-)Mobilitätsdienstleistern (EMP) Zugang zu den LP ermöglichen, sodass Nutzer auch auf Basis eines langfristigen Vertrags mit einem EMP an den LP des Lkw-Schnellladenetzes laden können. Grundlage dafür sind bilaterale Verträge zwischen dem Auftragnehmer und EMP oder e-Roaming-Plattformen.<sup>383</sup> Bei dieser Ladeoption setzt der Auftragnehmer die Höhe für das Zugangsentgelt in Euro pro kWh für EMP fest, welches auch den Strompreis umfasst. Das Zugangsentgelt bzw. der Preis für EMP muss grundsätzlich dem „ad-hoc“-Ladepreis entsprechen. Es ist allerdings eine Differenzierung im Kontext von einem unterschiedlichen Abwicklungsaufwand zulässig.<sup>384</sup> In diesem Kontext sei darauf hingewiesen, dass die Interaktion des Auftragnehmers mit EMP – insbesondere über Plattformen – mit einem geringeren Abwicklungsaufwand

---

<sup>378</sup> Vgl. § 41 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 35) und BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 9).

<sup>379</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 8 f.)

<sup>380</sup> Artikel 2 Nr. 47 Verordnung (EU) 2023/1804.

<sup>381</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 8)

<sup>382</sup> Vgl. § 26 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 24 f.).

<sup>383</sup> Nach Artikel 2 Nr. 25 Verordnung (EU) 2023/1804 bezeichnet e-Roaming „die Übertragung von Daten und Zahlungen zwischen dem Betreiber eines Ladepunkts oder einer Zapfstelle und einem Mobilitätsdienstleister, bei dem ein Endnutzer einen Auflade- oder Betankungsdienst erwirbt.“ Über E-Roaming-Plattformen werden Betreiber von LP und EMP verbunden und somit e-Roaming ermöglicht.

<sup>384</sup> Vgl. § 26 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 24 f.).

als die Interaktion mit den Nutzern verbunden sein dürfte. Ferner sei auch erwähnt, dass der Auftragnehmer auch gleichzeitig als EMP tätig sein kann.

Drittens muss der Auftragnehmer auch Laden mit dem Durchleitungsmodell ermöglichen – d.h. der Auftragnehmer ermöglicht, dass Stromlieferanten die Aufgabe der Strombelieferung übernehmen. Dafür muss der Auftragnehmer Pflichten eines aggregationsverantwortlichen Netzbetreibers erfüllen.<sup>385</sup> Die konkrete Ausgestaltung unterliegt hohen Unsicherheiten, da es sich nicht um ein heute bereits etabliertes Modell handelt.<sup>386</sup> Gemäß dem Vertragsentwurf für das Lkw-Schnelladenetz auf unbewirtschafteten Rastanlagen wird sowohl Nutzern als auch EMP die Strombelieferung über eigene Stromlieferanten ermöglicht.<sup>387</sup> Es erscheint dabei durchaus plausibel zu sein, dass EMP auch selbst als Stromlieferant tätig werden. Das vom Auftragnehmer erhobene Zugangsentgelt setzt sich aus vorgeschriebenen Preisbestandteilen – u.a. dem Infrastrukturentgelt – zusammen, sodass der Auftragnehmer über keine Preissetzungsspielraum verfügt, wenn diese Ladeoption gewählt wird.

Ergänzend zu den energiemengenbezogenen Preisen bzw. Entgelten (in Euro pro kWh) können – unter bestimmten Bedingungen – vom Auftragnehmer vertraglich vereinbarte Nutzungsdauer-abhängige Blockadeentgelte (in Euro pro Minute) erhoben werden.<sup>388</sup> Grundsätzlich können beim *Zwischenladen* erst nach einer Stunde nach Beginn des Ladevorgangs Blockadeentgelte erhoben werden und beim *Übernachtladen* nach zwölf Stunden.<sup>389</sup> Die Höhe der Blockadeentgelte wird durch die Autobahn GmbH des Bundes festgelegt. Gemäß des Vertragsentwurfs übersteigt das Blockadeentgelt beim *Zwischenladen* das beim *Übernachtladen* deutlich.<sup>390</sup>

#### **GRUNDZÜGE DER AUSGESTALTUNG VON RESERVIERUNGEN**

Im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes sind auch Reservierungsoptionen vorgesehen.<sup>391</sup> Zunächst aber kann von der Autobahn GmbH des Bundes ein Anteil des Lkw-Schnellladenetzes festgelegt werden, für den keine Reservierungsoption besteht.<sup>392</sup> Für alle anderen MCS- und CCS-LP ist maximal 24 Stunden und mindestens 15 Minuten vor dem reservierten Zeitfenster eine Reservierungsoption zu ermöglichen.<sup>393</sup> Der Vertragsentwurf beinhaltet ferner Stornierungsbedingungen. Zudem wird gemäß des Vertragsentwurfs die Höhe des Reservierungsentgelts durch die Autobahn GmbH des Bundes festgelegt. Wird das reservierte Zeitfenster genutzt, kann 60 % des Reservierungsentgelts mit dem

---

<sup>385</sup> Vgl. § 30 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 27).

<sup>386</sup> Im Rahmen der Festlegung BK6-20-160 hat die Bundesnetzagentur mit der Anlage 6 „Netzzugangsregeln zur Ermöglichung einer ladevorgangsscharfen bilanziellen Energiemengenzuordnung für Elektromobilität (NZR-EMob)“ skizziert. Auf dieser Basis hat der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) zwei Anwendungshilfen erstellt und gemeinsam mit dem Verband kommunaler Unternehmen (VKU) eine Zusatzvereinbarung zum Netznutzungsvertrag Strom erarbeitet; vgl. [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1\\_GZ/BK6-GZ/2020/BK6-20-160/Mitteilung\\_Nr\\_4/Mitteilung\\_Nr\\_4.html?r=1](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2020/BK6-20-160/Mitteilung_Nr_4/Mitteilung_Nr_4.html?r=1) (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>387</sup> Vgl. § 30 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 27).

<sup>388</sup> Vgl. § 32 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 28 f.).

<sup>389</sup> Vgl. § 32 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 28).

<sup>390</sup> Vgl. § 32 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 29).

<sup>391</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 8).

<sup>392</sup> Vgl. § 19 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 18).

<sup>393</sup> Vgl. § 19 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 18).

Zugangsentgelt bzw. Ladepreis verrechnet werden.<sup>394</sup> Die Umsetzung der Reservierungsoptionen ist dagegen nicht eindeutig festgeschrieben. Der Auftragnehmer hat eine Reservierungsplattform bereitzustellen, wenn kein zentrales Reservierungssystem zur Verfügung steht.<sup>395</sup> Wenn sich zentrale Reservierungssysteme entwickeln, so hat der Auftragnehmer sicherzustellen, dass die vom ihm errichteten LP auch über zentrale Reservierungssysteme reserviert werden können.<sup>396</sup>

### **9.1.1.3 Leistungserstellung im Rahmen der Anwendung des ÖPP-Ansatzes**

Der Bund greift mit der gebündelten Vergabe von Planung, Errichtung und Betrieb der LP im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes auf den ÖPP-Ansatz zurück. Im Folgenden werden zunächst Kernelemente des Vertragsdesigns und insbesondere die Finanz- und Vergütungsflüsse betrachtet. Anschließend wird die Auswahl der privaten Auftragnehmer beleuchtet.

#### **9.1.1.3.1 Kernaspekte des Vertragsdesigns mit Fokus auf die Finanzflüsse**

Der Aufgabenumfang des Auftragnehmers ist bereits im Rahmen der vorstehenden Abschnitte 9.1.1.1 und 9.1.1.2 zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung skizziert worden. Die Laufzeit des ÖPP-Vertrags beträgt grundsätzlich acht Jahre und kann darüberhinausgehend einmalig durch die Autobahn GmbH des Bundes verlängert werden.<sup>397</sup> Es wird eine Verlängerung um vier Jahre vorgeschlagen; die Verlängerungsdauer kann allerdings im Verfahren zur Auswahl des Auftragnehmers verhandelt werden.<sup>398</sup> Spätestens nach der Errichtung gehen bei Abnahme der Ladeinfrastruktur die Anlagen in das Eigentum des Bundes über, wenn diese sich nicht bereits im Eigentum des Bundes befinden oder Eigentum des Netzbetreibers sind.<sup>399</sup>

Weiterhin ergeben sich aus dem Vertragsdesign im Wesentlichen folgende Finanzflüsse, die in Abschnitt 9.1.1.4 aufgegriffen werden, in dem die Finanzierungsfragen zum Lkw-Schnelladenetz betrachtet werden:

- Auf der einen Seite erhält der Auftragnehmer vom Bund bzw. von der Autobahn GmbH des Bundes pro Standort ein Errichtungs- und Betreiberentgelt.<sup>400</sup> Die jeweilige Höhe wird im Rahmen der Auswahl des Auftragnehmers festgelegt. Das Errichtungsentgelt wird grundsätzlich zu 50 % nach Abnahme und Betriebsfreigabe des jeweiligen Standorts gezahlt und die restlichen Zahlungen erfolgen verteilt über die achtjährige Vertragslaufzeit. Aus der zeitlichen Vergütungsstruktur ergibt sich eine private Kapitalbereitstellung, wodurch Auftragnehmer haftbar gemacht werden können. Das Betreiberentgelt wird nach Betriebsfreigabe für den Standort pro Quartal gezahlt. Das Betreiberentgelt wird bei Einschränkungen der technischen Verfügbarkeit der LP ab einer bestimmten Schwelle gekürzt.

---

<sup>394</sup> Vgl. § 19 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 18).

<sup>395</sup> Vgl. § 19 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 17 f.).

<sup>396</sup> Vgl. § 19 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 18).

<sup>397</sup> Vgl. § 52 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 44).

<sup>398</sup> Vgl. § 52 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 44).

<sup>399</sup> Vgl. § 15 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 15).

<sup>400</sup> Vgl. §§ 39, 40 des ÖPP-Vertragsentwurfs in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 32 ff.).

- Weiterhin erhält der Auftragnehmer Zahlungen vom Nutzer bzw. EMP beim Laden. Es sei darauf hingewiesen, dass der Auftragnehmer beim Durchleitungsmodell keine Marge erzielen kann.<sup>401</sup>
- Auf der anderen Seite zahlt der Auftragnehmer das erhobene Infrastruktur- und Reservierungsentgelt an die Autobahn GmbH des Bundes.<sup>402</sup>
- Zudem fallen beim Auftragnehmer Kosten mit Bezug zum Stromsystem an. Dazu zählt der Strompreis, wenn nicht das Durchleitungsmodell gewählt wird. Ferner sind weitere Kosten, wie die Netzentgelte, grundsätzlich von dem Auftragnehmer zu zahlen. Ein Teil der Netzentgelte wird allerdings durch den Bund getragen.<sup>403</sup> Aufgrund der vereinfachten Betrachtung des Stromsystems werden diesbezügliche Aspekte nicht weiter thematisiert.

Aus der Konzeption der Finanzflüsse folgt, dass das Nachfragerisiko des Auftragnehmers weitgehend reduziert ist. D.h. die sich für den Auftragnehmer aus den Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Auslastung der LP ergebenden Implikationen sind begrenzt. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass beim „ad-hoc“- und vertragsbasiertem Laden Potenziale für weitere Einnahmen für den Auftragnehmer entstehen. Eine umfangreichere Betrachtung des Vertragsdesigns geht über den Detailgrad der vorstehenden Analysen und damit auch den Umfang dieser Studie hinaus. Eine vertiefte Betrachtung der Risikoallokation zwischen Auftraggebern und Auftragnehmer und der Nachverhandlungsregeln ist zu empfehlen.

