ELEKTRO-MOBILITÄTSREGION NORDHESSEN

KONZEPT FÜR E-MOBILITÄT

Baunatal – Borken – Reinhardshagen

Blaupause Elektromobilität – Handlungskonzept für die nordhessischen Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen

Elektromobilitätskonzept

Baunatal, Borken, Reinhardshagen

Elektromobilitätskonzept

Baunatal, Borken, Reinhardshagen

Im Auftrag der Kommunen

STADT BAUNATAL

BORKEN HESSEN

Reinhardshagen

In Zusammenarbeit mit

Regionalmanagement NordHessen

MoWiN.net

Energie mit System deENet

EAM

Fraunhofer IEE

monalysis monitoring analyse

SWB Stadtwerke Baunatal

ZUKUNFTSMOBILITÄT®

Gefördert durch

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Koordiniert durch

NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

INHALTSVERZEICHNIS

I. **Einführung** ... **7**

II. **Grußwort** ... **9**

III. **Projektbeschreibung** ... **10**
1. **Hintergrund und Zielsetzung** ... **10**
2. **Übertragbarkeit** ... **11**

IV. **Grundlagen** ... **12**
1. **Elektromobilitätsprodukte** ... **12**
2. **Technische Elektromobilitätsprodukte** ... **13**
   a. Ladeinfrastruktur ... 13
   b. Ladebetriebsarten ... 16
   c. Geschäftsmodelle und Abrechnung ... 19
   d. Fahrzeuge ... 20
3. **Mobilitätsprodukte und systemtechnische Umsetzung** ... **29**
   a. Mobiles Internet als Wegbereiter einer neuen Mobilität ... 29
   b. Entwicklung EV-Hochlauf ... 30
   c. Autonomes Fahren und fahrerlose Fahrzeuge ... 35
4. **Institutionelle Rahmenbedingungen, Verkehr und Infrastruktur** ... **40**
   a. Akteure der Elektromobilität in Nordhessen ... 40
   b. Bestandsaufnahme relevanter kommunaler Konzepte ... 40
   c. Sichtung Datenbestand ... 41
   d. Siedlungsstruktur ... 42
5. **Verkehr und Infrastruktur** ... **44**
   a. Verkehrswege und Auslastung ... 44
   b. Pkw-Bestand ... 46
   c. Ladeinfrastruktur ... 48
   d. ÖPNV-Netz ... 52

V. **Analyse** ... **54**
1. **Analyse Mobilitätsverhalten im Pendler- und Freizeitbereich** ... **54**
   a. Baunatal ... 54
   b. Borken ... 55
   c. Reinhardshagen ... 56
2. **Analyse Substitutionspotenzial** ... **56**
   a. AMP Ambulante Mobile Pflege in Baunatal GmbH ... 56
   b. Mobile Krankenpflegestation Borken ... 57
   c. Starke + Reichert GmbH & Co. KG ... 58
3. **Analyse Energieinfrastruktur** ... **59**
4. **Analyse Planungsrechtliche Möglichkeiten** ... **62**
   a. Städtebaulicher Vertrag ... 64
   b. Erfahrungen aus der Praxis: ... 65

VI. **E-Ladeinfrastrukturen in Kommunen** ... **67**
1. **Begriffsdefinitionen Ladeinfrastruktur** ... **67**
   a. Ladeverfahren ... 67
   b. Lademodi ... 67
   c. Anwendungsfälle ... 68
   d. Ladestecker und ihre Nutzung ... 68
   e. Schnittstellen für Normalladung ... 69

f. Schnittstellen für Schnellladung ... 70
2. Rechtliche Rahmenbedingungen ... 71
a. Ladesäulenverordnung ... 71
b. Elektromobilitätsgesetz (EMoG) ... 72
c. Randbedingungen für die kommunale Planung ... 72
3. Arbeitsmethodik ... 75
a. Methodik zur Erarbeitung eines kommunalen Ladeinfrastrukturkonzepts ... 75
b. Anwendung in ländlich strukturierten Kommunen und Kritik ... 76
c. Datengrundlage und Anwendbarkeit der Planungsmethode ... 77
d. Planung von Ladeinfrastruktur in den Gebieten einer Kommune ... 77
e. Systematik für die Planung der Ladeinfrastruktur ... 78
f. Zuordnung von Ladeverfahren und –Technik zu den Standorten ... 80
g. Ladeinfrastruktur an Pendlerparkplätzen ... 81
h. Ladeinfrastruktur für Elektromobilität im ÖPNV ... 81
i. Ladeinfrastruktur für Zweiräder ... 82
j. Langstrecken-Mobilität mit Zweirädern ... 83
4. Kosten, Finanzierung und Betreibermodell ... 83
a. Kalkulationsbasis ... 83
b. Crowdfunding als Mittel der Beteiligung und Finanzierung ... 84
c. Betreibermodell ... 85
d. Zugang und Abrechnung ... 85

VII. Kommunales Ladeinfrastrukturkonzept ... 86
1. Ladeinfrastruktur Baunatal ... 86
a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Baunatal ... 88
b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkzeugs für Baunatal ... 88
c. Vorschlag Ausbaukonzept für die Standorte und Kosten ... 90
d. Ladestandorte für Baunatal ... 90
e. Geografische Einordnung ... 93
f. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung ... 93
2. Ladeinfrastruktur Borken ... 96
a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Borken ... 97
b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkezugs für Borken ... 97
c. Ladestandorte für Borken ... 97
d. Geografische Einordnung ... 99
e. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung ... 100
3. Ladeinfrastruktur Reinhardshagen ... 101
a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Reinhardshagen ... 102
b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkezugs für Reinhardshagen ... 102
c. Ladestandorte in Reinhardshagen ... 102
d. Geografische Einordnung ... 104
e. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung ... 104

VIII. Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit ... 106
1. Maßnahmen ... 106
a. Erstellung einer Corporate Identity und Markenbildung ... 106
b. Informationsmaterial ... 107
c. Veranstaltungen ... 108
d. Visuelle Kommunikation ... 108

e. Beschilderung und Markierungen ... 108
f. Online-Plattformen ... 109
g. Gestaltung von Anreizsystemen ... 109
h. Institutionalisierung von Kooperationen ... 110
2. Kommunikationskanäle ... 110
a. Online-Medien ... 110
b. Printmedien ... 111
c. Physische oder digitale Infopost ... 112
3. Weitere Kommunikationspotenziale ... 112
IX. Handlungsempfehlungen ... 113
X. Anlagen ... 115
XI. Abkürzungsverzeichnis ... 116
XII. Quellenverzeichnis ... 117
XIII. Abbildungsverzeichnis ... 122
XIV. Tabellenverzeichnis ... 123

I. Einführung

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

das vorliegende Elektromobilitätskonzept für die nordhessischen Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen ist ein Leitfaden zur Förderung von Elektromobilität in den Kommunen, das als Blaupause für viele nordhessische Gemeinden aber auch überregional gelesen werden kann. Die drei Modell- Kommunen repräsentieren mit ihren unterschiedlichen Strukturen vom Mittelzentrum über das Grundzentrum bis zum Luftkurort die am häufigsten in Nordhessen existierenden Kommunalstrukturen. Inhalt des Konzeptes sind neben der Analyse eines bedarfsgerechten Aufbaus von Ladeinfrastruktur für Elektro-Pkw und Pedelecs auch Motivationsinstrumente, um die Menschen für Elektromobilität zu begeistern.

Um die komplexe Thematik Ladeinfrastrukturaufbau mit allen relevanten Themenbereichen und Akteuren bearbeiten zu können, hat die Regionalmanagement Nordhessen GmbH als Koordinator des Themas Elektromobilität für die Region Nordhessen ein Konsortium zusammengestellt, das alle Kompetenzen vereint:

Das Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik hat die technologischen Grundlagen und Entwicklungen der Elektromobilität analysiert. Mit der EAM hat der zuständige Netzbetreiber die Netzverfügbarkeit in den Kommunen analysiert. Die Initiative Zukunftsmobilität hat den Ladeinfrastrukturaufbau gemeinsam mit dem Regionalmanagement konzeptioniert und die monalysis GmbH hat exemplarisch drei Fuhrparke hinsichtlich ihres Substitutionspotenzials von herkömmlichen Fahrzeugen durch batterieelektrische Fahrzeuge analysiert. Die regionalen Unternehmensnetzwerke „deENet - Kompetenznetzwerk dezentrale Energietechnologien e. V.“ und „MoWiN.net e.V. – Mobilitätswirtschaft Nordhessen Netzwerk“ haben ihre Expertise zu den lokalen Mobilitäts- und Energie-Infrastrukturen sowie Akteurslandschaften eingebracht.

Im Ergebnis zeigt sich, dass der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Kommunen ein handhabbarer Prozess ist, den sie aktiv angehen sollten. Die dafür benötigten Ressourcen sind nicht so umfangreich wie es auf den ersten Blick erscheinen mag und die Prozess-Komplexität kann schnell reduziert werden. Die Kommunen sollten sich als Koordinator eines Prozesses verstehen, in den andere Akteure wie beispielsweise Netzbetreiber, Stromversorger, Arbeitgeber, ÖPNV-Anbieter, Wohnungsbaugenossenschaften und Einzelhändler ihre Kompetenzen und Ressourcen einbringen. Die Erste Stadträtin der Stadt Baunatal, Silke Engler, hat diese Funktion während der Konzeptionierungsphase auf den Punkt formuliert: „Die Kommunen sind nicht Meinungsmacher sondern Meinungssammler.“

In diesem Prozess der Meinungssammlung und Akteursaktivierung können folgende grundlegende Aspekte von vorneherein berücksichtigt werden, auf die in diesem Konzept an anderer Stelle detaillierter eingegangen wird:

1. Batterieelektromobilität wird sich langfristig als Antriebstechnologie etablieren, auch wenn der Hochlauf der Elektromobilität langsamer verläuft als noch vor 5 Jahren angenommen. Daher ist es für Kommunen essenziell, den Ausbau von Ladeinfrastruktur in bedarfsabhängigen Stufen zu planen, die sowohl den kommunalen Ressourcen als auch der technologischen Entwicklung Rechnung tragen.

2. Die Reichweite von batterieelektrischen Fahrzeugen wird sich mittelfristig signifikant erhöhen, so dass Laden im ländlichen Raum primär zu Hause und am Arbeitsplatz stattfindet. Insbesondere dann, wenn der Strom aufgrund der steigenden Nachfrage an den öffentlichen Ladepunkten nicht mehr kostenlos abgegeben werden kann. Kommunen sollten dies nur in einer Anlaufphase für die Unterstützung des Technologiemarketings anbieten, um nicht eine exklusive Nutzergruppe langfristig mit öffentlichen Mitteln zu subventionieren. Öffentliche Ladeinfrastruktur ist daher nur an bestimmten Points of Interest (PoI) sinnvoll zu installieren.

3. Bei der Betrachtung der technischen Gestaltung der Ladepunkte und der Quantität sollte aufgrund der derzeit absehbaren fahrzeugseitigen Entwicklung auf 22 kW verzichtet werden. Dafür sollten insbesondere an PoI wie Sportstadien mehr Ladepunkte mit einer Ladeleistung von 11 kW aufgebaut werden.

4. Während der Aufbau von öffentlicher Gleichstrom-Ladeinfrastruktur entlang der überregionalen Hauptverkehrsachsen dringend vorangetrieben werden muss, ist er aufgrund des hohen Kostenaufwands auf kommunaler Ebene nur in sehr wenigen Fällen sinnvoll.

5. Um den Aufbau von Ladeinfrastruktur insbesondere bei Arbeitgebern aber auch an öffentlichen PoI zu stimulieren, sollten die Kommunen in eine konstante Kommunikation mit den relevanten Akteuren eintreten und alle notwendigen Informationen über einen zentralen Ansprechpartner zur Verfügung stellen.

6. Bei der Betrachtung des Substitutionspotenzials von herkömmlichen Antrieben im öffentlichen Personennahverkehr sollte insbesondere im ländlichen Raum die Brennstoffzellentechnologie einbezogen werden. Gleichzeitig sollte die Beschaffung aufgrund der Ausschreibungsfristen und Vertragslaufzeiten langfristig geplant werden.

Manuel Krieg,
Leitung Clusterübergreifende Projekte und Internationalisierung

Dr. Astrid Szogs,
Leitung Mobilität

Irina Weißbeck,
Projektmanagement Mobilität

II. Grußwort

Wir stehen weltweit vor einer großen Mobilitätswende, bei der der Umstieg von reiner Verbrennungstechnologie auf Elektroantriebe von zentraler Bedeutung ist. Bis zum Jahr 2025 wird allein die Marke Volkswagen über 20 rein elektrisch angetriebene Modelle anbieten. Durch die hohe Kompetenz im Bereich Entwicklung, Planung und Serienfertigung von e-Maschinen und Hybridgetrieben trägt das Werk Kassel maßgeblich zu den Zukunftsprojekten der Marke Volkswagen bei. Damit begrüßen wir das regionale Engagement bei der Erstellung des Elektromobilitätskonzeptes für die drei nordhessischen Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen, welches u.a. das Ziel verfolgt, eine kurz-, mittel- und langfristige Strategie zum Aufbau von Ladeinfrastruktur zu entwickeln. Dadurch soll eine Senkung des Energieverbrauchs im Verkehr und die Reduzierung von CO2-Emissionen herbeigeführt werden.

Mit unserer Förderung von drei Schnellladesäulen in Baunatal und Kassel haben wir für das Projekt einen wichtigen Grundstein gelegt, um die Ladeinfrastruktur zu verbessern und ein nachhaltiges Zeichen für e-mobility in Nordhessen zu setzen. Doch auch innerhalb unseres Unternehmens wollen wir unseren Mitarbeitern die E-Mobilität attraktiver machen und fördern dies durch den Ausbau von 40 Ladepunkten rund um das Werk Kassel.

Als Leitwerk für E-Mobilität sind wir mit dem Zukunftspakt auf dem richtigen Weg, die Transformation in Richtung E-Mobilität mit sauberem Strom weiter zu gestalten. Wir haben somit die Kompetenz im Konzern, die Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen.
Wenn es uns in Nordhessen gelingt, alle Kompetenzen zu bündeln, Synergien zu konzentrieren und weiterhin zu spezialisieren, bin ich überzeugt davon, dass die Region dadurch wirtschaftlich stark profitiert und an Attraktivität weiter dazu gewinnt.

Dieses Ziel können wir allerdings nur im Verbund erreichen!

Thorsten Jablonski,
Werkleiter VW-Werk Baunatal

III. Projektbeschreibung

1. Hintergrund und Zielsetzung

Die drei Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen bilden eine Achse vom südlichen Bereich über die Mitte bis zum nördlichen Bereich des Modellierungsraumes und sind verkehrsstrukturell eng miteinander verbunden.
Die Stadt Baunatal ist Mittelzentrum mit hohem Pendlerverkehrsaufkommen und Bindeglied zwischen der Oberstadt Kassel und den Umlandkommunen. Baunatal ist dabei industriell geprägt und hat einen großen Anteil an Mietwohnungsbau. Das Volkswagenwerk Baunatal ist das Leitwerk der Volkswagen AG für Elektromobilität und Entwicklungs- sowie Produktionsstandort für Hybrid- und Elektromotoren. Durch diese besondere Bedeutung des Volkswagenwerks Baunatal für den weltweit zweitgrößten Fahrzeughersteller erhält auch die Stadt Baunatal besondere Aufmerksamkeit, insbesondere hinsichtlich ihrer Aktivitäten im (Elektro-)Mobilitätsbereich.
Die Stadt Borken (Hessen) ist eine touristisch geprägte gewachsene Mittelstadt und umfasst neben der Kernstadt 14 Stadtteile. Eine Versorgung mit Lebensmitteln ist in Borken jedoch nur in der Kernstadt und drei Ortsteilen gegeben, weitere Infrastruktur wie Apotheken, Ärzte und andere Geschäfte und so gut wie alle Dienstleistungen sind ausschließlich in der Kernstadt zu finden. Daraus resultiert ein hoher Mobilitätsbedarf, nicht nur interkommunal sondern ebenfalls innerhalb der Großgemeinde. Touristisch geprägt ist auch die nördlich von Baunatal gelegene Gemeinde Reinhardshagen, am Rande des Reinhardswaldes und am Ufer der Oberweser.

Mit der Förderung und Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur verfolgen die Kommunen folgende Ziele:

- Förderung innovativer Technologien und Produkte – Nutzung von Elektrofahrzeugen ins Bewusstsein bringen und fördern
- Alltagsanforderungen der Fahrer von Elektroautos bedienen
- Koordinieren, realisieren und unterstützen – Kommune als Treiber, Koordinator und Vernetzer von Lade-Angeboten für die unterschiedlichen Anwendungsfälle und Bedarfe
- Kommunalpolitische Ziele wie die Attraktivität der Kommune als Standort für Wohnen und Arbeiten erhalten und weiterentwickeln; Mobilität für alle ermöglichen; Unternehmen in der Weiterentwicklung für die Zukunft unterstützen; Klimaschutz umsetzen – dabei Elektromobilität bei zukünftigen Investitionen in Infrastrukturmaßnahen mitbetrachtet; touristische Potentiale nutzen
- Erkenntnisse aus den staatlichen Projekten in Bund und Land (z.B. Modellregionen, Schaufensterprojekte) umsetzen
- Erhöhung der Planungs- und Investitionssicherheit bei öffentlichen und privaten Akteuren durch standortbezogene Definition der Ladeinfrastrukturen (Art, Leistung, Kosten) inklusive Realisierungsplan (kurz-, mittel- und längerfristig) mit Kostenplänen und Festlegung erforderlicher Akteure (Planung, Bau, Betrieb, Nutzung).

- Bedarfsgerechter Aufbau von Ladeinfrastruktur - Art und Menge der Ladeinfrastruktur (langsames, mittelschnelles, schnelles bzw. gesteuertes Laden) sowie Berücksichtigung der Siedlungs- (Wohn-, Arbeit-, Versorgungs-, Verkehrsstruktur) und der Sozialstruktur.
- Investitionen in Ladeinfrastruktur erfolgen langfristig mit einem Planungshorizont von 10 bis 15 Jahren. Das Konzept berücksichtigt deshalb die zu erwartende Weiterentwicklung der Bedürfnisse, soweit diese absehbar sind. Dies gilt insbesondere für
    - die Entwicklung der Reichweiten neuer E-Serienmodelle
    - die Entwicklung des E-Car-Sharing
    - der Zuwachs an autonom fahrenden Fahrzeugen

2. Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit eines kommunalen oder interkommunalen Elektromobilitätskonzepts ist eine formale Fördervoraussetzung für das Projekt. Andererseits bietet genau dieser Punkt die Chance, dass das interkommunale Elektromobilitätskonzept für Baunatal, Borken (Hessen) und Reinhardshagen zu einem Leuchtturm für die Region Nordhessen und darüber hinaus wird.

Bei den drei Kommunen handelt es sich um drei unterschiedliche Kommunalstrukturen im Großraum von Kassel. Die Stadt Baunatal ist ein Mittelzentrum der Region Nordhessen mit 28.276 Einwohnern und einer gut ausgebauten Infrastruktur im direkten Einzugsgebiet des Oberzentrums Kassel. Die Kleinstadt Borken ist mit 13.811 Einwohnern ein nordhessisches Grundzentrum, das der Grundversorgung der Einwohner aus dem Umland dient und eine Vielfalt an zentralen Einrichtungen der Grundversorgung aufweist. Die Gemeinde Reinhardshagen ist ein Luftkurort mit 4.436 Einwohnern. Damit bilden sie die am häufigsten in Nordhessen existierenden Kommunalstrukturen in Nordhessen ab, so dass eine sehr gute regionale Übertragbarkeit der Ergebnisse dieses Konzeptes gewährleistet ist.

Durch die Verknüpfung von drei unterschiedlich strukturierten Kommunen, zwischen denen regionale Abhängigkeiten im Bereich der Mobilität bestehen, wird das interkommunale Elektromobilitätskonzept eine große Bandbreite an Anforderungen abdecken. Den damit verbundenen hohen Anforderungen und möglichen Herausforderungen an die Erarbeitung des Konzepts begegnet die Regionalmanagement Nordhessen GmbH durch ein breit angelegtes Bieterkonsortium, welches vielfältige Kompetenzen und Expertenwissen bündelt und so den Projekterfolg garantiert. Gleichzeitig liegt darin die Chance, Lösungen für vielfältige Anforderungen zu erarbeiten und das Konzept in vergleichbaren Situationen in Nordhessen und anderen Regionen zu übertragen, in denen Mittelzentren mit umliegenden Kommunen zusammenarbeiten und Ihre Region gemeinsam zukunftsorientiert ausrichten wollen. Andererseits kann das Projekt auch als Blaupause für die Übertragung innerkommunaler Lösungsanteile auf vergleichbare Kommunen dienen.

IV. Grundlagen

1. Elektromobilitätsprodukte

Historisch betrachtet sind elektrische Straßenfahrzeuge bereits seit über einem Jahrhundert bekannt und waren Ende des vorletzten Jahrhunderts den heute dominierenden Verbrennungsmotoren technisch überlegen. Dies hat sich hat sich Anfang des letzten Jahrhunderts mit der Erfindung des elektrischen Motoranlassers und den aufkommenden Tankstellen, an denen der Treibstoff mit hohem Energieinhalt einfach, günstig und in größeren Mengen zu erhalten war, geändert. Beide Entwicklungen machten das Nutzen von Verbrennungsmotoren komfortabel und haben damit dazu beigetragen, dass der bis dahin vorhandene Markt für Elektro-Pkw (EV) bereits Anfang des letzten Jahrhunderts zum Nischenmarkt wurde. Gut 110 Jahre nach der ersten Hochphase der Elektromobilität gewinnen Elektrofahrzeuge durch den Klimaschutz in Verbindung mit der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien wieder an Bedeutung.

In den letzten Jahren ist die Elektromobilität eines der Themenfelder, in denen sehr viele Veröffentlichungen auf den Markt kommen. Ein Grund ist der durch die Bundesregierung und die Nationale Plattform Elektromobilität geplante Weg zum Leitmarkt Elektromobilität, der in folgenden Phasen erreicht werden soll:

- Phase 1 (2009 bis 2011): Marktvorbereitung
- Phase 2 (2012 bis 2016): Markthochlauf
- Phase 3 (2017 bis 2020): Volumenmarkt

In allen diesen Phasen begleitet Forschung die Entwicklungen und berichtet darüber. Weiterhin werden unterschiedliche Lösungswege beschritten und publiziert. Fehlende technische Normung wurde und wird erarbeitet werden.

In allen relevanten Bereichen

- Forschung und Entwicklung,
- Batteriespeicher,
- Fahrzeugtechnik,
- Infrastruktur zum Laden und der Informationstechnik,
- Rahmenbedingungen und
- Marktentwicklung

werden Lösungswege untersucht und Lösungen ausgearbeitet und demonstriert. Dies geschieht nicht nur in Deutschland sondern auch in den anderen internationalen Märkten. Es ist also verständlich, dass der Bereich der Elektromobilität hoch dynamisch ist und der technische Stand sowie die Rahmenbedingungen dafür nicht abgeschlossen sind.

Die nachfolgende Ausarbeitung will den aktuellen Stand der Technik aufzeigen und ist sich dabei bewusst, dass dies in einem dynamischen Umfeld mit einer Vielzahl von Entwicklungs- und Marktoptionen nicht vollständig gelingen kann. Ziel der getroffenen Auswahl ist es, eine Orientierung für den Aufbau eines Elektromobilitätskonzeptes für die Städte Baunatal, Borken und die Gemeinde Reinhardshagen zu geben.

In den Kapiteln 2a und 2b wird das Themenfeld Ladeinfrastruktur behandelt und ein Überblick über die technischen Entwicklungen und Standards sowie weitere Rahmenbedingungen gegeben.

Das Kapitel 3c greift das automatisierte Fahren auf. Die Entwicklung hin zum fahrerlosen Fahrzeug ermöglicht künftig Entwicklungen, die u.a. für die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur von Bedeutung sein können.

Der Hochlauf der Elektromobilität wird in Kapitel 5 betrachtet. Hier zeichnen sich stark divergierende Szenarien ab, die von verschiedenen Stakeholdern bestimmt werden.

In Kapitel 5b wird die Entwicklung der Elektrofahrzeuge betrachtet und Kapitel 5c gibt einen kurzen Überblick über Entwicklungen im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen.

2. Technische Elektromobilitätsprodukte

a. Ladeinfrastruktur

Der Bedarf an Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ist wesentlich mit der künftigen Weiterentwicklung der Batterietechnologie verbunden. Batterieelektrische Fahrzeuge sind sehr effizient und transportieren die für den Betrieb erforderliche Energie in ihrer Batterie, deren Speicherdichte heute jedoch deutlich geringer ist, als die von Benzin oder Dieselkraftstoff. Um die Reichweiten heutiger Verbrennerfahrzeuge zu erreichen, wäre eine größere Batterie ein einfacher Weg, der sich jedoch aus Gewichts- und Kostengründen verbietet. Aus diesem Grund wird an einer verbesserten Batterietechnologie geforscht, deren Zellkapazität bei gleichbleibendem Gewicht steigt, niedrigere spezifische Produktionskosten aufweist und eine schnellere Ladung bei reduzierter Alterung ermöglicht.

Parallel zu diesem Entwicklungsweg für die Batterien wird der Aufbau einer Ladeinfrastruktur vorangetrieben, die die Mindestversorgung für batterieelektrische Fahrzeuge sicherstellen soll. Heute stellen die Betankung von Verbrennerfahrzeugen überwiegend halböffentliche Tankstellen sicher, die auf privatem Grund stehen und von den Mineralölkonzernen beliefert werden. In 2016 gab es, nach Angaben des ADAC[1], 14.176 Tankstellen in Deutschland.

Nun kann diese Anzahl der Kraftstofftankstellen nicht einfach auf die künftige Infrastruktur für Elektrofahrzeuge übertragen werden, da der Tankvorgang bezüglich der pro Zeiteinheit von der Zapfsäule bzw. dem Ladepunkt übertragbaren Energie nicht vergleichbar ist. Batterien benötigen, auch bei hohen Ladeleistungen, deutlich mehr Zeit für eine vollständige Aufladung. Derzeitige typische Batterieladevorgänge liegen im Bereich von Stunden und sind damit zeitintensiv, verglichen mit dem Aufwand von gut zehn Minuten für die Betankung eines Pkw mit Verbrennungsmotor. Schnellladung ist aber nicht immer erforderlich, da Pkw im Durchschnitt täglich viele Stunden stehen, wie die folgende einfache Rechnung zeigt: Die durchschnittliche

[1] Vgl. https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/probleme-tankstelle/anzahl-tankstellen-markenverteilung/, abgerufen 24.07.2017

Kilometerleistung eines in Deutschland zugelassenen Pkw beträgt jährlich gut 14.000 km. Bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 25 km/h entspräche dies einer Fahrzeit von 560 h. Bezogen auf 8600 Jahresstunden betrüge die jährliche Auslastung geringe 6,5 %.

Die Orte, an denen die Fahrzeuge täglich viele Stunden stehen, sind vorrangig in der Nähe des Wohnortes und der Arbeitsstelle. Wie oben erläutert, bieten diese Orte günstige zeitliche Voraussetzungen für eine (schonende) langsame Batterieladung. Zukünftig wird sich somit der Tankprozess von den konzentrierten Tankstationen für fossile Kraftstoffe hin zum verteilten Laden im Wohn- und Arbeitsumfeld verlagern. Dies geht auch konform mit der systemtechnischen Vorstellung, dass Elektrofahrzeuge flexible Verbraucher am Elektrizitätsnetz sind und zum Ausgleich der volatilen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und dem Verbrauch[2] genutzt werden können. Für diesen Ausgleich ist es wünschenswert, dass die Fahrzeuge wann immer möglich mit dem elektrischen Netz verbunden sind.

In Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur wird der Bedarf an Ladepunkten, die öffentlich für alle Nutzer eines EV nutzbar sind, stark variieren. Die Bereitstellung einer öffentlichen Ladeinfrastruktur ist eine Dienstleistung, die bezahlt werden muss. Zusätzlich zu den Errichtungskosten und dem Kapitaldienst sind die Kosten für den Betrieb, die Abrechnung, den Energieeinkauf und schließlich die zu entrichtenden Abgaben und Steuern zu zahlen. Damit wird die spezifische Energieeinheit an einem öffentlichen Ladepunkt teurer sein als bei Nutzung eines privaten Ladepunktes. Der preisbewusste Kunde wird daher zukünftig vorrangig zu Hause laden und nur im Not- und Bedarfsfall eine hochpreisige Dienstleistung in Anspruch nehmen. Mit steigender Batteriekapazität in den Fahrzeugen[3] nimmt ebenfalls die Streckenreichweite zu und der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur zum normalen Laden ab.

Randbedingungen EU-Richtlinie / Ladesäulenverordnung

Die Begriffe „Normalladepunkt“ und „Schnellladepunkt“ sind mit der EU-Richtlinie 2014/94/EU[4] und deren nationalen Umsetzung durch die Ladesäulenverordnung[5] (LSV) verbunden. Diese definieren wie folgt:

[2] Der Fachbegriff hierfür lautet „Residuallast“. Dies ist die Leistung, die benötigt wird, wenn von der Gesamtlast am Netz die von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen erzeugte Leistung subtrahiert wird. Anzustreben ist eine sehr kleine Residuallast.

[3] Batterieelektrische Fahrzeuge der ersten Generation (Bj. 2010) verfügten typischerweise über Normreichweiten von 150 km. Für das Jahr 2017 sind Fahrzeuge (z.B. OPEL Ampera-e) angekündigt, deren Normreichweite über 500 km liegen soll. Die entspricht mehr als dem Dreifachen bezogen auf die Fahrzeuge der ersten Generation.

[4] RICHTLINIE 2014/94/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoff (ABI. L 307 vom 28.10.2014, S. 1), Quelle: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=DE, abgerufen 24.07.2017

[5] Vgl. „Ladesäulenverordnung vom 9. März 2016 (BGBl. I S.457), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1520 geändert worden ist“, Quelle: http://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html, abgerufen 24.07.2017

Begriff	EU-Richtlinie[2]	LSV[3]
Ladepunkt	„Ladepunkt ist eine Schnittstelle, mit der zur selben Zeit entweder nur ein Elektrofahrzeug aufgeladen oder nur eine Batterie eines Elektrofahrzeugs ausgetauscht werden kann“	„Ladepunkt ist eine Einrichtung, die zum Aufladen von Elektromobilen geeignet und bestimmt ist und an der zur gleichen Zeit nur ein Elektromobil aufgeladen werden kann“
Ladepunkt mit geringer Ladeleistung	Keine Angabe	„Ladepunkt mit einer Ladeleistung von höchstens 3,7 Kilowatt“
Normalladepunkt	„Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von höchstens 22 kW an ein Elektrofahrzeug übertragen werden kann, mit Ausnahme von Vorrichtungen mit einer Ladeleistung von höchstens 3,7 kW, die in Privathaushalten installiert sind oder deren Hauptzweck nicht das Aufladen von Elektrofahrzeugen ist und die nicht öffentlich zugänglich sind“	„Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von höchstens 22 Kilowatt an ein Elektromobil übertragen werden kann“
Schnellladepunkt	„Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von mehr als 22 kW an ein Elektrofahrzeug übertragen werden kann“	„Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von mehr als 22 Kilowatt an ein Elektromobil übertragen werden kann“

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Begrifflichkeiten zum Ladepunkt gemäß EU-Richtlinie 2014/94/EU[2] und der deutschen Ladesäulenverordnung LSV[3]

Die EU-Richtlinie 2014/94/EU ist die Grundlage für europaweit einheitliche Anforderungen an die Ladeinfrastruktur mit technischen Vorgaben für die Stecker, Kupplungen und Ladesysteme der Normal- und Schnellladepunkte. Deutschland hat diese Richtlinie mit der „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung – LSV) in nationales Recht überführt. Sie ist bindend für den Aufbau und den Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten und regelt u.a. folgende Punkte:

- Mindestanforderungen an die technische Sicherheit und Interoperabilität (§ 3 LSV)
  - Für das interoperable Wechselstromladen sind Stecker, Steckdosen und Fahrzeugkupplungen nach Norm DIN EN 62196-2 (Ausgabe Dezember 2014) auszuführen
    - Normalladepunkte mit Steckdose oder mit Steckdose und Fahrzeugkupplung

        - Schnellladepunkte mit Kupplung vom Typ 2
    - Für das interoperable Gleichstromladen ist jeder Normal- oder Schnellladepunkt mit einer Kupplung vom Typ Combo 2 gemäß DIN EN 62196-3 (Ausgabe Juli 2012) auszustatten

- Punktuelles Aufladen (§4 LSV)
    - ohne Nutzerauthentifizierung
        - unentgeltlich
        - Bargeldzahlung in unmittelbarer Nähe des Ladepunktes
    - mit Nutzerauthentifizierung
        - bargeldlose Zahlung durch ein übliches kartenbasiertes Zahlungssystem in unmittelbarer Nähe des Ladepunktes
        - bargeldlose Zahlung mit einem üblichen webbasierten System
        - mindestens eine Variante mit kostenlosem Zugang zum Bezahlsystem
- Anzeige- und Nachweispflichten (§5 LSV)
    - Aufbau und Außerbetriebssetzung von Normal- und Schnellladepunkten sind der Regulierungsbehörde rechtzeitig mitzuteilen
- Kompetenzen der Regulierungsbehörde (§6 LSV)
    - Überprüfung, ob Anforderungen an Schnellladepunkte eingehalten werden
    - Untersagung des Betriebes bei Verstößen gegen die Anforderungen

Die Anforderungen, die mit der LSV an den Aufbau und Betrieb von öffentlichen Ladepunkten gestellt werden, verdeutlichen den Mehraufwand, der sich im Vergleich zu einem privaten Ladepunkt oder einem Ladepunkt mit geringer Leistung ergibt. Dieser zusätzliche Aufwand ist eine Dienstleistung, die vom Nutzer oder einem Dritten zukünftig zu zahlen ist. Die Bereitschaft, dass dies der Nutzer tut, ist eher gegeben, wenn die Sicherstellung des Mobilitätswunsches gegenüber den Mehrkosten überwiegt. Dienstleistungsaufschläge werden bei Schnellladepunkten, die helfen, Mobilität über längere Strecken zeitverträglich sicherzustellen, wahrscheinlich eher angenommen, als bei Normalladepunkten[6].

b. Ladebetriebsarten

Für die Ladung von Elektrofahrzeugen definieren die Normenreihen DIN EN 61851 und DIN EN 61980 verschiedene Betriebsarten, die sich hinsichtlich der elektrischen Leistungsgrenzen, der Leistungsübertragung und der Kommunikationsschnittstelle zum Fahrzeug unterscheiden. Die Ladebetriebsarten im Einzelnen sind:

[6] Derzeit liegen hierzu keine belastbaren Untersuchungen über die Zahlungsbereitschaft vor. Aufgrund von hohen eichrechtlichen Anforderungen an die Abrechnung wird Ladeleistung an vielen Stellen unentgeltlich oder für eine niedrige Monatspauschale abgegeben. Vielfach geschieht dies in Verbindung mit einem Parkplatz, der während des Ladevorgangs kostenfrei ist. Am 15. Februar 2017 wurde die Richtlinie zur Förderung von Ladeinfrastruktur in Deutschland vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur veröffentlicht (vgl. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/erster-aufruf-zur-antragseinreichung.pdf?__blob=publicationFile). Erst mit dem Aufbau und dem Betrieb dieser mit öffentlichen Mitteln angereizten Ladeinfrastruktur ist mit weiteren Erfahrungen zur Nutzungsbereitschaft zu rechnen.

Ladebetriebsart 1

Hierbei wird das Fahrzeug (ein- oder mehrspurige) über ein Kabel mit einer haushaltsüblichen Schutzkontaktsteckdose (CEE 7/4) oder einer CEE-Steckdose (ein- bzw. dreiphasig) mit dem Wechsel- bzw. Drehstromnetz verbunden. Zwischen Steckdose und Fahrzeug findet keine Kommunikation statt. Die korrekte Absicherung des genutzten Endstromkreises und die Sicherstellung des Personenschutzes durch einen RCD[7] muss gewährleistet sein. Pkw-Hersteller unterstützen diese Ladebetriebsart in der Regel nicht, hingegen ist sie üblich bei einspurigen Fahrzeugen wie beispielsweise Pedelecs.

Ladebetriebsart 2

Die Ladebetriebsart 2 verbessert den Schutz bei der Ladung an einer Steckdose an einem Endstromkreis, dessen Bemessung nicht genau bekannt ist. Dafür ist das einphasige Wechselstromladekabel um eine Schutzeinrichtung (IC-CPD[8]) erweitert, die dem Fahrzeug den maximalen Ladestrom kommuniziert und durch den eingebauten RCD die Personensicherheit gewährleistet. Die heute marktüblichen IC-CPD bieten häufig die Möglichkeit, den maximalen Ladestrom (z.B. 6 A – 10 A – 13 A) per Kommunikation mit dem im Fahrzeug verbauten Ladegerät zu begrenzen. Die Ladebetriebsart wird von Fahrzeugherstellern (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNF)) empfohlen, wenn keine Lademöglichkeit an einem Ladepunkt möglich ist, der die Betriebsart 3 oder 4 unterstützt.

Ladebetriebsart 3

Die Ladebetriebsart 3 setzt eine, speziell für das normale und schnelle Wechselstromladen entwickelte Technik voraus. In einer Wandladestation[9] oder Ladesäule sind mindestens die in der IC-CPD realisierten Sicherheitsfunktionen realisiert. Durch die Nutzung eines speziellen siebenpoligen Steckers bzw. einer Kupplung[10] ist ein sicheres kabelgebundenes Wechselstromladen mit Leistungen bis zu 43 kW (63 A / 400 V) möglich. Das Ladegerät ist hierbei im Fahrzeug verbaut. Heutige batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) (Pkw, LNF) unterstützen die Ladebetriebsart 3.

Ladebetriebsart 4

Schnelles Gleichstromladen ermöglicht die Ladebetriebsart 4. Das DC-Ladegerät befindet sich außerhalb des Fahrzeuges und ist mit einem fest angeschlossenen Ladekabel ausgestattet. Gemäß der Ladesäulenverordnung ist mindestens eine Kupplung vom Typ Combo 2 gemäß DIN EN 62196-3 (Ausgabe Juli 2012) verbaut. Die Ladeleistungen betragen heute typischerweise 50 Kilowatt je Ladepunkt. Zukunftssichere DC-Ladegeräte sind bereits heute auf bis zu 150 Kilowatt je Ladepunkt erweiterbar. Für den Bereich der Sportwagen, Busse und Lkw werden heute Systeme entwickelt, die DC-Ladeleistungen von bis 350 Kilowatt (350 A / 1000 V) realisieren sollen.

[7] Fehlerstrom-Schutzschalter, englisch Residual Current Device (RCD)

[8] IC-CPD, Abkürzung für englisch „In Cable Control and Protection Device

[9] Umgangssprachlich unter dem englischen Begriff „Wallbox“ bekannt

[10] Vgl. Anforderungen der LSV: Typ 2 nach DIN-EN 62196-2

Kabelloses induktives Laden

An der Standardisierung des kabellosen induktiven Ladens wird international gearbeitet. Der im Juli 2015 veröffentlichte IEC-Standard 61980 -1[11] beschreibt die allgemeinen Anforderungen für den Anwendungsfall des Parkens und Ladens. Das berührungslose Laden während der Fahrt ist nicht in Bearbeitung.

Im August 2013 hat die Arbeitsgruppe 4 „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“ der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) den „Technischen Leitfaden Ladeinfrastruktur“ erarbeitet, der von der Gemeinsamen Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO) herausgegeben wurde[12]. Die folgende Abbildung 1 ist dem Leitfaden entnommen.