#### **9.1.1.3.2 Auswahl der Auftragnehmer und Loszuschnitt**

Das Vergabeverfahren zur Auswahl der Auftragnehmer für die unbewirtschafteten Rastanlagen wird durch die Autobahn GmbH des Bundes durchgeführt. Informationen zur Ausgestaltung des Vergabeverfahrens für die bewirtschafteten Rastanlagen sind nicht bekannt. Für die unbewirtschafteten Rastanlagen wurde ein Verhandlungsverfahren mit Teilnahmewettbewerb für fünf Lose entwickelt.<sup>404</sup> Die fünf überlappenden Lose sind in Abbildung 7 dargestellt. Jedes Los umfasst ca. 25 Standorten mit unterschiedlicher Attraktivität.<sup>405</sup> Grundsätzlich kann sich jeder Bieter für alle Lose bewerben, aber nur eins der fünf Lose gewinnen.<sup>406</sup> Den Zuschlag für ein Los erhält grundsätzlich derjenige Bieter mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis. Auf Basis des Angebots desjenigen Bieters ergibt sich das Errichtungs- und Betreiberentgelt.<sup>407</sup>

---

<sup>401</sup> Vgl. § 31 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 28) und Abschnitt 9.1.1.2.

<sup>402</sup> Vgl. §§ 19, 41 des ÖPP- Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 18 und 35).

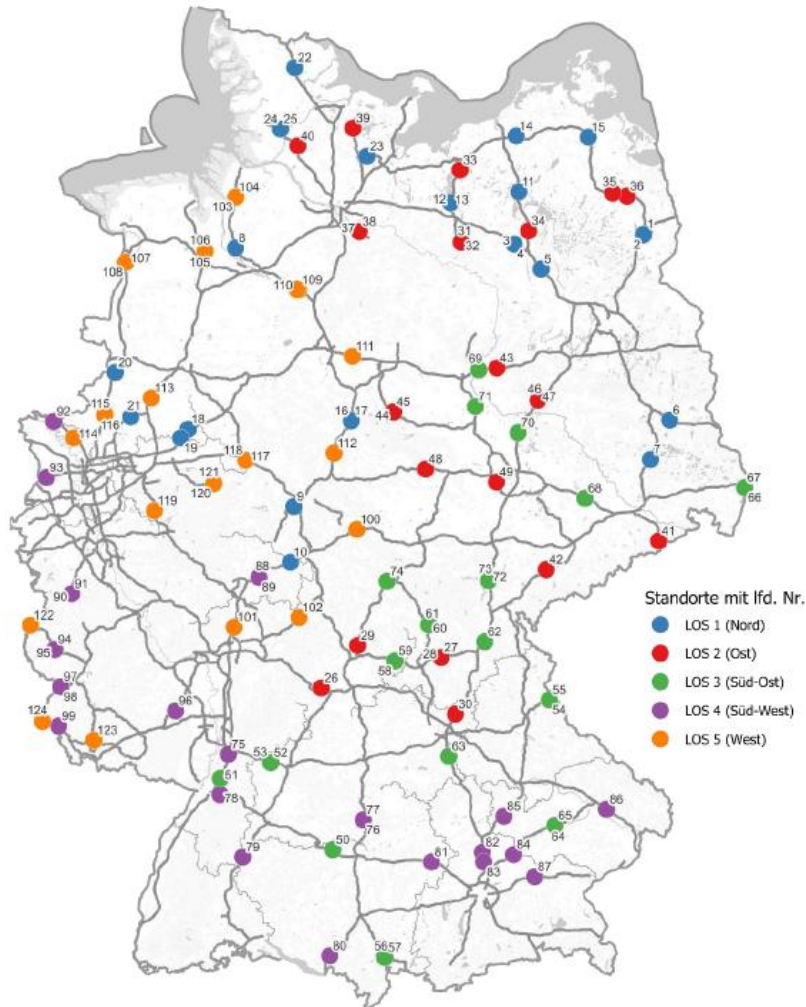
<sup>403</sup> Vgl. § 43 des ÖPP- Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 35).

<sup>404</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 6 und 10).

<sup>405</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 6).

<sup>406</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 11).

<sup>407</sup> Vgl. Abschnitt 9.1.1.3.1 und §§ 39, 40 des ÖPP-Vertragsentwurfs in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 32 f.).



**Abbildung 7 Loszuschnitt für das erste Vergabeverfahren für das Lkw-Schnellladenetz mit Bezug zu den unbewirtschafteten Rastanlagen<sup>408</sup>**

#### 9.1.1.4 Finanzierung des Lkw-Schnellladenetzes

Ausgaben für das Lkw-Schnellladenetz können einerseits durch Nutzerzahlungen gedeckt werden. Bei jedem Ladevorgang an einem LP des Lkw-Schnellladenetzes zahlt der Nutzer zum einen ein bundesweit einheitliches Infrastrukturentgelt, welches an die Autobahn GmbH des Bundes abzuführen ist. Die Höhe des Infrastrukturentgelts wird durch die bezuschlagten Angebotspreise (bzw. die Errichtungs- und Betreiberentgelte der Auftragnehmer) und den vom Bund getragenen Kosten für das Stromnetz bedingt.<sup>409</sup> Zudem bezieht die Autobahn GmbH des Bundes bei der Festlegung des Infrastrukturentgelts auch die allgemeine Preisentwicklung vergleichbarer Ladeinfrastruktur ein.<sup>410</sup> In Abhängigkeit des Preissetzungsspielraums können die ÖPP-Auftragnehmer neben dem Errichtungs- und Betreiberentgelt auch durch Nutzerzahlungen Einnahmen erzielen. Sowohl beim „ad-hoc“-Laden als auch beim vertragsbasierten Laden sind bei geringem Wettbewerbsdruck, dem allerdings durch die Etablierung

<sup>408</sup> Vgl. AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024c).

<sup>409</sup> Vgl. § 41 des ÖPP-Vertragsentwurf in AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024b, S. 35).

<sup>410</sup> Edd.

des Durchleitungsmodells entgegengewirkt werden soll, Preissetzungsspielräume für die ÖPP-Auftragnehmer denkbar.

Andererseits können neben den Nutzerzahlungen auch von der Allgemeinheit der Abgabenzahler erhobene Mittel genutzt werden, um die Ausgaben für das Lkw-Schnellladenetzz zu decken. Es wurden 2,1 Mrd. Euro für die Netzanschlüsse an den unbewirtschafteten Rastanlagen im Bundeshaushalt 2024 reserviert.<sup>411</sup> Für die LP an den unbewirtschafteten Rastanlagen hat die Europäische Kommission finanzielle Zuschüsse in Höhe von 1,6 Mrd. Euro genehmigt.<sup>412</sup> Weiterhin stellt sich im Kontext der Ausgabenfinanzierung auch die Frage der Kapitalaufnahme. Der Anteil der privaten und staatlichen Kapitalaufnahme wird maßgeblich durch die zeitliche Vergütungsstruktur der Auftragnehmer beeinflusst. Es erscheint plausibel zu sein, dass private Auftragnehmer regelmäßig auf Kreditfinanzierungen von Investitionen zurückgreifen. Allgemein gilt es im Hinblick auf die staatliche Kapitalaufnahme zu bedenken, dass auf diese vor dem Hintergrund von sogenannten „Schuldenbremsen“ nur in begrenztem Umfang zurückgegriffen werden könnte. Insgesamt bleiben einige Fragen zur detaillierten Ausgestaltung der Finanzierung des Lkw-Schnellladenetzes offen, was im Rahmen dieser Studie nicht weiter vertieft wird.

### **9.1.2 (In der Regel geförderte) Ladeinfrastruktur von privaten Anbietern**

Die Kapazitätsdimensionierung des Lkw-Schnellladenetzes fußt auf der Annahme, dass ein Drittel des Ladebedarfs durch privat bereitgestellte SN-LI auf privaten Flächen gedeckt wird.<sup>413</sup> Ankündigungen zu und erste Realisierungen von SN-LI auf privaten Flächen sind bereits zu verzeichnen. Im Folgenden wird zunächst dargelegt, inwiefern die (weitgehend) private Bereitstellung von SN-LI durch öffentliches Engagement determiniert wird. Anschließend werden die privaten Anbieter und die jeweiligen Aktivitäten in den Blick genommen, wobei zur Einordnung auf die in Abschnitt 6.1.1.2.1.2 dargestellten Eigentums- und Governance-Varianten zurückgegriffen wird. Es sei darauf hingewiesen, dass dieser Abschnitt keinen vollständigen Überblick, sondern lediglich einen ersten Einblick in die Bereitstellung von SN-LI durch private Anbieter bietet.

#### ***GRUNDZÜGE DES INSTITUTIONELLEN RAHMENS IM ALLGEMEINEN UND FÖRDEROPTIONEN IM SPEZIELLEN***

Auch wenn SN-LI weitgehend durch Private bereitgestellt wird, werden einige Bereitstellungsentscheidungen durch europäisches und nationales Recht determiniert. Von besonderer Relevanz sind die europäischen Vorgaben der AFIR, aber auch nationale Gesetze und Verordnungen, wie die Ladesäulenverordnung (LSV), bestimmen den Spielraum für die Bereitstellungsentscheidungen. Ferner können Bereitstellungsentscheidungen von Privaten durch Förderungen im Allgemeinen und deren konkrete Ausgestaltung im Speziellen beeinflusst werden. Im Masterplan Ladeinfrastruktur 2030 ist vorgesehen, die Bereitstellung von SN-LI abseits von direkt an den BAB angebundenen Standorten

---

<sup>411</sup>Vgl. <https://ecomento.de/2024/06/25/initials-lkw-ladenetz-ausschreibung-von-350-standorten-soll-im-sommer-starten/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>412</sup> Vgl. <https://www.handelsblatt.com/politik/international/eu-programm-deutschland-darf-lkw-ladepunkte-mit-16-milliarden-euro-foerdern/100184759.html> (zuletzt abgerufen am 20.12.2025)

<sup>413</sup> Vgl. BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, VERTRETEN DURCH DIE AUTOBAHN GMBH DES BUNDES (2024, S. 4).

(wie auf Autohöfen oder in Gewerbegebieten) zu fördern.<sup>414</sup> Voraussetzung für die Förderung ist, dass dafür Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin können private Anbieter für die Bereitstellung von SN-LI auch auf europäische Fördermittel zurückgreifen.<sup>415</sup>

#### **PRIVATE AKTIVITÄTEN UND EINORDNUNG DER AKTEURE IM HINBLICK AUF DIE EIGENTUMS- UND GOVERNANCE-VARIANTEN**

Aktuell treiben mehrere private Akteure die Bereitstellung von SN-LI voran, die unterschiedlichen Eigentums- und Governance-Varianten zugeordnet werden können.<sup>416</sup> Zu den Anbietern von SN-LI zählen die Mineralölunternehmen Aral und Shell, die über Ressourcenvorteile verfügen dürften. Beispielsweise könnten die Unternehmen von (Kunden-)Beziehungen sowie Zugriffsoptionen auf geeignete Flächen an wichtigen Fernverkehrsstraßen profitieren. Weiterhin verfügen sie über Erfahrungen im Bereich der Elektromobilität. Darauf können auch Energieversorgungsunternehmen, die bereits im Bereich der Pkw-Ladeinfrastruktur aktiv sind, zurückgreifen. Das Energieversorgungsunternehmen E.ON plant unter anderem mit zwei Projektpartnern bis Ende 2027 in mehreren europäischen Ländern und an ca. 100 Standorten in Deutschland SN-LI zu errichten.<sup>417</sup> Ebenso kann beispielsweise das Unternehmen „Park your Truck“ mit der Submarke „Charge your Truck“ als Dritter mit Ressourcenvorteilen eingeordnet werden, da auf bestehenden Lkw-Parkplätzen aufgebaut werden kann. Es sei weiterhin erwähnt, dass das Unternehmen strategische Partnerschaften mit zwei Unternehmen aus der Elektromobilitätsbranche, Entent und Dayser, eingegangen ist.<sup>418</sup>

Neben Dritten sind auch Nutzfahrzeughersteller und Transportunternehmen als private Anbieter von SN-LI aktiv. Traton, Daimler und Volvo arbeiten mit dem Joint Venture Milence gemeinsam an dem europaweiten Ausbau von SN-LI.<sup>419</sup> Ergänzend dazu baut der Nutzfahrzeughersteller MAN, der zur Traton SE gehört, in Kooperation mit E.ON SN-LI auf.<sup>420</sup> Auf Seiten der Transportunternehmen scheint der Fokus aktuell auf SZ-LI zu liegen, wobei der Bedarf nach einem Ladenetz Berücksichtigung findet.