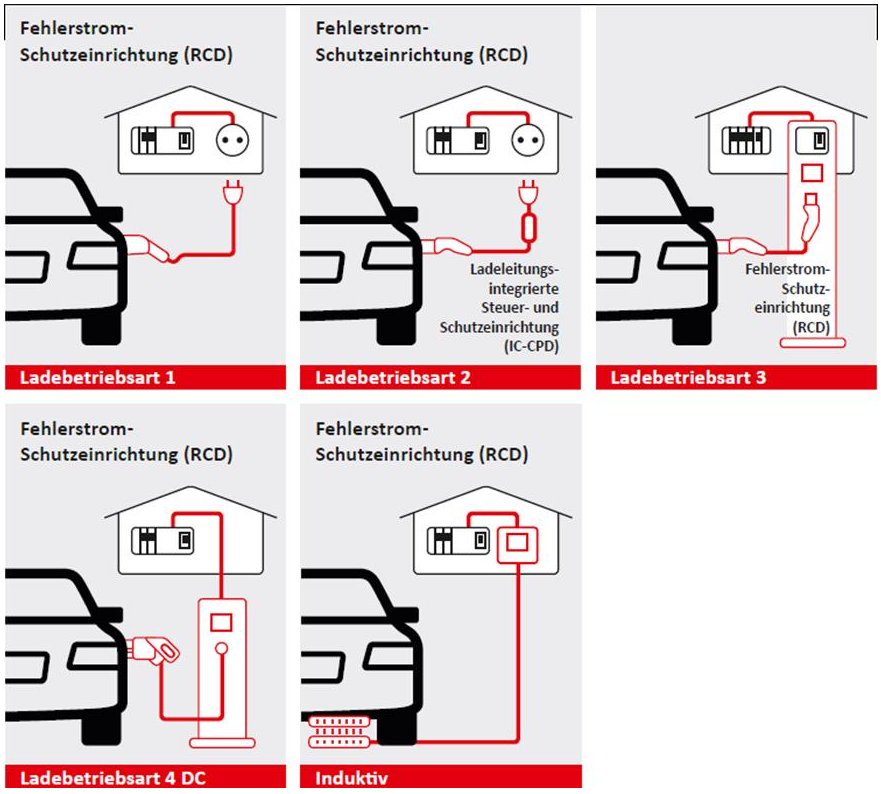

Abbildung 1: Ladebetriebsarten nach den Normenreihen DIN EN 61851 und IEC 61980[13]

Aufgrund der sich weiter entwickelten Technik wurde der technische Leitfaden fortgeschrieben und in der Version 2.0 von den Verbänden BDEW, ZVEH, ZVEI gemeinsam mit der DKE seit 2016 herausgegeben[14]. Hier finden sich aktuelle Hinweise für die Planung sowie Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur.

[11] Vgl. IEC 61980-1:2015 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 1: General requirements und die Korrektur: https://www.vde-verlag.de/iec-normen/224223/iec-61980-1-2015-cor1-2017.html, abgerufen 24.07.2017

[12] Der Bericht „Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur ist abrufbar unter: https://www.vda.de/de/services/Publikationen/technischer-leitfaden-ladeinfrastruktur.html

[13] Quelle: Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur, S. 19

[14] Der Bericht „Der Technische Leitfaden – Ladeinfrastruktur Elektromobilität Version 2.0“ ist abrufbar unter: https://www.vde.com/resource/blob/988408/750e290498bf9f75f50bb86d520caba7/leitfaden-elektromobilitaet-2016--data.pdf

c. Geschäftsmodelle und Abrechnung

Der nachhaltige Aufbau und Betrieb von öffentlicher Ladeinfrastruktur erfordert ein geeignetes Geschäftsmodell, bei dem die Kosten für die Ladeinfrastruktur erwirtschaftet werden können. In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Geschäftsmodellen entworfen. Dabei macht die (Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments, 2014) folgende Vorgabe:

„(10) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die Preise, die von den Betreibern öffentlich zugänglicher Ladepunkte berechnet werden, angemessen, einfach und eindeutig vergleichbar, transparent und nichtdiskriminierend sind.

(11) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die Verteilernetzbetreiber mit jeder Person, die öffentlich zugängliche Ladepunkte errichtet oder betreibt, nichtdiskriminierend zusammenarbeiten."

In Deutschland bezahlen Autofahrer heute für den von ihnen getankten Treibstoff (in der Einheit Liter) und die Parkplatznutzung nach Zeit, sofern sich der Parkplatz in einem parkraumbewirtschaftetem Areal befindet. Übertragen auf die Ladung von Elektrofahrzeugen liegen damit folgende Abrechnungsgrößen, allein oder in Kombination, nahe:

- bezogene Energie in Kilowattstunden.
- Zeitliche Nutzung der Ladeinfrastruktur und des dazugehörigen Stellplatzes.

Für die Abrechnung nach diesen Größen ist das Mess- und Eichgesetz (MessEG) und die Mess- und Eichverordnung (MessEV) zu berücksichtigen. Mit dem in Kraft treten der „Mess- und Eichverordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010, 2011), die durch Artikel 19 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) geändert worden ist", unterliegen die Messung

- der elektrischen Energie und Leistung,
- von Zeit und Stromstärke und
- die Bildung neuer Messwerte im Backend-System, sofern dort weitere Messgrößen hinzugeführt oder das erste Mal abgespeichert werden.

dem MessEG und der MessEV. Während die Anwendung des MessEV für Messgrößen bei Lieferung von elektrischer Energie namentlich in § 1 Absatz 1 MessEV beschrieben ist, fehlt dort die Messgröße Zeit. Diese ist implizit in §12 Absatz 1 MessEV enthalten[15].
Die Wahl des Abrechnungsmodelles bestimmt damit, ob das Eichrecht zu berücksichtigen ist. In der folgenden Tabelle 2 sind verschiedene Abrechnungsmodelle aufgeführt.

Abrechnungsmodell	Anwendung Eichrecht
Zeit (einzige Messgröße)	Messung unterliegt dem Eichrecht

[15] Beispiele hierfür sind Taxameter und Messgeräte zur Bestimmung der Geschwindigkeit.

Energiemenge (einzige Messgröße)	Messung unterliegt dem Eichrecht
Zeitabhängiger Tarif (Zeit und Energiemenge)	Messung unterliegt dem Eichrecht
Energiemenge (Messgröße) und Parkzeit	Messung Energiemenge unterliegt dem Eichrecht, Parkzeit jedoch nicht
Pauschal je Ladevorgang	Eichrecht nicht anzuwenden
Pauschal nach kalendarischer Einheit (Tag, Woche usw.)	Eichrecht nicht anzuwenden

Tabelle 2: Relevanz des Eichrechtes für verschiedene Abrechnungsmodelle

Für die Prüfbarkeit einer Messung ist die Anzeige des Messergebnisses von Bedeutung. Die oben zitierte MessEV macht Angaben zur Anzeige des (abrechnungsrelevanten) Messergebnisses in der Anlage 2 Absatz 9.1. Danach kann die Anzeige als Sichtanzeige oder als Ausdruck erfolgen. Bei einer abgesetzten Anzeige sind die Anforderung gemäß § 23 Abs. 1 Nr. 2 MessEV zu erfüllen.

Weitere Informationen zu den eichrechtlichen Grundlagen für die Elektromobilität hat die Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen (AGME) zusammengestellt und stellt diese auf ihrer Internetseite[16] zur Verfügung.

Vor dem Hintergrund der obigen Sachlage ist einem potenziellen Betreiber von öffentlicher Ladeinfrastruktur zu empfehlen, die CE-Konformität des ausgewählten Produktes mit den gültigen Richtlinien und Vorschriften bezüglich seines gewünschten Abrechnungsmodelles vom Hersteller der Ladeinfrastrukturlösung erklären zu lassen.

d. Fahrzeuge

- **Elektro-Pkw**
  Die Entwicklung der BEV hat in den letzten Jahren einen deutlichen Impuls bekommen. Neue Akteure wie der amerikanische Hersteller Tesla sind mit reinen batterieelektrischen Pkw und Lkw erfolgreich auf den Markt gekommen. Tesla wird in diesem Jahr zudem ein batterieelektrisches Serienfahrzeug aus der für eine breitere Käuferschicht bezahlbaren Kompaktklasse mit einer Normreichweite über 500 km anbieten. Gleichzeitig ist der chinesische Batteriehersteller BYD dabei, gemeinsam mit einem Tochterunternehmen batterieelektrische Fahrzeuge zu entwickeln und im Markt zu etablieren. Dies zeigt u.a., dass die Batterietechnologie zukünftig eine zentrale Kompetenz von Fahrzeugherstellern[17] sein wird, so wie dies heute die hoch entwickelte Technologie der Verbrennungsmotoren der etablierten Hersteller ist.

[16] Vgl. http://www.agme.de/extranet/?rq_Layout=AGME#{4}, abgerufen 26.07.2017

[17] Die Volkswagen AG hat in ihrer Konzernstrategie 2025 u.a. den Aufbau einer eigenen Batteriekompetenz angekündigt und erwartet den Jahreseigenbedarf von 150-GWh-Batteriekapazität im Jahr 2025. Bei einer angenommenen Batteriekapazität von 60 kWh je Fahrzeug können damit insgesamt 2.5 Mio. Elektrofahrzeuge ausgestattet werden.

Die künftige Entwicklungsgeschwindigkeit der Speichertechnik hinsichtlich höherer spezifischer Leistungswerte bei niedrigeren Kosten wird den Hochlauf für BEV entscheidend mitbestimmen, da die Batterien der zentrale Kostenfaktor eines batterieelektrischen Fahrzeuges sind. BEV benötigen rund 60 Prozent weniger Bauteile als ein heutiges Verbrennerfahrzeug, da insbesondere im Bereich Antrieb ein Großteil der Bauteile entfällt (ca. 85%) und Systeme für die Abgasverarbeitung vollständig entfallen.

Derzeit befinden sich die BEV in der Hochlaufphase und nicht alle Fahrzeugsegmente sind mit einem elektrischen Antrieb verfügbar. Dies wird sich in den nächsten Jahren ändern. Alle großen Serienhersteller arbeiten an der Erweiterung ihres Marktangebotes. Die Volkswagen AG hat in der Konzernstrategie für das Jahr 2025 mehr als 30 neue rein elektrische Fahrzeuge mit Reichweiten von bis zu 700 km (NEDC) angekündigt. Diese signifikante Reichweitenerhöhung wird sowohl das Ladeverhalten als auch die Nutzung von BEV deutlich verändern. Es ist davon auszugehen, dass sich die Notwendigkeit für öffentliche Ladepunkte signifikant reduziert. Insbesondere wenn die Preise für das öffentliche Laden zukünftig über dem des privaten Ladens, beispielsweise zuhause liegen, um öffentliche Ladeinfrastruktur kostendeckend oder mit einem Geschäftsmodell betreiben zu können und diese nicht der Kundenbindung beziehungsweise dem Marketing dient und daher vergünstigtes oder kostenfreies Laden ermöglicht.

Aus heutiger Sicht sind BEV deutlich teurer als vergleichbare Benzinmodelle. Aus diesem Grund hat die Bundesregierung ein Förderprogramm/Umweltbonus für die Anschaffung von EV aufgelegt. Anträge auf Gewährung des Umweltbonus können seit dem 18. Mai 2016 beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) gestellt werden. Das Bafa veröffentlicht monatlich Zwischenbilanzen zum Antragsstand[18]. Die Grundlage der folgenden Abbildung 2 und Abbildung 3 ist die Zwischenbilanz zum 31. Dezember 2017. Zu diesem Termin lagen insgesamt 46.897 Anträge auf einen Umweltbonus vor. Dies entspricht durchschnittlich rund 2.300 Anträgen je Monat.

Die Abbildung 2 verdeutlicht, dass für Fahrzeuge der vier Hersteller BMW, Volkswagen, Renault und smart mehr als die Hälfte aller Anträge eingereicht wurden. Volkswagen befindet sich an zweiter Stelle. Die Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Anträge nach Fahrzeugmodellen. Hier führt das batterieelektrische Modell Zoé des Herstellers Renault die Liste an, gefolgt vom smart, ebenfalls ein batterieelektrischer Fahrzeugtyp. Danach folgen mengenmäßig Anträge für den BMW i3 (BEV), Audi A3 e-tron PHEV), BMW 225 xe (PHEV) und den Volkswagen e-Golf (BEV).

[18] Vgl. http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html, abgerufen 07.07.2017

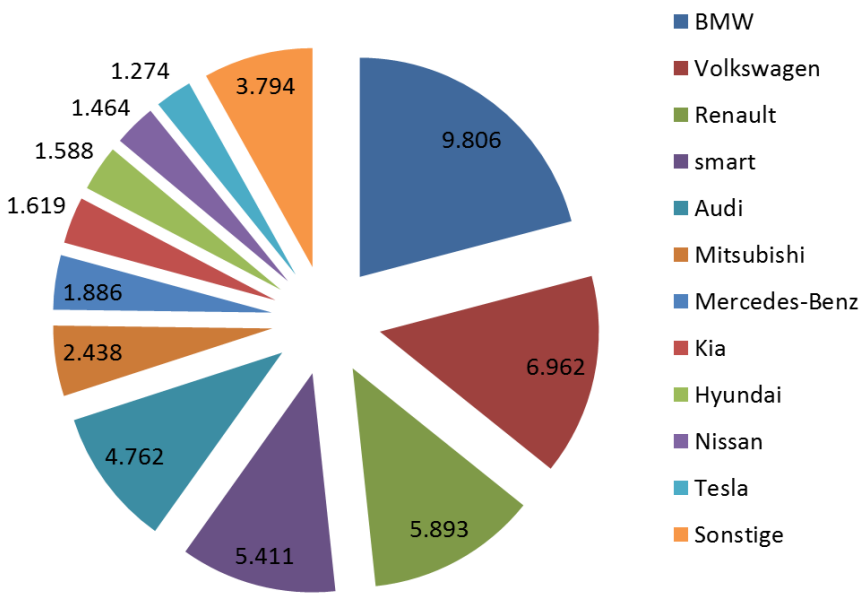

Abbildung 2: Verteilung der Umweltbonus-Anträge für EV nach Fahrzeugherstellern[19]

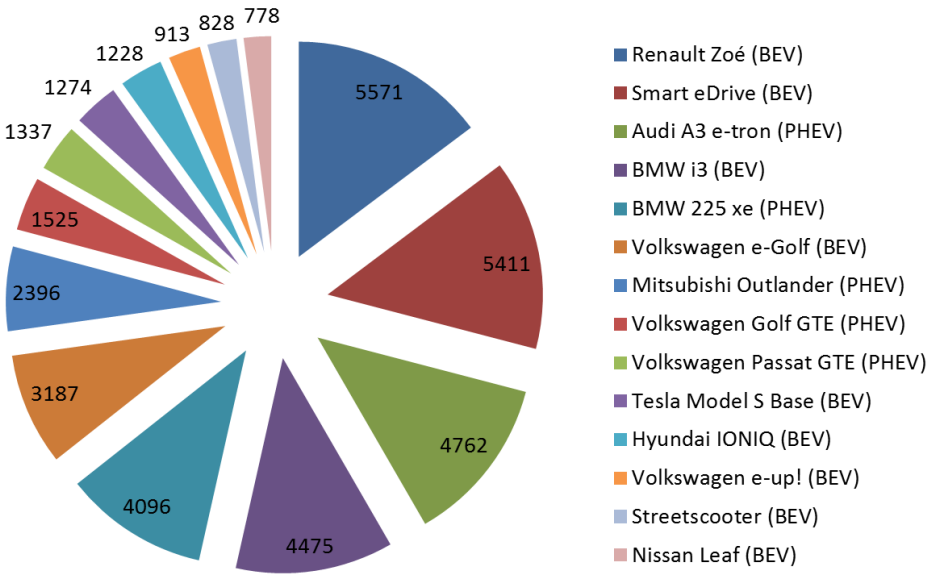

Abbildung 3: Verteilung der Umweltbonus-Anträge für BEV und PHEV nach Fahrzeugmodellen[20]

Die folgende Tabelle 3 zeigt für heute am Markt angebotene batterie-elektrische Pkw-Modelle die unverbindlichen Verkaufspreise (UVP).

[19] Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Stand: 31.12.2017
[20] Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Stand: 31.12.2017

Diese enthalten den Preis für die Batterie mit Ausnahme der Modelle Citroen E-Mehari und Renault Kangoo Z.E., die vom Hersteller nur mit monatlicher Batteriemiete angeboten werden. Die Hersteller Nissan und Renault bieten für ihre Fahrzeugmodelle optional auch eine Batteriemiete an, deren Miethöhe von der jährlichen Laufleistung abhängt.

Neuere und überarbeitete Fahrzeugmodelle, beispielsweise der VW e-Golf, der Ford Focus Electric oder der BMW i3 werden mit deutlich höheren Batteriekapazitäten und damit größeren Reichweiten angeboten. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Kosten für die Fahrzeugbatterien in den letzten 6 Jahren sehr deutlich gefallen sind. Die Kapazität für eine Kilowattstunde kostet heute durchschnittlich noch knapp über 200 €.

Modell	UVP	Batteriemiete monatlich	Batteriekapazität in kWh	Reichweite (NEFZ) in km
BMW i3	34.950 €		22	220
BMW i3	36.850 €		33	330
Citroen C-Zero	21.800 €		14,5	150
Citroen E-Mehari	24.790 €	87 €	30	200
Ford Focus Electric	34.990 €		33,5	225
Hyundai Ioniq Elektro	33.300 €		28	280
Kia Soul EV	29.490 €		30	250
Mercedes B 250 e	39.151 €		28	200
Mitsubishi EV*	23.790 €		16	150
Nissan e-NV 200 Evalia	37.602 €	optional	26	170
Nissan Leaf	29.265 €	optional	24	199
Nissan Leaf	34.385 €	optional	30	250
Peugeot iOn	19.800 €		14,5	150
Renault Kangoo Z.E.	26.537 €	73 €	22	170
Renault Zoé	30.100 €	optional	22	240
Renault Zoé	31.900 €	optional	40	400
Smart fortwo ED	21.940 €		17,6	160
Smart forfour ED	22.600 €		17,6	155
Tesla Model S 60	69.019 €		70	420
Tesla Model X 75 D	94.500 €		75	417
VW e-Golf (2017)	35.900 €		35,8	300
VW e-up!	26.900 €		18,7	160

Tabelle 3: Übersicht über modellspezifische Listenpreise, Batteriekapazitäten und nach NEFZ-Standard erzielte Reichweiten (Stand: Juli 2017)

Für die oben aufgeführten Fahrzeugmodelle sind der In der folgenden „Tabelle 4: Modellbasierte Übersicht über unterstütze Ladebetriebsarten (LBA) und mögliche Ladeleistungen“ die dazugehörigen Ladeoptionen zusammengestellt. Die Liste zeigt, dass für die neueren BEV die Schnellladung über die LBA 4 (DC) angeboten wird. Dabei sind verschiedene Fahrzeuge bereits auf Ladeleistungen > 50 kW vorbereitet. Verschiedene Hersteller liefern ein vollumfängliches Ladepaket standardmäßig mit, andere wiederum bieten diese Ladeoptionen kostenpflichtig an. Von allen Herstellern wird die Ladebetriebsart 2, die das sichere Laden an einer landesspezifischen heimischen Steckdose in Verbindung mit der sogenannten IC-CPD-Box (In Cable Control Protection Device) ermög-

licht, angeboten. In Deutschland bedeutet bis beispielsweise bei Verwendung eines Schuko-Steckers mit einem Bemessungsstrom von 10 A bei einphasiger 230-V-Wechselspannung eine Ladeleistung von 2,3 kVA. Fahrzeuge mit kapazitätsstärkeren Batterien bieten die Option des Schnellladens an (Ford Focus, VW e-Golf, BMW i3, Mitsubishi EV usw.). Auffällig ist, dass einige Fahrzeughersteller das normale Wechselstromladen mit Leistungen von 11 kW oder 22 kW nicht mit Bordladegeräten unterstützen. Beispielsweise bietet der Hersteller Smart für sein aktuelles Modell keinen 22-kW-Lader mehr an.

Modell	**Ladebetriebsart LBA**				
	2 | Steckertyp 1	**3 | Steckertyp 2**	**4 | CCS**	**4 | CHAdemo**	**4 | Tesla SC**
BMW i3	2,7 kW /	11 kW / 990 €	50 kW		
BMW i3	13 A	11 kW / 990 €	50 kW		
Citroen C-Zero	8 A bis 14 A			50 kW	
Citroen E-Mehari	bis 16 A				
Ford Focus Electric	10 - 16 -32 A		50 kW		
Hyundai Ioniq Elektro	bis 32 A		> 50 kW		
Kia Soul EV	10 - 16 - 32 A	bis 6,6 kW		50 kW	
Mercedes B 250 e	8 - 10 -13 A	11 kW			
Mitsubishi EV*	8 - 14 A			50 kW	
Nissan e-NV 200 Evalia	10 A	3,6 kW		50 kW	
Nissan Leaf	16 A	6,6 kW /1047 €		50 kW	
Nissan Leaf	16 A	6,6 kW /1047 €		50 kW	
Peugeot iOn	8 - 14 A			50 kW	
Renault Kangoo Z.E.	10 A	3,7 kW			
Renault Zoé	10 / 14 A	3,7-11-22-43 kW			
Renault Zoé	10 / 14 A	3,7-11-22-43 kW			
Smart fortwo ED	4,6 kW	4,6 kW			
Smart forfour ED	4,6 kW	4,6 kW			
Tesla Model S 60	11 kW	16,5 kW	50 kW		100 kW
Tesla Model X 75 D	11 kW	16,5 kW	50 kW		100 kW
VW e-Golf (Mo.2018)	2,3 kW	3,6 kW / 7,2 kW	40 kW		
VW e-up!	2,3 kW	3,6 kW /	40 kW		

Tabelle 4: Modellbasierte Übersicht über unterstütze Ladebetriebsarten (LBA) und mögliche Ladeleistungen

Anhand von Tabelle 3 und Tabelle 4 lässt sich feststellen, dass der Entwicklungstrend zum einen hin zu kapazitätsstärkeren Fahrbatterien geht, die eine größere Reichweite ermöglichen. Dies wird weiterhin durch die technische Unterstützung der DC-Schnellladung mit Leistungen zwischen 40 und 100 kW (je nach Ladestandard) flankiert. Eine Tendenz zu normalem Wechselstromladen mit Leistungen über 11 kW ist derzeit nicht festzustellen.

Zukünftig soll die Ladeinfrastruktur durch DC-Ladestationen mit 350-kW-Leistung und mehr, ein noch schnelleres Laden ermöglichen. Dies ist das Ziel des europäischen Forschungs- und Demonstrationsprojektes „ultra-

E“[21], das die Attraktivität der Nutzung von Elektromobilität auch auf langen Strecken steigern soll. Es sei angemerkt, dass diese sehr hohe Leistung nur in Verbindung mit kapazitätsstarken Batterien nutzbar sein wird, entsprechende Fahrzeuge sind derzeit in der Automobilindustrie in Entwicklung. Als Einsatzfelder können vorrangig Autobahnen und Hauptverkehrsstraßen gesehen werden, bei denen Mobilität zeitnah hergestellt werden muss. Neben dem Forschungs- und Demonstrationsprojekt „ultra-E“ haben inzwischen auch mehrere Marktteilnehmer das Laden mit 350 kW Leistung aufgegriffen, indem sie Ladenetze in diesem Leistungsbereich aufbauen. Prominentes Beispiel dafür ist das Joint Venture aus BMW Group, Daimler AG, Ford Motor Company und dem Volkswagen Konzern mit Audi und Porsche „IONITY“, das ein Paneuropäisches High-Power-Charging-Netzwerk aufbaut, um Elektromobilität auf Langstrecken zu ermöglichen.

Alternativ zum kabelgebundenen Laden soll das induktive kabellose Laden so weiterentwickelt und technisch standardisiert werden, dass diese komfortable Ladetechnologie interoperabel mit Geräten verschiedener Hersteller arbeitet. Dafür muss vorrangig ein Frequenzbereich für diese Anwendung international reserviert werden. Das dafür zuständige technische Standardisierungsprojekt sieht hierfür eine Frist bis 2019 vor. Darüber hinaus sind noch weitere technische Normen erforderlich, die beispielsweise die Kommunikation zwischen Fahrzeug- und Ladepunkt oder das autonome Positionieren des Fahrzeuges über der stationär verbauten Sendespule regeln. Details hierzu und zum Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur nennt die deutsche Normungsroadmap Elektromobilität 2020[22]. Gemäß dieser Normungsroadmap soll der Markthochlauf auch für induktives Laden ab 2020 möglich sein.

Neben diesem technischen Ausblick hat die Begleit- und Wirkungsforschung des Schaufensterprogramms Elektromobilität (Förderprogramm der Bundesregierung zur Förderung der praktischen Anwendung der Elektromobilität in Deutschland) [23] Fragen gestellt, die den zukünftigen Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur betreffen. Die gestellten Fragen (Zitate) lauten unter anderem:

„Wie lassen sich bidirektionale Ladetechnologien regulatorisch und technologisch in die Versorgungsnetze integrieren?“

[21] Vgl. Pressemitteilung „Schnellladung für Elektroautos startet“ zum europäischen Vorhaben „ultra-E“, Quelle: https://www.allego.eu/de/wp-content/uploads/sites/8/2016/10/18102016-Ultra-E-Press-Release-German.pdf , abgerufen 17.08.2017

[22] Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) hat ihren Entwicklungsplan für technische Normen, die für die Elektromobilität relevant sind, in einer „Normungs-Roadmap herausgegeben (vgl. „Die Deutsche Normungs-Roadmap-Elektromobilität 2020, Quelle: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationen/NormungsRoadmap_Elektromobilitaet_2020_bf.pdf)

[23] Vgl. Abschlussbericht der Begleit- und Wirkungsforschung 2017 der Schaufenster Elektromobilität, Quelle: http://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit__und_wirkungsforschung/EP30_Abschlussbericht_2017_der_Begleit-_und_Wirkungsforschung.pdf

„Wie lässt sich der Aufbau von privater Ladeinfrastruktur bei allen Gebäudeneubauten und Gebäudeumbauten rechtlich verankern?“

„Welche Ladeinfrastruktur mit welchen Leistungen wird dauerhaft im städtischen Umfeld benötigt?“

„Werden die öffentlichen Ladesäulen mit kleiner Ladeleistung dauerhaft gebraucht, oder werden sie mit zunehmender Verbreitung von Hochleistungs-Ladesäulen überflüssig?“

Die Antworten auf diese Fragen, die von Politik, Industrie und Energiewirtschaft gemeinsam erarbeitet und abgestimmt werden müssen, werden den weiteren Ausbaupfad für die öffentliche Ladeinfrastruktur entscheidend mitbestimmen.

- **Elektro-Batteriebus**

  Erstmals fuhr 1898 ein Batteriebus in Berlin. In den folgenden Jahrzehnten bis in die heutige Zeit wurden immer wieder Versuche unternommen, den batterieelektrischen Bus zu etablieren. Aufgrund der geringen Energiespeicherdichte der verwendeten Blei-Akkumulatoren waren diese Fahrzeuge jedoch den Modellen mit Dieselmotor hinsichtlich der möglichen Streckenreichweite deutlich unterlegen.

  Elektrische Oberleitungsbusse haben dieses Problem nicht, da sie ihre Energie für den Fahrbetrieb jederzeit aus den beiden Oberleitungsfahrdrähten beziehen. Im Fahrgastbetrieb wurde der erste Oberleitungsbus in Paris im Jahr 1900 eingesetzt. In den folgenden Jahren gab es eine Vielzahl von technischen Entwicklungen in diesem Technologiefeld. In den Fünfziger- und Sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden weltweit Oberleitungsbusse betrieben. Der Großteil dieser Systeme wurde danach aufgegeben, auch in Deutschland, wo heute nur noch Oberleitungsbusse in den Städten Esslingen, Solingen und Eberswalde fahren. Der Grund hierfür sind die im Vergleich zu Dieselbussen hohen spezifischen Investitionskosten für die Oberleitungsinfrastruktur und die geringere Flexibilität der Fahrzeuge für den Linienbetrieb.

  Mit der Entwicklung der Lithium-Ionen-Technologie für die chemische Speicherung von elektrischer Energie haben sich die technischen Bedingungen für Batteriebusse geändert. Die früher verwendeten Blei-Akkumulatoren speichern ca. 35 Wattstunden (Wh/kg) ein und besitzen damit eine sehr geringe spezifische Speicherkapazität. Lithium-Ionen-Batterien erreichen heute Werte um 200 Wh/kg. Dies bedeutet, dass die Reichweite eines Fahrzeuges bei gleichem Batteriegewicht deutlich größer wird. Dies gilt umso mehr, da an Batterien gearbeitet wird, die künftig Werte um 400 Wh/kg erreichen sollen und dies bei energiespezifisch deutlich sinkenden Kosten.

Bei aktuellen Projekten mit Elektro-Batteriebussen gehört die schnelle Zwischenladung des Batteriespeichers aus dem elektrischen Versorgungnetz ebenfalls zum Stand der Technik. Diese Schnellladung erfolgt entweder:

- kabelgebunden mit Hochstromstecker oder
- über einen Oberleitungsstromabnehmer (Pantografen) oder
- berührungslos über eine induktive Ladeeinrichtung .

Je nach Fahrstrecke und Rundenumlaufzeiten sind heute noch ein oder mehrere Zwischenladungen der Batterien notwendig. Der Aufbau der Ladestationen erfolgt - wenn möglich - an den Haltestellen, an denen der Bus längere Zeit steht und das elektrische Versorgungsnetz den Anschluss der Ladestation kostengünstig ermöglicht.

Mittel- und langfristig ist jedoch zu erwarten, dass mit der Verfügbarkeit von verbesserten und preiswerteren Batterien Elektrobusse mit Batterien entweder immer größere Reichweiten abgedeckt werden können oder die Anzahl der je Umlauf erforderlichen Zwischenladungen abnimmt. Damit könnten auch dort Batteriebusse geplant werden, wo heute Oberleitungs-Busse für die Elektrifizierung des Busverkehrs in Betracht gezogen werden.

- **Pedelec**

  In den letzten Jahren ist der deutsche Markt für elektrische Fahrräder stark und stetig gewachsen. Waren die ersten elektrischen Fahrräder noch Einzelanfertigungen oder Kleinserien, so werden heute Antriebskomponenten von renommierten Serienherstellern gefertigt und von den vielen kleinen Fahrradherstellern in ihre Produkte eingebaut. Dies hat sicherlich auch zu der positiven Marktentwicklung, wie sie Abbildung 4 für Pedelecs und E–Bikes in Deutschland zeigt, geführt.

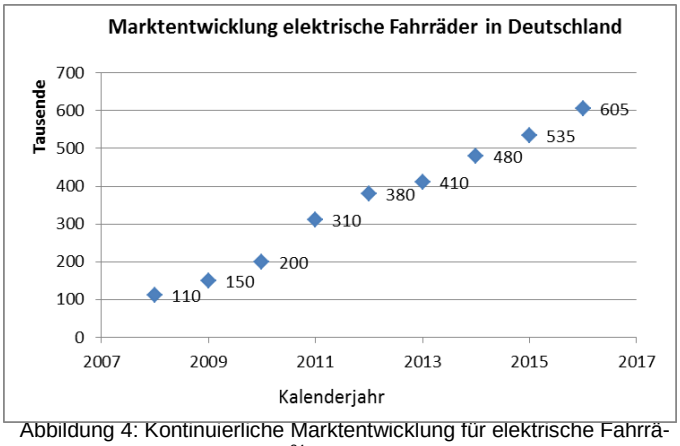

Abbildung 4: Kontinuierliche Marktentwicklung für elektrische Fahrräder in Deutschland seit 2008[24]

[24] Vgl. „Marktdaten“ nach Zweirad-Industrie-Verband (ZIV)

Elektrische Fahrräder werden unterschieden in sogenannte „Pedelecs“ und „E-Bikes“. Die folgende Tabelle 5. stellt die Unterschiede gemäß der Straßenverkehrsordnung gegenüber.

Merkmal	Pedelec	E-Bike
Max. Motorleistung	250 Watt	500 Watt
Höchstgeschwindigkeit	25 km/h mit Tretunterstützung	45 km/h
Anfahr- oder Schiebehilfe	bis 6 km/h	keine Begrenzung
Pflichten		
- Mindestalter	nein	ja
- Führerschein	nein	ja
- Versicherungspflicht	nein	ja
- Helmpflicht	nein	ja
Einstufung nach dt. Straßenverkehrsordnung StVO	Fahrrad	(Leicht-) Kraftrad

Tabelle 5: Merkmale von pedalelektrischen Fahrrädern (Pedelecs) und elektrischen Krafträdern (E-Bikes)

Mit der in Abbildung 4 sichtbaren Marktentwicklung geht ebenfalls eine technische Weiterentwicklung einher. Bezüglich des Antriebes sind heute Radmotoren für Vorder- oder Hinterradantrieb genauso zu finden, wie Mittelmotoren. Die elektrische Systemnennspannung ist von 24 V auf 36 V gestiegen. Vereinzelt werden Systeme mit 48-V-Nennspannung angeboten. Je nach Bedarf kann die Nennkapazität des Akkus gewählt werden. Kleine Systeme beginnen mit 7 Ah, große erreichen 17 Ah und darüber. Mit den mitgelieferten Ladegeräten dauern die Ladezeiten bis zu 6 Stunden für eine Vollladung. Die separaten Ladegeräte werden über einen Schutzkontaktstecker an das elektrische Netz angeschlossen.

Heute ist es üblich, dass die Nutzer von Pedelecs und E-Bikes ihren Akku mit dem vom Fahrradhersteller mitgelieferten separaten Ladegerät an einer Schutzkontaktsteckdose laden. Derzeit wird an einem technischen Standard gearbeitet, welcher die Batterieladung herstellerunabhängig mit einem am Ladepunkt zur Verfügung stehenden Ladegerät ermöglichen soll. Ein einheitlicher Standard existiert derzeit jedoch noch nicht. Dieser würde die Batterieladung deutlich komfortabler gestalten, da der Transport des separaten Ladegerätes entfiele. Die Einführung eines einheitlichen Standards ist jedoch weder mittel- noch langfristig absehbar, obwohl seit mehreren Jahren Bemühungen existieren, den sogenannten „Rosenberger Stecker“ als Standard einzuführen. Daher sollten Pedelec-Ladestationen nur mit Steckdosen und je nach Standort und Bedarf, mit

entsprechenden abschließbaren Lagerungsmöglichkeiten der Ladegeräte während des Ladevorgangs aufgebaut werden, um einen niederschwelligen Zugang für jeden Nutzer zu ermöglichen.

3. Mobilitätsprodukte und systemtechnische Umsetzung

a. Mobiles Internet als Wegbereiter einer neuen Mobilität

Mit der rasanten Entwicklung und Verbreitung von mobilen Smartphones sind in den letzten Jahren verschiedene Mobilitätsprodukte entstanden, an denen sich auch die großen deutschen Automobilhersteller beteiligen. Die Grundidee dieser Lösungen ist, dass die Mobilität eine Dienstleistung ist, die für den Nutzer vorteilhaft durch die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel (Bahn, ÖPNV, Taxi, Mitfahrgelegenheit usw.) erbracht werden kann. Die Tabelle 6 gibt einen exemplarischen Überblick über Mobilitätsdienstleistungen, die entweder am nationalen Markt oder an internationalen Märkten etabliert sind.

Dienstleistung	Marke/Produkt	Stakeholder
Car Sharing	DriveNow Car2Go Flinkster	BMW / Sixt Daimler AG Deutsche Bahn
Fahrzeugvermittlung	ReachNow	BMW
Taxi-Vermittlung	Mytaxi	Daimler
Parkplatzsuche und Vermietung	ParkNow	BMW
Laden von Elektrofahrzeugen	ChargeNow	BMW
Intermodale Mobilität	Moovel	Daimler
Fahrdienst-Vermittlung	Uber Gett Lyft Scoop Didi (China)	Uber / Toyota Gett / VW Lyft / GM / Jaguar Scoop / BMW Didi / Apple

Tabelle 6: Überblick über ausgewählte Mobilitätsdienstleistungen und deren Stakeholder

Das Potenzial dieser Dienstleistungen für die Verminderungen der Anzahl von Fahrzeugen im Straßenverkehr wird als hoch eingeschätzt. Für dieselbe Transportleistung von Personenkilometern würden deutlich weniger Fahrzeuge benötigt. Einerseits hätte dies eine Entlastung des Straßenverkehrsnetzes zur Folge, was insbesondere in Großstädten und Metropolregionen besonders vorteilhaft wäre. Anderseits würde die Zahl der dort zu verkaufenden Fahrzeuge mittelfristig mindestens

stagnieren und langfristig merklich abnehmen. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, dass das Engagement der weltweit agierenden Automobilkonzerne in diesem Zukunftsfeld in den letzten Jahren sichtbar zugenommen hat. Beispielsweise hat die Volkswagen AG in ihrer Zukunftsstrategie 2025[25] den Aufbau des Geschäftsfeldes „Mobilitätslösungen“ als einen von vier Eckpfeilern vorgestellt. Dazu soll der Geschäftsbereich für Mobilitätslösungen entstehen und ein attraktives und profitables Smart Mobility Angebot entwickelt und ausgebaut werden. Diese Zielsetzung erfolgt heute in einer Zeit, in der die Anzahl der Straßenfahrzeuge und insbesondere der Pkw noch immer zunimmt.

Zusammengefasst können gute Dienstleistungsangebote für Mobilität die heutige Verkehrsstruktur mittel- bis langfristig verändern. Insbesondere in Großstädten und Metropolregionen, die vom Straßenverkehrsaufkommen besonders gestresst sind, würde das Verkehrsminderungspotenzial der Dienstleistungen am schnellsten zu heben sein.

b. Entwicklung EV-Hochlauf

Bereits im Jahr 2011 hat die deutsche Bundeskanzlerin das Ziel der Bundesregierung, „dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf unseren Straßen im Einsatz sind“, benannt. Bezogen auf den Pkw-Bestand von 42.927.647 Fahrzeugen[26] (Stichtag 1. Januar 2012), entspräche dies einem Anteil von knapp 2,33 %.
Für den Stichtag 1. Januar 2017 nennt das Kraftfahrtbundesamt (KBA) einen Bestand von 45,8 Mio. Fahrzeugen, darunter 34.022 BEV (+33,4 % gegenüber dem Vorjahr) und 165.405 Hybrid-Pkw (HEV) (+26,8 % gegenüber Vorjahr, inklusive der 29.702 Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEV), die ab dem 1. Januar 2012 zugelassen wurden). Damit ist der Anteil < 0,14 %. Das Erreichen des politisch formulierten Ziels, eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen bis 2020 erfordert damit immer höhere Anstrengungen und wird damit immer unwahrscheinlicher.

Kalenderjahr	BEV	PHEV	HEV
2013	13	330	1.586
2014	8.522	4.527	27.435
2015	12.363	11.101	33.630
2016	11.410	13.744	47.996
Summe	32.308	29.702	110.644

Tabelle 7: Entwicklung der Zulassungszahlen für Elektro-Pkw und Hybridfahrzeuge[27]

[25] Vgl. https://www.volkswagenag.com/presence/konzern/pdf/Konzerninitiativen_DE.pdf, abgerufen 21.07.2017

[26] Vgl. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2013/2013_b_bestandsbarometer_teil1_absolut.html?nn=793588, abgerufen 21.07.2017

[27] KBA-Statistik „Fahrzeugzulassungen (FZ), Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen FZ14“ für mehrere Kalenderjahre, vgl. https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz14_n_uebersicht.html, abgerufen 20.07.2017

Für die Prognose des zukünftigen Hochlaufs der Elektrostraßenfahrzeuge gibt es eine Vielzahl von Ansätzen und darauf aufbauende Studien.

Im September 2016 veröffentlichten Kuhnert und Stürmer ihre Studie „Mit Elektrifizierung und Verbrennungsmotor auf dem Weg in die Zukunft[28] in der Monatszeitschrift „VDA-Konjunktur-Barometer". Tabelle 8 gibt einen Überblick über darin prognostizierte Werte. Die Autoren gehen davon aus, dass sich zunächst die PHEV und HEV durchsetzen und die Entwicklung der vollelektrischen Batteriefahrzeuge treiben werden. Eine weitere Kernaussage ist, dass eine vollständige Elektrifizierung der Fahrzeugflotte (Pkw und leichte Nutzfahrzeuge) bis zum Kalenderjahr 2050 nur gelingen kann, wenn bereits 2030 überwiegend Elektrofahrzeuge neu zugelassen werden, da ca. elf Jahre benötigt werden, bis die für den Straßenverkehr zugelassenen Fahrzeuge erneuert sind.

Kalenderjahr	BEV	PHEV	EV
2016	0,5 %		2,9 %
2020	1,9 %	1,7 %	~13 %
2025	14,5 %	6,1 %	
2030	36,5 %	12,3 %	
Summe		--	

Tabelle 8: Prognostizierte Anteile der Antriebstechnologien an den europäischen Neuzulassungen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge[29]

Eine verbindliche Regelung für den Zulassungsstopp von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren wird in verschiedenen europäischen Ländern diskutiert. Wie die Deutschen-Wirtschafts-Nachrichten[30] am 16.04.2016 berichten, haben niederländische Politiker einen Antrag für ein Zulassungsverbot für Fahrzeuge mit Benzin- oder Dieselmotor ab 2025 formuliert und im Unterhaus bereits verabschiedet.