---

<sup>414</sup> BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR (BMV) (2025, S. 11).

<sup>415</sup> Beispielsweise hat der Anbieter Milence 111,5 Mio. € EU-Fördermittel für den Ausbau von SN-LI in 10 europäischen Ländern, u.a. Deutschland, gewinnen können. Ebenso wird auch E.ON gemeinsam mit zwei Partnerunternehmen bei der Bereitstellung von Lkw- und Pkw-LP entlang bedeutender Güterverkehrsrouten mit EU-Fördermitteln i. H. v. 45 Mio. € unterstützt; vgl. <https://milence.com/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025), <https://www.goingelectric.de/2025/02/11/news/112-millionen-eu-foerderung-milence-baut-lkw-ladeinfrastruktur-aus/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025) und <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/foerderung-e-ladesaeulen-eu-100.html> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>416</sup> Vgl. Abschnitt die in Abschnitt 6.1.1.2.1.2 dargestellten Eigentums- und Governance-Varianten.

<sup>417</sup> Vgl. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/foerderung-e-ladesaeulen-eu-100.html> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>418</sup> Vgl. <https://www.park-your-truck.com/park-your-truck-und-entent-gemeinsam-fuer-die-elektrifizierung-des-strassengueterverkehrs-in-europa/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025) und <https://www.park-your-truck.com/71-ladepunkte-gehen-an-dayser-park-your-truck-setzt-auf-starke-kooperation/> (zuletzt abgerufen am 25.11.2025).

<sup>419</sup> Vgl. <https://milence.com/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025) und <https://www.goingelectric.de/2025/02/11/news/112-millionen-eu-foerderung-milence-baut-lkw-ladeinfrastruktur-aus/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>420</sup> DER SPIEGEL (2024).

So strebt beispielsweise das Logistikunternehmen TST ein genossenschaftlich organisiertes sogenanntes „Depotnetz“ an.<sup>421</sup>

Es wird insgesamt deutlich, dass die privaten Akteure verschiedenen Eigentums- und Governance-Varianten zugeordnet werden können. Aufgrund der frühen Phase der Transformation kann der Status quo nur begrenzt mit den im Rahmen der Analysen dargelegten Prognosen verglichen werden. Nichtsdestotrotz sei darauf hingewiesen, dass Abweichungen sich auch aus den Vereinfachungen bei den Analysen ergeben dürften. Beispielsweise werden im Rahmen der Analysen die sogenannte Flottengrenzwerte nicht berücksichtigt, von denen zusätzliche Anreize für die Nutzfahrzeughersteller zur Bereitstellung von SN-LI ausgehen dürften.<sup>422</sup> Daher erscheint es plausibel, dass die Aktivitäten von Nutzfahrzeugherstellern über die im Rahmen der Analysen prognostizierten Aktivitäten hinausgehen.

## 9.2 Wesentliche Kritikpunkte mit Fokus auf der Ausgestaltung des Lkw-Schnellladenetzes

Grundsätzlich korrespondiert die sich abzeichnende Organisations-Lösung in einigen Teilen mit der in Kapitel 7 abgeleiteten „gemischten“ Organisations-Lösung für die Bereitstellung von SN-LI. Mit dem Lkw-Schnellladnetz übernimmt der Bund Bereitstellungsverantwortung für einen großen Anteil der SN-LI, während ein durch den rechtlichen Rahmen determinierter Raum für ergänzende privat bereitgestellte SN-LI geschaffen wird, und die Nutzung dieses Raums durch Förderungen unterstützt werden soll. Im Folgenden wird vor dem Hintergrund der Analysen zum Soll-Angebotskonzept in Kapitel 5 und den Überlegungen zu einer geeigneten Organisations-Lösung in Kapitel 7, die auf den vorgelagerten Analysen in Kapitel 6 basieren, Kritik am öffentlichen Engagement geübt. Die Kritik bezieht sich zum einen auf Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung. Anschließend werden Kritikpunkte mit Bezug zur Leistungserstellung und Finanzierung dargelegt.<sup>423</sup> Die Etablierung des Durchleitungsmodells im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes wird nachgelagert thematisiert. Im Mittelpunkt der Kritik steht das öffentliche Engagement mit Bezug zum Lkw-Schnellladnetz.

### **KAPAZITÄTSDIMENSIONIERUNG**

Positiv zu bewerten ist, dass die Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung durch das Lkw-Schnellladnetz zu einem großen Anteil zentral und staatlich gefällt werden. Ferner werden dabei einerseits verschiedene Ladebedürfnisse berücksichtigt und andererseits Potenziale einer übergreifenden physischen Umsetzung der auf Grundlage der Ladebedürfnisse getroffenen Kapazitätsentscheidungen genutzt. Besonders zweifelhaft ist allerdings, ob die (weitgehend) privat

---

<sup>421</sup> Vgl. <https://ecomento.de/2025/08/29/shell-plant-lkw-ladenetz-zwischen-autobahnen-und-depots/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>422</sup> Mit den Flottengrenzwerten wird festgelegt, um wie viel Prozent die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilometer im Vergleich zum Jahr 2019 sinken müssen. Die EU-Verordnung sieht für schwere Nutzfahrzeuge bis 2025 eine Reduktion von 15 %, für 2030 von 45 % und für 2040 von 90 % vor. Werden die Grenzwerte von den Nutzfahrzeugherstellern nicht eingehalten, müssen diese Geldstrafen zahlen; vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsstandards/schwere-nutzfahrzeuge/> (zuletzt abgerufen am 20.09.2025).

<sup>423</sup> Aktivitäten auf europäischer Ebene werden dabei nicht von denen auf nationaler Ebene differenziert betrachtet, da in den Analysen in dieser Studie von einem Mehrebenensystem abstrahiert wird.

bereitgestellte SN-LI – ohne hohe finanzielle Zuschüsse – das Lkw-Schnellladenetz entlang den BAB in einer aus gesamtwirtschaftlichen Sicht vorteilhaften Weise ergänzen wird, bzw. zumindest zu einer flächendeckenden Basisversorgung führen wird, die auch SN-LI an nachfrageschwachen Standorten umfasst.<sup>424</sup> Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der daraus resultierenden Unsicherheit für Transportunternehmen äußerst kritisch zu beurteilen. Weiterhin geht damit auch Unsicherheit für (weitgehend) private Anbieter von SN-LI einher.<sup>425</sup>

### **KAPAZITÄTSVERMARKTUNG**

Mit Bezug zur Kapazitätsvermarktung sei zunächst darauf hingewiesen, dass von den verschiedenen Ladeoptionen eine hohe Komplexität im Hinblick auf Prognosen ausgeht. Bei der Ladeoption des „ad-hoc“-Ladens sind ausschließlich nutzungsbezogene Preiskomponenten zulässig, was zu ineffizienten Nachfrageverdrängungen führen könnte. Beim Lkw-Schnellladenetz wird die Höhe des nutzungsbezogenen „ad-hoc“-Ladepreises nicht zuletzt durch die Festsetzung des Infrastrukturentgelts bestimmt. Dies ist kritisch zu bewerten, da der nutzungsbezogene Ladepreis grundsätzlich zur Lenkung dienen sollte, und somit nicht an die im Rahmen der ÖPP-Verträge festgelegten Errichtungs- und Betreiberentgelte gekoppelt sein sollte.<sup>426</sup> Bei privat bereitgestellter SN-LI unterliegt die Produkt- und Preisgestaltung grundsätzlich dem Ziel der Gewinnmaximierung, wobei die Optionen der Tarifgestaltung beim „ad-hoc“-Laden eingeschränkt werden.<sup>427</sup> Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass durch Angebote von EMP, die im Rahmen von langfristigen Vertragsbeziehungen sowohl auf zeit- als auch auf nutzungsbezogene Preiskomponenten zurückgreifen könnten, prinzipiell ein Gesamtangebot geschaffen werden könnte, in dem die in Kapitel 5.3 dargestellten Grundzüge zur Preisgestaltung reflektiert werden.

Insgesamt ist dennoch fraglich, inwiefern sich eine aus gesamtwirtschaftlicher Sicht vorteilhafte Preisgestaltung ergeben würde. Mit Bezug zum Lkw-Schnellladenetz geht zwar ein einheitliches gegenüber einem los-abhängigen Infrastrukturentgelt voraussichtlich mit Vorteilen einher, dennoch widerspricht dies tendenziell einer räumlichen und zeitlichen Preisdifferenzierung zugunsten einer vorteilhaften Lenkung der Nutzer der SN-LI.<sup>428</sup> Durch die begrenzte Anzahl an Auftragnehmern ist allerdings auch nicht unplausibel, dass die Preisgestaltung der im Rahmen des Soll-Angebotskonzepts skizzierten Preisgestaltung nahekommen könnte. In diesem Kontext stellt sich jedoch die Frage, ob die Differenzierung der Ladebedürfnisse, die den Entscheidungen zur Kapazitätsdimensionierung und -vermarktung bezüglich des Lkw-Schnellladenetzes zugrunde liegt, sowie die Vorgaben zu Reservierungen ausreichen, um dem Spektrum an Nutzerpräferenzen bzw. Ladebedürfnissen in einer

---

<sup>424</sup> Vgl. dazu insbesondere die Überlegungen in Abschnitt 6.2.1.2.

<sup>425</sup> Vgl. dazu insbesondere die Überlegungen in Abschnitt 6.1.1.2.2.1.

<sup>426</sup> Vgl. Abschnitt 5.3.2.1.

<sup>427</sup> Vgl. Abschnitt 6.1.1.2.1.1, in dem die Annahmen zu privaten Akteuren dargelegt werden.

<sup>428</sup> Vgl. dazu insbesondere die Überlegungen in Abschnitt 5.3.2.3.

effizienten Weise gerecht zu werden.<sup>429</sup> Daher ist durchaus zu erwarten, dass Anpassungsoptionen im Hinblick auf die Bereitstellungsentscheidungen von hoher Bedeutung sein dürften.

#### **LEISTUNGSERSTELLUNG**

Generell ist mit Bezug zum Lkw-Schnellladnetz kritisch zu bewerten, dass die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen ausschließlich durch private Auftragnehmer im Rahmen von ÖPP erfolgt.<sup>430</sup> Denn mit der Bereitstellung eines Anteils des Lkw-Schnellladnetzes durch einen staatlichen Akteur, wie einer Bundesgesellschaft, unter Rückgriff auf die KBV könnte Wissen generiert werden und Anpassungen erleichtert werden, die bei ÖPP regelmäßig nur im Rahmen von Nachverhandlungen möglich sein dürften. In diesem Zusammenhang ist allerdings positiv zu bewerten, dass der Bund Eigentümer der Anlagen des Lkw-Schnellladnetzes ist und im Rahmen der ÖPP-Verträge Optionen, beispielsweise zur Skalierung und zur Verlängerung der Vertragslaufzeit, festgelegt werden.

Im Hinblick auf die Ausgestaltung der ÖPP ist es weiterhin grundsätzlich positiv zu bewerten, dass das Nachfragerisiko für die Auftragnehmer (weitgehend) reduziert ist.<sup>431</sup> Fraglich ist, ob das Ausmaß der Übertragung des Nachfragerisikos im Zusammenhang mit den Potenzialen für Einnahmen ergänzend zu den Errichtungs- und Betreiberentgelte mit Vorteilen verbunden ist. Denn einerseits sind die positiven Wirkungen der davon ausgehenden Anreize für die ÖPP-Auftragnehmer mit den negativen Auswirkungen durch die entstehenden Unsicherheiten auf Seiten der Auftragnehmer abzuwägen. Andererseits sind die resultierenden Preissetzungsspielräume der ÖPP-Auftragnehmer bei dem Loszuschnitt zu berücksichtigen. Wenn die Vergütung der ÖPP-Auftragnehmer sich dagegen ausschließlich aus zentral festgelegten Entgelten ergeben würde, könnten beim Zuschnitt der Lose Synergiepotenziale – nicht zuletzt durch Dichteeffekte – in den Mittelpunkt gerückt werden. Grundsätzlich erscheint der Loszuschnitt mit fünf räumlich überlappenden Losen mit nachfragestärkeren und -schwächeren Standorten vor dem Hintergrund von Synergiepotenzialen und der im Rahmen der ÖPP-Verträge vorgesehenen Potenziale für zusätzliche Einnahmen der ÖPP-Verträge durchaus plausibel.

#### **FINANZIERUNG**

Es erscheint zunächst vorteilhaft zu sein, dass ergänzend zu Nutzerzahlungen im Rahmen des Infrastrukturentgelts gerade in der Markthochlaufphase auch von der Allgemeinheit der Abgabenzahler erhobene Mittel für die Finanzierung des Lkw-Schnellladnetzes eingesetzt werden.<sup>432</sup> Inwiefern die Ausgestaltung der Finanzflüsse und insbesondere auch der zeitlichen Vergütungsstruktur mit Vorteilen einhergeht, kann auf Grundlage der (Analyse-)Erkenntnisse nicht beurteilt werden. Insgesamt ist allerdings sehr zweifelhaft, ob eine stabile Bereitstellung der Finanzmittel für das Lkw-Schnellladnetz

---

<sup>429</sup> Vgl. dazu insbesondere die Überlegungen in Abschnitt 5.1 zur Differenzierung von Basis-Produkten vor dem Hintergrund der identifizierten Ladebedürfnisse, in Abschnitt 5.3.3 zur Nutzergruppensegmentierung, in Abschnitt 5.3.4 zu Prioritätsrechten und schließlich in Abschnitt 5.3.5 zu Reservierungen.

<sup>430</sup> Vgl. Abschnitt 7.1.1 und 6.1.1.1.2.3.

<sup>431</sup> Vgl. dazu Abschnitt 6.2.2.

<sup>432</sup> Vgl. dazu auch Abschnitt 7.1.2.

und für die Förderung von (weitgehend) privat bereitgestellte SN-LI gewährleistet ist, da kein langfristig durchdachtes stabiles Finanzierungsregime erkennbar ist.<sup>433</sup>

#### **NACHGELAGERTE KRITIK MIT BEZUG ZUM DURCHLEITUNGSMODELL**

Fragen zur Strombelieferung werden im Rahmen dieser Studie nicht vertieft betrachtet. Auf Basis der Diskussion zur Strombelieferung in Abschnitt 8.1.1 kann zwar nicht abschließend beurteilt werden, ob das verpflichtende Angebot des Durchleitungsmodells im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes mit Vorteilen einhergeht. Dennoch ist aufgrund der dargelegten Nachteile insbesondere die Prüfung potenzieller Alternativen neben weiteren Analysen zum Kosten-Nutzen-Verhältnis der Etablierung des Durchleitungsmodells zu empfehlen.

### **9.3 Fazit**

In diesem Kapitel sind der Status quo und aktuelle Entwicklungen vor dem Hintergrund der vorstehenden Analysen untersucht worden. Es ist gezeigt worden, dass die sich abzeichnende Organisations-Lösung in einigen Teilen mit der in Kapitel 7 skizzierten Organisations-Lösung für eine effektive und effiziente Bereitstellung von SN-LI korrespondiert. Einerseits übernimmt der Bund für einen bedeutenden Anteil der SN-LI mit dem Lkw-Schnellladenetz die Bereitstellungsverantwortung. Andererseits ist vorgesehen, dass das Lkw-Schnellladenetz durch (im Markthochlauf voraussichtlich in der Regel geförderte) private SN-LI ergänzt wird. Zweifelhaft ist allerdings, ob das in Kapitel 5 skizzierte Soll-Angebotskonzept in Grundzügen erreicht wird. Dies ist erstens darauf zurückzuführen, dass das Lkw-Schnellladenetz ausschließlich bundeseigene, direkt an den BAB angebundene Standorte umfasst. Daher könnte eine flächendeckende Bereitstellung von SN-LI bzw. die private Bereitstellung von SN-LI an nachfrageschwachen Standorten und mit einem Verfügbarkeitsniveau, das sich auf Basis der gesamtwirtschaftliche Perspektive ergibt, hohe staatliche Zuschüsse für private Anbieter voraussetzen. Zweitens ist fraglich, inwieweit die Vorgaben zur Kapazitätsvermarktung im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes in Kombination mit den (Preissetzungs-)Spielräumen für die (weitgehend) privat bereitgestellte SN-LI zu einer effizienten Produkt- und Preisgestaltung und damit speziell auch zur vorteilhaften Lenkung der Nutzer führen. Schließlich sind mit Bezug zum Lkw-Schnellladenetz Reformoptionen thematisiert worden. Zunächst ist zu kritisieren, dass die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen ausschließlich im Rahmen von ÖPP erfolgt. Ferner ist keinesfalls gewiss, dass der Nutzen der Vorgaben zur Kapazitätsvermarktung im Allgemeinen und des Durchleitungsmodells im Speziellen die hohen Kosten übersteigt, die sich nicht zuletzt im Zuge von Komplexität und Unsicherheit ergeben dürften.

---

<sup>433</sup> Die Relevanz von stabilen (öffentlichen) Finanzierungsregimen sowie denkbare Ausgestaltungsoptionen werden in VORWERK / BECKERS / RODI / ET AL. (2023) dargestellt.

## 10 Übergreifendes Fazit

In dieser Studie sind zum einen Fragen bezüglich der Ausgestaltung eines Soll-Angebotskonzepts für die SN-LI in Deutschland beleuchtet worden. Zum anderen ist die Ausgestaltung einer Organisations-Lösung für die Bereitstellung der SN-LI unter Rückgriff auf institutionenökonomische Erkenntnisse analysiert worden. Ferner sind im Kontext von Vereinfachungen im Rahmen der Studie weitere (Forschungs-)Themen angesprochen und die jeweiligen Implikationen auf die Erkenntnisse eingeschätzt worden. Weiterhin sind der Status quo und aktuelle Entwicklungen bezüglich der Bereitstellung von SN-LI dargestellt und vor dem Hintergrund der Erkenntnisse zum Soll-Angebotskonzept und zur Organisations-Lösung eingeordnet worden. Daran anknüpfend ist Kritik – insbesondere mit Bezug zur Ausgestaltung des Lkw-Schnellladenetzes des Bundes – geübt worden. Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse kurz zusammengefasst.

### **AUSGESTALTUNG EINES (SOLL-)ANGEBOTSKONZEPTS**

Wissen zu den Ladebedürfnissen und der Bedeutung einzelner Ladekonstellationen sowie zu den Kostenstrukturen der SN-LI liegt bereits auf zentraler Ebene vor. Es ist ferner davon auszugehen, dass diesbezügliches vertieftes Wissen grundsätzlich in relativ großem Umfang und zu relativ geringen Kosten zentral generiert werden kann. Trotz bestehender Unsicherheiten bezüglich der Kostenstrukturen und Ladekonstellationen, die sich zuletzt im Kontext von Technologieentwicklungen ergeben, ist vor dem Hintergrund der in Kapitel 2 und 3 dargestellten technisch-systemischen Grundlagen eine Differenzierung von Basis-Produkten zu empfehlen. Zunächst sollten im Zusammenhang mit den gesetzlichen Vorgaben für Lenk- und Ruhezeiten die Basis-Produkte *Block-45* und *Block-540* unterschieden werden. Ferner sollte ein Basis-Produkt *Sofort* zur Adressierung des akuten Bedürfnisses zum sofortigen Laden eingeführt werden. Ergänzend dürfte das Angebot eines Basis-Produkts, das der Befriedigung der Ladebedürfnisse dient, die nicht durch die anderen Basis-Produkte explizit adressiert werden, mit Vorteilen einhergehen. Die Rationalität zur Einführung weiterer Basis-Produkte sollte weiterführend untersucht werden.

Im Hinblick auf die Kapazitätsdimensionierung sind im Wesentlichen eine Flächendeckung und ein hohes Verfügbarkeitsniveau entscheidend, um Mobilitätsoptionen für die Transportunternehmen zu eröffnen und zu gewährleisten. Zur Beantwortung der Fragen, an welchen Standorttypen und in welchem Umfang die verschiedenen Basis-Produkte jeweils angeboten werden sollten, sind die relative Bedeutung der jeweiligen Ladekonstellationen, die Eigenschaften des Standorttyps und auch Synergiepotenziale bei der gemeinsamen technischen Umsetzung des Angebots verschiedener Basis-Produkte in einem Ladepark zu berücksichtigen. Die Basis-Produkte *Block-45* und *Sofort* sollten im Fall von Flächenknappheiten bevorzugt an den direkt an den BAB angebotenen Standorten angeboten werden. Das Basis-Produkt *Block-540* könnte dagegen – nicht zuletzt durch die höhere Verfügbarkeit von Flächen für komplementäre Angebote – insbesondere an indirekt an den BAB angebotenen Standorten attraktiv sein. Allerdings sprechen die sehr unterschiedlichen Nachfrageprofile von *Block-45* und *Block-540* für eine gemeinsame Umsetzung, um Synergiepotenziale zu realisieren.

Im Hinblick auf die Kapazitätsvermarktung sind Fragen zur Produkt- und Preisgestaltung vertieft betrachtet worden, während die Ausgestaltung von Vertriebskanälen nur am Rande betrachtet worden

ist. Mit Bezug zur Produkt- und Preisgestaltung ist dargelegt worden, dass zwischen zeitbezogenen Preiskomponenten zur Finanzierung und nutzungsbezogenen Preiskomponenten zur Lenkung unterschieden werden sollte. Es erscheint vorteilhaft zu sein, nutzungsbezogene Preiskomponenten mit Bezug zur Standzeit und zur geladenen Energiemenge zu etablieren. Ferner sollte sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Preisdifferenzierung im Kontext der Lenkungsziele erwogen werden. Angemerkt sei, dass eine integrierte Preisgestaltung über die Basis-Produkte und Standorttypen hinweg von hoher Bedeutung ist. Weiterhin dürfte es vor dem Hintergrund des Transitverkehrs in Deutschland geboten sein, Angebote mit kürzeren Gültigkeitszeiträumen und höheren zeitbezogenen Preisen zu schaffen. Asymmetrien hinsichtlich der Finanzierung zwischen SN- und SZ-LI könnten ebenfalls durch weitere Angebote im Zusammenhang einer Nutzergruppensegmentierung adressiert werden. Statt einer Erhöhung der Komplexität bei der Produkt- und Preisgestaltung sollte allerdings auch die Gestaltung eines integrierten Finanzierungsregimes für SN- und SZ-LI beleuchtet werden. Um Knappheiten von bestimmten Basis-Produkten (an bestimmten Standorttypen) effizient zu adressieren, könnte ferner die Einführung von Prioritätsrechten vorteilhaft sein. Da die Gestaltung von Prioritätsrechten stets auf Annahmen zum Verhalten der Nutzer mit Prioritätsrechten basiert, sind Unsicherheiten und resultierende Ineffizienzen unvermeidbar. Mit der Einführung von Reservierungen könnten weitere Informationen von den Nutzern eingeholt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Gestaltung von Prioritätsrechten und Reservierungsoptionen im Rahmen dieser Studie nicht umfassend untersucht werden konnten. Vielmehr sind wesentliche Ausgestaltungsfragen aufgezeigt worden. Insgesamt bleiben mit Bezug zur Kapazitätsdimensionierung und insbesondere zur -vermarktung einige Fragen offen. Anknüpfend an die Analysen in dieser Studie sind (gerade auch empirische) Untersuchungen vor allem mit Bezug zur Dynamik der Preisdifferenzierung sowie zur Gestaltung von Prioritätsrechten und Reservierungsoptionen zu empfehlen. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass vertiefte Analysen mit dem Markthochlauf an Bedeutung gewinnen. Denn im Markthochlauf sollten die Kapazitäten grundsätzlich so dimensioniert werden, dass auf eine komplex ausgestaltete Lenkung verzichtet werden kann, da eine „vorausgehende“ Kapazitätsdimensionierung mit relativ geringen Kosten verbunden sein dürfte.