Norwegen gilt als ein Vorreiter für die Elektromobilität. Im März 2017 wurde der norwegische Transportplan für den Zeitraum 2018 – 2029 verabschiedet[31]. Im Rahmen der Klimastrategie sollen konsequent emissionsarme Fahrzeuge eingeführt werden. Dies bedeutet für private Pkw, leichte Nutzfahrzeuge und Stadtbusse, dass sie nach 2025 nur zugelassen werden, wenn sie im Betrieb klimaneutral (zero emission) sind.

Großbritannien erwägt ein Zulassungsverbot von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren ab 2040, wie verschiedenen Pressemitteilungen[32] zu entnehmen ist.

[28] Titel der Studie: Mit Elektrifizierung und Verbrennungsmotoren auf dem Weg in die Zukunft der Mobilität; Autoren: Felix Kuhnert, Christoph Stürmer; Herausgeber: PwC Autofacts, Stuttgart; vgl. http://www.pwc.de/de/automobilindustrie/warum-bis-2030-jeder-dritte-neuwagen-ein-e-auto-ist.html, abgerufen 20.07.2017

[29] Vgl. Kuhnert und Stürmer, 2016

[30] Vgl. „Niederlande planen Verbot für Diesel- und Benzinmotoren. In Deutsche Wirtschafts-Nachrichten, veröffentlicht am 16. April 2016, Quelle: https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2016/04/19/niederlande-planen-verbot-fuer-diesel-und-benzinmotoren/; abgerufen 21.07.2017

[31] Vgl. „National Transport Plan 2018-2019", Quelle: http://www.ntp.dep.no/English, abgerufen 21.07.2017

[32] Vgl. „Klimafreundliche Autos, Großbritannien will Verbrennungsmotoren ab 2040 verbieten". In Spiegel Online, veröffentlicht am 26.07.2017, Quelle: http://www.spiegel.de/auto/aktuell/grossbritannien-diesel-und-benzinautos-sollen-ab-2040-verboten-sein-a-

Auch in Deutschland wird ein Zulassungsverbot für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor diskutiert[33]. Dazu haben Falck et al. die Auswirkungen eines Zulassungsverbotes für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor in einer vom Verband der Automobilindustrie (VDA) e.V. beauftragten Studie[34] untersucht. In dem gewählten Referenzszenario Business As Usual (BAU) wird angenommen, dass gut 250 Tsd. Fahrzeuge mit einem alternativen Antrieb im Bezugsjahr 2030 zugelassen werden. Dies entspräche lediglich 7,58 % bezogen auf 3,35 Mio. Pkw-Neuzulassungen in Deutschland (Kalenderjahr 2016).

Damit sich die zukünftige Realität in der Tendenz an das erste Szenario und nicht an das zweite Szenario anpasst und Elektrofahrzeuge von potentiellen Käufern akzeptiert werden, hat eine Untersuchung der Cardiff University bereits im Jahr 2014 gezeigt (http://www.enevate.eu/activities/survey_results.pdf), dass verschiedene Kriterien in Summe zum Kaufzeitpunkt überzeugen müssen:

- Technisch (Reichweite, Zuverlässigkeit, Qualität, Sicherheit, Innovative Systeme)
- Wirtschaftlich (Anschaffungspreis, Kraftstoffverbrauch, Wertverlust)
- Komfort (Platzangebot, Nutzbarkeit im Alltag)
- Emotional (Fahrgefühl, Marke, Design)
- Allgemein (Bewertungen /Testergebnisse)

Finanzielle Anreize durch den Staat können die Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen maßgeblich beeinflussen, wie (Kellerhoff, 2017) an internationalen Beispielen von Hongkong und Dänemark feststellt. Hier hat eine Einstellung der finanziellen Anreize jeweils deutliche Absatzeinbrüche hervorgerufen. Umgekehrt kann anhand der Zulassungsstatistik und dem Bericht des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa), der am 31. Dezember 2017 durch die Bundesregierung (BMWi, 2017) eingeführt wurde, eine positive Wirkung des Umweltbonus für Elektrofahrzeuge interpretiert werden (dies stellt keine Aussage über die Effizienz des Programms dar). Hier existiert jedoch keine Untersuchung der Käufermotivation, so dass keine Aussage dazu getroffen werden kann, ob die steigenden Zulassungszahlen tatsächlich auf den finanziellen Anreiz zurückzuführen sind oder der Kauf auch ohne Anreiz getätigt worden wäre, so dass die Prämie nur einen Mitnahmeeffekt hat.

Die Fahrzeugbetriebskosten werden wesentlich von den Treibstoffkosten bestimmt. In Deutschland zeigt die Zulassungsstatistik des Kraftfahrzeug Bundesamtes (KBA) einen dominanten Anteil an Fahrzeugen mit Dieselmotor gegenüber Fahrzeugen mit

1159715.html, abgerufen 31.07.2017; vgl. https://www.tagesschau.de/ausland/diesel-benzin-verbot-uk-101.html, abgerufen 31.07.2017

[33] Vgl. „Deutschland bereitet Abschied vom Diesel vor. In: Deutsche Wirtschafts-Nachrichten , veröffentlicht am 07.04.2016, Quelle: https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2016/04/07/umweltminister-wollen-nach-abgas-affaere-diesel-teurer-machen/, abgerufen 21.07.2017

[34] Oliver Falck, Michael Ebnet, Johannes Koenen, Julian Dieter, Johann Wackerbauer: „Auswirkungen eines Zulassungsverbots für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor“, Ifo Studie: München, Juni 2017.

Benzinmotor. Neben der besseren Effizienz des Motors liegt dies u.a. darin begründet, dass Dieselkraftstoff weniger stark besteuert wird als Benzin. Gemäß deutscher Energiesteuer[35] beträgt die Differenz 18,41 €ct/Liter. Auch Frankreich gewährt dem Dieselkraftstoff derzeit einen Steuervorteil von ca. 15,2 €ct/Liter. (Böckmann, 2017) berichtet darüber, dass in Frankreich zukünftig eine gleiche Besteuerung angestrebt wird. Diese wird in der Schweiz bereits umgesetzt. Für Deutschland hingegen sind diesbezüglich keine Pläne bekannt.

Dem ökonomischen Vorteil des Dieselantriebes muss dessen Umweltverträglichkeit gegenübergestellt werden. Seit Beginn der öffentlichen Diskussion um die manipulierten Abgaswerte von Dieselfahrzeugen im Jahr 2014 sind immer weitere Erkenntnisse veröffentlicht worden, so dass heute die Frage gestellt wird, ob der Dieselmotor eine Zukunft hat.

Die Entscheidungen über die Zukunft des Dieselmotors beeinflussen die Entwicklung der Elektromobilität wesentlich. Im Vergleich zu Benzinfahrzeugen sind Dieselfahrzeuge effizienter und stoßen nach Norm weniger Kohlendioxyd je Fahrkilometer aus. Ein hoher Flottenanteil an Dieselfahrzeugen hilft damit den Fahrzeugherstellern, die Vorgaben der EU für den Flottenausstoß[36] einzuhalten und hohe Strafzahlungen zu vermeiden. Mit den aktuellen Erkenntnissen, dass viele Dieselfahrzeuge die Schadstoffgrenzwerte im Betrieb deutlich überschreiten, stellen sich für die Fahrzeughersteller folgende primäre Fragen:

- Kann die Dieseltechnik die Anforderungen an den Schadstoffausstoß einhalten und welche Mehrkosten sind damit verbunden?
- Wie kann der für 2021 festgelegt CO_2-Zielwert von 95 g/km erreicht werden?
- Welche Potenziale bieten synthetische Kraftstoffe für die Emissionsreduktion?

Die zulässigen Grenzwerte für Feinstaub und Stickoxyde werden insbesondere in vielen Ballungszentren und Großstädten regelmäßig überschritten, woran die Fahrzeuge mit Dieselantrieb einen wesentlichen Anteil haben. Bereits im Jahr 2008 hat die EU mit der Luftqualitätsrichtlinie[37] die Anforderungen festgelegt und der Europäische Gerichtshof in seinem Urteil[38] festgestellt, dass es ein Recht auf saubere Luft gibt.

[35] „Energiesteuergesetz (Deutschland)“. In Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 9. Juni 2017, Quelle: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Energiesteuer_(Deutschland)&oldid=166223423, abgerufen 17.07.2017

[36] Für die Fahrzeugflotte muss der Hersteller im Jahr 2012 einen CO_2-Zielwert von 95 g/km erreichen. Ab 2025 soll der CO_2-Zielwert auf 68 g/km sinken.

[37] Vgl. RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

[38] Vgl. EuGH, 25.07.2008 - C-237/07, Quelle: https://connect.juris.de/jportal/prev/WBRE410015042, abgerufen 28.07.2017

Die Bundesregierung hat die EU-Richtlinie mit der Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065) in deutsches Recht[39] umgesetzt.

Seit 2015 klagt die Deutsche Umwelthilfe in betroffenen Städten auf die Einhaltung der Grenzwerte und hofft damit, dass Fahrverbote für Dieselfahrzeuge verhängt werden. Für den Fall, dass diese Klagen ganz oder teilweise erfolgreich sein werden, ist zu erwarten, dass temporäre Fahrverbote für Dieselfahrzeuge in vielen deutschen Städten verhängt werden. Aktuell hat das Verwaltungsgericht Stuttgart in seinem vielbeachteten Urteil[40] vom 28. Juli 2017 über die Klage der Deutschen Umwelthilfe e.V. gegen das Land Baden-Württemberg hinsichtlich der Fortschreibung des Luftreinhalteplanes / Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart u.a. entschieden, dass ein Fahrverbot für Dieselfahrzeuge, die die aktuelle Schadstoffnorm Euro 6/VI unterschreiten, zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte in der Umweltzone Stuttgart zeitnah zum 1. Januar 2018 umzusetzen ist.

Um dieses Einfahrverbot zu vermeiden, müssen die betroffenen Fahrzeugtypen technisch nachgerüstet werden. Dass auch Fahrzeuge nach der aktuellen Abgasnorm Euro 6 die Normgrenzwerte deutlich überschreiten können, zeigt die Untersuchung der Deutschen Umwelthilfe DUH, die NO_x- und CO_2-Messungen an Euro 6 Diesel-Pkw im realen Fahrbetrieb in den Wintermonaten 2016/17 vorgenommen hat[41]. Die Untersuchung zeigt jedoch auch, dass Fahrzeugmodelle mit neu entwickelten Dieselaggregaten technisch in der Lage sind, die vorgegebenen gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten oder sogar zu unterschreiten.

Die anhaltenden Diskussionen verunsichern Käufer von Neuwagen, wie die deutlich gesunkenen Zulassungszahlen für Dieselfahrzeuge der letzten Monate zeigen. Die folgende Abbildung 5 verdeutlicht die Verschiebung der Neuzulassungen von Dieselfahrzeugen zu Benzinfahrzeugen.

[39] Vgl. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244) geändert worden ist"

[40] Vgl. http://www.vgstuttgart.de/pb/,Lde/Klage+der+Deutschen+Umwelthilfe+e_V_+gegen+das+Land+Baden-Wuerttemberg+wegen+Fortschreibung+des+Luftreinhalteplanes_Teilplan+Landeshauptstadt+Stuttgart+erfolgreich/?LISTPAGE=4414005, abgerufen 31.07.2017

[41] Vgl. http://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Verkehr/dieselgate/Wintermessungen_2016_2017/170329_EKI-Bericht_NOx-_und_CO2-Wintermessungen_EKI_DUH_01.pdf, abgerufen 28.07.2017

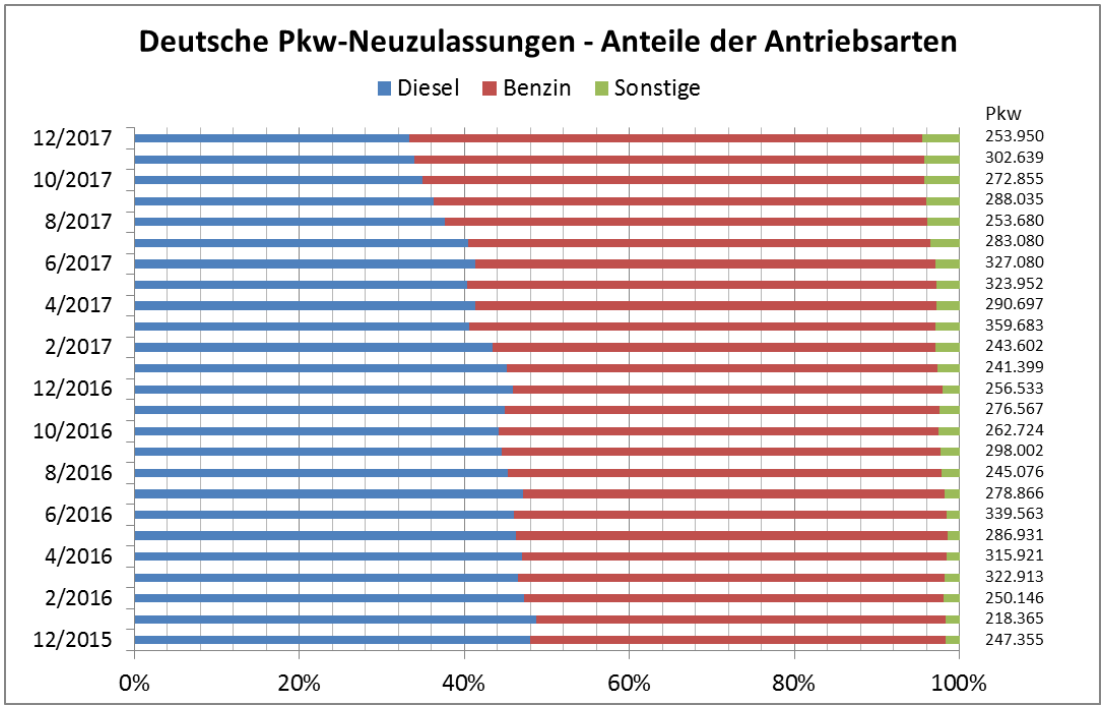

Abbildung 5: Entwicklung der deutschen Pkw-Neuzulassungen seit Dezember 2015 nach Antriebsarten[42]

Greifen potenzielle Käufer auf Fahrzeuge mit Benzinantrieb zurück, die vom drohenden Einfahrverbot in Städten derzeit nicht betroffen wären, erhöht sich der Druck auf die Fahrzeughersteller, vom Markt akzeptierte Elektrische und Hybridelektrische-Fahrzeuge anzubieten, um das CO_2-Flottenziel zu erreichen. Aus Sicht des Fahrzeugkäufers bedeutet dies folgendes:

- Das Angebot an elektrischen Fahrzeugtypen muss steigen.
- Die Differenzkosten zu einem vergleichbaren Fahrzeugmodell mit Verbrennungsmotor müssen fallen.
- Die Reichweite muss sich erhöhen und die Batterie- /Ladetechnologie verbessern, so dass BEV im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engine - ICE) nicht für 85 Prozent sondern zu 100 Prozent der Fahrten nutzbar sind und die Reichweitenangaben zu allen mitteleuropäischen Witterungsbedingungen der realen Alltagsnutzung entsprechen.
- Die erforderliche Ladeinfrastruktur ist verfügbar.

Umso mehr sich die aktuelle Situation dem oben beschriebenen Zustand annähert, desto mehr Kunden werden sich für ein BEV entscheiden und desto schneller wird der Markthochlauf gelingen.

c. Autonomes Fahren und fahrerlose Fahrzeuge

In den letzten Jahren ist das autonome Fahren verstärkt in die öffentliche Wahrnehmung gerückt. Insbesondere Unternehmen wie Tesla, Uber und Google haben die

[42] Vgl. Pressemitteilungen des KBA zu den monatlichen Fahrzeugneuzulassungen. Anm. : In den Berichten für die Monate 3/2016, 6/2016 und 10/2016 fehlen die Angaben.

Thematik medienwirksam verbreitet und neue Geschäftsmodelle aufgezeigt, beispielsweise im Bereich fahrerlose Taxis bei der Personenbeförderung.

Langfristig wird diese Technologie die Mobilität grundlegend verändern, kurz- und mittelfristig wird es primär mehr Komfort beim Fahren bedeuten. Für die Ladeinfrastruktur ist es besonders deswegen von Relevanz, weil es die Rahmenbedingungen für das Abstellen von Fahrzeugen im Allgemeinen und das Laden von EV im Besonderen beeinflussen wird.

Das fahrerlose Fahren ist die höchste Stufe der Automatisierung. International definieren verschiedene Organisationen wie beispielsweise

- das deutsche Bundesamt für Straßenwesen (BASt)
- die US-amerikanische National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)
- die Society of Automotive Engineers (SAE)

die Grade der Automatisierung für das Fahren und Parken. Die folgende Tabelle 9 verdeutlicht national und international festgelegte Einzelgrade hinsichtlich der Anforderungen an den Fahrer und das Fahrsystem in Anlehnung an die vom SAE festgelegten Stufen. Unter dem Begriff „Längsführung“ ist das Beschleunigen und Verzögern des Fahrzeuges zu verstehen; die „Querführung“ umfasst das Lenken des Fahrzeuges.

Stufe	Anforderung Fahrer	Anforderung Fahrsystem
0 Keine Assistenz	Dauerhafte Fahrzeugführung	Keine eingreifende Assistenz aktiv
1 Assistenz	Fahrer führt dauerhaft entweder Längs- oder Querführung aus.	Assistenzsystems übernimmt die alternative Führungsaufgabe.
2 Teilautomatisiert	Dauerhafte Systemüberwachung durch den Fahrer.	System übernimmt Längs- und Querführung für definierten Einsatzfall.
3 Hochautomatisiert im definierten Einsatzfall	Fahrer muss das System nicht dauerhaft überwachen aber kurzfristig in der Lage sein, die Fahraufgabe zu übernehmen.	Für den definierten Einsatzfall übernimmt das System die Längs- und Querführung. Es stellt das Erreichen von Systemgrenzen fest und fordert den Fahrer rechtzeitig zur Übernahme der Fahraufgabe auf.
4 Vollautomatisiert im definierten Einsatzfall	Kein Fahrer notwendig für den festgelegten Einsatzfall.	Für den definierten Einsatzfall beherrscht das System alle Anforderungen an die Fahraufgabe autonom.

5 Vollautomatisiert / Fahrerlos	Keine (fahrerlos vom Start bis zum Ziel).	Fahraufgabe wird vollständig vom System in allen Situationen (Geschwindigkeitsbereichen, Straßentypen, Umweltbedingungen) übernommen.

Tabelle 9: Stufen des automatisierten Fahrens nach SAE.

Damit diese Funktionen im öffentlichen Straßenbereich eingesetzt werden dürfen, bedarf es des rechtlichen Rahmens zum autonomen Fahren. Diesen hat die Bundesregierung mit Zustimmung des Bundesrates im „Achten Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes“ vom 16. Juni 2017 (vgl. BGBl. I S. 1648) festgelegt. Das Straßenverkehrsgesetz (StVG) nennt in § 1a Begrifflichkeiten, Anforderungen und Funktionen im Kontext des hochautomatisierten oder vollautomatisierten Fahrens.

Für die mögliche Ausgestaltung der künftigen Ladeinfrastruktur für EV ist § 6 Abs. 14a StVG von Bedeutung. Dieser ermächtigt das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) zur Erlassung von Rechtsverordnungen unter Zustimmung des Bundesrates über:

„… die Einrichtung und die mit Zustimmung des Verfügungsberechtigten Nutzung von fahrerlosen Parksystemen im niedrigen Geschwindigkeitsbereich auf Parkflächen, die durch bauliche oder sonstige Einrichtungen vom übrigen öffentlichen Straßenraum getrennt sind und nur über besondere Zu- und Abfahrten erreicht und verlassen werden können“

Damit liegt die Ausgestaltung der Rahmenbedingungen für das fahrerlose Parken beim zuständigen Bundesministerium BMVI. Dieses kann auf die technischen Entwicklungen beim automatisierten Parken zeitnah mit einer geeigneten Rechtsverordnung reagieren.

Die deutsche Automobilindustrie hat im VDA Magazin zum Thema Automatisierung (VDA 2015)[43] die geplante Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren beschrieben. Die folgende Abbildung 6 zeigt, dass das fahrerlose Parken der Stufe 4 (vollautomatisiert) zugeordnet ist und die Einführung gemäß Zeitplan ab dem Kalenderjahr 2018 geplant ist.

[43] Vgl. VDA (2015): „Automatisierung – Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren“, Quelle: https://www.vda.de/dam/vda/publications/2015/automatisierung.pdf, abgerufen 24.07.2017

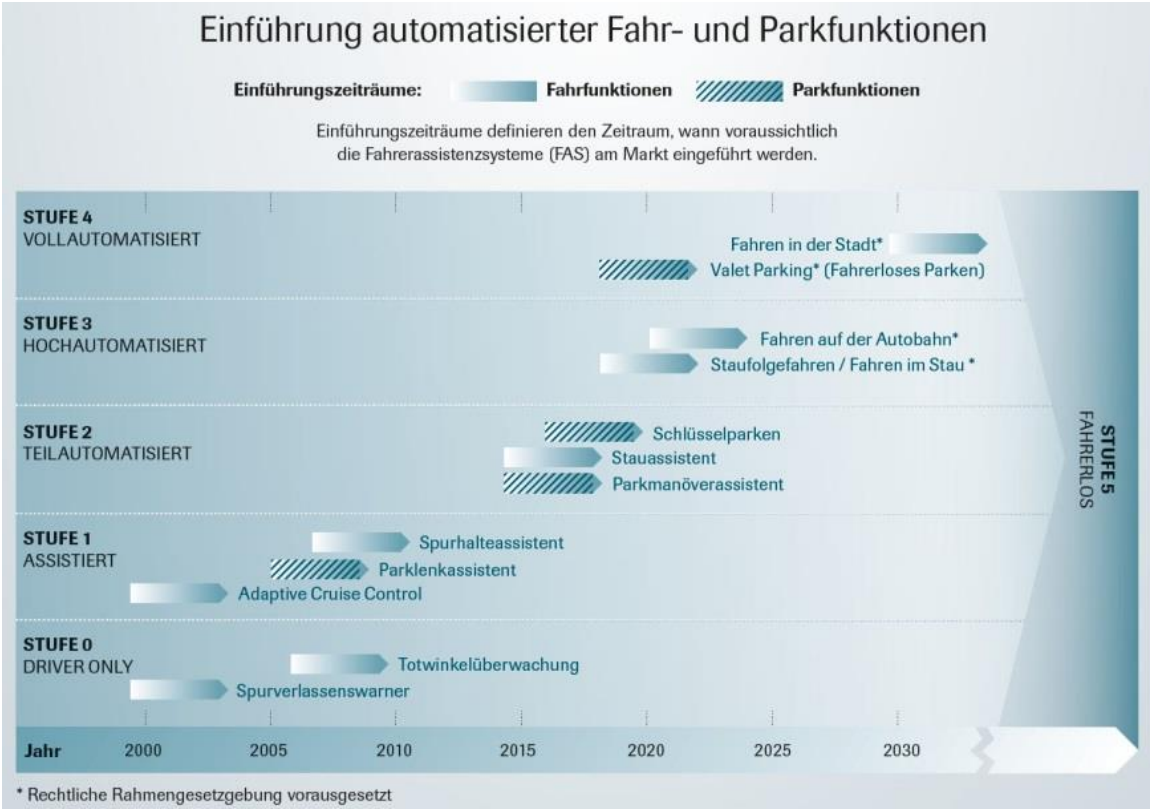

Abbildung 6: Einführung automatisierter Fahr- und Parkfunktionen[44]

Autonom fahrende Fahrzeuge benötigen weniger Stellplatz, da zum einen der für das Ein- und Aussteigen des Fahrers notwendige Platz entfällt und zum anderen die erforderliche Verkehrsfläche zum Rangieren geringer ist. Bei bewirtschaftetem Parkraum ist mit einer gesteuerten Zuweisung eines Parkplatzes die optimierte Auslastung des Parkraums auch unter Berücksichtigung der Ladeanforderungen von EV möglich (Odrich, 2017). Technisch ist dies heute kabelgebunden mit Ladesäulen bzw. Wandladepunkten oder alternativ kabellos durch den Einsatz von induktiver Ladetechnik möglich.

Bei der kabellosen Batterieladung wird die Energie von einer Sendespule, die auf dem Boden verbaut ist, in das Gegenstück, welches sich unter dem Fahrzeugboden befindet, übertragen. Werden Fahrzeuge zukünftig automatisch sehr dicht geparkt, so könnten diese mittels der kabellosen Technologie problemlos geladen werden, wenn die beiden Spulen günstig zueinander positioniert sind.

Neben dem kabellosen Laden wäre das vollautomatisierte Parken alternativ auch kabelgebundenes Laden mit hoher Ladeleistung (sog. Schnellladen im Sinne der Ladesäulenverordnung[45]) möglich. Hierzu würde das Fahrzeuge automatisiert an eine Schnellladestation fahren, dort automatisch in kurzer Zeit geladen werden, um dann autonom auf einem freien Stellplatz ohne Ladepunkt zu parken. Die Vorgänge des fahrerlosen Fahrens und Parkens entsprechen Stufe 4 in Abbildung 6, die ab

[44] VDA (2015): 15

[45] Ladesäulenverordnung vom 9. März 2016 (BGBl. I S. 457), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1520) geändert worden ist

2018 umgesetzt werden soll. Rechtlich lässt das StVG diese Anwendung bei niedriger Geschwindigkeit und auf Flächen zu, die vom öffentlichen Straßenraum nur durch geeignete Wege erreicht oder verlassen werden können. Das automatisierte Betanken eines Verbrennerfahrzeuges mit einem Roboter wurde bereits durch das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA[46] demonstriert und am 25. Februar 1999 mit dem Europäischen Innovationspreis ausgezeichnet. Mit der zwischenzeitlich weit fortgeschrittenen Robotertechnologie in Kombination mit dem automatisierten Fahren haben die Projekte „InFlott“ (Schaufenster Elektromobilität LivingLab BWe Mobil) und „AUTOPLES“ (Spitzencluster Elektromobilität Süd-West) für ein EV demonstriert, dass das automatisierte Laden eines E-Pkw möglich ist[47].

Beide Ladetechnologien sind ausgewählte Handlungsfelder in der „Deutschen Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020“ (NPE, 2017) für die Empfehlungen für deren konsequente Weiterentwicklung der technischen Normen gegeben werden. Daraus kann insbesondere abgeleitet werden, dass beide Technologien, sowohl das schnelle kabelgebundene DC-Laden als auch das kabellose induktive Laden durch technische Normen offen beschrieben und interoperabel von allen interessierten Herstellern entwickelt werden können.

Unter Berücksichtigung der obigen Sachverhalte und Entwicklungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass mittelfristig auch fahrerlose EV automatisiert an einer kabelgebundenen Schnellladestation oder einer induktive Ladestelle geladen werden können, ohne dass hierfür eine Person aktiv werden muss. Dies wäre bei der Wahl des Straßenraumes in welchem die Ladung stattfinden soll, mit zu beachten.

[46] Vgl. Pressemitteilung idw „Europäischer Innovationspreis für Fraunhofer IPA-Tankroboter“, Dipl.-Theol. Jörg Walz Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA“, Quelle: https://idw-online.de/de/news?print=1&id=9355, abgerufen 20.07.2017

[47] Vgl. Pressemitteilung „Automatisches Parken und Laden in der Stuttgarter Innenstadt“, Quelle: http://www.e-mobilbw.de/de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/automatisches-parken-und-laden-in-der-stuttgarter-innenstadt.html, abgerufen 01.08.2017

4. Institutionelle Rahmenbedingungen, Verkehr und Infrastruktur

Die Entwicklung des Verkehrs in der Region Nordhessen kann durch verschiedene Einflussfaktoren und Trends beeinflusst werden. Relevant sind dabei die Entwicklungen der Raum- und Siedlungsstruktur (z.B. Vergrößerung des Einkaufsstandorts RATIO_Land), der Bevölkerungs- und Wirtschaftsstruktur sowie des Verkehrsangebots (u.a. ÖPNV-Angebot, Straßennetz), der Mobilitätskosten (u.a. ÖPNV-Tarif, Benzinpreis) und des Pkw-Bestandes.

a. Akteure der Elektromobilität in Nordhessen

Um ein ganzheitliches Bild der Faktoren zur Etablierung der Elektromobilität zu erlangen, ist es wichtig die Akteure vor Ort näher zu betrachten, die das Thema nicht nur seitens der kommunalen Politik und Wirtschaft besetzen, sondern auch in der Praxis als potentielle Nutzer(-gruppen) anwenden und u.a. in privaten Kanälen kommunizieren.

Dazu zählen die Energieversorger EAM GmbH & Co. KG und die Energie Region Kassel (ERK) für Baunatal und Reinhardshagen, die Stadtwerke Baunatal, der Nordhessische VerkehrsVerbund als Aufgabenträger des Öffentlichen Verkehrs in den Kommunen sowie an den Standorten vertretene Dienstleistungen, Handel und Industrie. Für diese Akteure kann die Elektromobilität neue Geschäftsmodelle, u.a. zur Kundengewinnung, eröffnen.

Darüber hinaus ist in der Region Nordhessen ein „Stammtisch Elektromobilität“ entstanden. Diese Gruppe mit rund 110 Mitgliedern, kommuniziert über digitale Nachrichtendienste via Smartphone (WhatsApp) und verabredet sich regelmäßig zu monatlichen Treffen und Ausfahrten mit Elektro-Pkw. Die Mitglieder sind im Forum „going electric“ vertreten. Als Nutzer können sie Empfehlungen zur Konfiguration und Verortung der Ladeinfrastruktur beitragen.

b. Bestandsaufnahme relevanter kommunaler Konzepte

Zur Konzeptentwicklung wurde der Datenbestand an relevanten innerstädtischen Konzepten und Analysen sowie Bauleitplänen der Kommunen im Rahmen der Raumordnung gesichtet. Diese sind insofern relevant, als dass sie kommunenbezogene Informationen u.a. im Kontext des Verkehrs, Fahrzeugbestandes und der Elektromobilität liefern.

Dazu zählen für Baunatal:

- der Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Region Kassel 2030
- der Verkehrsentwicklungsplan für Baunatal
- das Energetische Quartierskonzept Innenstadt
- die Energiebilanz und Potenzialanalyse der Stadt Baunatal
- das Energetische Quartierkonzept Baunsberg
- ein Auszug aus dem städtebaulichen Vertrag zum Bebauungsplan „Am Baunsberg“
- ein Auszug des Bebauungsplans für den Neubau des Aldi-Einkaufsmarktes in Altenbauna

- ein Auszug des Bebauungsplans für den Neubau des Netto-Einkaufsmarktes/ Burger-King-Schnellrestaurants in Rengershausen
- die Satzung zur Gestaltung von Stellplätzen

Für Borken:

- der Flächennutzungsplan
- das Integrierte Klimaschutzkonzept für den Zweckverband Schwalm-Eder-West
- die Satzung zur Gestaltung von Stellplätzen

Für Reinhardshagen

- der Flächennutzungsplan
- das kleinräumige Demografiemonitoring

c. Sichtung Datenbestand

Für die Stadt Baunatal können Konzepte für die Stadtentwicklung als Datenreferenz herangezogen. U.a. behandeln die „Energetischen Quartierkonzepte Innenstadt und Baunsberg Baunatal“ in neun Handlungsfeldern Schwerpunkte für die zukunftsfähige Ausrichtung des Zentrums der Kommune (klimagerechte Mobilität, Stromnutzung, Stromspeicherung und Stromverteilung, Städtebau und Freiraum etc.). Der Auszug aus dem städtebaulichen Vertrag zum Bebauungsplan (B-Plan) „Am Baunsberg“ und aus den B-Plan für den Neubau des Aldi-Einkaufsmarktes und Netto-Marktes/Burger-King-Schnellrestaurants gehen explizit auf die Thematik der Elektromobilität und Ladeinfrastruktur ein.

Das Integrierte Klimaschutzkonzept für den Zweckverband Schwalm-Eder-West (u.a. Borken) bildet die Grundlage für eine nachhaltige Energieversorgung der Kommunen, basierend auf einer regionalen Wertschöpfungskette, ab.

Für Reinhardshagen beschreibt das kleinteilige Demografiemonitoring das demografische Gefüge in der Kommune und gibt Aufschluss über die Strukturen in den Quartieren.

Darüber hinaus beschränkt sich der Datenbestand der Kommunen Borken und Reinhardshagen im Wesentlichen auf die Bauleitplanung, die angesichts der Kommunengröße bisher nicht näher auf die Thematik der Elektromobilität in der Stadtentwicklung eingeht.

d. Siedlungsstruktur

Um Fragestellungen im Kontext des Siedlungsraums beantworten zu können ist es wichtig die funktionale Siedlungsstruktur der drei Kommunen zu betrachten.

Baunatal

Die Stadt Baunatal ist in sieben Stadteile unterteilt: Altenbauna mit der Innenstadt, Altenritte, Kirchbauna, Großenritte, Hertingshausen, Rengershausen und Guntershausen mit einer Gesamteinwohnerzahl von 28.276[48]. Insgesamt gibt es in der Kommune etwa 6400 Wohngebäude, davon rund 4000 mit jeweils einer Wohneinheit, 1500 mit zwei Wohneinheiten und die übrigen 900 mit drei und mehr Wohneinheiten.[49]

Im Stadtteil Altenbauna, hier in der Innenstadt und am Baunsberg konzentriert sich der verdichtete Geschosswohnungsbau.[50]

Im Stadtteil Altenbauna sind darüber hinaus der Anteil von Gewerbe- und Dienstleistungsansiedlungen (z.B. Einzelhandel, Geldinstitute) sowie Bildungseinrichtungen (z.B. Grund-, Gesamt- und Musikschule) und Freizeitmöglichkeiten (z.B. Aqua-Park, KSV-Sporteinrichtungen, Stadtpark) im Vergleich zu anderen Stadtteilen höher.

Nennenswert ist, neben der großflächigen Ausdehnung des VW-Werks im Stadtteil Rengershausen, die Gewerbe- und Logistikfläche des OTC-Geländes in Autobahnnähe (Wolfsburger Straße) in Kirchbauna.

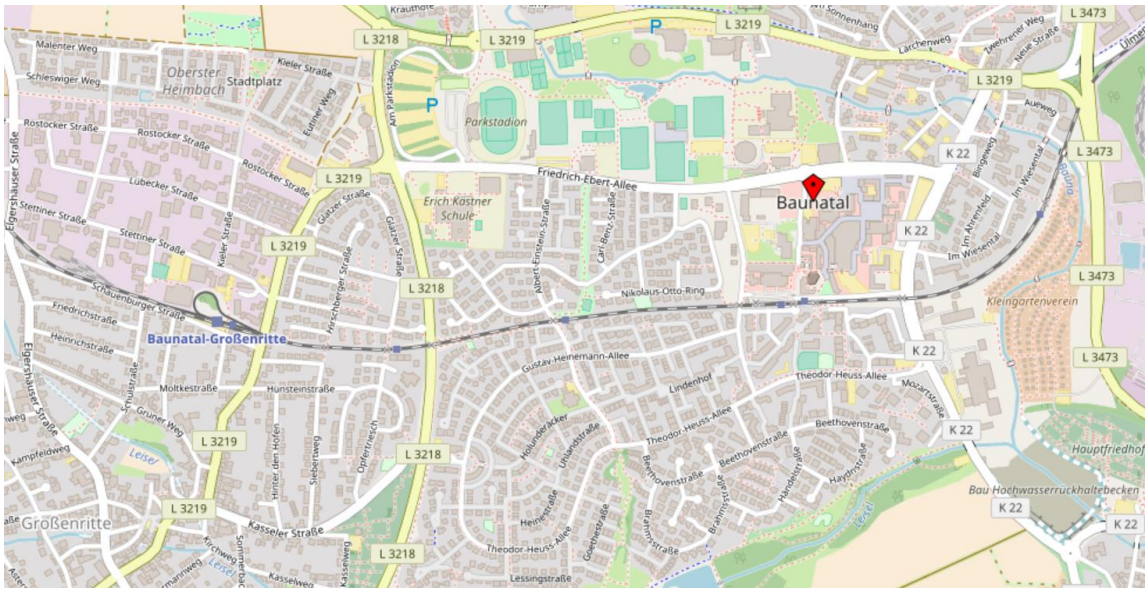

Abbildung 7: Ansicht der Siedlungsstruktur Baunatal[51]

[48] Vgl. „Aktuelle Einwohnerzahlen“, Stand 31.12.2017, Quelle: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/einwohnerzahlen.php, abgerufen 15.02.2018

[49] Vgl. „Wohnungswesen“, Quelle: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/allgemeine-statistiken.php, abgerufen 02.06.2017

[50] Vgl. „Stadtteile, Altenbauna“, Quelle: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/stadtteile/altenbauna.php, abgerufen 02.06.2017

[51] Grundkarte, Ausschnitt Baunatal nach www.openstreetmap.org

Borken

Zu den, in den 70er-Jahren an die Großgemeinde Borken mit derzeit 13.811 Einwohnern[52], eingegliederten Gemeinden gehören die Stadtteile Arnsbach, Dillich, Freudenthal, Gombeth, Großenenglis, Haarhausen, Kerstenhausen, Kleinenglis, Lendorf, Nassenerfurth, Pfaffenhausen, Singlis, Stolzenbach und Trockenerfurth. In der Kernstadt Borken leben rund 5600 Einwohner, in den Stadtteilen Groß- und Kleinenglis etwa 1100 und 1600 Einwohner. Charakteristisch für Borken ist die touristische Seenlandschaft, entstanden durch den ehemaligen Braunkohleabbau (bis 1991), die etwa 350 Hektar der Gesamtfläche Borkens (8230ha) einnimmt.[53] Auch Borken ist geprägt durch die Ansiedlung von Gewerbe- und Logistik in dem Industriepark „Am Kraftwerk“ in der Kernstadt Borkens, mit einer Bruttofläche von rund 1,5 Quadratkilometern.[54]

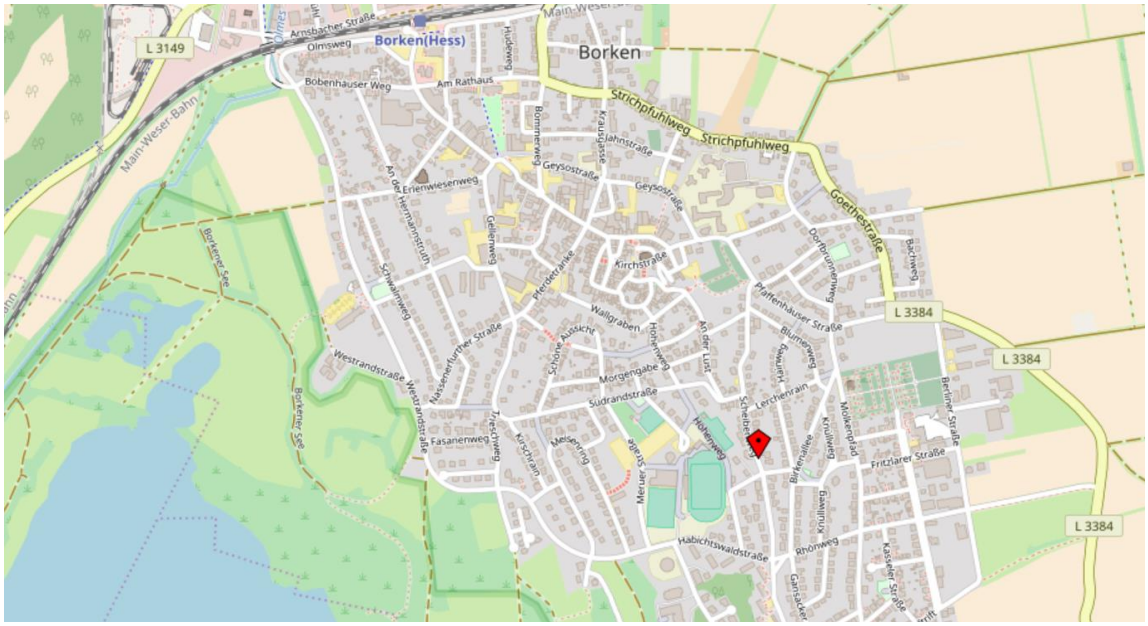

Abbildung 8: Ansicht der Siedlungsstruktur Borken[55]

Reinhardshagen

Die Gemeinde Reinhardshagen mit insgesamt 4.436 Einwohnern,[56] besteht aus den zwei Ortsteilen Vaake (2800 Einwohner) und Veckerhagen (1700 Einwohner). Die Bebauung in den Quartieren ist überwiegend durch Einfamilienhäusern aus den 70er- und 80er-Jahren gekennzeichnet. Hinzu kommen jeweils ein Kerngebiet in den Ortsteilen[57]. Im Ortsteil Vaake konzentriert sich im Verhältnis zur Restgemeinde der Geschosswohnungsbau mit zwei Gebäudeeinheiten.