#### **AUSGESTALTUNG EINER ORGANISATIONS-LÖSUNG**

Eine Basisversorgung der SN-LI sollte stets in staatlicher Bereitstellungsverantwortung liegen. Daher sollte die SN-LI grundsätzlich durch eine Bundesgesellschaft bereitgestellt werden, von deren Etablierung im Rahmen dieser Studie ausgegangen worden ist. Eine ergänzende (weitgehend) private Bereitstellung könnte insbesondere für das Basis-Produkt *Block-540* mit Vorteilen einhergehen. Der Umfang der (weitgehend) privat bereitgestellten SN-LI sollte sich nicht zuletzt in Abhängigkeit des damit verbundenen Förderbedarfs ergeben. Es ist ferner zu beachten, dass Optionen zum Nachjustieren der Organisations-Lösung von hoher Bedeutung sein dürften, um Wissenszuwächse bei der Bundesgesellschaft – ohne Inkaufnahme von hohen Kosten – berücksichtigen zu können. Unabhängig vom Umfang der privaten Aktivitäten sollte die Bundesgesellschaft die Bereitstellung der SN-LI vollständig auf den bundeseigenen, direkt an den BAB angebotenen Standorten übernehmen und auch jenseits dieses Standorttyps SN-LI bereitstellen, um eine flächendeckende Basisversorgung zu gewährleisten. Das erforderliche Engagement der Bundesgesellschaft an indirekt an den BAB

angebundenen Standorten könnte verhältnismäßig gering sein, da zu erwarten ist, dass dieser Standorttyp besonders attraktiv für die private Bereitstellung von SN-LI ist.

Für die Umsetzung der Bereitstellungsentscheidungen wird die Bundesgesellschaft stets Private einbeziehen. Dabei ist es zu empfehlen, dass die Bundesgesellschaft die Bereitstellungsentscheidungen nicht ausschließlich im Rahmen von ÖPP umsetzt. Der ÖPP-Ansatz kann einerseits geeignet sein, wenn – gerade zu Beginn – Wissensdefizite bei der Bundesgesellschaft, den Rückgriff auf die KBV erschweren. Andererseits sollte der ÖPP-Ansatz partiell auch dann in Betracht gezogen werden, wenn einerseits die langfristige Flächensicherung kurzfristig nicht in ausreichendem Umfang oder nur zu sehr hohen Kosten für die Bundesgesellschaft möglich ist und andererseits gebündelte ÖPP, die neben der Errichtung und dem technischen Betrieb der SN-LI auch die Zurverfügungstellung der Fläche umfassen, mit verhältnismäßig geringen Kosten verbunden sind. Zur Adressierung von Herausforderungen bei der Flächensicherung sollte allerdings auch die Etablierung gesetzlicher Regelungen in Erwägung gezogen werden. Schließlich ist von Beginn an zu empfehlen, dass die Bundesgesellschaft zur Wissensgenerierung stets für einen Teil der SN-LI auf den KBV-Ansatz zurückgreift.

Im Rahmen der Analysen zu Organisations-Lösungen sind einige Fragen unbeantwortet geblieben. Die Ausgestaltung des staatlichen Engagements im Hinblick auf Förderung und Regulierung mit Bezug zur (weitgehend) privat bereitgestellten SN-LI sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Ebenso sind Finanzierungsfragen im Rahmen dieser Studie zwar angesprochen, aber nicht umfassend beleuchtet worden. Es ist dargelegt worden, dass im Markthochlauf die Kosten nicht ausschließlich durch Nutzerzahlungen gedeckt werden sollten und der Rückgriff auf Haushaltsmittel zu empfehlen sein dürfte. Ferner ist aufgezeigt worden, dass die Ausgaben für die durch die Bundesgesellschaft bereitgestellten SN-LI und für finanzielle Zuschüsse für durch Private bereitgestellte SN- oder SZ-LI übergreifend betrachtet werden sollten. Es ist somit zu empfehlen, anknüpfend an die Überlegungen in dieser Studie die Ausgestaltung eines integrierten stabilen Finanzierungsregimes näher zu beleuchten.

***WEITERE (FORSCHUNGS-)THEMEN IM KONTEXT VON VEREINFACHUNGEN BEI DEN VORSTEHENDEN ANALYSEN UND IMPLIKATIONEN VON WISSENSZUWÄCHSEN AUF DIE ANALYSEERKENNTNISSE***

Zudem sind im Kontext von Vereinfachungen in dieser Studie weitere (Forschungs-)Themen angesprochen worden. Dies betrifft Fragen zur Ausgestaltung der Strombelieferung und zum Zusammenspiel der Bereitstellung von SN-LI und der Bereitstellung von SZ-LI, Pkw-Ladeinfrastruktur, Linien-Oberleitungs-Ladeinfrastruktur und Batteriewechselsystemen. Ferner werden auch Interdependenzen zwischen der Bereitstellung der SN-LI und der Dimensionierung der Batterien der B-Lkw thematisiert. In weiteren Untersuchungen sollten zum einen die Implikationen der Vereinfachungen auf das Soll-Angebotskonzept weiterführend erforscht werden. Zum anderen sollte die Einschätzung validiert werden, dass weitere Untersuchungen zu den (Forschungs-)Themen nicht dazu führen dürften, dass die relative Eignung der skizzierten Organisations-Lösung signifikant abnimmt.

**EINORDNUNG DES STATUS QUO UND KRITIK**

Der Status quo und aktuelle Entwicklungen korrespondieren zwar auf der einen Seite in einigen Aspekten mit der in Kapitel 7 erarbeiteten Organisations-Lösung, auf der anderen Seite sind einige Aspekte aber äußerst kritisch zu beurteilen. Zunächst wird aktuell keine flächendeckende Bereitstellung der SN-LI gewährleistet. Daher sollte das staatliche Engagement – u. U. auch im Rahmen des Lkw-Schnellladenetz – auf Standorte abseits der direkt an den BAB angebundenen Standorte ausgeweitet werden. Dies ist insbesondere erforderlich, da nicht zu erwarten ist, dass Private auch an nachfrageschwachen Standorten SN-LI effektiv und effizient bereitstellen werden. Ferner sind vor dem Hintergrund der aktuellen Vorgaben zur Kapazitätsvermarktung im Rahmen des Lkw-Schnellladenetzes Ineffizienzen keineswegs auszuschließen. Daher sollten Reformoptionen, die ein tiefergehendes staatliches Engagement mit Bezug zu den Bereitstellungsentscheidungen ermöglichen, näher beleuchtet werden.

## Literatur

- ACEA / Eurelectric (2025):** Decarbonising heavy-duty road transport. The role of grids; Joint policy recommendations, Brüssel, zuletzt abgerufen im Internet am 17.04.2025 unter <https://www.eurelectric.org/publications/acea-eurelectric-joint-policy-recommendations-decarbonisation-heavy-duty-road-transport-the-role-of-grids/>.
- Agora Verkehrswende (2024):** Netzanschluss für den Straßenverkehr. Herausforderungen und Empfehlungen für eine schnelle und kosteneffiziente Integration von Ladeinfrastruktur in das Stromnetz; Politikpapier, zuletzt abgerufen im Internet am 10.11.2024 unter [https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2024/Stromnetze\\_Ladeinfrastruktur/113\\_Stromnetze\\_Ladeinfrastruktur.pdf](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2024/Stromnetze_Ladeinfrastruktur/113_Stromnetze_Ladeinfrastruktur.pdf).
- Agora Verkehrswende in Kooperation mit Transport and Environment (2022):** Elektro-Lkw schneller auf die Straße bringen; Schlussfolgerungen auf Basis der TNO-Studie „Techno-economic uptake potential of zero-emission trucks in Europe“, zuletzt abgerufen im Internet am 01.02.2023 unter [https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Veranstaltungen/2022/Elektrische-Lkw/Elektro-Lkw\\_Agora-Schlussfolgerungen\\_20221012.pdf](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Veranstaltungen/2022/Elektrische-Lkw/Elektro-Lkw_Agora-Schlussfolgerungen_20221012.pdf).
- Autobahn GmbH des Bundes (2024a):** Planung, Errichtung und Betrieb von öffentlich zugänglicher Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw auf unbewirtschafteten Rastanlagen an den Bundesautobahnen in der Bundesrepublik Deutschland. Anlage 7. Eckpunkte der technischen Anforderungen an die Ladeinfrastruktur [vorläufiger Stand]; Az.: 2024-10168, zuletzt abgerufen im Internet am 18.10.2024 unter [https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=\\_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6](https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6)
- Autobahn GmbH des Bundes (2024b):** Vertrag über Planung, Errichtung und Betrieb von öffentlich zugänglicher Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw auf unbewirtschafteten Rastanlagen an der Bundesautobahn in der Bundesrepublik Deutschland [vorläufiger Stand]; Az.: 2024-10168, zuletzt abgerufen im Internet am 18.10.2024 unter [https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=\\_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6](https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6).
- Autobahn GmbH des Bundes (2024c):** Planung, Errichtung und Betrieb von öffentlich zugänglicher Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw auf unbewirtschafteten Rastanlagen an der Bundesautobahn in der Bundesrepublik Deutschland. Anlage 4. Karte zur Losaufteilung in der Ausschreibung [vorläufiger Stand]; Az.: 2024-10168, zuletzt abgerufen im Internet am 18.10.2024 unter [https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=\\_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6](https://vergabe.autobahn.de/NetServer/TenderingProcedureDetails?function=_Details&TenderOID=54321-Tender-191b7b979e6-5c100aaad3a776e6).

- Beckers, T. / Bieschke, N. (2021):** Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw - Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-) ökonomischer Erkenntnisse; im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“ erstellte Kurzstudie, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2021/beckers\\_bieschke\\_2021-bereitstellung\\_lade-infrastruktur\\_batterie-elektrische-lkw\\_kurzgutachten-v101\\_2021-maerz.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2021/beckers_bieschke_2021-bereitstellung_lade-infrastruktur_batterie-elektrische-lkw_kurzgutachten-v101_2021-maerz.pdf); auch erschienen in der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2021/3, S. 140-182.
- Beckers, T. / Gizzi, F. (2019):** Die Bereitstellung von (Basis-)Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität im öffentlichen Straßenraum. Eine ökonomische Analyse; Kurzstudie im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVi) beauftragten Projekts „Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen“, zuletzt abgerufen im Internet am 11.04.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2019/beckers\\_gizzi\\_2019-bereitstellung\\_von\\_basis-ladeinfrastruktur\\_fuer\\_die\\_e-mobilitaet\\_im\\_oeffentlichen\\_strassenraum.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2019/beckers_gizzi_2019-bereitstellung_von_basis-ladeinfrastruktur_fuer_die_e-mobilitaet_im_oeffentlichen_strassenraum.pdf).
- Beckers, T. / Gizzi, F. / Hermes, G. / Weiß, H. (2019):** Die Bereitstellung der Schnellladeinfrastruktur für die Elektromobilität in Deutschland. Eine ökonomisch-juristische Analyse zentraler Fragestellungen und alternativer Organisationsmodelle; am Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVi) beauftragten Projektes „Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen“ erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 06.05.2024 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2019/beckers\\_et\\_al\\_2019-bereitstellung\\_der\\_schnell-ladeinfrastruktur\\_fuer\\_die\\_elektromobilitaet\\_in\\_deutschland.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2019/beckers_et_al_2019-bereitstellung_der_schnell-ladeinfrastruktur_fuer_die_elektromobilitaet_in_deutschland.pdf).