[52] Vgl. „Einwohnerzahlen“, Stand 01.01.2018, Quelle: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Statistik,%20Zahlen,%20Fakten/Einwohnerzahlen/, abgerufen 15.02.2018

[53] Vgl. „Stadtinfo: Statistik, Zahlen, Fakten“, Quelle: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Statistik,%20Zahlen,%20Fakten/Einwohnerzahlen/, abgerufen 02.06.2017

[54] Stadt Borken (09.2017): Bauen & Wirtschaft, Quelle: http://www.borken-hessen.de/cms/BauenWirtschaft/Industrie-%20und%20Gewerbefl%C3%A4chen/Industriepark/, abgerufen 05.09.2017

[55] Grundkarte, Ausschnitt Borken (Hessen) nach www.openstreetmap.org

[56] Stand 31.12.2017, Quelle Gemeindeverwaltung Reinhardshagen

[57] Vgl. „Kleinräumiges Demografiemonitoring für die Gemeinde Reinhardshagen“ (2013): S. 9-13

Abbildung 9: Ansicht der Siedlungsstruktur Reinhardshagen[58]

Die Statistiken und B-Pläne zeigen, dass die Siedlungsstruktur aller drei Kommunen überwiegend geprägt ist durch Ein- und Mehrfamilienhaus-, Doppel- und Reihenhausgebiete mit Verfügbarkeit von privaten Pkw-Stellflächen (z.B. Baunatal: Am obersten Heimbach, Leiselfeld; für Borken z.B.: Ziegenrain, Untere Westrandstraße; für Reinhardshagen z.B.: Auf der Fahrenbreite). Mit einem geringeren Anteil kommen verdichtete Siedlungsflächen mit Geschosswohnungsbau in Quartieren in Zentrumsnähe (z.B. Baunatal Altenbauna) hinzu.

5. Verkehr und Infrastruktur

a. Verkehrswege und Auslastung

Mitunter bedingt durch die steigende Zunahme an Warenströmen, wachsen die Bedeutung des überregionalen Fernverkehrs und die Auslastung des Autobahnnetzes. Nordhessen als mitteldeutscher Raum bildet hier einen wichtigen Knotenpunkt, an dem sich Verkehrsströme kreuzen. Laut VEP der Region Kassel 2030 wird der Kfz-Fernverkehr als Quell- und Zielverkehr wie auch als Durchgangsverkehr deutlich zunehmen und die Fahrleistungen im Pkw- und Lkw-Verkehr auf Autobahnen steigen[59]. Mit dem Neubau der A 44 südlich der Gemeinde Kaufungen als auch dem Umbau der A 49-Anschlussstelle Baunatal-Mitte sind Veränderungen des Autobahnnetzes in Planung bzw. in der Umsetzung.[60]

Das Straßennetz der Bundesstraßen in Nordhessen ist durch eine überwiegend konstante Verkehrsbelastung gekennzeichnet. Bemessungsfaktor ist hier u.a. der

[58] Grundkarte, Ausschnitt Reinhardshagen nach www.openstreetmap.org
[59] Vgl. Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Region Kassel 2030 (2015): S. 27,28
[60] Vgl. VEP der Region Kassel 2030 (2015): S. 37

Rückgang im privaten Personenverkehr bedingt durch die rückläufige Bevölkerungsentwicklung[61].

- **Baunatal**
  Die Stadt Baunatal liegt im Schnittpunkt dreier Autobahnen und ist dadurch an das Bundesautobahnnetz der Autobahn in Nord-Süd-Richtung (A 49), an die Autobahn in Richtung Osten (A 44) sowie die Autobahn A 7 als Anschlussstelle über Guxhagen angebunden.
  Positiv für den innerstädtischen Verkehrsstrom Baunatals ist, dass sich die Akteure mit Güter- oder Warenlogistik außerhalb der Stadt i. d. R. alle in Autobahnnähe befinden; insbesondere der Schwerverkehr von Volkswagen kann direkt auf die Autobahn A 49 auffahren[62]. Die Landesstraße 3215 erschließt die Umgebung in Richtung Wolfhagen sowie in Richtung Kassel als K 36.

  Im Jahr 2015 wurde in der Innenstadt der Stadt Baunatal ein Parkleitsystem eingeführt, u.a. zur Verminderung des Parksuchverkehrs. Insgesamt wurde die Verkehrsführung, durch die Leitschilder und Info-Tafeln für alle Verkehrsteilnehmer (Auto-, Radfahrer und Fußgänger) verbessert.[63]

- **Borken**
  Die Stadt Borken ist mit der Anschlussstelle Borken an die Bundesautobahn A 49 angebunden. Von dort aus bestehen Verbindungen zur A 44 (38km Entfernung) und A 7 (18km Entfernung) und verbinden die Region so mit dem Bundesgebiet. Die Bundesstraße B3 und B 254 sind einen und sieben Kilometer entfernt.[64]

- **Reinhardshagen**
  Reinhardshagen liegt zirka 25 Kilometer nördlich der Stadt Kassel und etwa 11 Kilometer nördlich von der niedersächsischen Stadt Hann. Münden entfernt. Die Auffahrt der Autobahn 7 (A 7) an der Anschlussstelle Hann. Münden/Lutterberg Richtung Süden liegt 20 Kilometer entfernt. In Richtung Norden bietet sich die Anschlussstelle Hedemünden/Werratal der A 7 in 19 Kilometern Entfernung an. Die nächste Ortschaft an der Weser in etwa 15 Kilometer Entfernung (Gieselwerder) ist erreichbar über die Bundesstraße 80 (B80).[65] Durch die Weser von dem angrenzenden, niedersächsischen Ort Hemeln getrennt, ist die Zufahrt nach Niedersachen über die „Fähre

[61] Vgl. VEP der Region Kassel 2030 (2015): S. 25
[62] Vgl. VEP der Region Kassel 2030 (2015): S. 97
[63] Vgl. „1500 kostenlose Parkplätze“, veröffentlicht am 27.07.2015, Quelle: https://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/baunatal-ort312516/1500-kostenlose-parkplaetze-5292010.html, abgerufen 02.06.2017
[64] Vgl. „Verkehrsanbindung“, Quelle: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Verkehrsanbindung/ , abgerufen 02.06.2017
[65] Vgl. „Verkehrslage“, Quelle: http://www.reinhardshagen.de/rathaus/gemeinde/daten-und-fakten/, abgerufen 02.06.2017

Veckerhagen“ möglich (Kapazität ca. 6 Pkw). Die Fahrtzeiten der Fähre sind saison- (Sommerzeit 6:30-19:30 Uhr, Winterzeit 6:30-18:00 Uhr) sowie wetterabhängig. Vor allem der Winterfahrplan kann durch Hoch- und Niedrigwasser, Eisgang sowie Wartungsarbeiten eingeschränkt werden.[66]

b. Pkw-Bestand

Bedingt durch die räumliche Lage und Siedlungsstruktur der Kommunen, verfügen die meisten Haushalte über mindestens einen Pkw-Stellplatz sowie teilweise Stellplätze im öffentlichen Raum (Straßen ohne Halteverbot).

- **Baunatal**
  Laut Stellplatzsatzung der Stadt Baunatal (s. Anlage 2) gilt für das gesamte Stadtgebiet folgende Aussage für die Zahl der herzustellenden Garagen, Stellplätze und Abstellplätze:
  - Einfamilienhäuser: 2 Stellplätze
  - Wohngebäude und sonstige Gebäude mit mehr als einer Wohneinheit: 1,1 Stellplätze je Wohnung
  - Büro- und Verwaltungsräume allgemein: 1 Stellplatz je 30 Quadratmeter Nutzfläche

  In B-Plänen sind darüberhinausgehende Stellplatzquoten geregelt.

  Für die Ermittlung des Pkw-Bestandes über die bauplanerischen Herleitungen hinaus, legt das Kraftfahrtbundesamt (KBA) auf Anfrage statistische Erfassungsdaten offen (s. Tabelle 10). Nicht in den Statistiken dargestellt sind im Beispiel Baunatal allerdings die Leasing-Fahrzeuge von VW-Beschäftigten, die in Wolfsburg (WOB) zugelassen sind, der Wohnsitz des Fahrzeughalters aber in Baunatal ist. Die genaue Anzahl dieser Fahrzeuge kommuniziert der Konzern nicht; geschätzt werden rund 2000 Pkw mit WOB-Kennzeichen.[67]
  Auch nicht erfasst sind die Dienstfahrzeuge der Polizei. Diese werden in der Landeshauptstadt Wiesbaden registriert. Mit dem Standort des Polizeireviers Süd-West (Friedrich-Ebert-Allee, Baunatal) zählen 15 Fahrzeuge zur Dienstflotte.

- **Borken**
  Laut Stellplatzsatzung der Stadt Borken sind für die Zahl der Stellplätze und Garagen Wohngebäude folgende Richtlinien bei der Gestaltung des Parkraumes einzuhalten:

[66] Vgl. „Fährzeiten Fähre Veckerhagen“, Quelle: http://www.fähre-veckerhagen.de/Home/Zeiten, abgerufen 05.09.2017

[67] Vgl. „Im Landkreis Kassel sind so viele Autos angemeldet wie noch nie“, veröffentlicht am 15.05.2015, Quelle: https://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/viele-autos-kreis-5011965.html, abgerufen 02.06.2017

- Einfamilienhäuser: 2 Stellplätze je Wohnung für Kfz
- Mehrfamilienhäuser und sonstige Gebäude: je Wohnung 1,5 Stellplätze für Kfz und 2 Stellplätze für Fahrräder

- **Reinhardshagen**
  Als Berechnungsgrundlage für Pkw-Stellplätze dienen für die Kommunen die jeweiligen B-Pläne.

Umgerechnet auf die Einwohnerzahl können in Baunatal 0,54 Pkw pro Einwohner, (15.386 Pkw/ 28.276 EW), in Borken 0,73 (10.036 Pkw/ 13.811 EW) und in Reinhardshagen 0,65 Pkw (2.883 Pkw/ 4.436 EW) verzeichnet werden. Bundesweit liegt die durchschnittliche Fahrzeugdichte bei 0,68 Pkw je Einwohner.[68] Eine Bedeutung haben dabei die lokal vorhandenen Alternativen zum motorisierten Individualverkehr (siehe z.B. Punkt 4. ÖPNV-Netz). Tendenziell ist eine geringere Pkw-Dichte festzustellen, wenn ein gutes Mobilitätsangebot vor Ort vorhanden ist. Darüber hinaus beeinflussen sozio-empirische Faktoren die Pkw-Besitzverhältnisse. Diese werden aber im Rahmen dieses Konzeptes nicht näher betrachtet.

Die nachstehende Tabelle 10 zeigt die aktuellen Erhebungszahlen in den Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen. Die Gesamtzahlen des Landes Hessen sowie die der Bundesrepublik illustrieren den landes- und bundesweiten Vergleich.[69]

Antriebsart/ Kommune	Baunatal	Borken	Reinhardshagen	Land HE	Bund
Benzin	9.723	6.665	1.817	2.317.740	29.978.635
Diesel	4.648	3.284	814	1.227.195	15.089.392
Elektro	26	6	3	2.592	34.022
Hybrid/ Benzin	56	14	6	14.360	165.405
Hybrid/ Diesel	3	k.A.	1		
Flüssiggas	k. A.	k.A.	k. A.	30.527	448.025
Benzin/Flüssiggas	138	144	27		
Erdgas	14	7	1	5.659	77.187
Benzin/Erdgas	2	2	1		
Unbekannt	824	k. A.	222	k. A.	k. A.
Gesamt	15.439	11.966	2.894	3.598.862	45.803.560

Tabelle 10: Betriebsarten der zugelassenen Personenkraftfahrzeuge in den Kommunen[70]

[68] Stand 01.01.2017, Kraftfahrtbundesamt (01.01.2017): Bestand, Quelle: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html , abgerufen 18.08.2017

[69] Vgl. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2017_b_umwelt_dusl.html?nn=663524, abgerufen 18.08.2017

[70] Bestandszahlen für Baunatal, Reinhardshagen mit Stichtag 31.12.2017; Borken mit Stichtag 05.02.2018; Land Hessen, Bundesrepublik Deutschland mit Stichtag 01.01.2017, Quelle: Kraftfahrtbundesamt

Für die Region Kassel / Nordhessen ist hinsichtlich der Trends bzw. zukünftigen Entwicklungen in der Pkw-Nutzung ein Rückgang des Pkw-Bestandes von 9 % anzunehmen[71]. Dies liegt u.a. an der geringeren Bedeutung des Pkws, insbesondere bei jungen Menschen, und dem damit einhergehenden wandelnden Mobilitätsverhalten. Für die ländlichen nordhessischen Gebiete lässt sich ein konstanter bzw. zunehmender Pkw-Bedarf prognostizieren, da der Individualverkehr dort, auch im Zusammenhang mit der rückläufigen ÖPNV-Versorgung, zunehmend an Bedeutung gewinnt.

c. Ladeinfrastruktur

Der Fortschritt in der Diskussion um Elektromobilität sowie Ladeinfrastruktur und den praktischen Aufbau der Ladeinfrastruktur gestaltet sich in den drei untersuchten Kommunen unterschiedlich. Während in der Stadt Baunatal bereits mehrere öffentliche und öffentlich zugängliche Ladesäulen in z.T. hoch frequentierten Räumen mit Aufenthaltsdauer installiert und erste Rahmenbedingungen in Quartiersentwicklungsplänen formuliert wurden, sind in Borken drei Ladesäulen, davon eine für Zweiräder, in Betrieb. In Reinhardshagen ist das Thema in der Konzeptionsentwicklung, u.a. durch den Auftrag zum vorliegenden Dokument.
Die Lademöglichkeiten in den jeweiligen Kommunen sind nachstehend aufgelistet, wobei die tatsächliche Ladeleistung vor Ort abweichen kann. Die Reihenfolge der Auflistung entspricht der Kartenleserichtung von links nach rechts.

- **Baunatal**
  In Baunatal existieren folgende Ladestandorte mit jeweiligen technischen Konfigurationen (Reihenfolge v.li.n.r.):

  1. Plettenberg Elektromotoren, Rostocker Str., Gewerbegebiet
     - Betreiber: privat
     - Ladestecker: 2x Typ 2 (11 kW)
     - Zugang/Kosten: k.A.
  2. GenoHotel, Schulze-Delitzsch-Straße 2
     - Betreiber: privatwirtschaftlich, Hotelier
     - Ladestecker: 3x Typ 2 (11 kW)
     - Zugang/Kosten: kostenfreier Zugang während des Aufenthalts
  3. Wohnmobilstellplatz am Parkstadion, Friedrich-Ebert-Allee
     - Betreiber: Stadtwerke Baunatal
     - Ladestecker: 16x Schuko (3.7 kW)
     - Zugang/Kosten: kostenfrei, ohne Karte
  4. Parkplatz AquaPark/ Max-Riegel-Halle, Altenritter Straße
     - Betreiber: Stadtwerke Baunatal
     - Ladestecker: 3x Typ 2 (11 kW), Schuko-Adapter bei Info der Einrichtung zum Verleih k. A.

[71] Vgl. VEP der Region Kassel 2030 (2015): S. 15

- Zugang/Kosten: seit 11/2017, kostenfreier Zugang während Öffnungszeiten AquaPark

5. Unternehmenssitz EAM GmbH & Co. KG, Johann-Siegmund-Schuckert-Straße 2
   - Betreiber: EAM GmbH & Co. KG
   - Ladestecker: 2x Schuko (3.7 kW), 2x Typ 2 (11 kW)
   - Zugang/Kosten: 24h offen, seit 01.01.2016 kostenpflichtig, Ladekarte am Empfang oder Shell Tankstelle/ Bürgerbüro gegen 10 Euro Leihgebühr
6. Großparkplatz am Kreisel zwischen Polizei und Cineplex-Kino, Friedrich-Ebert-Allee 8
   - Betreiber: Stadtwerke Baunatal
   - Ladestecker: 3x Typ 2 (11 kW)
   - Zugang/Kosten: frei ohne Karte, Schlüssel ohne Hilfe, 24h offen, Laden kostenlos
7. Parkplatz Marktstraße, neben der Shell Station, Kirchbaunaer Straße 9
   - Betreiber: Stadtwerke Baunatal, Zugang New Motion
   - Ladestecker: 2x Typ 2 (22 kW), 2x Schuko (3.7 kW),
   - Zugang/Kosten: mit Hinweisen vermerkt, 24h offen, RFID-Karte sind erhältlich unter der EAM-Webseite sowie an der Shell-Tankstelle, Laden kostenlos
8. Hertingshausen, Karlstraße 5
   - Betreiber: privat, Marc Boll
   - Ladestecker: 1x Kabel mit Kupplung Typ2 (43 kW), 1x Typ 2 (22 kW), 1x CEE 400V/32A (22 kW), 2x Schuko (3.7 kW)
   - Zugang/Kosten: frei ohne Karte, Schlüssel, vorherig telefonische Anmeldung, 24h offen, Spende nach eigenem Ermessen
9. RATIO_Land, Fuldastraße 1
   - Betreiber: Stadtwerke Baunatal
   - Ladestecker: 1x Typ 2 (43 kW), 1x CHAdeMO (50 kW), 1x Combined Charging (50 kW)
   - Zugang/Kosten: kostenfrei, ohne Karte
10. Hütt-Brauerei, Knallhütter Straße
    - Betreiber: privatwirtschaftlich, Gastronom
    - Ladestecker: Schuko-Steckdose
    - Zugang/Kosten: kostenfreier Zugang während des Restaurantbesuchs
11. Eingang Stadtwerke Baunatal, Zum Felsengarten 9b
    - Betreiber: Stadtwerke Baunatal
    - Ladestecker: 2x Typ 2 (22 kW), 2x Schuko (3.7 kW)
    - Zugang/Kosten: RFID New Motion, 24h offen, 0,30 €/kWh[72]

[72] Vgl. Suchergebnisse PLZ Baunatal, Landkreis Kassel nach www.goingelectric.de, abgerufen 23.10.2017

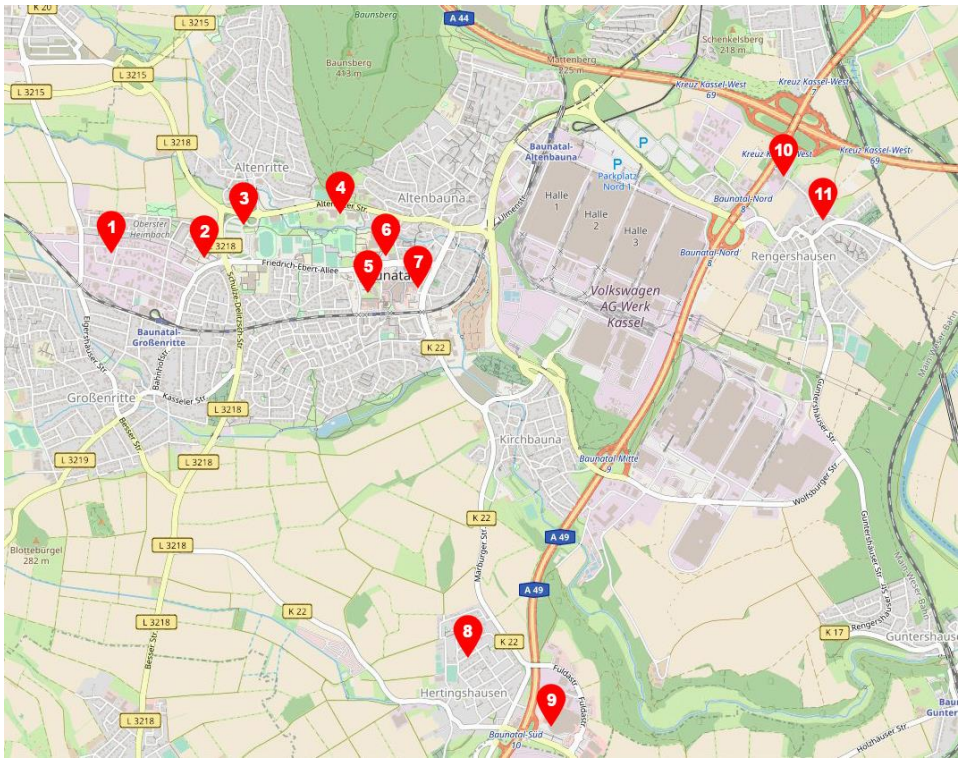

Abbildung 10: Ladestandorte Stadt Baunatal[73]

Die genannte Ladeinfrastruktur ist primär öffentlich (Stadt Baunatal/Stadtwerke Baunatal); die Ladepunkte Nr. 1, Nr. 2, Nr. 5, Nr. 8 und Nr. 11 sind privat(-wirtschaftlich) betrieben, aber öffentlich zugänglich.

Weitere Ladeinfrastruktur ist u.a. am Nahversorgungsstandort in Baunatal-Rengershausen in Planung.

Die Ladesäulen in Baunatal sind mit dem Zugangssystem von „The new Motion (TNM)“ ausgestattet. Entsprechende Ladekarten werden durch die Stadtwerke der Stadt Baunatal ausgegeben.[74]

- **Borken**
  In Borken sind drei Ladestandorte mit folgenden technischen Konfigurationen vorhanden (Reihenfolge v.r.n.li.):

  1. Naturbadesee Stockelache, Pedelec-Ladesäule[75]
     - Betreiber: Stadt Borken
     - Ladestecker: 4x 230 V, gleichzeitig für E-Bike-Akkus

[73] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Baunatal nach www.openstreetmap.org

[74] Vgl. „Elektromobilität“, Quelle: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/rathaus/klimaschutz/elektromobilitaet.php, abgerufen 02.08.2017

[75] Vgl. Suchergebnisse PLZ Borken (Hessen) nach www.goingelectric.de, abgerufen 23.10.2017

- Zugang/ Kosten: kostenfreies Laden per Smartphone und W-Lan der Fa. PLUG'n; verschließbare Ladegerät-box für jede Ladestation

2. EnergieNetz Mitte Standort, Kleinengliser Straße 2
   - Betreiber: EAM GmbH & Co. KG
   - Ladestecker: 2x Typ 2 (22kW), 2x Schuko (3.7 kW)
   - Zugang/ Kosten: kostenpflichtig, abhängig von Abrechnungspartner
3. Parkplatz Raiffeisenbank Borken, Bahnhofstraße 65
   - Betreiber: gespa Energy
   - Ladestecker: 2x Typ2 (22 kW), 4x Schuko (3.7 kW)
   - Zugang/ Kosten: 24h offen, RFID-Karte erhältlich unter der EAM-Webseite sowie der Raiffeisenbank Borken, seit 01.01.2016 kostenpflichtig

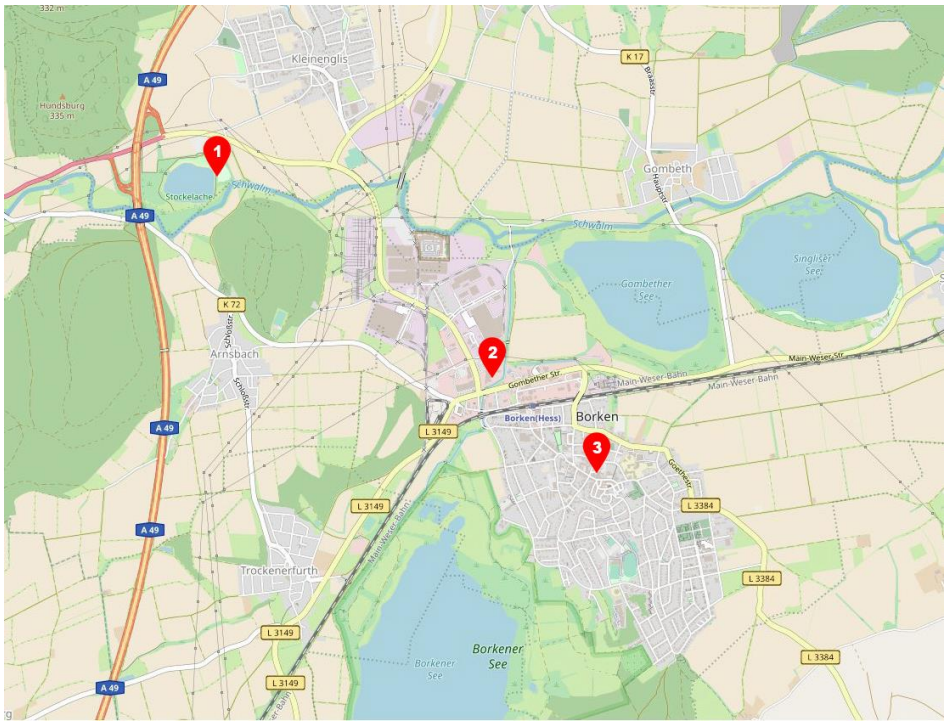

Abbildung 11: Ladestandorte Stadt Borken[76]

- **Reinhardshagen**
  In der Gemeinde Reinhardshagen ist bisher keine öffentliche Ladeinfrastruktur vorhanden.

Die Angaben zu der Ladeleistung der Fahrzeuge an der existierenden Ladeinfrastruktur ist ein Soll-Wert, der in der Praxis variiert, da er von verschiedenen Einflussfaktoren abhängt. So nutzt ein Elektroauto in kaltem Zustand deutlich weniger der angebotenen Ladeleistung als im betriebswarmen Zustand und auch der Ladestand

[76] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Borken nach www.openstreetmap.org

des Akkus hat Einfluss auf die tatsächliche Ladeleistung - je mehr Restreichweite das Fahrzeug aufweist, umso geringer ist die aufgenommene Ladeleistung.

d. ÖPNV-Netz

- **Baunatal**
  Die Stadt Baunatal ist in den Stadtteilen Rengers- und Gunterhausen an das Netz der RegioTram angeschlossen. Die Stadtteile Altenbauna und Großenritte sind mittels der Straßenbahnlinien 5 und 7 an das Oberzentrum Kassel angebunden, die übrigen Stadtteile erreichen dieses über eine regelmäßige Busverbindung zur Straßenbahn-Anschlussstelle ZOB. Die Stadtteile lassen sich über innerörtliche Busverbindungen erschließen.

  Da sich die RegioTram-Haltepunkte in peripherer Lage weit entfernt des Stadtzentrums befinden, sind sie für das Nutzerpotenzial durch die Mitarbeiter des VW-Werks derzeit eher ungeeignet und die Erschließungspotenziale nur rudimentär ausgeschöpft. Im Rahmen des VEP Region Kassel 2030 wurden Varianten einer verbesserten ÖPNV-Erschließung des VW-Werk Baunatal untersucht und zwei Varianten identifiziert (a. RT-Linie Holländische Straße – Hauptbahnhof – Wilhelmshöhe – Baunatal/OTC jeweils im 30 min-Takt/ b. Baunatal – Wilhelmshöhe – Hauptbahnhof – Klinikum – Ihringshausen im 30 min-Takt), die mit einem hohen Nachfragewert eine Verbesserung der Straßenbahn-Anbindung in das VW-Werk bedeuten würde und in Relation zu den aufzuwendenden Kosten einen hohen Effekt aufweist. Laut VEP-Empfehlung soll dieser Effekt vertieft analysiert werden, eine Umsetzung der Maßnahme erscheint aber bis 2030 unwahrscheinlich[77]. Laut Beschluss im Jahr 2017 zur Aktualisierung des VEP Stadt Baunatal, soll die Verbindung nach Wilhelmshöhe auf dem KNE-Gleis (Kassel-Naumburger Eisenbahn AG) geprüft werden.

- **Borken**
  Die Regionalzüge RB38 (Kassel/ Schwalmstadt), RB98 (Kassel/ Frankfurt) und RE30 (Kassel/ Frankfurt) bindet die Stadt Borken an die regionalen Oberzentren Kassel Marburg an. Busverbindungen mit den Linien 410, 407, 413, und 412 bestehen nach Bad Wildungen, Bad Zwesten, Fritzlar und Homberg sowie in alle Stadtteile.[78]

- **Reinhardshagen**
  Die Gemeinde Reinhardshagen ist mit öffentlichen Verkehr im stündlichen Takt durch die NVV-Buslinien 190/191 über die B 80 an Hann. Münden und Hofgeismar angeschlossen. Von dort aus erreichen die

[77] Vgl. VEP der Region Kassel 2030 (2015): S. 66

[78] Vgl. „Verkehrsanbindung“, Quelle: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Verkehrsanbindung/ , abgerufen 02.06.2017; vgl. Haltestellenfahrplan Borken Mitte/ Borken/ Borken Am Rathaus nach www.nvv.de/auskunft, abgerufen 02.06.2017

zwei Zugverbindungen des Regionalverkehrs (RE2 aus Hann. Münden; RT1 Hofgeismar) in zirka 25 Kilometer Entfernung die südlich gelegene Stadt Kassel. Der Bahnhof in Hann. Münden erschließt über den Regionalschienenverkehr neben dem Kasseler Hauptbahnhof, die Städte Göttingen, Halle (Saale) und Erfurt im Norden. Zudem verbinden die Buslinien die zwei Ortsteile Vaake und Veckerhagen.[79]

[79] Vgl. Haltestellenfahrplan Reinhardshagen Vaake-Süd/ Veckerhagen Kasseler Straße nach www.nvv.de/auskunft, abgerufen 02.06.2017

V. Analyse

1. Analyse Mobilitätsverhalten im Pendler- und Freizeitbereich

Als Datengrundlage dienen der in 4b skizzierte Datenbestand sowie betriebliche Mobilitätsdaten aus Unternehmenserhebungen in den drei Kommunen.

Die Regionalmanagement Nordhessen GmbH hat im Juni 2017 eine Unternehmensbefragung durchgeführt, um innerstädtische sowie interkommunale Mobilitätsdaten zu analysieren und darauf basierend die Potenziale der Elektromobilität für die Kommunen abzuleiten. Angefragt wurden Unternehmen verschiedener Branchen mit jeweils der höchsten Beschäftigtenzahl; 16 Unternehmen und Einrichtungen in der Stadt Baunatal, sechs in der Stadt Borken und sechs in der Gemeinde Reinhardshagen. Unternehmensempfehlungen wurden zum Teil von den Kommunen genannt, alle weiteren wurden über Recherchen identifiziert.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Bereitschaft der Unternehmen, an der Datenerhebung teilzunehmen gering ist, was die Rücklaufquote der kontaktierten Einrichtungen bestätigt (drei beantwortete Erhebungsbögen und drei anderweitige Auskünfte in Baunatal; jeweils ein beantworteter Erhebungsbogen in Borken und Reinhardshagen). Gründe dafür sind u.a. fehlende Zeitressourcen, die Größe der Unternehmen - teilweise ist lediglich ein Dienstfahrzeug im Unternehmen - und die Zurückhaltung bei der Preisgabe unternehmensinterner Daten.

a. Baunatal

Aus dem städtebaulichen Vertrag zum B-Plan „Am Baunsberg“ geht hervor, dass rund zwei Drittel der CO_2-Emissionen des Quartiers durch motorisierten Individualverkehr (MIV) verursacht werden; in der Innenstadt von Baunatal sind es 50 Prozent der Emissionen, die durch den MIV bedingt sind.

Die Statistik der Stadt Baunatal zeigt, dass in der Kommune rund 6.100 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte leben und etwa 23.200 Arbeitnehmer in die Kommune pendeln.[80]

Festzustellen ist darüber hinaus, dass die Sport- und Freizeitangebote der Kommune (u.a. AquaPark, Sportvereine, Sportevents) einen Faktor für Verkehr darstellen. Dies überwiegend in den Nachmittags- und Abendstunden sowie am Wochenende. Nach Befragungen kommen bspw. die Besucher des Baunataler Freizeitbades jeweils zu einem Drittel aus der Stadt Kassel, dem Umland und der Kommune selbst.

Das RATIO_Land und weitere Freizeitangebote z.B. das Cineplex-Kino werden durch Besucher aus der Region wahrgenommen. Die nachstehende Grafik stellt anhand einer Postleitzahlenauswertung das Einzugsgebiet des Cineplex-Kinos für den Zeitraum 28.09.2016 - 07.01.2017 dar. Die Farbabstufungen erfolgen analog der Besucheranzahl (farbintensivste Ausweisung entspricht der höchsten Besucheranzahl)

[80] Vgl. „Erwerbstätigkeit“, Quelle: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/allgemeine-statistiken.php, abgerufen 02.06.2017

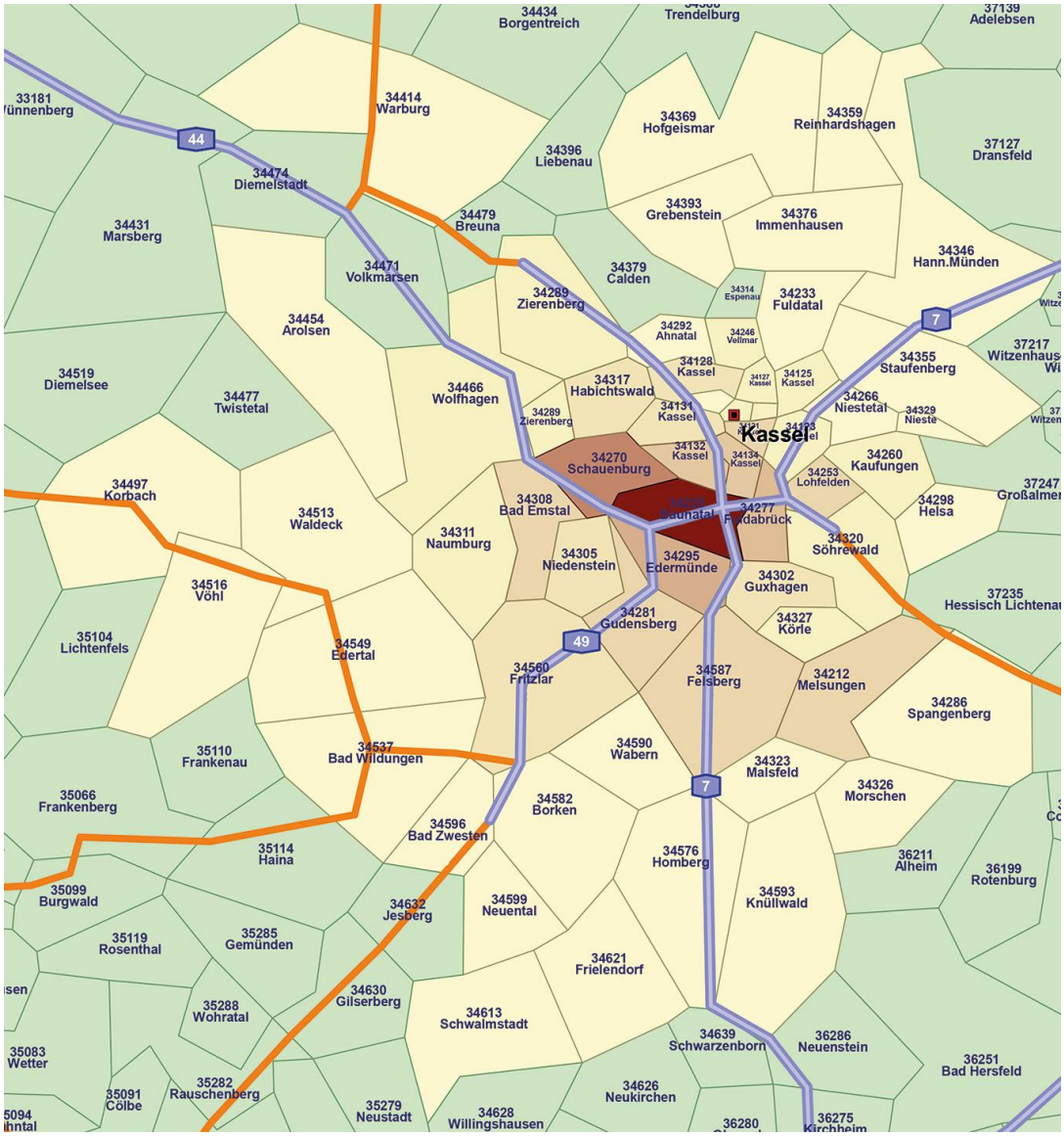

Abbildung 12: Einzugsgebiet Cineplex Baunatal nach Postleitzahlen[81]

Auch der Gesundheitsstandort um das Medizinische Versorgungszentrum (MVZ) in Baunatal-Großenritte zieht Patienten aus der Region an; schätzungsweise im Radius von mindestens 50 Kilometern.

Nähere Mobilitätsdaten der jeweiligen Destinationen werden bisher nicht erhoben.

b. Borken

Mit der Seenlandschaft u.a. zur Erholung und Wassersport ist die Kommune ein Magnet für Sport- und Freizeiterholung, die Touristen und Einwohner aus der ganzen Region, überwiegend an Wochenenden nutzen. Die meisten Besucher reisen mit dem eigenem Pkw an, da die ÖPNV-Anbindung rudimentär ist.

[81] Quelle: Filmtheaterbetriebe Schäfer GmbH - Cineplex CAPITOL, 31.07.2017

Im Rahmen einer datenbasierten Quantifizierung zur Verkehrsbewegungen können im touristisch geprägten Borken u.a. Besucherzahlen der Freizeiteinrichtungen herangezogen werden. Beispielsweise hatte das Hessisches Braunkohle Bergbaumuseum im Jahr 2017 9.779 Besucher; das Seenland 23.313 Besucher aus dem Umland. Reinhardshagen

Der Verkehr in der Kommune beschränkt sich im Wesentlichen auf die berufstätigen Ein- und Auspendler. Die Einpendler, u.a. aus Hemeln und Oberweser sind bei lokalen Arbeitgebern wie der Farbenfabrik (G.E. HABICH'S SÖHNE GmbH & Co KG mit ca. 130 Arbeitsplätzen) beschäftigt. Der Anteil der Auspendler ist jedoch höher. Primäre Pendlerdestinationen sind Hann. Münden, Kassel und Baunatal. Genaue Erhebungszahlen liegen nicht vor.

c. Reinhardshagen

Der Verkehr in der Kommune beschränkt sich im Wesentlichen auf die berufstätigen Ein- und Auspendler, wobei der Anteil der Auspendler, durch die größeren Arbeitgeber im Umland, höher ist. Quantifizierbare Erhebungszahlen liegen jedoch nicht vor.

2. Analyse Substitutionspotenzial

Ein Umstieg auf Elektromobilität ist für viele Flottenbetreiber aufgrund der Komplexität u.a. in Bezug auf tatsächliche Reichweiten, die benötigte Ladeinfrastruktur sowie der zu erwartenden Anschaffungs- und Folgekosten mit teils großer Unsicherheit verbunden. Daher hat die monalysis GmbH Flotten von drei Betrieben exemplarisch analysiert, um das Substitutionspotenzial aufzuzeigen.

a. AMP Ambulante Mobile Pflege in Baunatal GmbH

Die Auswertung des Mobilitätsprofils der AMP Ambulante Mobile Pflege in Baunatal GmbH hat ergeben, dass gute Voraussetzungen für die Umstellung eines Teils der untersuchten Fahrzeuge auf Elektromobilität bestehen. 10 der 14 Fahrzeuge könnten durch rein batterieelektrische Fahrzeuge ersetzt werden. Bei einer Neuaufteilung der erfassten Touren auf die vorhandenen Fahrzeuge könnte ein weiteres Elektrofahrzeug in die Flotte integriert werden.

69 % der während des Beobachtungszeitraumes zurückgelegten Fahrstrecken lag zwischen 0-5 Kilometern. Die längste einfache Strecke lief über 264 Kilometer, die höchsten Tageskilometer betrugen 316 Kilometer. Insgesamt machten Fahrten über 100 Kilometer jedoch nur 0,1 % aus.

Wie die Kostenanalyse ergeben hat, ist ein rein elektrischer Pkw ab ca. 50.000 Jahreskilometern genauso wirtschaftlich bzw. kostengünstiger als ein vergleichbarer konventioneller Pkw. Bei einer aktuellen Jahresfahrleistung von durchschnittlich 16.700 Kilometern würde die Integration von zehn Elektrofahrzeugen in die Flotte demnach aktuell keine wirtschaftlichen Vorteile für die AMP Ambulante Mobile

Pflege in Baunatal GmbH mit sich bringen. Die mittleren jährlichen Gesamtnettokosten würden um ca. 21.300 € steigen, die Verbrauchskosten könnten dagegen um ca. 8.800 € reduziert werden.

Neben möglichen Kostenersparnissen besteht ein weiterer Mehrwert der Elektrifizierung in dem großen Einsparpotential an CO_2-Emissionen. Bei der Umstellung von zehn Fahrzeugen der Flotte sowie der Verwendung von Ökostrom könnte der bisherige Ausstoß pro Jahr von ca. 46,3 Tonnen CO_2 um bis zu 29,3 Tonnen CO_2 reduziert werden.

Bei einer Umstellung der Fahrzeugflotte auf E-Fahrzeuge werden eigene Ladepunkte empfohlen, die in diesem Konzept nicht berücksichtigt sind. Anhand der häufigsten Fahrtziele wurden fünf Standorte ausgemacht, an denen die Errichtung einer eigenen Ladeinfrastruktur sinnvoll wäre.

b. Mobile Krankenpflegestation Borken

Die Auswertung des Mobilitätsprofils der Mobilen Krankenpflegestation Borken hat ergeben, dass die vorhandene Flotte sehr gut ausgelastet ist und gute Voraussetzungen für die Umstellung eines Teils der untersuchten Fahrzeuge auf Elektromobilität bestehen. Sieben der acht Fahrzeuge könnten durch rein batterieelektrische Fahrzeuge ersetzt werden.

62 % der während des Beobachtungszeitraumes zurückgelegten Fahrstrecken lagen zwischen 0-5 Kilometern. Die längste einfache Strecke lief über 49 Kilometer und auch die höchsten Tageskilometer betrugen lediglich 125 Kilometer.

Wie die Kostenanalyse ergeben hat, ist ein rein elektrisches leichtes Nutzfahrzeug ab 40.000 Jahreskilometern, ein rein elektrischer Pkw ab ca. 50.000 Jahreskilometern genauso wirtschaftlich bzw. kostengünstiger als ein vergleichbares konventionelles Fahrzeug. Bei einer aktuellen Jahresfahrleistung von durchschnittlich 11.300 Kilometern würde die Integration von sieben Elektrofahrzeugen in die Flotte demnach aktuell keine wirtschaftlichen Vorteile für die Mobile Krankenpflegestation Borken mit sich bringen. Die mittleren jährlichen Gesamtnettokosten würden um ca. 15.000 € steigen, die Verbrauchskosten könnten dagegen um ca. 4.100 € reduziert werden.

Neben möglichen Kostenersparnissen besteht ein weiterer Mehrwert der Elektrifizierung in dem großen Einsparpotential an CO_2-Emissionen. Bei der Umstellung von sieben Fahrzeugen der Flotte sowie der Verwendung von Ökostrom könnte der bisherige Ausstoß pro Jahr von ca. 18,5 Tonnen CO_2 um bis zu 15,1 Tonnen CO_2 reduziert werden.

Bei einer Umstellung der Fahrzeugflotte auf E-Fahrzeuge werden eigene Ladepunkte empfohlen, die in diesem Konzept nicht berücksichtigt sind. Anhand der häufigsten Fahrtziele wurden fünf Standorte ausgemacht, an denen die Errichtung einer eigenen Ladeinfrastruktur sinnvoll wäre.

c. Starke + Reichert GmbH & Co. KG

Die Auswertung des Mobilitätsprofils der Starke + Reichert GmbH & Co. KG hat ergeben, dass gute Voraussetzungen für die Umstellung eines Teils der untersuchten Fahrzeuge auf Elektromobilität bestehen. Eines der 13 Fahrzeuge könnten eins zu eins durch ein rein batterieelektrisches Fahrzeug ersetzt werden. Bei einer Neuaufteilung der aufgezeichneten Touren auf die vorhandenen Fahrzeuge könnten zudem drei weitere Elektrofahrzeuge (zwei Pkw und ein leichtes Nutzfahrzeug) in die Flotte integriert werden.

71 % der während des Beobachtungszeitraumes zurückgelegten Fahrstrecken lag zwischen 0-15 Kilometern. Einige Fahrzeuge legen jedoch regelmäßig längere Strecken von bis zu 405 Kilometern bzw. 589 Tageskilometern zurück.

Wie die Kostenanalyse ergeben hat, ist ein rein elektrisches Leichtes Nutzfahrzeug ab 40.000 Jahreskilometern, ein rein elektrischer Pkw ab ca. 50.000 Jahreskilometern genauso wirtschaftlich bzw. kostengünstiger als ein vergleichbares konventionelles Fahrzeug. Bei einer aktuellen Jahresfahrleistung von durchschnittlich 17.500 Kilometern würde die Integration eines Elektrofahrzeugs in die Flotte demnach aktuell keine wirtschaftlichen Vorteile für die Starke + Reichert GmbH & Co. KG mit sich bringen. Die mittleren jährlichen Gesamtnettokosten würden um ca. 2.200 € steigen, die Verbrauchskosten könnten dagegen um ca. 800 € reduziert werden.

Neben möglichen Kostenersparnissen besteht ein weiterer Mehrwert der Elektrifizierung in dem großen Einsparpotential an CO_2-Emissionen. Bei der Umstellung eines Fahrzeugs der Flotte sowie der Verwendung von Ökostrom könnte der bisherige Ausstoß pro Jahr von ca. 46,1 Tonnen CO_2 um bis zu 2,7 Tonnen CO_2 reduziert werden.

Bei einer Umstellung der Fahrzeugflotte auf E-Fahrzeuge werden eigene Ladepunkte empfohlen, die in diesem Konzept nicht berücksichtigt sind. Anhand der häufigsten Fahrtziele wurden fünf Standorte ausgemacht, an denen die Errichtung einer eigenen Ladeinfrastruktur sinnvoll wäre.

3. Analyse Energieinfrastruktur

Die Entwicklung der Elektromobilität wird immer größere Auswirkungen auf die heutigen Verteilnetze haben, denn die Ladeinfrastruktur wird vor allem an Wohngebieten oder an Verkehrsachsen und wichtigen Knotenpunkten, wie Autohöfen oder stark frequentierten Bundesstraßen, installiert. Das stellt die Netzbetreiber vor neue Herausforderungen. Die heutigen Stromnetze sind teilweise nicht für die Leistungen der Ladesäulen ausgelegt und eine intelligente „Vernetzung" der Ladesäulen, durch die das Netz entlastet werden könnte, ist gerade erst in der Entwicklung. In der Zukunft könnten Ladesäulen und Fahrzeuge in dem Maße miteinander kommunizieren, dass es zu keiner Überlastung des Stromnetzes kommen wird.
Die Elektromobile können in einem zukünftigen System einen ähnlichen Platz wie stationäre Batteriespeicher einnehmen und aufgrund von Marktanreizen antizyklisch geladen werden, um somit das Netz zu stabilisieren. Durch die zukünftige Kommunikation über intelligente Messsysteme und die Nutzung von Energiemanagementsystemen im Haushaltsbereich können sich Ladeleistungen und Ladestände der Batterien danach richten, wie der aktuelle Zustand des Netzes ist.

Zur Analyse der Stromnetze in den einzelnen Kommunen wurden von Seiten des Netzbetreibers einige Annahmen getroffen, um die Auswirkungen unterschiedlicher Markthochlaufszenarien der EV auf das Niederspannungsnetz simulieren zu können. Da das Laden in Zukunft vermehrt beim Arbeitgeber oder zu Hause stattfinden wird, wurde eine Ladeleistung von 11 kW als Mittelwert angenommen. Dazu wurden für den Hochlauf drei unterschiedliche Szenarien zu Grunde gelegt, wobei die Szenarien sich an dem Anteil elektrisch betriebener Fahrzeuge in den Kommunen orientiert. Es wurde davon ausgegangen, dass 30%, 60% und 90% der Fahrzeuge elektrisch angetrieben sind. Die dahinterstehende Ladeleistung wurde bis auf Stationsbereiche in den Ortschaften herunter-gebrochen, um ein möglichst exaktes Bild der Belastung der Netze zu erhalten. Bei diesen Berechnungen wurde das Lastmanagement sowie die Steuerung des Nutzerverhaltens über Preismodelle jedoch nicht berücksichtigt, sondern die gesamte Ladeleistung addiert.

Ortsparameter				Anzahl E-KFZ			Ladeleistung Gesamt [kW]			Ladeleistung/ Station [kW]		
Ort	Anzahl Stationen	Anzahl Pkw	Lade-leistung [kW]	30 % - Szenario	60 % - Szenario	90 % - Szenario	30 % - Szenario	60 % - Szenario	90 % - Szenario	30 % - Szenario	60 % - Sze-nario	90 % - Szenario
Baunatal	147	15.386	11	4.616	9.232	13.847	50.774	101.548	152.321	345	691	1.036
Borken	92	7.261	11	2.178	4.357	6.535	23.962	47.925	71.887	260	521	781
Reinhardshagen	43	2.888	11	866	1.733	2.599	9.531	19.063	28.594	222	443	665

Tabelle 11: Darstellung von Ladeleistung bei verschiedenen Markthochlauf-Szenarien

Die nachfolgenden Grafiken zeigen für Baunatal, Borken und Reinhardshagen die Belastung der Stromkabel für den aktuellen Zeitpunkt und für die drei oben beschriebenen Ausbauszenarien.

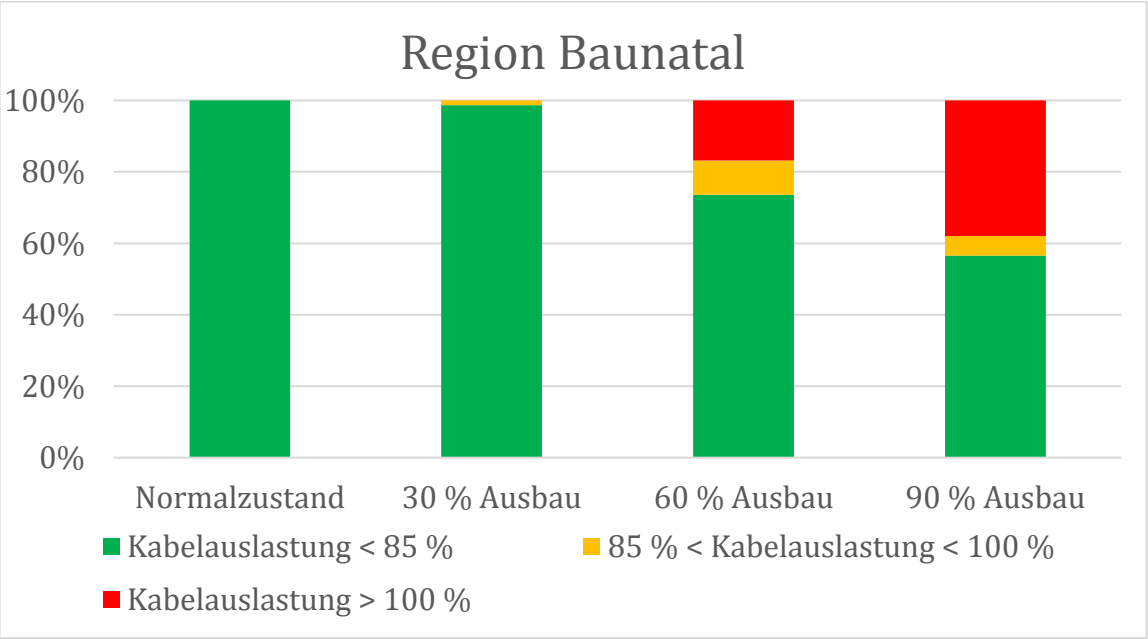

Abbildung 13: Kabelauslastung Ausbauszenarien Baunatal

In der Region Baunatal kommt es erst bei einem Ausbau > 60 % zu kritischen Netzengpässen, da das vorhandene Ortsnetz bereits großzügig ausgelegt wurde. Bei einem 90 % Ausbau steigt dieser Anteil jedoch stark an, da es sich hierbei um ein städtisches Netz handelt, welches eine höhere Anzahl an Fahrzeugen pro Netzknoten und Kabel aufweist als ein ländliches Netz.

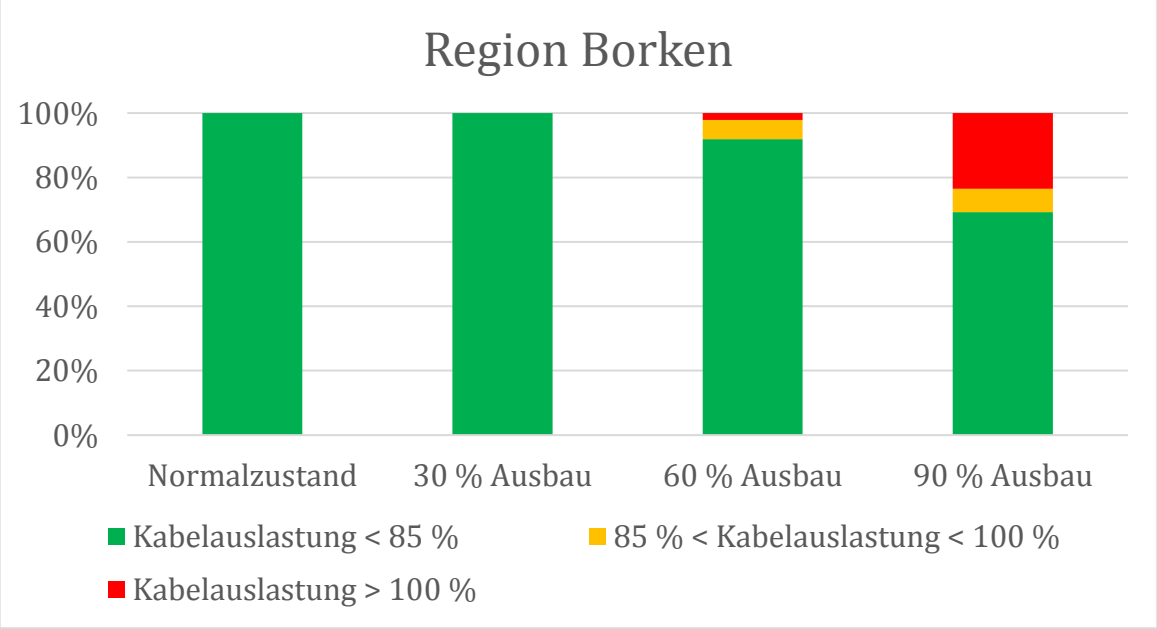

Abbildung 14: Kabelauslastung Ausbauszenarien Borken (Hessen)

Die Region Borken ist ein Mischgebiet mit städtischen Zügen, weshalb auch hier das vorhandene Netz für künftige Anforderungen ausreichend ausgebaut ist. Die Kabelauslastung verhält sich demnach analog zur Kabelauslastung in Baunatal.

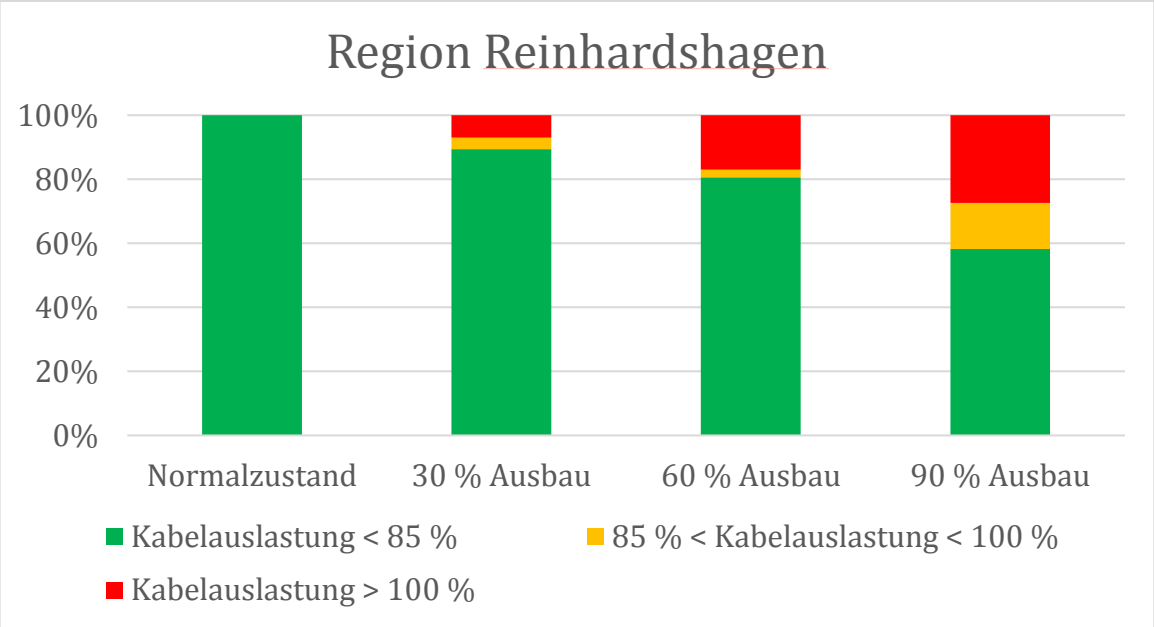

Abbildung 15: Kabelauslastung Ausbauszenarien Reinhardshagen

Das Netz in der Region Reinhardshagen ist für heutige Verhältnisse ausreichend ausgelegt, jedoch führt die sukzessive Integration von Elektrofahrzeugen zu einer Überlastung der Kabel. Hierbei muss auf die Vereinfachung des Berechnungsmodells hingewiesen werden. Ladeinfrastruktur lässt sich von seinem Nutzungsverhalten nicht mit anderen Anlagen vergleichen. Auch die Gleichzeitigkeit, die einen erheblichen Einfluss auf die Netzbelastung hat, lässt sich nicht abschätzen und bedarf einer technischen Steuerung. Dass es in dem theoretischen Modell in Reinhardshagen bereits bei einer 30%igen Durchdringung an Elektrofahrzeugen zu einer thermischen Überlastung kommt, lässt nicht auf eine schlechtere Infrastruktur schließen, sondern hängt viel mehr mit den unterschiedlichen Netztopologien zusammen.
Bei diesen Berechnungen wurde das Lastmanagement sowie die Steuerung des Nutzerverhaltens über Preismodelle wie oben bereits erwähnt nicht berücksichtigt, sondern die gesamte Ladeleistung betrachtet.
Festzuhalten ist daher, dass die Netze gut ausgebaut sind und erst bei einer größeren Menge an Fahrzeugen Engpässe auftreten können. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Engpässe kann durch entsprechende Maßnahmen wie ein Lastmanagement aber eingeschränkt werden.
Für eine genauere Prognose müsste die Entwicklung und Vernetzung der unterschiedlichen Lademöglichkeiten auf Ebene der Straßenzüge betrachtet werden, um stationäre Ladepeaks zu vermeiden und eine annähernd konstante Ladeleistung gewährleisten zu können.

Die EAM beschäftigt sich bereits frühzeitig intensiv damit, die Elektromobilität in ihre zukünftige Netzplanung und Dokumentation zu integrieren. Hier gilt es, zwischen dem Laden

zu Hause oder am Arbeitsplatz und dem Laden an Achsen/Knotenpunkten (Autobahnen) zu unterscheiden. Anders als bei konventionellen Verbrauchern ist ein reiner Netzausbau nach der Leistung der Ladevorrichtungen nicht als zielführend anzusehen. Es wird hier vermutlich auf eine Kombination aus Lastmanagement, neue Marktkonzepte und zielgerichteter Netzausbau hinauslaufen. Der Dialog zwischen Netzbetreibern, Städteplanern und Nutzern stellt dabei einen elementaren Baustein dar.

4. Analyse Planungsrechtliche Möglichkeiten

Die Ermittlung planungsrechtlicher Möglichkeiten, die das Projektziel unterstützen, erfolgt sowohl anhand relevanter Vorschriften als auch auf Basis der Fachkenntnisse und der Projekterfahrung des Konsortiums.

In der Bauleitplanung wird die bauliche und sonstige Nutzung von Grundstücken geregelt. Die Grundlage der Bauleitplanung ist das Baugesetzbuch (BauGB). Im Rahmen baurechtlicher Regelungen haben Kommunen über die Bauleitplanung die Möglichkeit mobilitätsbezogene Maßgaben zu definieren. Der städtebauliche Vertrag im Rahmen des Bebauungsplanverfahren für das Wohngebiet Baunsberg in Baunatal stellt dies beispielhaft dar (s. Auszug § 6, Abs. 5 Anlage 3). Anhand der Stellplatzregelung können Ladevorrichtungen für Elektrofahrzeuge bei der Parkplatzgestaltung festgeschrieben werden. Auch der B-Plan für die Neuerrichtung des Lebensmittelmarktes „Aldi“ definiert in einem Passus die Elektromobilität. Darin ist vorgeschrieben, die Errichtung einer E-Ladesäule im Zuge der Baumaßnahmen zu berücksichtigen. Darüber hinaus wird die Betreiberform thematisiert.

Beim Neubau von Gebäuden können die Voraussetzungen für Ladeinfrastruktur häufig einfacher geschaffen werden, als bei einer nachträglichen Installation. Insbesondere im Geschoßwohnungsbau mit Wohnungseigentumsrecht ist eine nachträgliche Installation bei der jetzigen Gesetzeslage aufgrund der Notwendigkeit der einstimmigen Zustimmung aller Eigentümer eine Hürde. Gemeinden könnten durch Vorgaben in der Bauleitplanung die Grundlage für die Verbreitung von Elektromobilität und alternativen Mobilitätskonzepten in der Bauphase begünstigen. Die relevanten Vorgaben betreffen:

- Die Schaffung von Ladeinfrastruktur
  - Bei Gewerbeimmobilien / Büros
  - Bei Nahversorgungsstätten
  - Im Wohnbereich (Einfamilienhaus / Mehrfamilienhaus)

- Der Förderung des Umweltverbundes durch ein multimodales Angebot
  - Ausweisung von Carsharing Parkplätzen
  - Ausweisung von Park and Ride Parkplätzen
  - Schaffung von Fahrrad-Abstellflächen

Im Baugesetzbuch (BauGB) existieren keine expliziten Regelungen zur Schaffung von Ladeinfrastruktur, aber unter § 1 Abs. 9 BauGB zu den Belangen der Mobilität:

§ 1 Abs. 9 BauGB: „die Belange des Personen- und Güterverkehrs und der Mobilität der Bevölkerung, einschließlich des öffentlichen Personennahverkehrs und des nicht motorisierten Verkehrs, unter besonderer Berücksichtigung einer auf Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichteten städtebaulichen Entwicklung,“

Die gesetzlichen Regelungen zur Schaffung eines Umweltverbundes durch multimodale Verkehrskonzepte und der Vorgabe zur Installation von Fahrrad-Abstellflächen ist mit § 1 Abs. 9 BauGB hinreichend gegeben.

Eine Begründung zur Schaffung von Ladeinfrastruktur kann mitunter durch die umfangreichen Vorschriften zum Umweltschutz, zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung begründet werden.

Im § 1 Abs. 6.7 BauGB sind die bei der Aufstellung zu berücksichtigenden Grundsätze zu den Belangen des Umweltschutzes aufgeführt. So ist *unter Punkt c) aufgeführt: „umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt,“.*

Unter Punkt e) „die Vermeidung von Emissionen sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern,“

unter Punkt f) „die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie,“.

Im § 1a „Ergänzende Vorschriften zum Umweltschutz“ werden unter Abs.5 Maßnahmen zum Klimaschutz berücksichtigt:

(5) Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden. Der Grundsatz nach Satz 1 ist in der Abwägung nach § 1 Absatz 7 BauGB zu berücksichtigen

Beim Flächennutzungsplan in § 5 BauGB werden die Inhaltlichen Anforderungen an eine Bauleitplanung geregelt. Nach Abs. 2b) und d) sind die Grundzüge der Ausstattung zu regeln.

Abs. 2. die Ausstattung des Gemeindegebiets

b) mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, insbesondere zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung,

d) mit zentralen Versorgungsbereichen

Im dritten Abschnitt des BauGB, der die verbindliche Bauleitplanung des Bebauungsplanes regelt, wird nicht explizit auf die Elektromobilität und Ladeinfrastruktur eingegangen. Unter §9 „Inhalt des Bebauungsplans“ wird unter Abs. 23 b)

Gebiete, in denen

b) bei der Errichtung von Gebäuden oder bestimmten sonstigen baulichen Anlagen bestimmte bauliche und sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung getroffen werden müssen,

geregelt.

Es ist zu erwarten, dass die Regelungslücke (Stand Juli 2017) im BauGB geschlossen wird. Im Dezember 2017 wurde im Europäischen Parlament und im Europäischen Rat Einigung zu einer Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erzielt, die auch die Installation von Ladeinfrastruktur behandelt:

- Für neue Nicht-Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude, die einer gründlichen Sanierung unterzogen werden und über mehr als 10 Parkplätze verfügen, müssen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass mindestens eine Ladesäule installiert wird und für jeden fünften Parkplatz Leerrohre verlegt werden.
- Für neue Wohngebäude und Wohngebäude, die einer gründlichen Sanierung unterzogen werden und über zehn Parkplätze verfügen, müssen Mitgliedstaaten sicherstellen, dass Leerrohre verlegt werden, die zu einem späteren Zeitpunkt für die Installation von Stromleitungen für jeden Parkplatz genutzt werden können. [82]

Es ist davon auszugehen, dass die Regelungen in das nationale BauGB aufgenommen werden.

a. Städtebaulicher Vertrag

Im BauGB ist unter § 11 geregelt, dass die Gemeinden städtebauliche Verträge schließen dürfen. Auch in dem betreffenden Absatz 1, wo beispielhafte Gegenstände des städtebaulichen Vertrages geregelt sind, wird nicht explizit auf die Elektromobilität eingegangen. Ein städtebaulicher Vertrag ist dabei nicht dem Privatrecht zuzuordnen, wo Vertragspartner weitgehend frei Vertragsinhalte aushandeln können, sondern unterliegt dem öffentlichen Recht. Das BauGB schränkt in § 11 Abs. 2 ein, dass die vereinbarten Leistungen den Umständen entsprechend „angemessen“ sein müssen.
Aufgrund der Ausführungen hinsichtlich der Regelungen zum Umweltschutz im BauGB lassen sich schon heute Vorgaben für die Bauleitplanung ableiten.

[82] Lt. Büro Martina Werner MdEP, Europäisches Parlament, Brüssel

b. Erfahrungen aus der Praxis:

Die Stadt Baunatal hat mit zwei Vorhabenträgern städtebauliche Verträge geschlossen und Regelungen zur Installation von Ladeinfrastruktur vereinbart. Bei Nahversorgungszentren wurde die folgende Formulierung in einen städtebaulichen Vertrag aufgenommen:

Die Stadt ist bestrebt, dass die Elektromobilität in Baunatal vorangebracht und entsprechende Ladeinfrastruktur errichtet wird. Daher ist auf dem Parkplatz des Vorhabens nach Vorgaben der Stadt ein geeigneter Standort für die Errichtung einer E-Ladesäule vorzubereiten. Im Zuge der Baumaßnahme sind hierfür nach Vorgaben der Stadt geeignete Leerrohre vorzusehen und auf Kosten des Vorhabenträgers einzubauen. Der Vorhabenträger verpflichtet sich, bei der Klärung von Betrieb und Betreiber der E-Ladesäule mitzuwirken und das Ziel der Einrichtung dieser E-Ladesäule aktiv zu unterstützen.

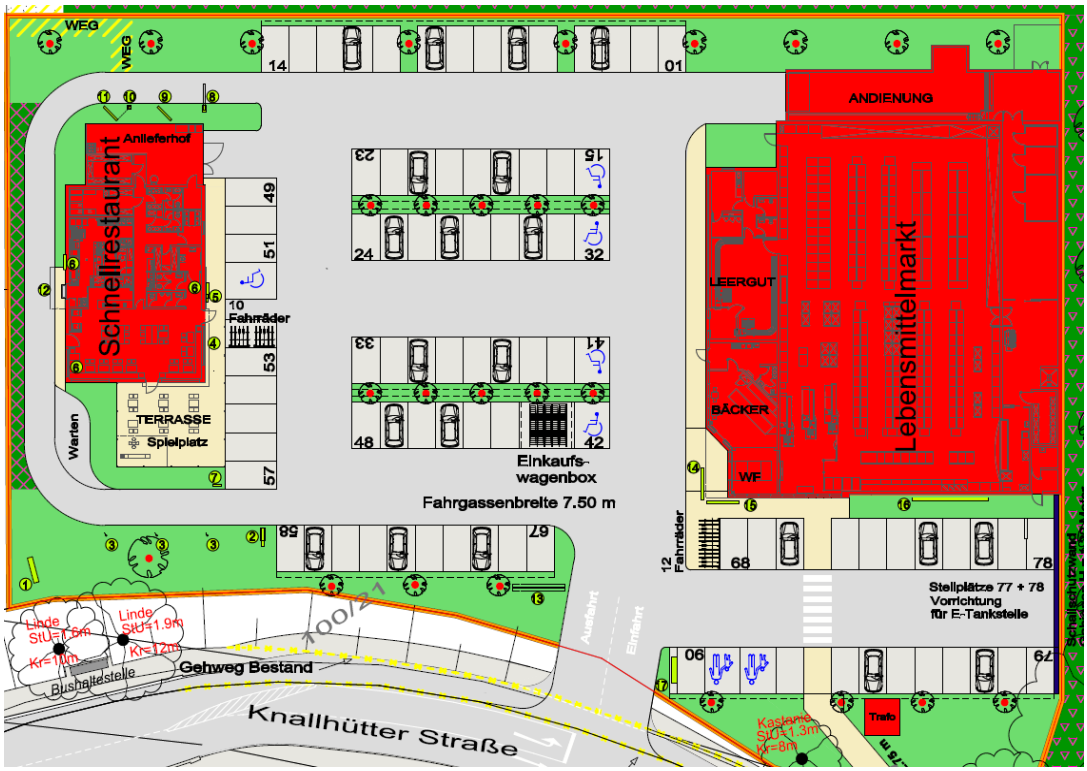

Abbildung 16: Lageplan Nahversorgungszentrum

Die Erfahrung aus der Formulierung ist, dass der Vorhabenträger selbst keine eigene Ladeinfrastruktur betreiben wird, sondern die Fläche an Investoren und Betreiber von LIS vergeben wird. Derzeit ist ein kostendeckender Betrieb von Ladeinfrastruktur nicht möglich, es gibt jedoch Unternehmen, die den Betrieb von Ladeinfrastruktur als strategisches Geschäftsfeld sehen und Standorte akquirieren. Zu diesen Investoren und Betreibern zählt z.B. die Allego GmbH. Derzeit werden Investoren durch die Stadtverwaltung angefragt, über die Resonanz kann noch keine Aussage getroffen werden. Die EAM baut aktuell in dem Gebiet eine Schnellladesäule auf, an dem über die gängigen Stecker (Typ 2, CCS, Chademo) geladen werden kann.

Die Investitionen für den Lader und die netzseitige Anbindung werden dabei vollständig von der EAM getragen. Der Netzanschluss wird dort bereits jetzt so dimensioniert, dass ohne weitere Probleme mehrere Schnelllader mit hoher Leistung integriert werden können.

In einem weiteren städtebaulichen Vertrag wurde in einem Wohngebiet folgende Formulierung getroffen:

Aufgrund der Zunahme an Elektrofahrzeugen sollen bei der Parkplatzgestaltung bereits heute die Grundlagen für diese zukünftige Entwicklung geschaffen werden. Perspektivisch soll eine ausreichende Anzahl der Stellplätze über einen Anschluss an Ladestationen für Elektrofahrzeuge verfügen. Der Anteil dieser Stellplätze bezogen auf die Gesamtzahl der Stellplätze soll mindestens 5% betragen und ist auf eine ganze Anzahl aufzurunden. In Mittel- und Großgaragen (ab 20 Stellplätze) sollen mindestens 25% der Einstellplätze mit einer Stromzuleitung für die Ladung von Elektro-Fahrzeugen versehen bzw. zur Nachrüstung vorgesehen werden, sofern dies bautechnisch machbar ist und in einem dem Nutzungsgrad angemessenen Verhältnis steht.

Bei Neubauten müssen nun zumindest die Vorkehrungen zum späteren Anschluss von Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Die nachträgliche Installation ist mitunter sehr aufwändig oder bei WEG-Eigentumsverhältnissen bei der derzeitigen Gesetzeslage kaum realisierbar. Der Aufwand der Leitungszufuhr erscheint hierbei zumutbar.

VI. E-Ladeinfrastrukturen in Kommunen

Kommunen wird bei der Verbreitung der Elektromobilität eine besondere Rolle zugewiesen. Die Bandbreite reicht dabei vom beispielgebenden Vorreiter, über den Innovationstreiber in der Region bis hin zum Träger von Kosten für all die Dinge, die vordergründig keine oder nur schwer darstellbare wirtschaftliche Betätigung zulassen und für die sich deshalb kein Unternehmen findet, das entsprechende Investitionen übernimmt. Zu letzterem gehört als zentrales Element der Aufbau einer innerstädtischen oder innerörtlichen Ladeinfrastruktur, wobei in vielen Fällen nicht klar ist, welche kommunale Aufgabe damit verbunden ist.

Das folgende Kapitel beschäftigt sich unter verschiedenen Blickwinkeln mit der Ladeinfrastruktur: die Technik wird beleuchtet, der rechtliche Rahmen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur aufgezeigt und Kriterien für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Kommunen sowie die Rollen der verschiedenen Akteure, insbesondere im Hinblick auf den kommunalen Handlungsrahmen aufgezeigt. Darauf aufbauend wurde eine Planung für den Aufbau der Ladeinfrastruktur in Baunatal, Borken und Reinhardshagen entwickelt, die den Teil einer Ladeinfrastruktur berücksichtigt, der als „kommunale Ladeinfrastruktur“ zu Handlungsempfehlungen für die Auftraggeber führt.

1. Begriffsdefinitionen Ladeinfrastruktur

In der Praxis werden häufig Begriffe verwendet, die von den jeweiligen Akteuren frei interpretiert werden. Um klare Voraussetzungen für die Studie zu schaffen werden hier zunächst einige Begriffsdefinitionen vorgenommen, die sowohl dem Stand der Technik, der geltenden Rechtslage und auch der Verwendung in Fachkreisen entsprechen.

Für **Ladepunkte** gibt es folgende Unterscheidungsmerkmale:

a. Ladeverfahren

Ladepunkte für Elektrofahrzeuge werden wie unter IV 2 a) beschrieben anhand der technischen Stromarten in zwei Ladeverfahren unterschieden: „AC-Laden“ mit Wechselstrom und „DC-Laden“ mit Gleichstrom. Darüber hinaus gibt es neben dem Stecker-basierten Laden mit AC und DC auch die Möglichkeit, Fahrzeuge induktiv zu laden, was aber aufgrund des Entwicklungsstands, vor allem fahrzeugseitig, kurz- und mittelfristig kaum Relevanz für die öffentliche Ladeinfrastruktur haben dürfte.

b. Lademodi

Die meisten Unschärfen in der öffentlichen Diskussion beziehen sich auf den Lademodus eines Ladepunktes, obwohl diese in Deutschland seit 2016 auch durch die Ladesäulenverordnung klar geregelt ist. Zu unterscheiden ist

- Normalladen: darunter fallen alle Ladepunkte mit bis zu 22 kW Ladeleistung
- Schnellladen: hier sind Ladepunkte mit mehr als 22 kW Leistung einzuordnen.

c. Anwendungsfälle

hinsichtlich der Anwendungsfälle wird wie in Kapitel IV 2 b) beschrieben unterschieden in

- privates Laden: zu Hause, beim Arbeitgeber, etc., also an privat installierten Ladepunkten, die nur einem begrenzten Nutzerkreis zugänglich sind. Kriterium ist beispielsweise die Befahrbarkeit bzw. Zugänglichkeit der Stellplätze. Private Ladepunkte sind in der Praxis die Hauptladepunkte für Elektroautos.
- öffentliches Laden: Laden in der Öffentlichkeit, also im öffentlichen Straßenraum. Wird häufig dann genutzt, wenn das Fahrzeug längere Zeit steht und einen schon deutlich reduzierten Ladestand des Akkus hat und bzw. oder der Strom kostenlos abgegeben wird.
- öffentlich zugängliches Laden (mit Einschränkungen): ermöglicht ein flächendeckendes Netz für „Zwischendurchladung“ und erzielt Breitenwirkung. Solche Ladepunkte werden heute und auch in Zukunft beispielsweise von Supermärkten betrieben und stehen außerhalb der Öffnungszeiten nicht zur Verfügung.

Abbildung 17: Ladestation Raiffeisenbank in Borken
Quelle: Stadt Borken

d. Ladestecker und ihre Nutzung

Außer der Reichweite der Fahrzeuge beherrscht kaum ein Thema die öffentliche Diskussion über die Elektromobilität über eine so lange Zeit, wie die „Steckerdiskussion“. Der Stecker ist nüchtern betrachtet als Schnittstelle zwischen Ladestation und Fahrzeug ein technisches Übertragungselement, das die erforderliche Stromleistung überträgt. Er wurde in den vergangenen Jahren zum Gegenstand technischer Diskussionen, von Marktabgrenzungsmechanismen und Lobbyismus und an vielen E-Fahrerstammtischen wurden und werden Diskussionen über „den richtigen Ladestecker“ geführt.

Derweil wurden durch die Automobilindustrie, die Politik und die Ladeinfrastrukturhersteller Fakten geschaffen, durch die die „Steckerdiskussion“ beendet wurde. Die Schnittstellen zwischen Ladepunkt und Elektroauto beinhalten eine mechanische Schnittstelle, den Stecker, sowie eine Datenschnittstelle. Letztere wird nicht bei jedem Ladeverfahren gleich intensiv genutzt. Konkret sind für das öffentliche Laden folgende Stecker relevant:

e. Schnittstellen für Normalladung

Typ 2: Die Typ 2 – Schnittstelle ist der europäische Standard für Normalladen mit Wechselstrom. Er wurde von Fa. Mennekes entwickelt und deshalb im Volksmund oft als „Mennekes-Stecker“ bezeichnet. Die Typ 2 – Schnittstelle hat als Standard Eingang gefunden in die Ladesäulenverordnung (LSV), die seit 17. März 2016 die Vorgaben für Ladeinfrastrukturen in Deutschland definiert. Die Typ 2 – Schnittstelle ist für eine Übertragung bis zu 43 kW AC vorgesehen und lässt bereits eine umfangreiche Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladepunkt zu, was für einen gesteuerten Ladevorgang notwendig ist.

Abbildung 18: Übersicht Stecker-Typen[83]

Typ 1 und **CCS** (Combo 1): Im amerikanischen und japanischen Raum gibt es im Gegensatz zu Europa nur einphasige Netzstrukturen der Stromnetze. Für diese Regionen wurde deshalb ein eigenes Stecksystem entwickelt, die sogenannte Typ-1-Schnittstelle. Diese ist für die AC-Ladung ausgelegt und beinhaltet ebenfalls optional zwei zusätzliche Kontakte für die DC-Ladung, analog dem europäischen CCS.

[83] Quelle: Initiative Zukunftsmobilität, Fotos MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG/ Initiative Zukunftsmobilität

Bei einphasig ladenden Fahrzeugen findet man fahrzeugseitig die AC-Variante der Typ-1-Schnittstelle heute auch noch in Europa (z.B. Nissan, Mitsubishi).

Schuko: Neben den speziell für Elektrofahrzeuge entwickelten Stecksystemen ist es auch möglich, die Batterien einphasig mit Wechselstrom über eine normale, länderspezifische Haushaltssteckdose zu laden. In Deutschland entspricht dieser der Schutzkontaktsteckdose (kurz Schuko) mit bis zu 3,7 kW Anschlussleistung (230 V, 16 A). Aus Sicherheitsgründen wird bei aktuellen Fahrzeugen die Ladeleistung jedoch meist in den Bereich um 2 kW gedrosselt, da Steckdosen und gerade ältere Hausinstallationen oft nicht für die Übertragung höherer Leistungen über mehrere Stunden ausgelegt sind. Fahrzeugseitig kann bei der Schuko-Ladung unter Verwendung eines geeigneten Ladekabels mit zusätzlichen Kommunikations- und Sicherheitsfunktionen (Überstromschutz, FI-Schutzschalter etc.) die normale Typ-2- oder Typ-1-Schnittstelle genutzt werden.

f. Schnittstellen für Schnellladung

Um die Stecker für Schnellladung wurde – wie bereits erwähnt – in Deutschland eine erhitzte Debatte zwischen den Early-Adopters und den Regierungs- und Normierungsgremien geführt. Während Europa [84] und damit auch die Bundesregierung faktisch der deutschen Automobilindustrie und der „Clean Power for Transport-Initiative“ gefolgt sind und das CCS-System zum Standard für Schnellladen mit Gleichstrom erklärt haben, sind die Anwender und Nutzer selbst nach wie vor vielfach Verfechter des aus Japan stammenden CHAdeMO-Standards. Mit der die Festlegungen des CCS-Systems als Mindeststandard für den Aufbau öffentlich zugänglicher Schnellladestationen [85] wird der japanische Standard auf den zweiten Platz verwiesen.