**Beckers, T. / Jöhrens, J. / Hermes, G. / Bieschke, N. (2021):** Bereitstellung und Finanzierung von Oberleitungs-Infrastruktur für elektrisch angetriebene Lkw - Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)ökonomischer Erkenntnisse; im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“ erstelle Kurzstudie, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2021/beckers\\_et\\_al\\_2021-bereitstellung\\_oberleitungsinfrastruktur\\_kurzgutachten-v101\\_2021-maerz.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2021/beckers_et_al_2021-bereitstellung_oberleitungsinfrastruktur_kurzgutachten-v101_2021-maerz.pdf); gemeinsam mit Carolin Grüter aktualisiert erschienen in der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2022/1, S. 27-55.

**Beckers, T. / Leister, H. / Kai, L. / Vorwerk, L. / Pfaff, H. (2025):** Die (Re-)Organisation des Schienenpersonenfernverkehrs (SPFV) in Deutschland. Eine (institutionen-)ökonomische Analyse alternativer Organisations-Lösungen für den deutschen SPFV unter Berücksichtigung des verfassungs- und unionsrechtlichen Rahmens; im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Projekts „SPFV-Orga“ („Ökonomisch-juristische Analysen zur (Re-)Organisation des deutschen Schienenpersonenfernverkehrs“) erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2025/beckers\\_et\\_al\\_2025-die\\_re-organisation\\_des\\_spfv\\_in\\_deutschland.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2025/beckers_et_al_2025-die_re-organisation_des_spfv_in_deutschland.pdf).

**Beckers, T. / Ryndin, A. / Weiß, H. (2019):** Eine Analyse der Wirtschaftlichkeit der Privatisierung von Toll Collect und der Lkw-Mauterhebung nach dem ÖPP-Ansatz auf Basis der Institutionenökonomik; im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen erstelltes Kurzgutachten, zuletzt abgerufen am 14.12.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2018/beckers\\_ryndin\\_weiss\\_2018-kurzgutachten\\_toll-collect\\_privatisierung\\_oepp.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2018/beckers_ryndin_weiss_2018-kurzgutachten_toll-collect_privatisierung_oepp.pdf); auch erschienen in der Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2019/01, S. 48-91.

**Biermann, K. / Helms, H. / Münter, D. / Liebich, A. / Pelzeter, J. / Kämper, C. – Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) (2024):** Analyse der Umweltbilanz von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben oder Kraftstoffen auf dem Weg zu einem treibhausgasneutralen Verkehr; Endbericht, Dessau-Roßlau, zuletzt abgerufen im Internet am 05.06.2025 unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/13\\_2024\\_text\\_e\\_analyse\\_der\\_umweltbilanz\\_von\\_kraftfahrzeugen\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/13_2024_text_e_analyse_der_umweltbilanz_von_kraftfahrzeugen_0.pdf).

**Bieschke, N. (2026):** Kapazitätsauslegung und -allokation bei Stromverteilnetzen im Kontext der Sektorkopplung und neuer Lasten. Eine (institutionen-)ökonomische Analyse; Dissertation, Technische Universität Berlin.

- Bieschke, N. / Beckers, T. / Vorwerk, L. (2023):** Stellungnahme zum Eckpunktepapier „Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach § 14 a EnWG“ der Bundesnetzagentur; Weimar, zuletzt abgerufen im Internet am 21.06.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2023/2023\\_07\\_27-stellungnahme\\_iwm\\_zu\\_aenderungsvorschlaegen\\_14a-eckpunktepapier\\_bnetza.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2023/2023_07_27-stellungnahme_iwm_zu_aenderungsvorschlaegen_14a-eckpunktepapier_bnetza.pdf).
- Bundesamt für Güterverkehr (BAG) (2020):** Struktur der Unternehmen des gewerblichen Güterkraftverkehrs und des Werkverkehrs; Band USTAT 19, zuletzt abgerufen im Internet am 07.05.2025 unter [https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Unternehmen/Ustat/Ustat\\_2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Unternehmen/Ustat/Ustat_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2).
- Bundesamt für Güterverkehr (BAG) (2021):** Mautstatistik. Jahrestabellen 2020; Köln, zuletzt abgerufen im Internet am 24.03.2025 unter [https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Lkw-Maut/Jahrestab\\_19\\_20.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.balm.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Lkw-Maut/Jahrestab_19_20.pdf?__blob=publicationFile&v=1).
- Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) (2025):** Maut-Jahresstatistik 2024; zuletzt abgerufen im Internet am 25.03.2025 unter [https://www.balm.bund.de/DE/Service/Open-Data/Mautdaten-Tabellenwerk/Tabellenwerk\\_node.html](https://www.balm.bund.de/DE/Service/Open-Data/Mautdaten-Tabellenwerk/Tabellenwerk_node.html).
- Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) / Toll Collect GmbH (2024):** Report: Mautnetz und Lkw-Verkehr. 1. Halbjahr 2024; zuletzt abgerufen im Internet am 24.03.2025 unter <https://company.toll-collect.de/static/media/dokumente/mautnetz-und-lkw-verkehr/mautnetz-und-lkw-verkehr-1-halbjahr-2024.pdf>.
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2022):** Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung; Berlin, zuletzt abgerufen im Internet am 26.05.2025 unter [https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur-2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur-2.pdf?__blob=publicationFile).
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2024):** Segment: Nebenanlagen / Anlagen des ruhenden Verkehrs; Anweisung StraßeninformationsBank (ASB). Version 2.05, zuletzt abgerufen im Internet am 02.06.2025 unter [https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Verkehrstechnik/Downloads/B07-Nebenanlagen-Anlagen\\_des\\_ruhenden\\_Verkehrs.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Verkehrstechnik/Downloads/B07-Nebenanlagen-Anlagen_des_ruhenden_Verkehrs.pdf?__blob=publicationFile&v=6).
- Bundesministerium für Verkehr (BMV) (2025):** Masterplan Ladeinfrastruktur 2030; zuletzt abgerufen im Internet am 23.10.2025 unter [https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf?__blob=publicationFile).
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVi) (2021):** Das Deutschlandnetz. Konzept der Ausschreibung von 1.000 Schnelladestandorten auf Grundlage des Schnellladegesetzes; zuletzt abgerufen im Internet am 12.09.2025 unter <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2021/06/Konzept-Ausschreibung-1000-Schnelladestandorte-1.pdf>.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2024):** Strommarktdesign der Zukunft. Optionen für ein sicheres, bezahlbares und nachhaltiges Stromsystem; Berlin, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20240801-strommarktdesign-der-zukunft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=18](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20240801-strommarktdesign-der-zukunft.pdf?__blob=publicationFile&v=18).

**Bundesnetzagentur / Bundeskartellamt (2023):** Monitoringbericht 2023 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3 GWB; Bonn, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter <https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Monitoringberichte/MonitoringberichtEnergie2023.pdf>.

**Bundesregierung (2024a):** Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Dirk Spaniel, Wolfgang Wiehle, Dirk Brandes, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD; Drucksache 20/13456, zuletzt abgerufen im Internet am 21.11.2024 unter <https://dserver.bundestag.de/btd/20/134/2013456.pdf>.

**Bundesregierung (2024b):** Nationaler Strategierahmen über den Aufbau von Infrastruktur für alternative Kraftstoffe gemäß Artikel 14 der Verordnung (EU) 2023/1804 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU; Entwurf. Stand: November 2024, zuletzt abgerufen im Internet am 08.11.2025 unter <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/nsr-entwurf-nationaler-strategierahmen.html>.

**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Autobahn GmbH des Bundes (2024):** Planung, Errichtung und Betrieb von öffentlich zugänglicher Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw an unbewirtschafteten Rastanlagen entlang der Bundesautobahnen in der Bundesrepublik Deutschland (Lkw-Schnelladenetz an unbewirtschafteten Rastanlagen); Projektexposé, zuletzt abgerufen im Internet am 12.09.2024 unter [https://www.autobahn.de/storage/user\\_upload/qbank/Projektexpose\\_Ausschreibung\\_LKW-Schnellladenetz\\_unbewirtschaftete\\_Rastanlagen.pdf](https://www.autobahn.de/storage/user_upload/qbank/Projektexpose_Ausschreibung_LKW-Schnellladenetz_unbewirtschaftete_Rastanlagen.pdf).

**Bundesverband Spedition und Logistik (DSLVL) (2021):** Stückgutlogistik in Deutschland. Studie zu Prozessen, Marktvolumen, Herausforderungen und Zukunftsentwicklungen eines logistischen Spezialsegments; zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.dslv.org/fileadmin/Redaktion/PDFs/07\\_Publikationen/DSLVL\\_Studie\\_Stueckgutlogistik\\_2021-08-24.pdf](https://www.dslv.org/fileadmin/Redaktion/PDFs/07_Publikationen/DSLVL_Studie_Stueckgutlogistik_2021-08-24.pdf).

**Burges, K. / Kippelt, S. (2021):** Grid-related challenges of high-power and megawatt charging stations for battery-electric long-haul trucks; im Auftrag von Transport & Environment erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 16.08.2024 unter [https://www.transportenvironment.org/uploads/files/2022\\_01\\_TE\\_grid\\_integration\\_long\\_haul\\_truck\\_charging\\_study\\_final.pdf](https://www.transportenvironment.org/uploads/files/2022_01_TE_grid_integration_long_haul_truck_charging_study_final.pdf).

**CDU / CSU / SPD (2025):** Verantwortung für Deutschland. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages; Berlin, zuletzt abgerufen im Internet am 04.06.2025 unter [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag2025\\_bf.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag2025_bf.pdf).

- CharIN (2022):** Megawatt Charging System (MCS). Recommendations and requirements for MCS related standards bodies and solution suppliers; CharIN Whitepaper, zuletzt abgerufen im Internet am 14.11.2024 unter [https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/c708ba3361-1670238823/whitepaper\\_megawatt\\_charging\\_system\\_1.0.pdf](https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/c708ba3361-1670238823/whitepaper_megawatt_charging_system_1.0.pdf).
- Consentec GmbH (2024):** Operative Umsetzung einer bundesweiten Vereinheitlichung der Verteilnetzentgelte; Gutachten, zuletzt abgerufen im Internet am 31.03.2025 unter [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1\\_GZ/BK8-GZ/2024/2024\\_4-Stelle/r/BK8-24-0001/Stellungnahmen\\_zum\\_Festlegungsentwurf/Consentec\\_Stellungnahme.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK8-GZ/2024/2024_4-Stelle/r/BK8-24-0001/Stellungnahmen_zum_Festlegungsentwurf/Consentec_Stellungnahme.pdf?__blob=publicationFile&v=2).
- Der Spiegel (2024):** „E.on und MAN planen europaweites Ladenetz für E-Lkw“; Zeitungsartikel erschienen am 17.09.2024, zuletzt abgerufen im Internet am 16.04.2025 unter <https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/elektromobilitaet-e-on-und-man-planen-europaweites-ladenetz-fuer-e-lkw-a-5c798bd3-ee80-4530-a019-924e70c7a219>.
- Deutsche Bundesbank (2020):** Saisonbereinigung des täglichen Lkw-Maut-Fahrleistungsindex; zuletzt abgerufen im Internet am 26.03.2025 unter <https://www.bundesbank.de/resource/blob/831064/57226f178d354f23d768b1e5bd546d40/472B63F073F071307366337C94F8C870/lkw-maut-fahrleistungsindex-data.pdf>.
- Deutscher Bundestag (2021):** Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten der Fraktion DIE LINKE. Privatisierte Autobahnraststätten der Tank & Rast; Drucksache 19/30154, zuletzt abgerufen im Internet am 30.03.2025 unter <https://dserver.bundestag.de/btd/19/301/1930154.pdf>.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) / Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) / Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2023):** Verkehr in Zahlen 2023/2024; 52. Jahrgang, Flensburg, zuletzt abgerufen im Internet am 24.03.2025 unter [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/verkehr-in-zahlen23-24-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/verkehr-in-zahlen23-24-pdf.pdf?__blob=publicationFile).
- Dimanchev, E. / Fleten, S.-E. / MacKenzie, D. / Korpås, M. (2023):** Accelerating electric vehicle charging investments: A real options approach to policy design; in: Energy Policy, Bd. 181, S. 113703.
- DKV Mobility (2024):** Wie schaffe ich Versorgungssicherheit für meine elektrische Nutzfahrzeugflotte? Einstieg in das Laden von Flotten & Nutzfahrzeugen von AC bis HPC; zuletzt abgerufen im Internet am 21.03.2025 unter <https://www.dkv-mobility.com/assets/documents/elektromobilit%C3%A4t/whitepaper-die-zukunft-f%C3%A4hrt-elektisch.pdf>.
- Endo, C. / Kaufmann, T. / Schmuch, R. / Thielmann, A. (2024):** Benchmarking International Battery Policies. A cross analysis of international public battery strategies focusing on Germany, EU, USA, South Korea, Japan and China; von der Fraunhofer-Gesellschaft erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 28.05.2025 unter <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/75cff61b-7d2c-463c-bbf0-ffc28a5a4d82/content>.

- Erdkönig, C. (2024):** „Stellplätze fehlen: Situation für Lkw-Fahrer in BW bleibt angespannt“; Zeitungsartikel erschienen in: SWR aktuell (23.06.2024), zuletzt abgerufen im Internet am 03.06.2025 unter <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/lkw-parkplaetze-fehlen-bw-bundesstrassen-wild-parken-100.html>.
- Europäische Kommission (2021):** Impact Assessment accompanying the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the deployment of alternative fuels infrastructure; SWD(2021) 631 final. Part 1/2, Brüssel, zuletzt abgerufen im Internet am 30.05.2024 unter [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0aacf271-e576-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0aacf271-e576-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF).
- Europäische Kommission (2023):** Fragen und Antworten zu Gewichten und Abmessungen: neuer Vorschlag zur Beschleunigung der Einführung emissionsfreier schwerer Nutzfahrzeuge und zur Förderung des intermodalen Verkehrs; Straßburg, zuletzt abgerufen im Internet am 31.03.2025 unter [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/qanda\\_23\\_3770/QA\\_NDA\\_23\\_3770\\_DE.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/qanda_23_3770/QA_NDA_23_3770_DE.pdf).
- Gizzi, F. (2016):** Implementierung komplexer Systemgüter – Ein methodischer Ansatz für ökonomische Untersuchungen und seine Anwendung auf Verkehrstelematiksysteme für die Straße; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Göbel, E. (2002):** Neue Institutionenökonomik: Konzeption und betriebswirtschaftliche Anwendungen; Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Göckeler, K. / Heinzelmann, J. / Hacker, F. / Ziegler, L. / Lesemann, L. / Bernecker, T. (2022):** Anforderungen der Logistikbranche an einen Umstieg auf klimaschonende Fahrzeugtechnologien. Ergebnisbericht einer standardisierten Befragung; Zweiter Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens „Strategie für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs“ (StratES), zuletzt abgerufen im Internet am 30.05.2025 unter [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Teilbericht\\_2-Befragung\\_Logistikbranche.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratES-Teilbericht_2-Befragung_Logistikbranche.pdf).
- Göckeler, K. / Steinbach, I. / Görz, W. K. / Hacker, F. / Blanck, R. / Mottschall, M. (2023):** Szenarien für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs; Studie auf Basis von Markthochlaufmodellierungen, Dritter Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens „Strategie für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs“ (StratES), zuletzt abgerufen im Internet am 30.05.2025 unter <https://www.oeko.de/publikation/strates-szenarien-fuer-die-elektrifizierung-des-strassengueterverkehrs/>.

- Grüter, C. / Beckers, T. / Lehmann, M. / Jäkel, K. / Bieschke, N. / Pfaff, H. (2025):** Technologieoptionen für den klimaneutralen Straßengüterverkehr. Gesamtwirtschaftliche Rationalität, Kombinationsoptionen und kurzfristige Handlungsempfehlungen aus entscheidungstheoretischer Sicht; im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) beauftragten Projektes „Elektrischer Straßengüterverkehr mit Oberleitungen und Batterien: Rationalität, Kombinationen und Institutionendesign“ (ESOB-RKI), zuletzt abgerufen im Internet am 22.02.2026 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2025/grueter\\_et\\_al\\_2025-technologieoptionen\\_fuer\\_den\\_klimaneutralen\\_sgv-v452\\_17-08-2025.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2025/grueter_et_al_2025-technologieoptionen_fuer_den_klimaneutralen_sgv-v452_17-08-2025.pdf).
- Hacker, F. / Bernecker, T. / Speiser, J. / Röckle, F. / Schubert, M. / Nebauer, G. / Blanck, R. / Görz, W. (2020):** Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge; Endbericht zum vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Projekt, zuletzt abgerufen im Internet am 14.06.2023 unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Endbericht.pdf>.
- Hacker, F. / Gnann, T. / Le Corguillé, J. / Stephan, A. / Kappler, L. / Mottschall, M. / Plötz, P. (2025):** Truck depot charging.; Final report for Transport and Environment, Karlsruhe, Berlin, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.transportenvironment.org/uploads/files/TE\\_truck-depot-charging\\_final-report.pdf](https://www.transportenvironment.org/uploads/files/TE_truck-depot-charging_final-report.pdf).
- Hacker, F. / Le Corguillé, J. / Göckeler, K. / Minnich, L. / Ziegler, L. / Dolinga, T. (2024):** Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen und Aufbau von Ladeinfrastruktur. Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen aus Sicht von Nutzfahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturexperten; 1. Teilbericht des Forschungsvorhabens ELV LIVE, zuletzt abgerufen im Internet am 30.05.2024 unter <https://www.oeko.de/publikation/elektrifizierung-von-schweren-nutzfahrzeugen-und-aufbau-von-ladeinfrastruktur-entwicklungsperspektiven-und-handlungsempfehlungen-aus-sicht-von-nutzfahrzeugherstellern-und-ladeinfrastrukturexperten/>.
- Hagenmaier, M. / Bert, J. / Ritz, S. / Heuer, J. / Lucae, S. – Boston Consulting Group und EcoG (2024):** EV Charging. Will Modular Architecture be the holy grail?; zuletzt abgerufen im Internet am 23.03.2025 unter <https://media-publications.bcg.com/BCG-EcoG-EV-Charging-Will-Modular-Architecture-be-the-Holy-Grail.pdf>.
- Hasselwander, S. (2025):** Prospects for Next-Generation Battery Technologies in the German Passenger Vehicle Market; in: Heintzel, A. (Hrsg.), Antriebe und Energiesysteme von morgen 2024, Proceedings, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 123–139.
- Hasselwander, S. / Meyer, M. / Österle, I. (2023):** Techno-Economic Analysis of Different Battery Cell Chemistries for the Passenger Vehicle Market; in: Batteries, Bd. 9, Nr. 7.
- Hayek, F. A. von (1945):** The Use of Knowledge in Society; in: American Economic Review, Bd. 35, Nr. 4, S. 519–530.

- Hecht, C. / Figgenger, J. / Sauer, D. U. (2024):** Lade- und Ladeinfrastruktur-Technologie; in: Kampker, A. / Heimes, H. H. (Hrsg.), Elektromobilität, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 453–465.
- Hermes, G. (2026):** Die Bereitstellung öffentlicher Basis-Ladeinfrastruktur für E-Lkw in der Bundesrepublik Deutschland – Verfassungsrechtliche Rahmenbedingungen; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, demnächst abrufbar im Internet unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026\\_hola/hermes\\_2026-bereitstellung\\_oeff-basis-ladeinfrastruktur-fuer-e-lkw-in-deutschland-verfassungsrechtlicher-rahmen.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026_hola/hermes_2026-bereitstellung_oeff-basis-ladeinfrastruktur-fuer-e-lkw-in-deutschland-verfassungsrechtlicher-rahmen.pdf).
- Hildebrandt, J. (2016):** Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung idealtypischer Ladebedarfe – Eine institutionenökonomische Analyse; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Honsel, G. (2024):** „Strom für E-Lastwagen. Ladesystem ist fertig - doch ein Problem gibt es noch“; Zeitungsartikel erschienen in: t3n digital pioneers (01.10.2024), zuletzt abgerufen im Internet am 31.03.2025 unter <https://t3n.de/news/strom-fuer-e-lastwagen-ladesystem-ist-fertig-doch-ein-problem-gibt-es-noch-1649062/>.
- Huchzermeier, A. / Hellermann, R. (2002):** Lufthansa Cargo AG. Capacity Reservation and Dynamic Pricing; Case Study. Reference no 602-029-1. The Case Centre.
- Irzik, M. / Habermann, M. / Löhe, U. / Treichel, H. – Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2019):** Lkw-Parksituation im Umfeld der BAB 2018. Bundesweite Erhebung der Lkw-Parksituation an und auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden; Bergisch Gladbach, zuletzt abgerufen im Internet am 16.08.2024 unter [https://www.bast.de/DE/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Verkehrstechnik/Downloads/lkw-parksituation-2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bast.de/DE/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Verkehrstechnik/Downloads/lkw-parksituation-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=4).
- Jensen, M. C. / Meckling, W. H. (1995):** SPECIFIC AND GENERAL KNOWLEDGE, AND ORGANIZATIONAL STRUCTURE; in: Journal of Applied Corporate Finance, Bd. 8, Nr. 2, S. 4–18.
- Kasten, P. / Minnich, L. / Randrianarisoa, J. / Ritter, D. / Vogel, M. / Dünzen, K. / Just, L. / Novirdoust, A. / Diers, H. / Niesler, N. / Fabianek, P. (2022):** Szenarien und regulatorische Herausforderungen für den Aufbau der Ladeinfrastruktur für elektrische Pkw und Lkw; im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kopernikus-Forschungsprojekts „ENSURE – Neue EnergieNetzStrukturEn für die Energiewende“ entstandene Veröffentlichung, zuletzt abgerufen im Internet am 30.05.2024 unter [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ENSURE-II\\_Ladeinfrastruktur.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ENSURE-II_Ladeinfrastruktur.pdf).

- Kippelt, S. / Probst, F. / Greve, M. / Burges, K. (2022):** Einfach laden an Rastanlagen. Auslegung des Netzanschlusses für E-Lkw-Lade-Hubs; Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur unter dem Dach der NOW GmbH (Hrsg.), zuletzt abgerufen im Internet am 14.06.2023 unter [https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2022/09/Leitstelle\\_LKW-Netzstudie.pdf](https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2022/09/Leitstelle_LKW-Netzstudie.pdf).
- Klatt, J. P. (2011):** Eine institutionenökonomische Analyse von Finanzierungslösungen für die Bundesfernstraßen; 1. Aufl, Wettbewerb und Regulierung von Märkten und Unternehmen, Nr. 15, Baden-Baden: Nomos.
- Knieps, G. (2007):** Netzökonomie - Grundlagen - Strategien - Wettbewerbspolitik; Wiesbaden: Gabler.
- KRAVAG Truck Parking (2021):** Eine Bestandsaufnahme zum Lkw-Parkplatzmangel. Welche Auswirkungen der Parkplatzmangel im Alltag von Fahrern und Unternehmern hat und wie staatliche sowie private Initiativen gemeinsam zu einer Lösung beitragen können.; White Paper, zuletzt abgerufen im Internet am 21.11.2024 unter <https://www.verkehrsrundschau.de/downloadfile/2879304/mangel-lkw-parkplaetze-whitepaper.pdf>.
- Kreft, T. (2019):** Institutionenökonomische Untersuchungen zum Angebot von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Maibach, W. / Tacke, A. / Kießig, M. – PTV Transport Consult GmbH (2017):** Wirtschaftlichkeitsbewertung besonderer Parkverfahren zur Lkw-Parkkapazitätserhöhung an BAB; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Heft V 294, Karlsruhe, zuletzt abgerufen im Internet am 28.04.2025 unter [https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1849/file/V294\\_Anhang.pdf](https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1849/file/V294_Anhang.pdf).
- Mareev, I. / Becker, J. / Sauer, D. (2017):** Battery Dimensioning and Life Cycle Costs Analysis for a Heavy-Duty Truck Considering the Requirements of Long-Haul Transportation; in: Energies, Bd. 11, Nr. 1, S. 55.
- Menter, J. / Fay, T.-A. / Grahle, A. / Göhlich, D. (2023):** Long-Distance Electric Truck Traffic: Analysis, Modeling and Designing a Demand-Oriented Charging Network for Germany; in: World Electric Vehicle Journal, Bd. 14, Nr. 8, S. 205.
- Nagel, K. / Winter, M. / Beckers, T. / Röhling, W. / Liedtke, G. / Scholz, A. (2010):** Analyse der verkehrsprognostischen Instrumente der Bundesverkehrswegeplanung; Endbericht, zuletzt abgerufen im Internet am 02.02.2023 unter <https://svn.vsp.tu-berlin.de/repos/public-svn/publications/vspwp/2010/10-09/NagelWinterBeckersEtc2010PrognoseBVWP.pdf>.
- Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur / IFOK GmbH (2023):** Einfach E-Lkw laden. Die User Journey an öffentlichen Ladestationen jetzt und 2030; Berlin, zuletzt abgerufen im Internet am 28.03.2025 unter [https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2023/06/UserJourney\\_Einfach-E-LKW-laden.pdf](https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2023/06/UserJourney_Einfach-E-LKW-laden.pdf).

- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2021):** Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVi) (Hrsg.), zuletzt abgerufen im Internet am 15.06.2023 unter [https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/04/NPM\\_AG5\\_Ladeinfrastruktur\\_ELkw.pdf](https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/04/NPM_AG5_Ladeinfrastruktur_ELkw.pdf).
- NOW GmbH (2023):** Einfach laden am Depot. Leitfaden für den Aufbau von Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge; zuletzt abgerufen im Internet am 19.02.2025 unter [https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/11/Einfach-laden-am-Depot\\_Leitfaden.pdf](https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/11/Einfach-laden-am-Depot_Leitfaden.pdf).
- NOW GmbH (2024):** Marktentwicklung klimafreundlicher Technologien im schweren Straßengüterverkehr. Auswertung der Cleanroom-Gespräche mit Nutzfahrzeugherstellern 2024; zuletzt abgerufen im Internet am 28.11.2024 unter [https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2024/11/2024\\_NOW-Cleanroom-Bericht\\_web\\_v2.pdf](https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2024/11/2024_NOW-Cleanroom-Bericht_web_v2.pdf).
- Otteny, F. / Lanz, L. / Mauch, L. / Klausmann, F. / Dorr, J. / Litauer, R. E. (2024):** Cost Analysis of Megawatt Charging and Overnight Charging for Battery Long-Haul Trucks; in: 2024 IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles; International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), Naples, Italy: IEEE, S. 1–6.
- Penrose, E. (1959):** The Theory of the Growth of the Firm; New York: John Wiley.
- Peteraf, M. A. (1993):** The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View; in: Strategic Management Journal, Bd. 14, Nr. 3, S. 179–191.
- Reinke, J. (2014):** Bereitstellung öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge - Eine institutionenökonomische Analyse; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Ruscheinsky, A. / Kandlbinder, K. / Ruscheinsky, J. (2018):** Bewertung von Autohöfen; in: Bienert, S. / Wagner, K. (Hrsg.), Bewertung von Spezialimmobilien, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 657–690.
- Ryndin, A. (2021):** Transparenz bei ÖPP im Infrastrukturbereich. Eine institutionenökonomische Analyse; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Schmaltz, T. / Wicke, T. / Weymann, L. / Voß, P. / Neef, C. / Thielmann, A. (2022):** Solid-State Battery Roadmap 2035+; zuletzt abgerufen im Internet am 28.05.2025 unter <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/417853>.
- Schmitt, D. – Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2024):** Lkw-Parksituation im Umfeld der BAB 2023. Bundesweite Erhebung der Lkw-Parksituation an und auf BAB in Deutschland in den Nachtstunden; Bergisch Gladbach, zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/3037/file/Lkw-Parken+BAB+2023.pdf>.

- Schulz, L. / Lehnshack, M. (2026):** Vergabe von Hochleistungsladeinfrastruktur für E-Lkw im Fernverkehr; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, demnächst abrufbar im Internet unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026\\_hola/schulz\\_lehnshack\\_2026-vergabe-von-hochleistungsladeinfrastruktur-fuer-e-lkw.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026_hola/schulz_lehnshack_2026-vergabe-von-hochleistungsladeinfrastruktur-fuer-e-lkw.pdf).
- Speth, D. / Plötz, P. / Wietschel, M. (2025):** An optimal capacity-constrained fast charging network for battery electric trucks in Germany; in: Transportation Research Part A: Policy and Practice, Bd. 193, S. 104383.
- Spiegel (2025):** „Chinesischer Batterie Gigant kündigt Massenfertigung von Natrium-Akkus an“; Zeitungsartikel erschienen am 22.04.2025, zuletzt abgerufen im Internet am 24.04.2025 unter [https://www.spiegel.de/auto/elektroauto-technik-batterie-marktfuehrer-catl-aus-china-kuendigt-massenfertigung-von-billigakku-an-a-e1bdf8e6-1ad8-46fe-864e-edd2cb0bad14?sara\\_ref=re-so-app-sh](https://www.spiegel.de/auto/elektroauto-technik-batterie-marktfuehrer-catl-aus-china-kuendigt-massenfertigung-von-billigakku-an-a-e1bdf8e6-1ad8-46fe-864e-edd2cb0bad14?sara_ref=re-so-app-sh).
- Volker, J. (2025a):** Parking Pricing; am UC Davis Institute of Transportation Studies erstellter Policy Brief, zuletzt abgerufen im Internet am 20.05.2025 unter <https://doi.org/10.7922/G2J38QWP>.
- Volker, J. (2025b):** Managed Lanes; am UC Davis Institute of Transportation Studies erstellter Policy Brief, zuletzt abgerufen im Internet am 20.05.2025 unter <https://doi.org/10.7922/G2NV9GM3>.
- Vorwerk, L. (2024):** Wirtschaftssystemdesign und die Bereitstellung und Finanzierung von Energieinfrastrukturen im Kontext der Transformation zur Klimaneutralität - Eine institutionenökonomische Analyse; Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Vorwerk, L. / Beckers, T. (2023):** Institutionenökonomische Grundsatzfragen bezüglich des (institutionellen) Designs von Infrastruktursektoren und ihrer Kopplung sowie der Klimapolitik. Die Bedeutung von Co2-Zertifikaten sowie staatlicher Planung bezüglich Infrastruktursektoren und ihrer Kopplung für eine effektive und effiziente Transformation zur Klimaneutralität aus institutionenökonomischer Perspektive; im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten (Kopernikus-)Projekts Ariadne („Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende“), zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk\\_beckers\\_2023-sektor-sektorenkopplungs-klimapolitik-design\\_institutionenoekonomik-v500\\_final.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk_beckers_2023-sektor-sektorenkopplungs-klimapolitik-design_institutionenoekonomik-v500_final.pdf).

**Vorwerk, L. / Beckers, T. / Rodi, M. / Weidinger, R. (2023):** Investitionsplanung und -finanzierung und deren Zusammenspiel bei der Transformation des deutschen Energiesystems zur Klimaneutralität. Eine (institutionen-)ökonomisch-juristische Analyse; im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten (Kopernikus-)Projekts Ariadne („Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende“) erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 20.09.2025 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk\\_beckers\\_rod\\_i\\_weidinger\\_2023-investitionsplanung-finanzierung\\_transformation\\_energiesystem-v200ext.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk_beckers_rod_i_weidinger_2023-investitionsplanung-finanzierung_transformation_energiesystem-v200ext.pdf).

**Vorwerk, L. / Beckers, T. / Westphal, M. / Bieschke, N. / Hermes, G. (2023):** Energiewende, Sektorenkopplung und Infrastrukturen. Eine institutionenökonomische Analyse der zukünftigen (Infrastruktur-)Planung und Finanzierung unter Berücksichtigung juristischer Aspekte; im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) bzw. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) beauftragten Projektes „Szenarienbasierte Analyse der Anforderungen an die Infrastrukturen im Rahmen der Energiewende und Auswirkungen auf deren Finanzierung und Planung“ (AIRE) erstellte Studie, zuletzt abgerufen im Internet am 22.11.2023 unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk\\_et\\_al\\_2021-2023-energiewende\\_sektorenkopplung\\_infrastrukturen-v700ext.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2023/vorwerk_et_al_2021-2023-energiewende_sektorenkopplung_infrastrukturen-v700ext.pdf).

**Wagner vom Berg, B. / Arens, U. / Kühne, U. / Stenau, J.-P. / Hasanpahic, S. / Leibenath, M. (2023):** Abschlussbericht zur Studie Klimafreundliche Kühlsysteme für den Straßengüterverkehr. Marktüberblick und Dekarbonisierungspotenziale; im Auftrag der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH), zuletzt abgerufen im Internet am 14.12.2025 unter [https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/07/NOW-Studie\\_Klimafreundliche-Kuehlsysteme-fuer-den-Strassengueterverkehr.pdf](https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/07/NOW-Studie_Klimafreundliche-Kuehlsysteme-fuer-den-Strassengueterverkehr.pdf).

**Weiß, H. / Hermes, G. / Mayer, C. / Landerer, L. M. (2025):** Verfassungs- und unionsrechtlicher Rahmen für die Organisation und Finanzierung von Oberleitungs-Ladeinfrastruktur für den batterieelektrischen Straßengüterverkehr; im Rahmen des Forschungsprojekts "Elektrischer Straßengüterverkehr mit Oberleitungen und Batterien: Rationalität, Kombinationen und Institutionendesign (ESOB-RKI) erstelltes Rechtsgutachten, zuletzt abgerufen im Internet am 02.11.2025 unter <https://w2k.de/wp-content/uploads/2025/03/2025-03-12-ESOB-RKI-RECHTSGUTACHTEN-endredaktionierte-Fassung.pdf>

**Weiß, H. / Landerer, L. M. (2026):** Die Bereitstellung öffentlicher Basis-Ladeinfrastruktur für E-Lkw in der Bundesrepublik Deutschland – Europarechtliche Rahmenbedingungen; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderten Forschungsvorhabens „Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr“ (HoLa) erstelltes Rechtsgutachten, demnächst abrufbar im Internet unter [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026\\_hola/weiss\\_landerer\\_2026-bereitstellung\\_oeff-basis-ladeinfrastruktur-fuer-e-lkw-in-deutschland-europarechtlicher-rahmen.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Drittmittelprojekte/projektergebnisse/2026_hola/weiss_landerer_2026-bereitstellung_oeff-basis-ladeinfrastruktur-fuer-e-lkw-in-deutschland-europarechtlicher-rahmen.pdf).

**Wissenschaftliche Dienste (2018):** Möglichkeiten zur Rückgängigmachung der Privatisierung des Nebenbetriebssystems an deutschen Bundesautobahnen; Ausarbeitung. WD 5 - 3000 - 125/18, zuletzt abgerufen im Internet am 03.06.2025 unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/575210/b36aff6819c7ed1a6d14859828997f6f/wd-5-125-18-pdf-data.pdf>.

**Wissenschaftliche Dienste (2022):** Rastanlagen an Bundesautobahnen. Abstände zwischen Rastanlagen; Sachstand WD 5 - 3000 - 035/22, zuletzt abgerufen im Internet am 03.06.2025 unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/891464/WD-5-035-22-pdf.pdf>.

**Zander, W. / Rosen, U. / Nolde, A. / Patzack, S. / Seier, S. / Hübschmann, M. / Piske, M. T. / Lemkens, S. / Boesche, K. V. (2020):** Gutachten Digitalisierung der Energiewende. Topthema 2: Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung; im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) von der Büro für Energiewirtschaft und technische Beratung GmbH (BET) erstelltes Gutachten, zuletzt abgerufen im Internet am 21.06.2025 unter [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/digitalisierung-der-energiewende-thema-2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/digitalisierung-der-energiewende-thema-2.pdf?__blob=publicationFile&v=1).