Um ein diskriminierungsfreies Laden aller Nutzer zu gewährleisten erscheint für die Errichtung von Schnellladestationen in kommunalen Ladeinfrastrukturkonzepten kurz- und mittelfristig der Ausbau mit beiden Standards sinnvoll. Dabei ist der CHAdeMO-Standard aufgrund der geltenden Rechtslage immer der Sekundärstandard, der durch die Ladestation technisch auch nachrangig bedient wird.

Typ 2 und CCS (Combo 2): Für den europäischen Markt wurde ein einheitliches Schnittstellensystem für die Ladung von EV entwickelt, das sogenannte Typ-2-Stecksystem für AC-Ladung mit ein bis drei Phasen und dessen Erweiterung für die DC-Ladung mit zwei zusätzlichen Leistungskontakten. Fahrzeugseitig kann hierbei ein Inlay ausschließlich für AC-Ladung oder optional ein kombiniertes Inlay für AC- und DC-Ladung angeboten werden. Neben den jeweiligen Leistungskontakten werden für beide Ladearten die gleichen Kommunikations- und Sicherheitskontakte genutzt. Der Standard nennt sich deshalb auch Combined Charging System (CCS). Er kann für Ladeleistungen bis 150 kW verwendet werden und ist in der Deutschland

[84] Vgl. „Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung, MKS“, Quelle: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/MKS/mks-strategie-final.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen 19.02.2018

[85] Vgl. Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile vom 09.03.2016 (Ladesäulenverordnung – LSV)

der laut Ladesäulenverordnung vorgeschriebene Mindeststandard für Schnellladesäulen.

Das Typ-2/CCS-Stecksystem beinhaltet zwei Signalkontakte für die Ladesteuerung, einen Schutzleiteranschluss sowie für AC-Ladung drei Leistungskontakte und einen Rückleiter (Nullleiter) bzw. für DC-Ladung zwei Leistungskontakte (plus, minus). Das Stecksystem kann während der Ladung elektromechanisch verriegelt werden, um eine Unterbrechung der Verbindung unter Last zu vermeiden.

Auf der Hannover Messe 2016 wurde von dem Familienunternehmen Phoenix Contact unter dem Produktnamen **„CCS plus“** eine Hochleistungsschnittstelle auf Basis des CCS-Systems vorgestellt. Diese soll durch technische Neuerungen wie einem gekühlten Stecker Ladeleistungen von bis zu 350 kW zulassen, wodurch ein nachladen von ca. 100 km Reichweite in 5 Minuten möglich wird.

CHAdeMO: Neben dem CCS-System gibt es für die DC-Schnellladung vor allem bei Fahrzeugen fernöstlicher Hersteller Schnittstellen nach dem Standard CHAdeMO (z.B. Nissan, Mitsubishi, KIA). Dieses ebenfalls weit verbreitete System definiert einen eigenen Stecker und erfordert ein separates Inlay im Fahrzeug für die DC-Ladung sowie ein eigenes Ladeprotokoll, unabhängig und zusätzlich zum Anschluss für die AC-Ladung über Typ-2- oder Typ-1-Systeme. Das CHAdeMO-Stecksystem beinhaltet mehrere Signalkontakte, zwei Leistungskontakte (plus, minus) und eine Steckerverriegelung.[86]

Wie oben bereits erwähnt, ist die Einführung eines einheitlichen Stecker-Standards für Pedelecs dagegen weder mittel- noch langfristig absehbar, obwohl seit mehreren Jahren Bemühungen existieren, den sogenannten „Rosenberger Stecker“ als Standard einzuführen.

2. Rechtliche Rahmenbedingungen

a. Ladesäulenverordnung

Die Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile vom 09.03.2016 (LSV) regelt die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile und soll um weitere Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung entsprechend der Umsetzungsfrist der Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 (ABl. L 307 vom 28.10.2014, S. 2) über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe ergänzt werden. Die LSV ist mit Wirkung zum 17.03.2016 in Kraft getreten. .

[86] Vgl. „Strukturstudie BWe Mobil 2015“, Quelle: http://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Service/Publikationen/e-papers/strukturstudie/files/assets/basic-html/page34.html, abgerufen 19.02.2018

Während die ursprüngliche LSV hauptsächlich technische Anforderungen und Anzeige-/ Nachweispflichten enthielt, wurden Abrechnungsfragen zunächst vollständig ausgeklammert. Stattdessen fand sich in § 1 der LSV die Ankündigung einer Folgeverordnung. Mittels dieser Folgeverordnung sollten Fragen der Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung geklärt werden. Anstelle einer Folgeverordnung hat der Bundesrat nun am 12. Mai 2017 einer entsprechenden Ergänzung der Ladesäulenverordnung zugestimmt.

b. Elektromobilitätsgesetz (EMoG)

Mit dem Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (EmoG) verfolgt die Bundesregierung das Ziel, elektrisch betriebene Fahrzeuge zu fördern. Insgesamt schafft das Gesetz die Rahmenbedingungen zur Förderung der Elektromobilität, in welchen den Kommunen eigene Handlungsspielräume eingeräumt werden. Diese beziehen sich beispielsweise auf die Länge der Parkdauer an den Ladesäulen, auf die Kennzeichnung der Ladeflächen oder etwa auf die Möglichkeit Sonderregelungen und Ausnahmen für zufahrtsbeschränkte Verkehrsräume zuzulassen.

c. Randbedingungen für die kommunale Planung

Der Informationsstand zum Laden von EV und damit auch über die Ladeinfrastruktur ist in der Regel nach wie vor teilweise lückenhaft. Die Themenvielfalt reicht dabei von der immer noch herrschenden „Stecker-Diskussion“, über die Ladetechnik sowie das Ladeverhalten in der Praxis. Aufgrund der fehlenden Informationen wird normalerweise die Nutzung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren direkt auf die Nutzung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen übertragen. Doch hier gibt es bereits grundlegende Unterschiede, die anhand der folgenden fünf Punkte in Bezug auf ihre Praxisrelevanz kurz dargestellt werden:

- **Bedeutung kommunaler Ladeinfrastruktur**
  In der Regel werden Elektrofahrzeuge an öffentlichen Ladestationen nur „nachgeladen“, jedoch nur in den Fällen praktisch komplett aufgeladen, in denen es auf ein schnelles Weiterkommen ankommt.

  Dies ist in besonderen Anwendungsfällen, etwa auf Langstrecken oder in Sondersituationen der Fall. Eine für die Langstreckenmobilität geeignete Schnellladeinfrastruktur wird zunehmend durch spezialisierte Betreiber mit eigenen Investitions- und Geschäftsmodellen aufgebaut. Sie sind damit zwar Teil der öffentlichen, aber nicht der kommunalen Ladeinfrastruktur.

  In allen anderen Fällen werden die ohnehin vorhandenen Standzeiten des Fahrzeugs genutzt, um den Akku nachzuladen. An den primären Fixpunkten Wohnort und Arbeitsort sind dies ca. 85% der Ladevorgänge. Damit kann sich die kommunale Ladeinfrastruktur auf die Anwendungsfälle konzentrieren, die ohnehin mit den Zielen und Aufgaben der Kommunen korrelieren. Neben der Unterstützung der Daseinsvorsorge durch eine Art Sicherungsnetz an Ladestationen sind dies

Aspekte wie die Förderung des örtlichen Handels und Gewerbes, die Stadtentwicklung und die damit verbundene Verkehrsplanung, Quartiersprojekte etc.

- **Rolle von Kommunen beim Aufbau der Ladeinfrastruktur**
  Durch den Blickwinkel der kommunalen Aufgaben und Ziele betrachtet ergeben sich für eine kommunale Ladeinfrastruktur primär Anforderungen, die sich aus Aufenthaltszeiten von mittleren und langen Aufenthalten (mehr als 30 Minuten, z.B. bei Aufenthalten in Innenstädten, Freizeiteinrichtungen, in Wohngebieten etc.) ergeben.

  Ein weiterer Aspekt ist der Aufbau von Ladeinfrastrukturen in Wohngebieten, bei dem die Kommunen unterschiedliche Rollen einnehmen können. Neben eher passiven Maßnahmen, wie der Verankerung der E-Ladeinfrastruktur im Rahmen planungsrechtlicher Möglichkeiten können je nach politischer Zielsetzung auch „aktive“ Maßnahmen, wie beispielsweise der Aufbau von Ladeinfrastruktur in Wohn- und Gewerbegebieten sein. In der Praxis sind für solche Fördermaßnahmen geeignete Kooperationen mit Energieversorgern, Bauträgern, Wohnungsbaugesellschaften und anderen Akteuren sinnvoll.

  Eine weitere Rolle können Kommunen beim Aufbau des öffentlichen Schnellladenetzes einnehmen. Die entsprechenden Anbieter sind bereits heute und auch mittelfristig auf der Suche nach geeigneten Standorten, was Kommunen je nach ihrer Lage an Hauptverkehrsachsen im Einzelfall in eine weitere Rolle bringt: Soweit die Kommune über geeignete Grundstücke verfügt, können diese an die Betreiber von Schnellladestationen zur Verfügung gestellt bzw. verpachtet werden. Als eine der ersten Städte erarbeitet die Stadt Stuttgart derzeit eine Vorgehensweise für Großstädte, mit dem der Aufbau insbesondere von Schnellladeinfrastruktur im Stadtgebiet durch private Anbieter koordiniert werden soll. Die kommunale Ladeinfrastruktur in Kleinstädten und Gemeinden wie Baunatal, Borken und Reinhardshagen umfasst primär Normalladeinfrastruktur, so dass die von Stuttgart angestrebte Vorgehensweise für die nordhessischen Kommunen kaum Relevanz haben dürfte.

- **Aufenthaltsdauer und Ladetechnik**
  Bereits heute verfügen praktisch alle BEV über zwei Ladesysteme: eines für „Normalladen“ und eines für „Schnellladen“. Für das Schnellladen sind in den nächsten 2-5 Jahren weitere technologische Entwicklungsschritte angekündigt, die sich primär auf die Steigerung der Ladeleistungen beziehen. Welches System in der Praxis wann genutzt wird, hängt von der Aufenthaltsdauer bzw. der Standzeit der Fahrzeuge an einem Ort ab. Dieser Ort sollte mit der dafür passenden Ladetechnik ausgebaut werden.
  Bei der Konzeption kommunaler Ladeinfrastrukturen rücken wie oben erläutert primär Aufenthaltsorte in den Fokus, an denen sich der Nutzer länger aufhält und das Fahrzeug damit auch länger steht. In der Praxis kann an diesen Orten eine Ladeinfrastruktur mit geringer Ladeleistung bereitgestellt werden, die damit auch relativ kostengünstig zu installieren ist. Gleichzeitig bietet dies den Vorteil, dass die Standardisierung und die technische Entwicklung für das Normalladen einen belastbaren Stand erreicht haben, wodurch sich ein hoher Investitionsschutz

ergibt. Das Investitionsrisiko für eine Kommune reduziert sich damit auf die Auswahl der Standorte sowie die Anzahl der am jeweiligen Standort bereitgestellten Ladepunkte.

- **Ladeverhalten, Ziel- und Nutzergruppen:**
  Das mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren gängige Tankverhalten lässt sich nur in geringem Umfang auf die Nutzung von BEV übertragen. Wer sein Auto in jeder Standzeit nachlädt hat selten einen leeren Akku, braucht also das bisherige Modell der „Großtankstellen“ nur an ausgewählten Standorten, die die Langstreckenmobilität unterstützt. Um das zügige Fortkommen auf Reisen, zu gewährleisten müssen an diesen Ladeorten minimale Aufenthaltszeiten möglich sein, was maximale Ladeleistungen und damit auch hohe Anforderungen an die Technik sowie relativ teure Investitionen bedingt. Hinzu kommt, dass die bisher durch die Akkugröße fest vorgegebenen maximalen Reichweiten der Fahrzeuge künftig skalierbar und damit auf das Fahrverhalten des Nutzers anpassbar werden. Außerdem sind bereits Fahrzeuge in der Entwicklung, die gegenüber heutigen BEV etwa eine doppelte Reichweite mitbringen. Für ein kommunales Ladeinfrastrukturkonzept, das Interessen der Kommunen, ihrer Bürger und Unternehmen unterstützt sind diese allerdings von untergeordneter Bedeutung.

  Die öffentliche Ladeinfrastruktur in Kommunen wird zukünftig selten von den Bürgern der eigenen Stadt genutzt, da diese ihre Fahrzeuge in der Regel zu Hause laden und in Verbindung mit Reichweiten der Fahrzeuge von mehreren hundert Kilometern Aufenthalte in der Stadt höchstens zum Nachladen, oder bei einem unvorhergesehenen Ladebedarf nutzen. Dieses Verhalten wird in der Praxis zusätzlich dadurch beeinflusst, ob das Laden im öffentlichen Raum der jeweiligen Kommune kostenpflichtig ist.

  Die Ziel- und Nutzergruppen einer öffentlichen kommunalen Ladeinfrastruktur sind also primär Gäste der Kommune oder Durchreisende. Um die Verbreitung von BEV zu fördern, sind aus kommunaler Perspektive primär Ladestandorte wichtig, die sich am Alltag der Bürger und Besucher der Kommune orientieren. Dabei rücken wiederum öffentliche Parkhäuser und Standorte in der Nähe von PoI ebenso in den Fokus, wie die bereits diskutierte Ladeinfrastruktur in Wohnquartieren. Bei der Errichtung von Ladepunkten in Wohnquartieren bzw. in Mehrfamilienhäusern kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Streitfällen. Eine erste Gesetzesinitiative zur Installation von Ladestationen in Tiefgaragen von Wohnungseigentumsverwaltungen (WEG-Verwaltungen) wurde 2016 in den Bundesrat eingebracht, von der damaligen Bundesregierung jedoch nicht beschlossen. In einem zweiten Anlauf hat der Bundesrat am 15.12.2017 einen Gesetzesentwurf beschlossen, um die Installation von Ladestationen in WEG-Tiefgaragen zu erleichtern.[87] Der Einbau an privaten Kfz-Stellplätzen soll künftig nicht mehr von der Zustimmung anderer Wohnungseigentümer bzw. des Vermieters abhängen.

[87] Vgl. „Bundesrat für Förderung von Elektromobilität und Barrierefreiheit“, Quelle: https://www.juris.de/jportal/portal/page/homerl.psml?cmsuri=/juris/de/nachrichten/zeigenachricht.jsp&feed=juna&wt_mc=rss.juna&nid=jnachr-JUNA171206041, abgerufen 19.02.2018

3. Arbeitsmethodik

a. Methodik zur Erarbeitung eines kommunalen Ladeinfrastrukturkonzepts

Die Projektbearbeitung erfolgt in Anlehnung an die Analyse- und Planungsmethode »SIMONE«, die im Projekt »Siedlungsorientierte Planung der Ladeinfrastruktur« durch des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) speziell für die Konzeption kommunaler Ladeinfrastrukturen entwickelt wurde. [88]

SIMONE ist ein bedarfsorientiertes Verfahren zur Planung von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur. Die Grundidee des SIMONE-Planungsansatzes besteht darin, dass städtische Gebietstypen – aufgrund der verschiedenen Flächennutzungen und dem damit verbundenen Nutzeraufkommen und –verhalten in den Gebieten – einen jeweils spezifischen Bedarf an Ladeinfrastruktur aufweisen. In Anlehnung an die Gebietstypen bzw. Flächennutzungskategorien der Bauleitplanung geht der Planungsansatz von sieben Gebietstypen mit unterschiedlich hohem und unterschiedlich strukturiertem Ladeinfrastrukturbedarf aus:

- Kerngebiete,
- Mischgebiete,
- allgemeine Wohngebiete,
- reine Wohngebiete ,
- Gebiete mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen,
- Gebiete mit Arbeitsplätzen und
- Gebiete sowohl mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen als auch einer großen Anzahl an Arbeitsplätzen

Ein erhöhter Ladeinfrastrukturbedarf wird in Gebieten unterstellt, die ein großes Potenzial für Erstnutzer von BEV haben. Dazu zählen insbesondere Berufspendler. Darüber hinaus besteht ein hoher Ladeinfrastrukturbedarf an sogenannten intermodalen Verknüpfungspunkten, also Schnittstellen des öffentlichen Verkehrs und des Individualverkehrs (wie P+R-Plätze, Bahnhöfe, wichtige ÖPNV-Haltestellen) sowie auf öffentlich zugänglichen Stellplatzanlagen in der Nähe von Points of Interest (PoI), die

Abbildung 19: Parkplatz der Bergbahnen Diedamskopf in Schoppernau, Österreich
Quelle: Initiative Zukunftsmobilität

[88] Vgl. „Starterset Elektromobilität – praktische Tipps für Kommunen“, Quelle: http://www.starterset-elektromobilität.de/, abgerufen 19.02.2018]

ein Einzugsgebiet von mindestens 50 Kilometern bedienen, bei Arbeitgebern und dem Einzelhandel.

Ziel des Planungsansatzes ist es zunächst nicht, punktgenaue Standorte für Ladeinfrastruktur zu identifizieren, wohl aber den Ladeinfrastrukturbedarf abgegrenzter Gebiete bzw. Suchräume zu spezifizieren. Über eine Betrachtung des Nutzerverhaltens wird auch eine Differenzierung des Ladeinfrastrukturbedarfs nach der notwendigen Ladeleistung möglich.

b. Anwendung in ländlich strukturierten Kommunen und Kritik

Die SIMONE-Methode wurde primär für die Anwendung in urbanen Gebieten und Ballungszentren entwickelt und soll Kommunen von der Marktvorbereitungsphase bis zum Beginn des Massenmarktes unterstützen. In der Praxis bedeutet dies, dass die verfügbaren Tools auf einen Startzeitpunkt in 2013 ausgelegt sind, weshalb sie aus der Perspektive von 2017 nur noch begrenzt nutzbar sind. In der Planungsmethode werden theoretische SOLL-Werte für den Markthochlauf ermittelt, die deutlich über der tatsächlichen Marktentwicklung liegen. Auch wenn diese Theoriewerte nicht die Realität abbilden, so sind sie doch ein Indikator dafür, bei welcher Anzahl an Fahrzeugen welche Menge an Ladepunkten benötigt wird. Diese Relation ist unabhängig vom Zeithorizont der realen Marktentwicklung.

Hinzu kommt, dass die Methode in Kommunen mit primär ländlicher Struktur nur eingeschränkt anwendbar ist, da bereits die Einteilung des Planungsgebiets in Gebietstypen in ländlichen Gebieten einen deutlich geringen Komplexitätsgrad aufweist als in urbanen Räumen. Demzufolge sind auch die anschließenden Planungsschritte deutlich einfacher strukturiert als im Modell vorgesehen.

Ein weiteres Problem, das allerdings alle Planungsansätze betrifft ist die Verfügbarkeit von Daten. Gerade in kleineren Kommunen liegen die erforderlichen Grunddaten häufig gar nicht vor, was auch im konkreten Projekt BBR der Fall ist.

Alternativ zu SIMONE wurde die Anwendung anderer Planungsansätze geprüft. Neben der an den Gebietstypen orientierten Systematik bestehen Planungsansätze, die sich am Verkehrsaufkommen orientieren. Dabei wird auf Basis von Verkehrsmodellen, Erreichbarkeitsdaten sowie einer per Definition festgelegten maximalen Distanz zu den Ladesäulen (z.B. für Schnellladestationen fünf oder zehn Minuten Fahrtzeit von jedem Punkt im Untersuchungsgebiet) eine theoretisch Abdeckung mit Installationsräumen ermittelt. Eine solche, derzeit proprietäre Methode wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Region Stuttgart erarbeitet.[89] Die Konkretisierung von Standorten in den Installationsräumen wurde in der Praxis bisher noch nie durchgeführt. Sowohl die Ermittlung der für diese Methode erforderlichen Grundlagendaten, als auch die Simulationsergebnisse sind für ländliche Regionen mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand und großen Unsicherheiten behaftet.

Da es keine allgemeingültige Planungssystematik für ländliche Regionen gibt wird ein Planungsansatz in Anlehnung an die SIMONE-Methode verwendet, wobei der

[89] Vgl. „Masterplan Schnellladeinfrastruktur Region Stuttgart“, Verband Region Stuttgart und Karlsruher Institut of Technology in Zusammenarbeit mit Fraunhofer IAO unter https://www.ifv.kit.edu/english/26_797.php

methodische Mangel für den ländlichen Raum durch langjährige Erfahrungswerte aus „manuellen Konzepten“ für den Aufbau von Ladeinfrastrukturen in Mittelzentren und deren ländlicher Umgebung ausgeglichen wird.

Im Hinblick auf die Übertragbarkeit der Arbeitsmethodik auf andere Kommunen bedeutete dies, dass es derzeit kein automatisiertes Werkzeug gibt, das die individuelle Betrachtung durch geschulte und erfahrene Experten ersetzt.

c. Datengrundlage und Anwendbarkeit der Planungsmethode

Die vom Auftraggeber überlassenen Daten enthalten keine Mengenangaben oder andere Details zu den Gebieten.

Diese Daten sind in kleineren Städten sowie Gemeinden im Ländlichen Raum nur selten verfügbar. Aufgrund dieser fehlenden Detaillierung ergibt die SIMONE-Methode zwar eine grobe Einschätzung der erforderlichen Ladeinfrastruktur für öffentliche Parkplätze und intermodale Verknüpfungspunkte. Allerdings kann für die Gebiete keine konkrete Planung aus der Planungsmethode abgeleitet werden, weshalb hier ein hohes Maß an Expertenwissen in Verbindung mit herkömmlichen Planungsmethoden erforderlich ist.

Die Ergebnisse im Hinblick auf die Anzahl der Ladepunkte sowie der jeweiligen Technik müssen nachfolgend an folgenden Punkten konkretisiert werden:

- Technik: das Planungswerkzeug geht für Normalladepunkte generell von AC-Technik mit 22 kW aus. Eine nachfolgende Bewertung muss die aktuellen Entwicklungen der Fahrzeugtechnik (es ist zu erwarten, dass Pkw-OEM (Original Equipment Manufacturer) mittelfristig vollständig auf max. 11 kW für AC umstellen werden) sowie die praktisch realisierbaren Möglichkeiten (z.B. Limitierung der Leistungsbereitstellung durch Hausanschlüsse in Parkhäusern etc.), aber auch die Nutzeranforderungen bzw. die kommunalen Aufgaben berücksichtigen. Unter Berücksichtigung der realen Verweildauer von Fahrzeugen an AC-Ladepunkten an Kommunalen Ladeinfrastrukturen erscheint ein Aufbau von 22kW-Ladepunkten in der Praxis nur noch begrenzt sinnvoll. In diesem Konzept wird deshalb mit einem Standard für AC-Ladepunkte von 11 kW bei dreiphasigem Laden ausgegangen.
- Anwendungsbereiche bzw. Anwendbarkeit des Werkzeugs, insbesondere im Hinblick auf die Gebiete in den Kommunen

d. Planung von Ladeinfrastruktur in den Gebieten einer Kommune

Generell gilt: Unter dem Blickwinkel der kommunalen Aufgaben müssen die Auftraggeber insbesondere für die unterschiedlichen Gebietstypen politisch entscheiden, welche Rolle die jeweilige Kommune beim Aufbau der Ladeinfrastruktur einnehmen will und kann. In allen Gebietstypen, ob dies beispielsweise Gebiete mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen (typischerweise Einkaufzentren, Sportanlagen etc.), Wohngebiete oder Gebiete mit Arbeitsplätzen etc. sind, gilt: in den jeweiligen Ge-

bieten sind unterschiedlichste Akteure zu finden, in deren Interesse oder gar in deren Zuständigkeit die Installation von Ladeinfrastruktur fällt. Hier sollten Kommunen genau abwägen, wo sie selbst investieren (beispielsweise zur Sicherstellung der Daseinsvorsorge oder weil die Kommune Träger entsprechender Einrichtungen ist) und wo Kommunen eine koordinierende Rolle übernehmen. Wobei denkbar ist, dass sie auf Anbieterseite Partnerschaften mit möglichen Betreibern eingehen und so den Akteuren den Einstieg in die Materie erleichtern.

e. Systematik für die Planung der Ladeinfrastruktur

Die SIMONE-Systematik liefert für eine Infrastrukturplanung nach Gebietstypen im Ländlichen Raum keine sinnvollen Ergebnisse. Um trotzdem zu einem praxisgerechten Ansatz zu kommen werden Ladestandorte nach der Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge bestimmt:

- **Ladestandort mit <u>langer</u> Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge (> 3h)**

  Anwendung: Wohngebiete

  Bezug: Für den Aufbau von Ladepunkten in Wohngebieten sind zunächst die Immobilien- und Grundstückseigentümer zuständig, gegebenenfalls auch die Projektentwickler. Die Kommunen übernehmen die Moderationsrolle.

  Dies gilt für Ein- und Mehrfamilienhaus-, Doppel- und Reihenhausbebauung mit Verfügbarkeit von privaten Pkw-Stellflächen. Für den Zugang zur öffentlichen Ladeinfrastruktur im Geschosswohnungsbau mit hoher Wohneinheitendichte, für die keine privaten Pkw-Stellflächen zur Verfügung stehen können die Nutzer auf die öffentlichen Ladestationen im Umfeld der Wohnbebauung (z.B. Parkhäuser) zugreifen. Für diesen Fall können die Kommunen die WEG-Verwaltungen informieren und auf entsprechende Möglichkeiten hinweisen.

  Technik: Normalladepunkte mit AC-Technik, 11 kW

  Anwendung: multimodale Verknüpfungspunkte

  Bezug: Die öffentliche Ladeinfrastruktur an multimodalen Verknüpfungspunkten sind Ladestationen an P+R-Parkplätzen für (Berufs-) Pendler- und Freizeitverkehre aber auch an zentralen Haltestellen von Bussen und Bahnen. Durch Überschneidungen zwischen multimodalen Verknüpfungspunkten und Standorten von Stellplatzanlagen sind in den Standorttabellen verschiedene solcher Ladestandorte enthalten. In Abstimmung mit den Auftraggebern wurden hier keine konkreten Handlungsempfehlungen erfasst, da die Kommunen die Priorisierungen für eventuelle Investitionen vornehmen wollen.

Technik: Normalladepunkte mit AC-Technik, 11 kW

Anwendung: Arbeitgeber (AG)

Bezug: Ladevorrichtungen am Arbeitsplatz sollten durch die Arbeitgeber installiert werden. Sie sind insbesondere für Nutzer ohne Lademöglichkeit an privaten Pkw-Stellflächen relevant, da der Arbeitsplatz neben dem Wohnort als zweiter Hauptladepunkt gilt.

Aus Sicht des Arbeitgebers ist die Bereitstellung von Ladepunkten am Arbeitsplatz zunehmend ein Standortfaktor für die Mitarbeiter-Werbung.

Technik: Normalladepunkte mit AC-Technik, 11 kW

- **Ladestandort mit <u>mittlerer</u> Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge (1-3h)**

Anwendung: (öffentliche) Parkflächen in Innenstadtbereichen

Bezug: Die Installation von Ladepunkten an den Parkflächen im Innenstadtbereich dient verschiedenen Zielen. Neben der Sichtbarkeit der Elektromobilität im Stadtbild und damit der erkennbaren Unterstützung der Entwicklung durch die jeweilige Kommune unterstützen öffentliche Ladestationen in den Städten die Maßnahmen der Wirtschaftsförderung, Stärkung von Innenstadt und Handel sowie des Stadtmarketings. Hier bieten sich Möglichkeiten, die verschiedenen Akteure in den Aufbau der Ladepunkte einzubeziehen und neben finanziellen Aspekten auch Unternehmen, Gewerbe, Handel sowie Leistungsträger im Tourismus in „die Elektrifizierung der Kommune“ einzubinden.

Technik: Normalladepunkte mit 11 kW AC-Technik, im Einzelfall ist die Ergänzung des Standorts um Schnelladepunkte mit 20 / 50 kW DC-Technik sinnvoll. Dies ist immer dort der Fall, das Einzugsgebiet einen größeren Radius (ca. 50 km und mehr) umfasst.

Anwendung: PoI wie Einkaufszentren, medizinische Einrichtungen, Sportstätten, Schwimmbad etc.

Bezug: Unterstützung von Maßnahmen der Wirtschaftsförderung, aber auch die Unterstützung von PoI-Betreibern in ihren jeweiligen Geschäftsmodellen, etwa bei der Kundenakquisition oder der Erbringung von Dienstleistungen. Diese Ladepunkte sind insbesondere an PoI interessant, an denen die Nutzer aus einem größeren Einzugsgebiet kommen (ca. 50 km und mehr). Sie können aber im

Einzelfall auch Nutzern ohne private Pkw-Stellflächen/ Ladeinfrastrukturzugang als Back-up – Lösung dienen. Diese Aspekte sollten in die Zielgruppen-Kommunikation berücksichtigt werden.

Technik: Normalladepunkte mit 11 kW AC-Technik, im Einzelfall ist die Ergänzung des Standorts um Schnelladepunkte mit 20 / 50 kW DC-Technik sinnvoll. Dies ist immer dort der Fall, das Einzugsgebiet einen größeren Radius (ca. 50 km und mehr) umfasst.

Ladestandort mit <u>kurzer</u> Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge (< 0,5h)

Anwendung: Ladestandorte an Fernstraßen etc. (Langstreckenmobilität)

Bezug: Der Aufbau von Schnellladenetzen wird von spezialisierten Dienstleistern betrieben. Hier gibt es kaum einen kommunalen Bezug, da die Nutzer kein Ziel in der Kommune ansteuern sondern sich lediglich „zufällig“ in der Kommune aufhalten, primär aber schnell weiter wollen. Ausnahme bilden Standorte in Autobahnnähe, an denen beispielsweise Einkaufszentren etc. stehen, so dass die Kommune mit eigenen Grundstücken Standortpartner der Betreiber werden kann oder Standorte den örtlichen Handel unterstützen.

Technik: Schnellladepunkte mit DC-Technik, (50) / 150 - 350 kW

f. Zuordnung von Ladeverfahren und –Technik zu den Standorten

Für die Definition der jeweiligen Ladetechnik pro Standort wurde ein Ansatz gewählt, bei dem die Ladetechnik anhand der am jeweiligen Standort zu erwartenden Nutzungsprofile definiert wird. Dabei wurden die kommunalen Aufgaben und Interessen in einer Bandbreite von der „Absicherung der Stromversorgung von Elektrofahrzeugen“ im Sinne der Daseinsvorsorge bis zur Stärkung von „Innenstädten und Gewerbe“ reicht berücksichtigt. Anwendungsbereiche, in denen eine wirtschaftliche Betätigung erkennbar bzw. Anbieter aktiv sind und die keinen Bezug zu den kommunalen Aufgaben erkennen lassen, wurden in der weiteren Konzeption der kommunalen Ladeinfrastruktur nicht berücksichtigt.

Auf Basis dieser Anwendungsfälle werden im nächsten Schritt die Ausbaustufen definiert, die sich auch in der Legende der jeweiligen Plan-Visualisierung in den Karten findet.

Kategorien/ Anwendung:	**Inhalte / Legende der Karte**
i. > 3 h	
Wohngebiete/ Quartiere	Multimodale Verknüpfung
Multimodale Verknüpfungspunkte	Mögliche Ausbaustufe 1
Arbeitgeber (z.B. Gewerbegebiete)	Mögliche Ausbaustufe 2

ii. 1-3 h (Öffentliche) Parkflächen in Innenstadtbereichen PoI (Einkaufzentren, Medizinische Einrichtung, Stadien, Schwimmbad etc.)	
iii. < 0,5 h	Geringe bis keine Relevanz für kommunale Konzepte
iv. Bestand	Bestand kommunal Bestand Privat/ Gewerbe Bestand Pedelec (E-Bike)

Tabelle 12: Zuordnung der Anwendungsfälle nach der zeitlichen Projektierung

Darüber hinaus stellt sich die Frage der Zuständigkeit und der Interessenlage: die Parkflächen werden in der Regel durch die Kommunen bereitgestellt, um einerseits ihre Attraktivität als Wohn- und Lebensort zu steigern (Auspendler) und andererseits das Verkehrsaufkommen in den Kommunen selbst zu reduzieren (Einpendler). Unter Abwägung der Gesamtsituation erscheint die Ausstattung von Pendlerparkplätzen für die Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen wenig attraktiv, weshalb hier dazu keine Handlungsempfehlung gegeben wird.

g. Ladeinfrastruktur an Pendlerparkplätzen

In der praktischen Diskussion steht die Ausrüstung von Pendlerparkplätzen mit Ladeinfrastruktur immer wieder im Fokus. Die SIMONE-Systematik erfasst diese Stellplätze nicht explizit.

Aufgrund des Nutzungsprofils von Pendlerparkplätzen, an denen die Fahrzeuge in der Regel lange Parkzeiten aufweisen, erscheinen diese Standorte zunächst als ideale Standorte für die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die, in der Regel an Verkehrsknotenpunkten gelegenen Standorte, kaum über eine Stromversorgung verfügen, was hohe Erschließungskosten produzieren würde. Dies gilt selbst dann, wenn lediglich eine Lade-leistung von 3,7 bis 11 KW angeboten würde, was für diese Nutzung völlig ausreichend wäre.

Hinzu kommt, dass die Pendler in vielen Fällen gar keinen Ladebedarf haben, da sie meist nur kurze Anfahrtstrecken zum Pendlerparkplatz bewältigen und zu Hause normalerweise mit einem geladenen Akku starten.

h. Ladeinfrastruktur für Elektromobilität im ÖPNV

Der Einsatz von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Nahverkehr wird aktuell diskutiert. Allerdings sind hier noch Grundsatzfragen hinsichtlich der einzusetzenden Fahrzeug- und Ladetechnik zu klären. Aus heutiger Sicht kommen beim Einsatz vollelektrischer Busse zwei Varianten in Frage: induktives Laden an geeigneten Standorten oder Hochleistungsladen mit mindestens 150 KW Leistung. Beide Technologien werden durch die Hersteller fahrzeugseitig vorangetrieben. Für die Kom-

munen Baunatal, Borken und Reinhardshagen ist es vor allem relevant, diese Entwicklungen zu beobachten, in Planungen in der Region rechtzeitig involviert zu sein um entsprechende Maßnahmen im Rahmen der städtebaulichen Planungen berücksichtigen zu können.

Ein Beispiel dafür ist die angedachte Umgestaltung des ZOB in Baunatal, einem zentralen Knotenpunkt verschiedener Buslinien, an dem ein Nachladen der Fahrzeuge gleich mit welcher Technik sinnvoll erscheint. Einerseits laufen die Konzessionen für den ÖPNV noch einige Jahre, andererseits laufen erste städtebauliche Überlegungen für die Neugestaltung des ZOB. Die Umstellung des ÖPNV auf Elektromobilität ist, wie an diesem Beispiel zu sehen ist, ein langfristiges Thema. Ein konkreter Input in diesem Bereich wird von der aktuell anlaufenden Studie, dem „Elektromobilitätskonzept für Nordhessen“ der fünf nordhessischen Landkreise erwartet.

Als aussichtsreichstes Fahrzeug für die Einsatzzwecke des Regionalverkehrs in Nordhessen hat sich bei allen Abwägungen die Variante des wasserstoffbetriebenen Busses, der über eine Brennstoffzelle die elektrische Energie erzeugt, herausgestellt. Die Vorteile sind (entsprechende Tankanlagen vorausgesetzt):

- Große Reichweite von ca. 300 km
- Tankvorgang wie vom Dieselbus gewohnt
- Umweltfreundliche Lösung, sofern der Strom zur Erzeugung des Wasserstoffs aus regenerativen Energien gewonnen wird (gilt im gleichem Maße für Batteriebusse)
- Wechselnde Einsatzstellen möglich (bei Vorhandensein entsprechender Tankstellen)
- Keine oder nur geringe Einschränkungen der Sitz / Stehplatzzahl durch Batterien u.ä.

i. Ladeinfrastruktur für Zweiräder

Neben der Ladeinfrastruktur für EV rückt in der Gesamtdiskussion auch die Ladeinfrastruktur für Zweiräder in den Fokus. Aufgrund der inzwischen hohen Reichweiten von E-Bikes und Pedelecs sowie der weit fortgeschrittenen Marktentwicklung ist der Aufbau einer Ladeinfrastruktur für Zweiräder mit E-Unterstützung jedoch nur noch in geringem Umfang erforderlich. Im Zuge des Ausbaus der Zweiradinfrastruktur ist die Installation sogenannter Rad-Servicestationen zu prüfen. Geeignete Standorte dafür sind in der Regel große öffentliche Fahrradabstellanlagen, etwa an multimodalen Verknüpfungspunkten oder an PoIs entlang von Radwanderwegen. Je nach Lage, technischen Möglichkeiten und Budget reicht die Bandbreite der Servicestationen von einfachen Werkzeugschränken mit einem „Grund Set an Bordwerkzeug“ bis zu umfangreichen technischen Anlagen mit Kompressoranschluss.

Für die Ladeinfrastruktur für Zweiräder sind generell zwei Nutzungsszenarien zu betrachten:

- lokaler Verkehr von Pendlern und Nutzern, die ihre Alltagsmobilität mit Zweirädern bestreiten. Diese Nutzer haben in der Regel einen deutlich geringeren Aktionsradius als die Reichweite der Fahrzeuge dies ermöglichen würde. Eine öffentliche Ladeinfrastruktur ist für diesen Nutzerkreis deshalb kaum erforderlich.
- Sofern etwa an intermodalen Verknüpfungspunkten Fahrradabstellanlagen mit Ladeoption installiert werden sollen stehen verschiedene Varianten zur Verfügung. Beispielsweise können Fahrradabstellanlagen um Schließfächer ergänzt werden, in denen die Akkus der Fahrräder geladen werden können, oder ganze Fahrradabstellboxen mit integriertem Stromanschluss. Letztere haben den Vorteil, dass die teils sehr hochwertigen Fahrräder der Nutzer komplett eingeschlossen sind. Für den Betrieb solcher Anlagen haben sich in der Praxis verschiedene Modelle etabliert, die entweder eine spontane Nutzung oder auch über Monatsmieten eine planbare und exklusive Nutzung ermöglichen.

j. Langstrecken-Mobilität mit Zweirädern

Fahrradtourismus existiert primär entlang der etablierten Radwanderwege. Solche Strecken gibt es in Baunatal, Borken und Reinhardshagen mit dem Radfernweg R1 an der Fulda, dem Fuldaradweg und dem Schwalm-Radweg. Relevante Ladepunkte werden entlang dieser Strecken bereits durch private Initiative von Gastronomen bedient, ein Handlungsbedarf der öffentlichen Hand konnte nicht identifiziert werden.

4. Kosten, Finanzierung und Betreibermodell

a. Kalkulationsbasis

Mit der nachfolgenden Kostenschätzung soll den Städten Baunatal, Borken und der Gemeinde Reinhardshagen ein konkreter Planungsrahmen an die Hand gegeben werden, mit dem sinnvolle Investitionen in die kommunale Ladeinfrastruktur soweit konkretisiert werden, dass daraus die Kommunen Ansätze für Ihre jeweiligen Haushaltsplanungen ableiten können.

Um einen realitätsnahen Planungswert zu erhalten wurden dabei anstelle der im SIMONE-Verfahren hinterlegten Theorie-Werte praxisnahe Werte verwendet, die sich aus der Erfahrung beim Aufbau von Ladeinfrastruktur in Nordhessen ergeben.

Konkret werden folgende Kalkulationswerte verwendet:

Leistung	Gerät	Typ	Anschluss / Installation	Gesamt
AC 3,7 / 11 kW	1.000 €	Wallbox (1 LP)	2.000 €	3.000 €
AC 11 kW	5.000 €	Ladesäule (2 LP)	3.000 €	8.000 €
AC 22 kW	6.500 €	Ladesäule (2 LP)	5.500 €	12.000 €
DC 20 kW	20.000 €	Triple-Charger	20.000 €	45.000 €
DC 50 kW	25.000 €	Triple-Charger	25.000 €	50.000 €

Die genannten Beträge sind Pauschalsummen, die auf Praxiserfahrungen beruhen. Die Gerätekosten variieren je nach Ausstattung und Hersteller sowie durch eine Vielzahl technischer Aspekte (z.B. Bedienoberfläche, Verschluss der Stecker, mit oder ohne Kabel etc.). Die Anschluss- und Installationskosten beinhalten Durchschnittswerte für die Bereitstellung der Stromanschlüsse, Erd- und Anschlussarbeiten inklusive der Herstellung von Fundamenten etc. Diese Aufzählung macht deutlich, dass es sich bei den genannten Summen lediglich um Näherungswerte handeln kann. Vor der Realisierung ist eine standortspezifische Planung mit konkreter Kostenermittlung unumgänglich. Planungskosten sind in den Kalkulationswerten nicht enthalten.

Je nach Standort ist die Installation von Standsäulen oder Wallboxen sinnvoll. Beide Bauformen für Ladegeräte sind in 11 und 22 kW – Ausführungen erhältlich. Letztlich ist die bauliche Situation am Standort für die Auswahl der Bauform des Ladegeräts ausschlaggebend. Je nach technischer Ausführung der Geräte ist in Standsäulen bereits ein Hausanschlusskasten integriert, was an Standorten, an denen lediglich zwei Ladepunkte installiert werden sollen in der Regel für die Verwendung von Standsäulen spricht. Sofern der betreffende Standort künftig kostengünstig erweiterbar sein soll ist gegebenenfalls die Installation eines zentralen Hausanschlusskastens mit einzelnen Wallboxen dauerhaft günstiger.

Gerade an Standorten mit größeren Mengen an Ladepunkten ist die Entscheidung für die Installation von Ladegeräten mit 11 kW Leistung zu empfehlen, weil damit schlicht doppelt so viele Stellplätze mit Ladepunkten versorgt werden können als bei der Bereitstellung von 22 kW. Dies wirkt sich selbst bei identischen Gerätekosten immer positiv auf die standortbedingten Kosten aus. Die Entscheidung, welche Bauform gewählt wird ist im Rahmen einer konkreten Standortplanung empfohlen. In die Entscheidung sollten auch Kriterien wie Vandalismus am Standort (Wallboxen sind hier generell anfälliger) einbezogen werden.

Die Kostentabelle zeigt beide Alternativen auf.

Die Kostentabellen enthalten Kalkulationswerte für die tatsächlichen Investitionssummen ohne Berücksichtigung von Fördergeldern.

b. Crowdfunding[90] als Mittel der Beteiligung und Finanzierung

In einem Workshop mit den Auftraggebern ist die Idee entstanden, öffentliche Ladeinfrastruktur in Wohngebieten mit Mehrfamilienhaus-Bebauung durch Crowdfunding zu finanzieren. Grundgedanke der Idee ist es, nicht nur die Finanzierung von Ladeinfrastruktur durch private Investoren zu ermöglichen sondern das Crowdfunding als gezieltes Mittel der (Bürger-) Beteiligung einzusetzen. Neben Eigentümern und Bewohnern der Gebiete kommen weitere Partner für eine Crowdfunding-Kampagne in Frage, wie etwa Autohäuser, Handwerksbetriebe etc. die ihre Leistungen über die Kampagne platzieren können oder sich als Dienstleister in den Wohngebieten positionieren wollen.

[90] „Crowdfunding ist eine Form der Finanzierung ("funding") durch eine Menge ("crowd") von Internetnutzern. Zur Spende oder Beteiligung wird über persönliche Homepages, professionelle Websites und spezielle Plattformen aufgerufen.“ (URL: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/crowdfunding.html [26.01.2018])

c. Betreibermodell

Das Thema Betreibermodell gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die EAM verfolgt darin aktuell zwei Modelle.

1. Betrieb und Abrechnung von eigenen Ladesäulen und Abrechnung der Energie gegenüber dem Nutzer
2. Verkauf von der Infrastruktur und dem Angebot der Durchführung der Wartung, Störungsannahme, Entstörung, Inspektion und Abrechnung. Der Kunde gibt in dem Modell den gewünschten Tarif vor und erhält eine monatliche Gutschrift. Das Modell bietet sich als „Full-Service-Angebot“ an, wenn der Betrieb einer Ladesäule nicht möglich/gewünscht ist, aber das Angebot trotzdem vorhanden sein soll (Firmenparkplätze, Kommunen, etc.)

Darüber hinaus sind Modelle mit Wohngenossenschaften und auch die Hinzunahme von lokalen Installateuren denkbar.

d. Zugang und Abrechnung

Der Zugang zu Ladesäulen ist in Deutschland in der Ladesäulenverordnung (LSV) geregelt. Grundsätzlich muss es jedem Nutzer möglich sein, ad hoc an einer Säule einen Ladevorgang starten zu können. Unter ad hoc ist zu verstehen,, dass kein Abo abgeschlossen werden muss, bevor geladen werden kann. Möglichkeiten sind Kreditkarten, Apps, Barzahlung, Hotline oder ohne Zugangsbeschränkung. Ziel ist es, die Bezahlung für die Ladevorgänge künftig über eine einfach zu bedienende Applikation für Mobilgeräte unkompliziert abzuwickeln. Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren einige Hersteller am Markt etabliert, die Ladekarten anbieten und die Abrechnung zwischen Nutzer und Betreiber sicherstellen. Die EAM arbeitet in dem Bereich seit mehreren Jahren eng und erfolgreich mit dem Anbieter NewMotion zusammen.

VII. Kommunales Ladeinfrastrukturkonzept

Die Anwendung der oben dargelegten Planungsmethodik auf die drei Kommunen Baunatal, Borken und Reinhardshagen macht unter anderem deutlich, wie sich strukturelle Unterschiede von Kommunen im Ländlichen Raum auf die Ladeinfrastruktur und ihre Planung auswirken. Die Methode ist auf alle kommunalen Strukturen anwendbar.

1. Ladeinfrastruktur Baunatal

Planungsgrundlagen Baunatal: Die folgenden Datengrundlagen wurden von der Stadt Baunatal zur Verfügung gestellt.

Kategorie	**Gebiete**
Einwohnerzahl heute und 2025	28.276 (Stand 30.06.2017) 2025: 28.676 (lt. Prognose der Stadt Baunatal wird die EW-Zahl um ca. 600 steigen und dann bis zum Jahr 2025 von diesem Niveau um 200 absinken).
Anzahl Pkw heute	15.365
Anzahl E-Fahrzeuge heute	21 BEV 7 PHEV 36 HEV
Kerngebiete	1
Mischgebiete,	21
allgemeine Wohngebiete	34
reine Wohngebiete	21
Gebiete mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen	Stadtzentrum (City, Wochenmarkt, Kino, Rundsporthalle) AquaPark/Max-Riegel-Halle/KSV-Sportwelt RATIO_Land
Gebiete mit Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	Industriegebiet Volkswagen/ OTC, Logistiker Finoba Automotive, Hertingshausen Alle Gewerbegebiete Medikum, Großenritte Maschinenbau Koch, Altenritte

Gebiete sowohl mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen als auch einer großen Anzahl an Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	Industriegebiet Volkswagen/ OTC Stadtzentrum mit Rathaus und Geschäften KSV-Baunatal, RATIO_Land, Innenstadt / City-Management, Stadtmarketing etc.), Genohotel, Ambassador, Hotel Stadt Baunatal, Hotel Scirocco, Radiologie Baunatal, Medikum Baunatal, Dialyse-Zentrum Baunatal, AquaPark Baunatal
Intermodale Verknüpfungspunkte und P & R – Plätze (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	ZOB ~ 250 SP Bahnhof Guntershausen ~ 50 SP Bahnhof Rengershausen ~20 SP Endstation Linie 5, Großenritte ~50 Stellplätze
Öffentlich zugängliche Stellplatzanlagen (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	P 1-6 1.500 Parkplätze im Zentrum

Tabelle 13: Planungsgrundlagen Stadt Baunatal

a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Baunatal

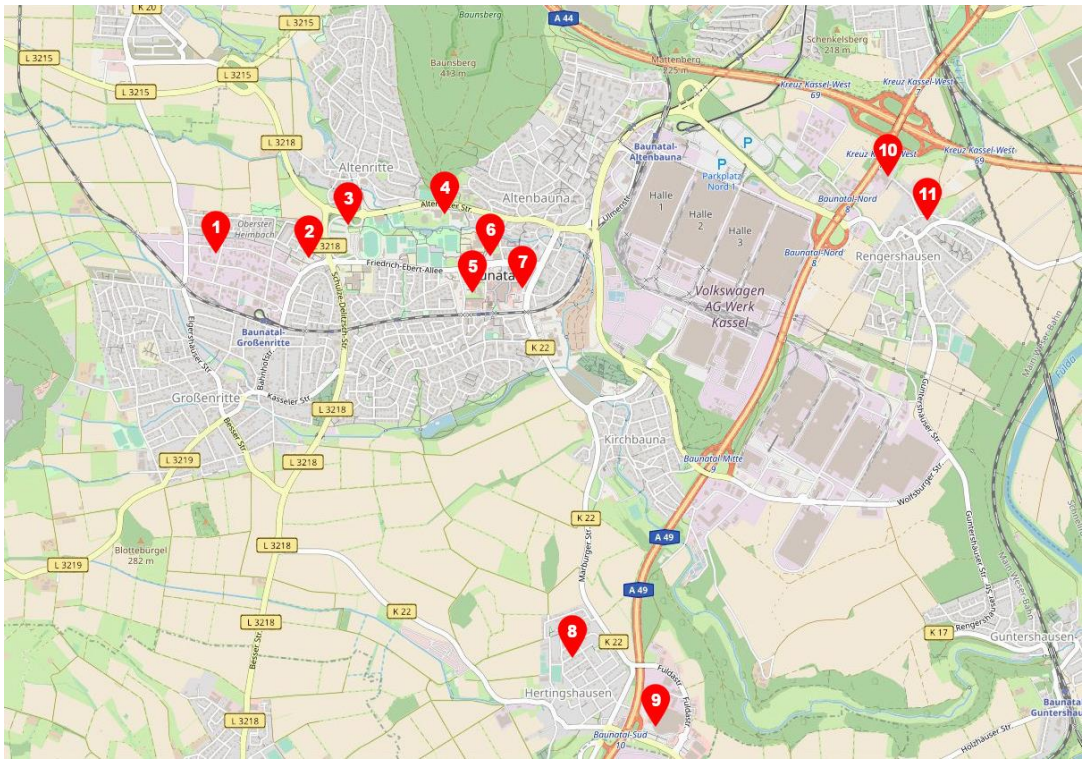

Abbildung 20: Bestand Ladeinfrastruktur Stadt Baunatal[91]

b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkzeugs für Baunatal

Das SIMONE-Planungsszenario basiert auf den politischen Rahmenbedingungen für den Hochlauf der Elektromobilität des Bundes aus den Jahren 2010 und 2015. Grundlage des im Planungsszenario hinterlegten Mengengerüstes für den Markthochlauf war das Ziel, im Jahre 2020 in Deutschland 1 Million EV auf der Straße zu haben. Vor diesem Hintergrund sind die theoretisch ermittelten Fahrzeugmengen zu sehen, die naturgemäß abgekoppelt sind von der tatsächlichen Marktentwicklung, da das Planungswerkzeug nicht an die Realität angepasst wurde.

Die für die Planung der kommunalen Ladeinfrastruktur wichtige Größen, nämlich das Verhältnis der Fahrzeuganzahl und der dafür erforderlichen Ladeinfrastruktur behält trotz einer, gegenüber der ursprünglichen bundespolitischen Planung veränderten tatsächlichen Marktentwicklung ihre Gültigkeit. Die ermittelten Mengenangaben für die Ladeinfrastruktur stellen damit Anhaltswerte für die Infrastrukturplanung dar. Bei Verwendung der vom Auftraggeber bereitgestellten Daten erzielt das Planungswerkzeug folgende Gesamtergebnisse:

[91] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Baunatal nach www.openstreetmap.org

	Marktvorbereitung	Zwischenstufe 1	Markthochlauf	Zwischenstufe 2	Massenmarkt
Gesamtstädtischer Ladeinfrastrukturbedarf					
Anzahl Ladesäulen (gesamt)	2	6	12	18	24
Anzahl Ladepunkte (gesamt)	4	12	24	36	48
mit 3,7 kW	0	0	0	0	0
mit 22 kW	4	12	24	36	48
Anzahl Ladepunkte an intermodalen Verknüpfungspunkten (22 kW)	0	0	8	8	8
Anzahl Ladepunkte in Stellplatzanlagen (22 kW)	4	12	16	28	40
Kosten					
Summe der Investitionskosten je Phase	21.000 €	42.000 €	63.000 €	63.000 €	63.000 €

Investitionskosten (pro Jahr)	3.006 €	6.012 €	9.018 €	9.018 €	9.018 €
Folgekosten (pro Jahr)	3.450 €	10.350 €	20.700 €	31.050 €	41.400 €
Gesamtkosten (pro Jahr)	6.456 €	16.362 €	29.718 €	40.068 €	50.418 €

	Gesamtkosten bis zum Erreichen des Massenmarkts
Summe der Investitionskosten gesamt	252.000 €

Tabelle 14: SIMONE-Ergebnisse Baunatal

Für die Installation von Ladeinfrastruktur an den Stellplatzanlagen / Parkhäusern ergibt sich aus dem Planungswerkzeug folgendes theoretisches Bild:

Nr.	Name der Stellplatzanlage	Anzahl Ladepunkte in Stellplatzanlagen (22 kW)				
		Marktvorbereitung	Zwischenstufe 1	Markthochlauf	Zwischenstufe 2	Massenmarkt
1	P 1-6	4	10	14	22	32
2	ZOB	0	2	2	4	6
3	Bhf. Guntershausen	0	0	0	2	2
4	Bhf. Rengershausen	0	0	0	0	0
5	Endstation Linie 5 - Großenritte	0	0	0	0	0

Tabelle 15: Ergebnisse Berechnung Stellplatzanlagen

c. Vorschlag Ausbaukonzept für die Standorte und Kosten

In der SIMONE-Planungsmethode gibt es auf der Zeitachse fünf Planungskorridore (Marktvorbereitung, Zwischenstufe 1, Markthochlauf, Zwischenstufe 2 und Massenmarkt). Um einerseits der aktuellen Marktentwicklung, andererseits aber auch der Situation der kommunalen Haushalte Rechnung zu tragen, wird die Realisierung in nur zwei Planungsperioden (2018 bis 2020 und 2021 bis 2025) vorgeschlagen. Auf diese Planungsperioden werden die SIMONE-Planungskorridore im Folgenden umgelegt. Bis 2020 ist neben der zu erwartenden Marktentwicklung auch der aktuelle Förderrahmen des Bundes zu berücksichtigen, in dem regelmäßig Förderaufrufe erfolgen. Aus heutiger Perspektive wird empfohlen bis 2020 bereits Förderungen für die nachfolgende Planungsperiode 2021-2025 zu beantragen.

Die Kostenplanung erfolgt nur für Standorte mit kommunaler Zuständigkeit. Sie hat Budgetcharakter. Standorte mit privater Zuständigkeit sind mit „p“ gekennzeichnet. Hier übernimmt die Stadt die Rolle als Moderator bzw. Motivator (vgl. Kommunikationskonzept).

d. Ladestandorte für Baunatal

Wenn die Ladeinfrastruktur in der Stadt Baunatal aufgrund eines erfolgreichen Markthochlaufs der Elektromobilität weiter ausgebaut werden soll, sind entsprechend den oben getroffenen Annahmen die nachfolgend dargestellten Standorte sinnvoll.

Die Tabelle 16 zeigt die möglichen Standorte, in der Spalte „KLD“ die Kategorie der Ladedauer (< 3h, 1-3 h, < 0,5 h) sowie die jeweilige Anwendung pro Standort. Die Zuständigkeit ordnet standortbezogen die Verantwortlichkeiten zu. An mit „kommunal“ gekennzeichneten Standorten wird die Investition eher bei der Kommune liegen, an anderen Standorten bei privatwirtschaftlichen Akteuren. Hier übernimmt die Stadt Baunatal eine moderierende Rolle.

In der Spalte „ALP“ werden Vorschlagswerte für die Anzahl der Ladepunkte genannt. Generell wird empfohlen, alle Standorte mit mindestens zwei Ladepunkten auszustatten und damit eine jeweilige Mindestredundanz zu schaffen. Die Vorschlagswerte werden getrennt durch Schrägstriche für die Planungsperioden 2018 bis 2020 sowie 2021 bis 2025 gezeigt. (Beispiel: 2 / 6 = 2 Ladepunkte bis 2020, Erweiterung um 6 Ladepunkte zwischen 2021 und 2025, in Summe also acht Ladepunkte bis 2025).

Je nach Marktentwicklung und künftiger Dynamik der Elektromobilität ist die genannte Anzahl an Ladepunkten an die Marktentwicklung anzupassen. Über die genannten Vorschlagswerte hinaus sinnvolle Erweiterungen sind künftig anhand der tatsächlichen Auslastung der Ladepunkte zu ermitteln. Die tatsächliche Auslastung

wird im Betriebsführungssystem dokumentiert. Die genannten Vorschlagswerte für private Ladepunkte wurden auf Basis von Erfahrungswerten anderer Projekte ermittelt. Die tatsächliche Menge muss durch den jeweiligen Investor festgelegt werden.

In der Spalte „Zeitrahmen“ wurden die Standorte in die Ausbaustufen eingeordnet. (Vorschlag Ausbaukonzept für die Standorte und Kosten) Diese müssen insbesondere an den multimodalen Verknüpfungspunkten mit den weiteren kommunalen Planungen abgeglichen werden um zu konkreten Umsetzungsszenario zu kommen.

Standorttabelle Baunatal

Standort	KLD	Anwendung	Zuständigkeit	ALP	Zeitrahmen
Baunatal-Altenbauna					
Parkplatz Baunsberg, Korbacher Str.	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	HessenForst	-/2	siehe Erläuterung 1)
Parkhaus Zentraler Omnibusbahnhof (ZOB), Maximilian-Kolbe-Str.	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/2	siehe Erläuterung [1)]
P+R-Parkfläche neben Discountermarkt, Birkenallee	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/-	siehe Erläuterung [1)]
Parkfläche Discountermarkt, Birkenallee	ii	PoI	privat/ Gewerbe	2/2	Ausbaustufe 1
Parkstadion, Friedrich-Ebert-Allee	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 1
Parkhaus Europaplatz, Friedrich-Ebert-Allee,	i	Arbeitgeber	**Kommune**	2/2	Ausbaustufe 2, siehe Erläuterung [1)]
Parkfläche Markt Str.	ii	Parkfläche im Innenstadtbereich	**Kommune**	-/2	Bestand
EAM Servicebüro, Johann-Siegmund-Schuckert-Str.	i	Arbeitgeber, öffentlich	privat/ Gewerbe	-/-	Bestand
Cineplex/ Parkfläche, Friedrich-Ebert-Allee	ii	PoI, Parkfläche im Innenstadt-bereich	**Kommune**	-/2	Bestand
AquaPark/ KSV-Sportanlage, Altenritter-Str.	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Bestand
Baunatal-Großenritte					
Straßenbahn-Endhaltepunkt/ B+R	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/2	siehe Erläuterung [1)]
Seniorenwohnheim Gertrudenstift, Prinzen Str.	ii	PoI	privat	-/2	Ausbaustufe 1
Kulturhaus/ Sporthalle am Tiefenbach	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2

Medizinisches Versorgungszentrum/ Tennishalle, Stettiner Str., Gewerbegebiet	ii	PoI	privat	2/2	Ausbaustufe 1
Plettenberg Elektromotoren, Rostocker Str., Gewerbegebiet	i	Quartier/ Arbeitgeber	privat/ Gewerbe	-/2	Bestand
GenoHotel, Schulze-Delitzsch Str.	i	PoI, Sonderfall Aufenthaltsdauer	privat/ Gewerbe	-/2	Bestand
Baunatal-Hertingshausen					
Sportanlage, Werraweg	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2
RATIO_Land, Fulda Str.	ii	PoI	privat/derzeit kommunal	-/2	Bestand, DC
Privater Anbieter, Karlstr.,	i	Wohngebiet/ Quartier	privat	-/-	Bestand
Baunatal-Rengershausen					
Sportanlage, Guntershäuser Str.	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2
Stadtwerke, Zum Felsengarten	i	Arbeitgeber, öffentlich	**Kommune**	-/-	Bestand
Gastronomie Knallhütte, Knallhütter Str.	ii	PoI	privat	2/-	Bestand, Zweirad
Discountermarkt/ Burger-King-Schnellrestaurant, Knallhütter Str.	ii	PoI	privat	-/2	In Projektierung, DC

Tabelle 16: Standorte für Ladeinfrastruktur Baunatal

1) Die genannten Ausbaustufen sind eine Handlungsempfehlung auf Basis der Projektworkshops. Über die Rangfolge der Realisierung von Ladepunkten müssen die Kommunen im Rahmen der jährlichen Haushaltsberatung entscheiden. Dies gilt ins besondere für multimodale Verknüpfungspunkte. Insbesondere für die Standorte Parkstadion, AquaPark, Cineplex, Parkhaus Europaplatz und Parkfläche Marktstraße ist aufgrund der anzunehmenden zunehmenden Frequentierung mit BEV und der Größe der Parkplätze langfristig ein weiterer Ausbau zu empfehlen. Grundsätzlich sollten an diesen Standorten bei Baumaßnahmen entsprechende Vorkehrungen wie das Verlegen von Leerrohren berücksichtigt werden.

   Am Parkhaus Friedrich-Ebert-Allee sollten zudem weitere Ladepunkte installiert werden, wenn die Stadt Baunatal weitere E-Pkw für den eigenen Fuhrpark anschafft.

e. Geografische Einordnung

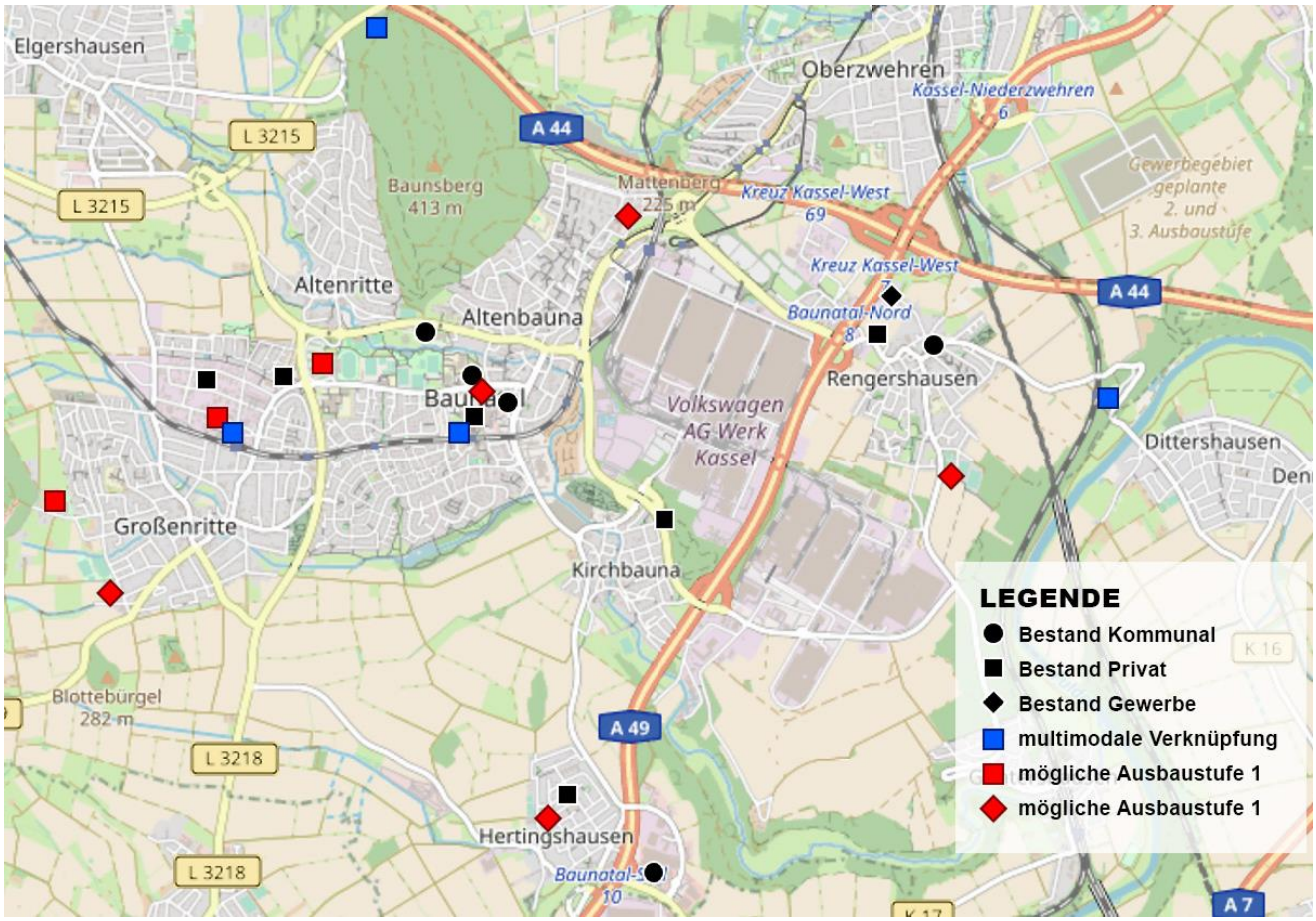

Abbildung 21: Planung Ladeinfrastruktur Stadt Baunatal[92]

f. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung

Die nachfolgende Kostenübersicht zeigt die zu erwartenden Kosten, die aus den oben vorgenommenen Planungen resultieren. Diese wurden gemäß den genannten Ausbaustufen ermittelt und auf die Planungsperioden 2018 bis 2020 und 2021 bis 2025 verteilt. Für den Kostenansatz wurde generell die Installation von Ladestationen mit 11 kW Anschlussleistung zugrunde gelegt. Die durch Schrägstriche getrennten Summen zeigen die Kosten bei Realisierung mit Wallboxen bzw. mit Ladesäulen (Standsäulen) an den jeweiligen Standorten. Beim Vergleich ist zu beachten, dass Ladesäulen generell mit zwei Ladepunkten, Wallboxen mit je einem Ladepunkt pro Gerät in die Kostenermittlung einbezogen wurden. Die Entscheidung über die technische Ausführung ist im Rahmen der technischen Planungen standortbezogen zu treffen. In Parkhäusern wird im Kostenansatz generell mit Wallboxen geplant.

Die Anwendung der oben dargelegten Planungslogik ergibt für Baunatal folgendes Planungsszenario:

[92] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Baunatal nach www.openstreetmap.org

Gebiete / Standorte	Jahre	
	2018 - 2020	2021- 2025
Summe	**18 / 16 T€**	**60 / 72 T€**
Baunatal-Altenbauna		
Zentraler Omnibusbahnhof (ZOB), Maximilian-Kolbe-Str. (je 2 Wallboxen)	6 / 0 T€	6 / 0T€
P+R-Parkfläche neben Discounter-markt, Birkenallee (Ladesäule)	0 / 8 T€	
Parkstadion, Friedrich-Ebert-Alle (2 Wallboxen als Basis für künftigen Ausbau / Ladesäule)	-	6 / 8 T€
Parkfläche Kirchbaunastraße / Shell-Tankstelle (Ladesäule)	-	0 / 8 T€
Parkhaus Europaplatz, Friedrich-Ebert-Alle (2 Wallboxen)	6 / 0 T€	6 / 0 T€
Cineplex / Parkfläche, Friedrich-Ebert-Allee (Bestandsergänzung mit Lade-säule)	-	6 / 8 T€
AquaPark / KSV-Sportanlage, Altenrit-ter-Str. (Bestandsergänzung mit La-desäule)		6 / 8 T€
Baunatal-Großenritte		
Straßenbahn-Endhaltepunkt/ B+R (je 2 Wallboxen / Ladestationen)	6 / 8 T€	6 / 8 T€
Kulturhaus/ Sporthalle am Tiefenbach (2 Wallboxen / Ladestationen)	-	6 / 8 T€
Baunatal-Hertingshausen		
Sportanlage, Werraweg (2 Wallboxen / Ladestationen)	**-**	6 / 8 T€
Baunatal-Rengershausen		
Sportanlage, Guntershäuser Str. (2 Wallboxen / Ladestationen)	**-**	6 / 8 T€

Baunatal-Guntershausen		
Regionalbahn/ Regio-Tram-Station, Guntershausen (je 2 Wallboxen / Ladestationen)	**-**	6 / 8 T€

Tabelle 17: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Baunatal

2. Ladeinfrastruktur Borken

Planungsgrundlagen Borken: Die folgenden Datengrundlagen wurden von der Stadt Borken zur Verfügung gestellt.

Kategorie	**Gebiete**
Einwohnerzahl heute und 2025	13.811
Anzahl Pkw heute	10.036
Anzahl E-Fahrzeuge heute	6
Kerngebiete	1
Mischgebiete,	79
allgemeine Wohngebiete	41
reine Wohngebiete	k.A.
Gebiete mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen	Innenstadt Hallenbad Industriepark und Kraftwerk
Gebiete mit Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	Industriepark „Am Kraftwerk“ • Baumärkte • Logistik • Entsorgungsunternehmen • Dienstleister • Handwerker Innenstadt • alle Gewerbebetriebe „Gustav-Heineman-Schule“
Gebiete sowohl mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen als auch einer großen Anzahl an Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	Innenstadt Industriepark „Am Kraftwerk“
Intermodale Verknüpfungspunkte und P & R – Plätze (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	Bahnhof Borken Bahnhof Singlis
Öffentlich zugängliche Stellplatzanlagen (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	k.A.

Tabelle 18: Planungsgrundlagen Borken (Hessen)

a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Borken

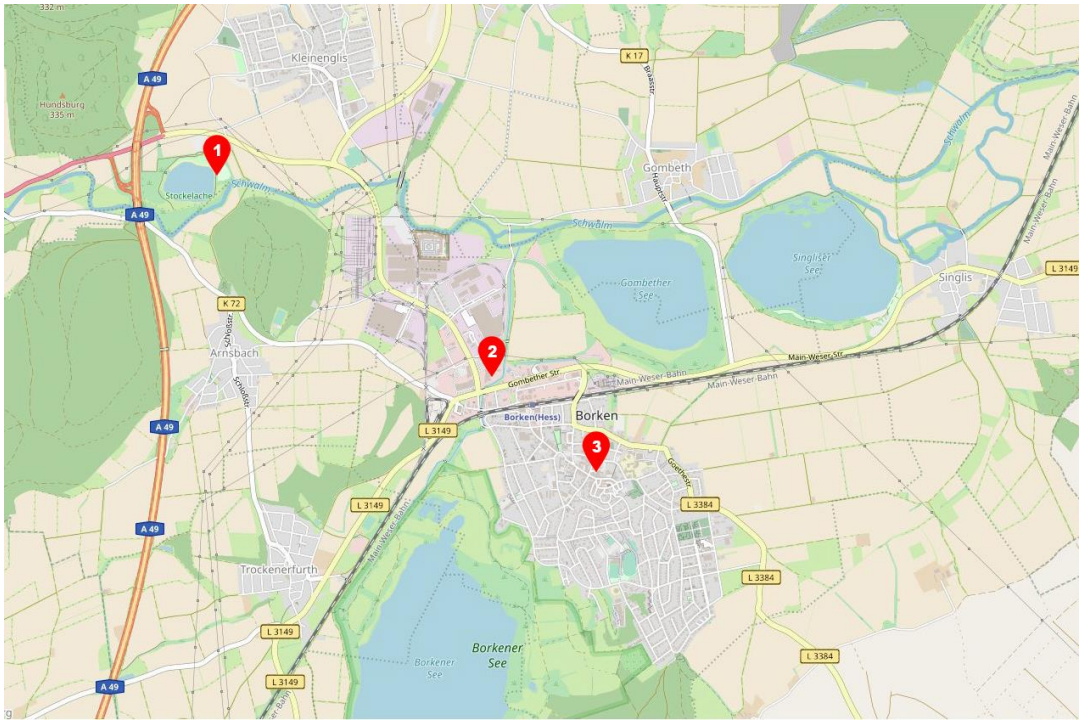

Abbildung 22: Bestand Ladeinfrastruktur Stadt Borken[93]

b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkezugs für Borken

Bereits in der Größe einer Stadt wie Baunatal sind allgemeingültige Planungswerkzeuge nur noch begrenzt einsetzbar. Die Größe und Struktur der Stadt Borken unterschreitet jedoch die kritische Größe, in der das Planungswerkzeug sinnvoll einsetzbar ist. Daher wird für alle Standorte die ergänzende Planungslogik über die praxisgerechte Hilfsgröße der Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge angewandt.

c. Ladestandorte für Borken

Die Planung konkreter Ladestandorte wurde in einem Expertenworkshop gemeinsam mit den Auftraggebern vorgenommen. Im Rahmen der Diskussion konnten die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten sinnvollen Standorte für öffentliche Ladestationen in Borken ermittelt werden.

Die Tabelle 19 zeigt die möglichen Standorte, in der Spalte „KLD“ die Kategorie der Ladedauer (< 3h, 1-3 h, < 0,5 h) sowie die jeweilige Anwendung pro Standort. Die Zuständigkeit ordnet standortbezogen die Verantwortlichkeiten zu. An mit „kommunal“ gekennzeichneten Standorten wird die Investition eher bei der Kommune liegen,

[93] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Borken nach www.openstreetmap.org

an anderen Standorten bei privatwirtschaftlichen Akteuren. Hier übernimmt die Stadt Borken eine moderierende Rolle.

In der Spalte „ALP“ werden Vorschlagswerte für die Anzahl der Ladepunkte genannt. Generell wird empfohlen, alle Standorte mit mindestens zwei Ladepunkten auszustatten und damit eine jeweilige Mindestredundanz zu schaffen. Die Vorschlagswerte werden getrennt durch Schrägstriche für die Planungsperioden 2018 bis 2020 sowie 2021 bis 2025 gezeigt. (Beispiel: 2 / 6 = 2 Ladepunkte bis 2020, Erweiterung um 6 Ladepunkte zwischen 2021 und 2025, in Summe also acht Ladepunkte bis 2025). Grundlage für die zeitliche Einordnung sind die oben eingeführten Ausbaustufen, wobei die Ausbaustufe 1 der Planungsperiode 2018 bis 2020, die Ausbaustufe 2 den Jahren 2021 bis 2025 zugeordnet wird. In Klammern dargestellte Ziffern zeigen mögliche zusätzliche Ladepunkte für eine künftige Erweiterung der jeweiligen Standorte. In der Spalte „Zeitrahmen“ wurden Vorschläge für die Umsetzung in mehreren Ausbaustufen erarbeitete. Diese müssen insbesondere an den multimodalen Verknüpfungspunkten mit den weiteren kommunalen Planungen abgeglichen werden um zu konkreten Umsetzungsszenario zu kommen.

Standort	KLD	Anwendung	Zuständigkeit	ALP	Zeitrahmen
Kleinenglis	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/-	siehe Erläuterung [1)]
Stockelache	i	PoI	**Kommune**	2/2	Ausbaustufe 1
Kerstenhausen	i	PoI	**Kommune**	2/-	Ausbaustufe 2, DC 50 kW in Projektierung
Singliser See, Seenrundweg	ii	PoI	**Kommune**	2/2	Ausbaustufe 2
Industriepark am Kraftwerk, Fa. Scherm	i	Arbeitgeber	privat/ Gewerbe	2/-	Ausbaustufe 1
Bürgerhaus / Hotel	i	Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/-	siehe Erläuterung [1)]
Hessisches Braunkohle-Bergbau-Museum (Themenpark)	ii	PoI	**Kommune**	2/-	Ausbaustufe 1
Hessisches Braunkohle-Bergbau-Museum	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2
Schule + Sporthalle Borken	i	Arbeitgeber + PoI	**Landkreis**	2/2	Ausbaustufe 1
Stadion	ii	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2
Hallenbad	i	PoI / Multimodaler Verknüpfungspunkt	**Kommune**	2/-	siehe Erläuterung [1)]
Alten- und Pflegezentrum	ii	PoI / Multimodaler	privat/ Gewerbe	2/-	Ausbaustufe 1

		Verknüpfungs-punkt			
Industriepark Kleinengliser Str. (EAM)	i	Arbeitgeber	privat/ Gewerbe	-/2	Bestand
Raiffeisenbank eG Borken	i	Arbeitgeber	privat/ Gewerbe	-/2	Bestand

Tabelle 19: Standorte für Ladeinfrastruktur Borken (Hessen)

[1)] Die genannten Ausbaustufen sind eine Handlungsempfehlung auf Basis der Projektworkshops. Die Realisierung von potentiellen Ladepunkten muss im Rahmen der jährlichen Haushaltsberatung abgestimmt werden.

Insbesondere für die Standorte Singliser See, Naturbadesee Stockelache und Stadion ist aufgrund der anzunehmenden zunehmenden Frequentierung mit BEV und der Größe der Parkplätze langfristig ein weiterer Ausbau zu empfehlen. Grundsätzlich sollten an diesen Standorten bei Baumaßnahmen entsprechende Vorkehrungen wie das Verlegen von Leerrohren berücksichtigt werden.

d. Geografische Einordnung

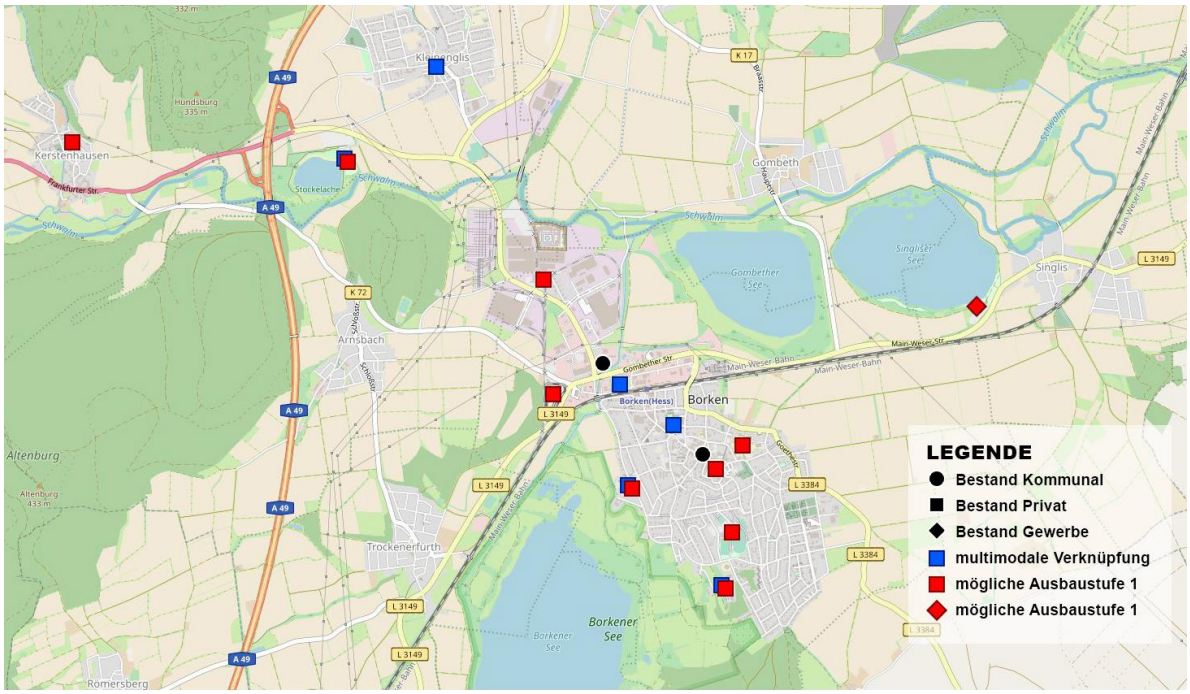

Abbildung 23: Planung Ladeinfrastruktur Stadt Borken[94]

[94] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Borken nach www.openstreetmap.org

e. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung

Die nachfolgende Kostenübersicht zeigt die zu erwartenden Kosten, die aus den oben vorgenommenen Planungen resultieren. Diese wurden gemäß den genannten Ausbaustufen ermittelt und auf die Planungsperioden 2018 bis 2020 und 2021 bis 2025 verteilt. Für den Kostenansatz wurde generell die Installation von Ladestationen mit 11 kW Anschlussleistung zugrunde gelegt. Die durch Schrägstriche getrennten Summen zeigen die Kosten bei Realisierung mit Wallboxen bzw. mit Ladesäulen (Standsäulen) an den jeweiligen Standorten. Beim Vergleich ist zu beachten, dass Ladesäulen generell mit zwei Ladepunkten, Wallboxen mit je einem Ladepunkt pro Gerät in die Kostenermittlung einbezogen wurden. Die Entscheidung über die technische Ausführung ist im Rahmen der technischen Planungen standortbezogen zu treffen. In Parkhäusern wird im Kostenansatz generell mit Wallboxen geplant.

Die Anwendung der oben dargelegten Planungslogik ergibt für Borken folgendes Planungsszenario:

Gebiete / Standorte	Jahre	
	2018 - 2020	2021- 2025
Summe p.a.	**40 / 128 T€**	**55 / 192 T€**
Kleinenglis	6 / 8 T€	-
Stockelache	6 / 8 T€	6 / 8 T€
Kerstenhausen (2 Ladepunkte an 50 kW DC)	- / 50 T€	-
Singliser See, Seenrundweg	6 / 8 T€	6 / 8 T€
Bürgerhaus/ Hotel	6 / 8T€	-
Hessisches Braunkohle-Bergbau-Museum (Themenpark)	6 / 8 T€	-
Hessisches Braunkohle-Bergbau-Museum	-	6 / 8 T€-
Schule + Sporthalle Borken	6 / 8 T€	6 / 8 T
Stadion	-	6 / 8 T€
Hallenbad	6 / 8 T€	

Tabelle 20: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Borken

3. Ladeinfrastruktur Reinhardshagen

Planungsgrundlagen Reinhardshagen: Die folgenden Datengrundlagen wurden von der Gemeinde Reinhardshagen zur Verfügung gestellt. Bereits in der Verfügbarkeit der Ausgangsdaten wird deutlich, dass die Bereitstellung einer einheitlich strukturierten Planungsgrundlage nicht für alle kommunalen Strukturen möglich ist.

Kategorie	**Gebiete**
Einwohnerzahl heute und 2025	4.436 / 4100
Anzahl Pkw heute	
Anzahl E-Fahrzeuge heute	**3**
Kerngebiete	
Mischgebiete,	
allgemeine Wohngebiete	
reine Wohngebiete	
Gebiete mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen	keine
Gebiete mit Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	1
Gebiete sowohl mit hohem Kunden- und Besucheraufkommen als auch einer großen Anzahl an Arbeitsplätzen (inkl. Anz. Arbeitsplätze, davon tertiärer Sektor sowie Schul- / Studienplätze)	keine
Intermodale Verknüpfungspunkte und P & R – Plätze (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	keine
Öffentlich zugängliche Stellplatzanlagen (jeweils inkl. Anzahl Stellplätze)	2 / 50

Tabelle 21: Datengrundlage Reinhardshagen

Eine Aussage zu Kern-, Misch-, oder reinen Wohngebieten ist für eine Gemeinde wie Reinhardshagen nur bedingt möglich, da die ländliche Struktur der beiden Ortsteile Vaake und Veckerhagen eine klare Abgrenzung nach B-Plänen erschwert.

Die Anwendung der SIMONE-Methode bringt für Reinhardshagen kein verwertbares Ergebnis. Daher wird für alle Standorte die ergänzende Planungslogik über die praxisgerechte Hilfsgröße der Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge angewandt.

a. Bestandserfassung und Grundlagen Ladeinfrastruktur Reinhardshagen

In Reinhardshagen gibt es bisher keine öffentlich zugänglichen Ladestationen.

b. Anwendung des SIMONE-Planungswerkezugs für Reinhardshagen

Die Anwendung der Planungsmethode für Reinhardshagen ist aufgrund der kleinen Gemeindestruktur nicht möglich. Daher wird für alle Standorte die ergänzende Planungslogik über die praxisgerechte Hilfsgröße der Aufenthaltsdauer der Fahrzeuge angewandt.

c. Ladestandorte in Reinhardshagen

Die Planung konkreter Ladestandorte wurde in einem Expertenworkshop gemeinsam mit den Auftraggebern vorgenommen. Im Rahmen der Diskussion konnten die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten sinnvollen Standorte für öffentliche Ladestationen in Reinhardshagen ermittelt werden.

Die Tabelle 22 zeigt die möglichen Standorte, in der Spalte „KLD“ die Kategorie der Ladedauer (< 3h, 1-3 h, < 0,5 h) sowie die jeweilige Anwendung pro Standort. Die Zuständigkeit ordnet standortbezogen die Verantwortlichkeiten zu. An mit „kommunal“ gekennzeichneten Standorten wird die Investition eher bei der Kommune liegen, an anderen Standorten bei privatwirtschaftlichen Akteuren. Hier übernimmt die Gemeinde Reinhardshagen eine moderierende Rolle.

In der Spalte „ALP“ werden Vorschlagswerte für die Anzahl der Ladepunkte genannt. Generell wird empfohlen, alle Standorte mit mindestens zwei Ladepunkten auszustatten und damit eine jeweilige Mindestredundanz zu schaffen. Die Vorschlagswerte werden getrennt durch Schrägstriche für die Planungsperioden 2018 bis 2020 sowie 2021 bis 2025 gezeigt. (Beispiel: 2 / 6 = 2 Ladepunkte bis 2020, Erweiterung um 6 Ladepunkte zwischen 2021 und 2025, in Summe also acht Ladepunkte bis 2025). Grundlage für die zeitliche Einordnung sind die oben eingeführten Ausbaustufen, wobei die Ausbaustufe 1 der Planungsperiode 2018 bis 2020, die Ausbaustufe 2 den Jahren 2021 bis 2025 zugeordnet wird. In Klammern dargestellte Ziffern zeigen mögliche zusätzliche Ladepunkte für eine künftige Erweiterung der jeweiligen Standorte. In der Spalte „Zeitrahmen“ wurden Vorschläge für die Umsetzung in mehreren Ausbaustufen erarbeitete. Diese müssen insbesondere an den multimodalen Verknüpfungspunkten mit den weiteren kommunalen Planungen abgeglichen werden um zu konkreten Umsetzungsszenario zu kommen.

Standort	KLD	Anwendung	Zuständigkeit	KLD	Zeitrahmen

Schloss + Farbenfabrik Burgstr.	I ii	Arbeitgeber, PoI	privat	2/2	Ausbaustufe 1
Hallenbad, / Campingplatz,	i	PoI	**Kommune /** privat	-/2	Ausbaustufe 1
Freibad (saisonaler Standort)	I	PoI	**Kommune**	-/2	Ausbaustufe 2
Wesertalhalle/ Schule	ii	PoI	**Kommune / (Landkreis)**	2/-	Ausbaustufe 2

Tabelle 22: Standorte für Ladeinfrastruktur Reinhardshagen

An den Standorten Schloss/ Farbenfabrik (Burgstraße) und Hallenbad / Campingplatz können öffentliche Ladepunkte gegebenenfalls mit privaten Interessen zusammengeführt werden, so dass eine gemeinsame oder auch rein private Umsetzung zwischen Unternehmen bzw. Campingplatzbetreiber und Kommune möglich ist.

Der Standort am Freibad ist eine die Nutzung im Sommer beschränkt, weshalb hier gegebenenfalls der nahegelegene Standort an der Wesertalhalle eine sinnvolle Alternative darstellt.

[1)] Die genannten Ausbaustufen sind eine Handlungsempfehlung auf Basis der Projektworkshops. Die Realisierung von potentiellen Ladepunkten muss im Rahmen der jährlichen Haushaltsberatung abgestimmt werden.

d. Geografische Einordnung

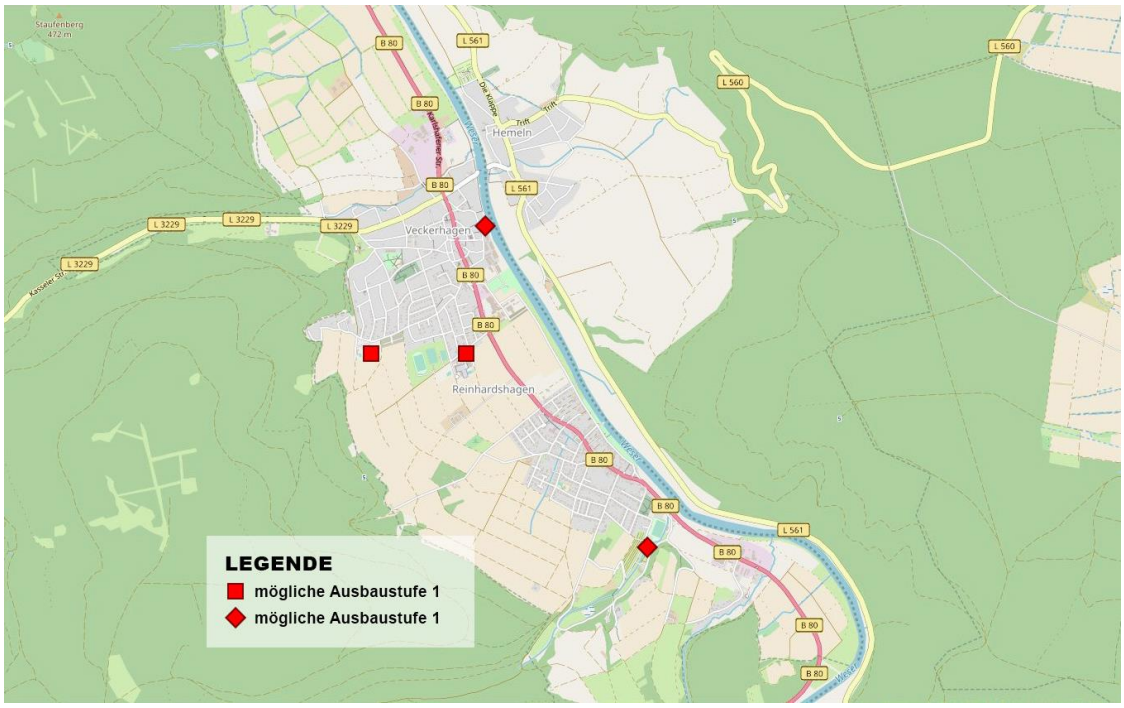

Abbildung 24: Planung Ladeinfrastruktur Gemeinde Reinhardshagenl[95]

e. Kalkulationswerte für die Haushaltsplanung

Die nachfolgende Kostenübersicht zeigt die zu erwartenden Kosten, die aus den oben vorgenommenen Planungen resultieren. Diese wurden gemäß den genannten Ausbaustufen ermittelt und auf die Planungsperioden 2018 bis 2020 und 2021 bis 2025 verteilt. Für den Kostenansatz wurde generell die Installation von Ladestationen mit 11 kW Anschlussleistung zugrunde gelegt. Die durch Schrägstriche getrennten Summen zeigen die Kosten bei Realisierung mit Wallboxen bzw. mit Ladesäulen (Standsäulen) an den jeweiligen Standorten. Beim Vergleich ist zu beachten, dass Ladesäulen generell mit zwei Ladepunkten, Wallboxen mit je einem Ladepunkt pro Gerät in die Kostenermittlung einbezogen wurden. Die Entscheidung über die technische Ausführung ist im Rahmen der technischen Planungen standortbezogen zu treffen. In Parkhäusern wird im Kostenansatz generell mit Wallboxen geplant.

Gebiete / Standorte	Jahre	
	2018 - 2020	2021- 2025
Summe p.a.	**5 / 16 T€**	**10 / 32 T€**

[95] Eigene Darstellung nach Grundkarte, Ausschnitt Reinhardshagen nach www.openstreetmap.org

Hallenbad (2 x 11 kW Wallbox)	-	6 T€
Freibad (saisonaler Standort - 2 x 11 kW Wallbox)	-	6 T€
Wesertalhalle/ Schule (2 x 11 kW Wallbox	6 T€	-

Tabelle 23: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Reinhardshagen

VIII. Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Aus der Systematik der Ladeinfrastrukturplanung geht hervor, dass die Verantwortung der Kommunen primär nicht darin liegt, selbstständig eine Ladeinfrastruktur aufzubauen und zu finanzieren, sondern vielmehr die Planung dieser anzustoßen, zu moderieren und zu unterstützen. Aufgrund der zu differenzierenden Ladestandorteigenschaften lassen sich unterschiedliche Akteure ableiten, die zielgruppenspezifisch zu adressieren sind.

Als öffentliches Organ adressieren Kommunen verschiedene Zielgruppen. Dazu müssen jeweils zielgruppenorientierte Kommunikationsmaßnahmen eingesetzt werden.

Im Kontext der Nutzungsprofile lassen sich folgende Zielgruppen identifizieren:

- Privathaushallte
- Wohngenossenschaften/ Eigentümer Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Handel und Gewerbe (Dienstleistung)
- Arbeitgeber (AG),
- Tourismus und Gastronomie (vorrangig als Dienstleistung)

Diese können gezielt mithilfe von verschiedenen Maßnahmen über die Vorteile und die Anforderungen von Elektromobilität und Ladeinfrastruktur aufgeklärt und aktiviert werden. Ziel der Kommunikationsmaßnahmen sollte es sein, die Kommunikationsprojekte im Kontext der Gesamtstrategie für den weiteren Ladeinfrastrukturaufbau umzusetzen und die Verantwortung dafür zentral zu verorten, um ein effektives Technologiemarketing zu etablieren und die unter Kapitel III. genannten allgemeinen Ziele zu unterstützen. Eine Umsetzung von einzelnen Maßnahmen losgelöst von den übrigen Handlungsempfehlungen und den damit einhergehenden Zeitplänen ist nicht zu empfehlen. Da die Kommunikationsmaßnahmen als dauerhaft begleitende Maßnahmen zu sehen sind, wurde hier auf Zeit-Angaben wie sie bei dem Aufbau der Ladeinfrastruktur zu finden sind, verzichtet.

1. Maßnahmen

a. Erstellung einer Corporate Identity und Markenbildung

Um die Zielgruppen erfolgreich anzusprechen ist in erster Linie die Entwicklung eines Erkennungsmerkmals in Form einer grafischen Darstellung, z.B. für die Region, empfehlenswert. Unter der Verwendung eines wiederkehrenden Logos wird ein Wiedererkennungsmerkmal platziert, was die Identifikation einer Aktivität bspw. einer Region zulässt.

Charakteristisch für Nordhessen und die Automobilproduktion in der Region ist das Volkwagenwerk in Kassel-Baunatal. Dessen Kult-Auto, der VW-Käfer, ist ideal als Wiedererkennungssymbol der Elektromobilität in der Region zu verwenden. Das nachstehende Logo wurde daher im Rahmen dieses Projekts entwickelt.

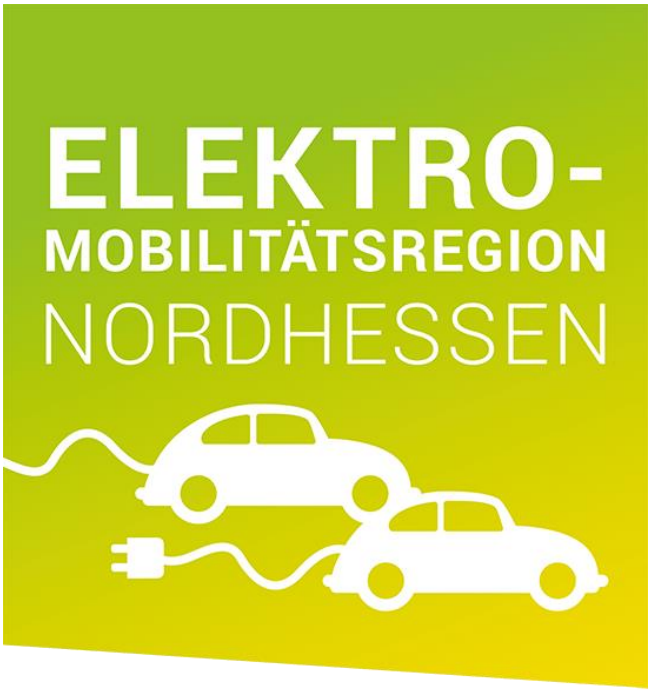

Abbildung 25: Logo der Elektromobilitätsregion Nordhessen[96]

Neben dem Logo können zusätzlichen Akteurs-Logos als „Co-Logos“ platziert werden sowie ein Slogan (z.B. „Elektromobilitätsregion Nordhessen“) die Bildsprache unterstützen. Zur Handhabung der „Wort-Bild-Sprache“ sollten CI-Richtlinien (Corporate Identity) erstellt werden, die Dritten die Nutzung ermöglicht bzw. themengebunden aufträgt. Wenn das CI einheitlich, u.a. von öffentlichen Trägern, bei Briefanschreiben, Präsentationen, Einladungen, Roll-Ups, Plakaten usw. eingesetzt wird, kann das Thema, z.B. Elektromobilität, in Form einer Wort-Bild-Marke etabliert werden.

Langfristig ist die Etablierung einer Marke für die Region sinnvoll, die je nach Umsetzung und Erfolg überregional kommuniziert wird.

b. Informationsmaterial

Das Informationsmaterial sollte nach den CI-Richtlinien erstellt werden, um die Wiedererkennung für das Thema sicherzustellen. Die Inhalte des Materials können selbstständig erarbeitet werden. Viele Inhalte zur Werbung für die Elektromobilität, Fördermöglichkeiten etc. sind öffentlich über die Plattformen des Landes (www.strom-bewegt.de) oder Bundes (www.now-gmbh.de) zugänglich. Weitere Inhalte können über regionale Akteure wie die Stromnetzbetreiber, das Volkswagen-Werk Baunatal oder die Regionalmanagement Nordhessen GmbH eingeholt werden.

[96] Darstellung Regionalmanagement Nordhessen GmbH

Die anhand der Nutzungsprofile definierten Zielgruppen können direkt über physische oder digitale Infopost kontaktiert werden. Zusätzlich sollten weitere Kommunikationskanäle der Kommunen wie die Webseiten eingesetzt werden. Ein weiterer Ansatz ist Informationen gebündelt als Info-Pakete, z.B. im Rahmen von Vereinsinformationsnachmittagen, anzubieten.

c. Veranstaltungen

Neben Informationsmaterialien sollten gezielt Veranstaltungen durchgeführt werden, die Elektromobilität erfahrbar machen sowie zielgruppengerechte und konkrete Informationen vermitteln. Außerdem sollten die lokalen informellen Gruppen zum Thema Elektromobilität (Nordhessischer Stammtisch Elektromobilität) bei entsprechender Veranstaltungsorganisation einbezogen werden.

Die Informationsveranstaltungen sollten insbesondere für die Zielgruppenansprache der oben identifizierten Zielgruppen genutzt werden. Dabei sollten insbesondere Informationen zum bedarfsgerechten Aufbau von Ladeinfrastruktur sowie der Einsetzbarkeit von BEV vermittelt und ein Angebot für das Testen der Pkw realisiert werden.

Volksfeste sollten dazu genutzt werden um allen Bürgern das Ausprobieren von BEV zu ermöglichen und so die Hemmschwelle zur Nutzung von Elektromobilitätsprodukten abzubauen. Eine Möglichkeit ist Aktionstage zu organisieren, wo Testfahrten, Autoausstellungen und Informationen bereitgestellt werden.

Für die Übertragbarkeit der öffentlichkeitswirksamen Formate in weitere Kommunen dienen Steckbriefe, die die Zielgruppen, die Ausführung, etc. beschreiben (s. Anlage 1).

d. Visuelle Kommunikation

Neben der Entwicklung einer Corporate Identity als „Wort-Bild-Sprache“ eigenen sich visuelle Kommunikationselemente wie die Videotechnik zur Veranschaulichung von Informationen. Besonders im Trend sind kurze Imagefilme, die den Zuschauer anregen sich näher mit der Technologie (Elektromobilität) zu befassen. Diese können mithilfe von Online-Medien (siehe Punkt 2) adäquat platziert und verbreitet werden.

e. Beschilderung und Markierungen

Die neuen Landeinfrastruktur-Standorte sollten gut sichtbar beschildert werden. Darüber hinaus wäre es sinnvoll die Einfahrt zu dem jeweiligen Parkplatz, mit einem Hinweis auf die verfügbaren Ladesäulen zu versehen. Die Beschilderung des Parkplatzes sollte durch eindeutige Markierungen auf dem Boden unterstützt wer-den, die unmissverständlich darauf hinweisen, dass es sich um Parkplätze für Elektro-Pkw handelt.

Das Verkehrsumfeld des Parkplatzes könnte mit Wegweisern ausgestattet werden, die zu den Ladepunkten führen. Dies sorgt nicht nur dafür, dass die Nutzer von Elektro-Pkw auch ohne Navigationssystem eine Ladesäule finden können, sondern

hat einen zusätzlichen Werbeeffekt für die örtliche Ladeinfrastruktur sowie die Elektromobilität an sich.

f. Online-Plattformen

Mithilfe mittlerweile alltagsgebräuchlicher Online-Plattformen z.B. zur sozialen Vernetzung wie Facebook, Twitter, Instagram etc. lassen sich Informationen zugunsten des Technologiemarketings verbreiten. Auch technologiebezogene Seiten wie GoingElectic (www.goingelectric.de) mit Elektroauto News und als Austauschforum oder wie E-Mobil-Scout (www.e-mobilescout.net) für Besitzer von Elektrofahrzeugen, die es erlaubt, die eigenen Reichweiten zu teilen und zu vergleichen, schaffen Ansätze die Elektromobilität zu etablieren. Kommunen können diese Möglichkeiten im Rahmen der Informationsbereitstellung kommunizieren.

g. Gestaltung von Anreizsystemen

Zusätzlich zu der Bereitstellung von Informationen können Kommunen konkret die Zulassung von BEV fördern, indem sie dabei helfen die Hürden zum Ladeinfrastrukturaufbau abzubauen. Diese Anreize können beispielsweise monetär oder organisatorisch sein.

Eine der Hürden hin zur elektromobilen Substitution kann die Verfügbarkeit von Informationen zu technischen Anforderungen, rechtlichen Fragen, Fördermittelberatung etc. sein. Die Kommune kann diese Informationen bündeln und für ihre Bürger als erste Anlaufstelle dienen.

Zusätzlich können Kooperationen mit relevanten Dienstleistern aus der E-Mobilität initiiert werden (Autohäuser, Energieversorgung, Versicherung, Wohnungseigentümer), um ganzheitliche „E-Komplettpakete“ anbieten zu können. Die Aufgabe der Kommunen kann es sein, die relevanten Akteure zusammenzubringen, den Prozess hin zu einem Angebotspaket zu organisieren und das Angebot an die Zielgruppen zu kommunizieren.

Neben Anreizsystemen können Kommunen weitere themenfördernde Aktionen in das kommunale Umfeld einbetten. Gemeinsam in Kooperationen mit Akteuren der Branche können zielgruppenspezifische Projekte in Kommunen gestaltet werden. Beispielsweise haben Bürgerinnen und Bürger der Stadt Baunatal seit September 2017 die Möglichkeit ein BEV Probe zu fahren. Das Angebot, welches im Rahmen des Projektes „Deutsche Märchenstraße“ initiiert wurde, ermöglicht die bis zu 100 Kilometer kostenfreie Nutzung eines VW e-Golfs.

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Regionalmanagement Nordhessen und der bdks Baunataler Diakonie mit Mitteln des Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung durchgeführt.

Mithilfe dieses „Autotausches“ soll die Begeisterung für die Elektromobilität geweckt werden. Durch das Ausprobieren soll die Hemmschwelle der Nutzung, der bisher vorwiegend befremdlichen Technologie, abgebaut werden. Das übergeordnete Ziel dabei ist, den Anteil von BEV in privaten Haushalten zu erhöhen. Dies unterstützt

nicht nur die physische Nutzung des Angebots, sondern auch die positiven Erfahrungen des einzelnen Nutzers, die durch Mundpropaganda weitergetragen und dadurch zum verbalen Multiplikator der Elektromobilität in der Kommune werden.

Die Kommunikation der Maßnahmen kann dabei über die verschiedenen Plattformen der Kommune erfolgen.

h. Institutionalisierung von Kooperationen

Um die Zusammenarbeit mit den verschiedenen Zielgruppen zu verstätigen und die Effektivität zu steigern, kann je nach Interesse der Akteure an dem Thema die Etablierung einer regelmäßig tagenden Arbeitsgruppe (AG) sinnvoll sein. Konkreter Output der AG sollten gemeinsame Projekte sowie der regelmäßige Informationsaustausch und die Vernetzung sein. Als Vorbild kann die AG Elektromobilität des Clusters Mobilität / Mobilitätswirtschaft Nordhessen Netzwerk e.V. (MoWiN.net). dienen, die drei- bis viermal im Jahr tagt sowie nach Bedarf und aus der heraus bereits mehrere Elektromobilitätsprojekte für die Region Nordhessen entwickelt und umgesetzt wurden.

2. Kommunikationskanäle

a. Online-Medien

Durch die fortschreitende Digitalisierung wird die Bedeutung der Onlinekommunikation auch für Kommunen immer wichtiger. Oft haben diese neben Printmedien und einer regulären Webseite mindestens ein Nutzerkonto in sozialen Netzwerken wie z.B. Facebook. Diese sozialen Medien können die kommunale Markenbildung durch zielgruppengerechte Ansprache mit geringem finanziellen Aufwand erheblich vereinfachen. Dabei sollten bestehende Kanäle genutzt werden, der Neuaufbau nur für ein Thema ist zu ressourcenaufwändig. Durch die Etablierung einer Community in Social Media Kanälen wird die Marke nachhaltig gestärkt. Darüber hinaus ist diese Art der Kommunikation überwiegend bürgernah.

Die nachfolgende Bestandserfassung für die drei nordhessischen Kommunen stellt dar, welche Onlinepräsenzen kommunenspezifisch relevant sein können.

- **Baunatal**
  Die Webseite der Stadt Baunatal (www.baunatal.de) informiert über Themen wie das Leben in Baunatal (u.a. Bildungs- und Freizeiteinrichtungen), Kultur und Tourismus (z.B. Veranstaltungen und Ausflugsziele), Wirtschaft und Marketing (z.B. Firmenverzeichnisse und City Management) sowie Rathaus und Politik (u.a. Klimaschutz, Ämter und Services). Daneben gibt es einen separaten Onlineauftritt des Stadtmarketings (www.stadtmarketing-baunatal.de), dessen Hauptaugenmerk auf der Außendarstellung der Stadt sowie der Stadtwerke Baunatal (www.stadtwerke-baunatal.de) zu versorgungsrelevanten Themen liegt.

Darüber hinaus hat die Stadt Baunatal ein Profil bei Facebook (www.facebook.com/BaunatalCity) mit etwa 3100 Likes und Followern. Wöchentlich werden etwa ein bis drei Mitteilungen z.B. zu Veranstaltungen, Apotheken-Angeboten, der Stadtbücherei usw. veröffentlicht. Auch das Stadtmarketing Baunatal hat ein Facebook-Profil mit rund 2500 Likes und Followern (www.facebook.com/StadtmarketingBaunatal), wo neben Veranstaltungshinweisen die Mitteilungen der Stadt Baunatal geteilt werden. Zusätzlich gibt es über das Stadtmarketing ein Twitter- (www.twitter.com/StaMaBaunatal) sowie Instagram-Profil (www.instagram.com/stadtmarketingbaunatal) mit jeweils rund 600 Followern und Abonnenten und über 400 bzw. 150 Tweets und Beiträgen zu Veranstaltungen. Hinzu kommt ein eigener Blog mit mehr als 8000 Besuchern (www.baunatal.blog) und eine Smartphone-Applikation (www.stadtmarketingbaunatal.chayns.net/app), die ebenfalls vom Stadtmarketing gepflegt werden. Die App ist mit den sozialen Netzwerken verknüpft. Auch bei YouTube existiert jeweils ein Kanal.[97]

- **Borken**
  Auch die Stadt Borken informiert online über ihre Webseite (www.borken-hessen.de) über die Stadt im Allgemeinen (Stadtteile, Statistiken usw.), über das Bauen und die Wirtschaft (u.a. Bauleitplanung, Gewerbeflächen), Tourismus (dazu zählen Freizeitangebote, Unterkünfte etc.), über die Einrichtungen Bergbaumuseum und Stadtwerke sowie über Veranstaltungen.
  Bei Twitter gibt es seit April 2014 ein Profil des Borkener Seenlandes (www.twitter.com/BorkenSeenland) mit rund 20 Followern und 140 Tweets.

- **Reinhardshagen**
  Die Webseite der Gemeinde Reinhardshagen (www.reinhardshagen.de) ist unterteilt in die Rubrik Rathaus, mit Informationen aus der Stadtverwaltung und der Gemeinde, die Rubrik Freizeit und Tourismus (u.a. Sehenswürdigkeiten, Bäder), die Rubrik Wirtschaft mit Inhalten zu Unternehmen und der Umwelt sowie der Rubrik Bürger (u.a. Kirchen, Vereine und Gästebuch für direktes Feedback). Zudem pflegt die Gemeinde ein Facebook-Profil mit rund 1200 Likes und Abonnenten (www.facebook.com/GemeindeReinhardshagen).

b. Printmedien

Die Printmedien sind für ein effektives Technologiemarketing in den drei Kommunen von ebenso großer Bedeutung wie die Onlinemedien und die sozialen Medien, da insbesondere die älteren Generationen der Zielgruppen nur teilweise über die Onlinemedien erreichbar sind. Zudem sollte das Themensetting über eine möglichst hohe Anzahl von Kommunikationskanälen geschehen, um eine hohe Aufmerksamkeit zu erzielen. Außerdem existieren zu den Printmedien in der Regel eigene Onlinepräsenzen, um auch digital affine Zielgruppen zu erreichen. Von Relevanz sind dabei primär die folgenden Printmedien:

[97] Vgl. „Stadtmarketing Baunatal“, Quelle: https://www.youtube.com/channel/UC02PbVYwVIjLOItR_NarzuQ; https://www.youtube.com/channel/UCIN9qHcF5Ul-8DR5gdJM13Q, abgerufen 26.01.2018

- Hessische/Niedersächsische Allgemeine (HNA)
- Baunataler Nachrichten
- ExtraTIP
- Blickpunkt Baunatal, Wittich Verlag
- Borkener Anzeiger
- Heimatnachrichten Borken
- Unser Blättchen, Wittich Verlag
- Mündener Rundschau

c. Physische oder digitale Infopost

Um Informationsmaterial und Einladungen zu Informationsveranstaltung, gegebenenfalls personalisiert, zu verbreiten können Kommunen Privathaushalte oder Unternehmen postalisch via Briefpost oder E-Mail anschreiben. Die Aufmerksamkeit des Adressaten kann hier im Kontext des Absenders hoch sein.

3. Weitere Kommunikationspotenziale

Partner-Netzwerke sollten genutzt werden um die Effektivität der Kommunikation zu erhöhen, dazu zählen beispielsweise Verbände oder Wirtschaftsgemeinschaften, die zielgruppenspezifische Ansprachen unterstützen oder der Verein Elektromobilität Nordhessen e.V.

IX. Handlungsempfehlungen

Aus dem Elektromobilitätskonzept Baunatal, Borken, Reinhardshagen wurden die nachfolgenden Handlungsempfehlungen für die Kommunen abgeleitet. Dabei überwiegen die Empfehlungen, die die Kommunen in die Rolle des Moderators und Motivators bringen. Diese sind in den genannten **Kategorien** abgebildet, die eine Gliederung der identifizierten **Handlungsfelder** zugeordnetem **Umsetzungsbedarf** ermöglichen.

Handlungsfeld	**Umsetzungsbedarf**	**Kategorie**
Aufbau Ladeinfrastruktur	gemäß Standorttabellen (vgl. Tabelle 16, Tabelle 19 u. Tabelle 22)	Investition
	Eine gut sichtbare Beschilderung sollte auf die Ladeinfrastruktur hinweisen, sowohl direkt am Parkplatz, als auch im Verkehrsumfeld des Parkplatzes. Markierungen sollten an den Standorten auf Parkplätze zum Laden von Elektro-Fahrzeugen hinweisen.	Investition / Kommunikation
Zweirad-Infrastruktur	Grundsätzlich kein Aufbau öffentlicher Ladestationen für Zweiräder. Sollte allerdings ein Bedarf an Abstellanlagen im öffentlichen Raum identifiziert werden, dann sollten Lademöglichkeiten in Betracht gezogen werden	Investition
	Verdichtung Service-Infrastruktur entlang Radrouten und multimodalen Verknüpfungspunkten	Investition
	Service-Infrastruktur in Medien darstellen (Web, Portale, Flyer, ...)	Kommunikation / Organisation

Informationen für Gebiete mit Mehrfamilienhaus-Bebauung	Kommunikationsmaßnahmen für Immobilieneigentümer / Verwaltungen	Kommunikation
	Berichterstattung / Presse	Kommunikation
Information für Ladeinfrastruktur (z.B. Wallboxangebote ...)	Medien zur Ansprache von Haushalten	Kommunikation
Informationsveranstaltungen/ und -material für Arbeitgeber	Veranstaltung und Medien zur Ansprache der Unternehmen	Kommunikation / Organisation
Informationsveranstaltungen/ und -material für Handel & Gewerbe	Veranstaltung und Medien zur Ansprache von Handel & Gewerbe	Kommunikation / Organisation
Informationsveranstaltungen/ und -material für Tourismus & Gastronomie	Veranstaltung und Medien zur Ansprache des Tourismus	Kommunikation / Organisation
Konzeption Crowdfunding-Kampagne für Ladeinfrastruktur	Konzeption der Kampagne und möglicher Partner. Identifikation von Standorten in den Wohngebieten.	Kommunikation / Organisation
Einfache Abrechnung der Ladevorgänge	Gemäß LSV soll die Zahlung ohne vorherige Anmeldung ermöglicht werden. Eine einfache Applikation für Mobilgeräte sollte genutzt werden.	Organisation / Kommunikation
Einfamilienhausbesitzer / Privatleute	E-Paket „aus einer Hand“	Organisation / Moderation
	Elektromobilität erfahrbar machen durch Angebot von Probefahrten	Organisation

Tabelle 24: Handlungsempfehlungen

X. Anlagen

1. Steckbriefe zu öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen der Kommunen, vgl. S. 108
2. Stellplatzsatzung Stadtgebiet Baunatal, vgl. S. 46
3. Bebauungsplan Baunatal Baunsberg, Auszug Städtebaulicher Vertrag, Stand 16.12.2016, vgl. S. 62

XI. Abkürzungsverzeichnis

AC *Wechselstrom*
AGME *Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen*
Bafa *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle*
BASt *Bundesamt für Straßenwesen*
BauGB *Baugesetzbuch*
BDEW *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft*
BEV *Battery Electric Vehicle*
BGBl. *Bundesgesetzblatt*
BMVI *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*
CCS *Combined Charging System*
DC *Gleichstrom*
DKE *Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik*
DUH *Deutsche Umwelthilfe*
EmoG *Elektromobilitätsgesetz*
ERK *Energie Region Kassel*
EV *Electric Vehicle*
GGEMO *Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung*
HEV *Hybrid Electric Vehicle*
IC-CPD *In Cable Control Protection Device*, *In Cable Control and Protection Device*
ICE *Internal Combustion Engine*
KBA *Kraftfahrtbundesamt*
LBA *Ladebetriebsarten*
LSV *Ladesäulenverordnung*
MessEG *Mess- und Eichgesetz*
MessEV *Mess- und Eichverordnung*
MVZ *Medizinisches Versorgungszentrum*
NEDC *New European Driving Cycle*, *New European Driving Cycle*
NHTSA *National Highway Traffic Safety Administration*
NPE *Nationale Plattform Elektromobilität*
OEM *Original Equipment Manufacturer*
ÖPNV *Öffentlicher Personennahverkehr*
PHEV *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*
PoI *Points of Interest*
RCD *Residual Current Device (Fehlerstrom-Schutzschalter)*
SAE *Society of Automotive Engineers*
Schuko *Schutzkontaktsteckdose*
StVG *Straßenverkehrsgesetz*
TNM *The new Motion*
VDA *Verband der Automobilindustrie*
VEP *Verkehrsentwicklungsplan*
ZVEH *Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke*
ZVEI *Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie*

XII. Quellenverzeichnis

- ADAC e.V. (2017): „Anzahl an Tankstellen und Marktverteilung“ URL: https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/probleme-tankstelle/anzahl-tankstellen-markenverteilung/, [Zugriff 24.07.2017]
- Allego GmbH (2016): „Pressemeldung: Pilotprojekt Ultra-Schnellladung für Elektroautos startet“, URL: https://www.allego.eu/de/wp-content/uploads/sites/8/2016/10/18102016-Ultra-E-Press-Release-German.pdf, [Zugriff 17.08.2017]
- Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen AGME (k. A.): „Mess- und Eichwesen in Deutschland“, URL: http://www.agme.de/extranet/?rq_Layout=AGME#{4}, [Zugriff 26.07.2017]
- ARD-aktuell/ tagesschau.de (07.2017): „Benzin- und Diesel-Verbot, Zu spät und zu wenig?“, URL: https://www.tagesschau.de/ausland/diesel-benzin-verbot-uk-101.html, [Zugriff 31.07.2017]
- Böckmann, C. (2017): „Abschied von Verbrennungsmotor und Kohlekraftwerken“, VDI nachrichten, 8 in Nr. 28729, Frankreich
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (08.2010): „Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244) geändert worden ist", URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39/39._BImSchV.pdf, [Zugriff 24.07.2017]
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (03.2016): „Ladesäulenverordnung vom 9. März 2016 (BGBl. I S.457), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1520 geändert worden ist“, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html, [Zugriff 24.07.2017]
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (06.2013): „Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung, MKS“, URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/MKS/mks-strategie-final.pdf?__blob=publicationFile, [Zugriff 19.02.2018]
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2018): vgl. Abbildung 2 und Abbildung 3 nach „Elektromobilität Umweltbonus, Zwischenbilanz zum Antragsstand“, URL: www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_zwischenbilanz.pdf?__blob=publicationFile&v=25, [Zugriff 19.02.2018]
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (k. A.): „Elektromobilität (Umweltbonus)“, URL: http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html, [Zugriff 07.07.2017]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (29.06 2016): Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus), Bonn: Bundesanzeiger
- Bundestag, D. (k. A.): „Straßenverkehrsgesetz für automatisiertes Fahren geändert“, URL: https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2017/kw13-de-automatisiertes-fahren/499928, [Zugriff 11.07.2017]
- Deutsche Umwelthilfe (2017): „NO_x- und CO_2-Messungen an Euro 6 Diesel-Pkw im realen Farbetrieb“, URL: http://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Verkehr/dieselgate/Wintermessungen_2016_2017/170329_EKI-Bericht_NOx-_und_CO2-Wintermessungen_EKI_DUH_01.pdf, [Zugriff 28.07.2017]
- Deutsche Wirtschafts-Nachrichten (04.2016): „Deutschland bereitet Abschied vom Diesel vor“, URL: https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2016/04/07/umweltminister-wollen-nach-abgas-affaere-diesel-teurer-machen/, [Zugriff 21.07.2017]

- Deutsche Wirtschafts-Nachrichten (04.2016): „Niederlande planen Verbot für Diesel- und Benzinmotoren“, URL: https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2016/04/19/niederlande-planen-verbot-fuer-diesel-und-benzinmotoren/, [Zugriff 21.07.2017]
- Dipl.-Ing. M. Sc. Niklas Wever, Maximilian Bade, Sven Pagel (12.2013): „Kleinräumiges Demografiemonitoring für die Gemeinde Reinhardshagen“, Universität Kassel.
- Europäische Union (2008): „RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa“, URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:de:PDF, [Zugriff 24.07.2017]
- Europäische Union (2014): „RICHTLINIE 2014/94/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoff“ (ABl. L 307 vom 28.10.2014, S. 1), URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=DE, [Zugriff 24.07.2017]
- Fähre Veckerhagen (k. A.): Fährzeiten, URL: http://www.fähre-veckerhagen.de/Home/Zeiten, [Zugriff 05.09.2017]
- Filmtheaterbetriebe Schäfer GmbH (2017): „Einzugsgebiete Cineplex CAPITOL Baunatal, Zeitraum (28.09.2016-07.01.2017)“, vgl. Abbildung 12
- Fraunhofer IAO, Karlsruher Institut of Technology, Verband Region Stuttgart (2016): „Masterplan Schnellladeinfrastruktur Region Stuttgart, URL: https://www.ifv.kit.edu/english/26_797.php, [Zugriff 19.02.2018]
- Gabler Wirtschaftslexikon (k. A.): „Crowdfunding ist eine Form der Finanzierung („funding") durch eine Menge („crowd") von Internetnutzern. Zur Spende oder Beteiligung wird über persönliche Homepages, professionelle Websites und spezielle Plattformen aufgerufen.“, URL: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/crowdfunding.html, [Zugriff 26.01.2018]
- Gemeinde Reinhardshagen (k. A.): „Daten und Fakten, Einwohnerstatistik“, URL: http://www.reinhardshagen.de/rathaus/gemeinde/daten-und-fakten/, [Zugriff 02.06.2017]
- GoingElectric (2017): „Suchergebnisse PLZ Baunatal, Landkreis Kassel“, URL: https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/mobil/#Suche3, [Zugriff 23.10.2017]
- GoingElectric (2017): „Suchergebnisse PLZ Borken, Hessen“, URL: https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/mobil/#Suche3, [Zugriff 23.10.2017]
- HNA online (15.05.2015): „Im Landkreis Kassel sind so viele Autos angemeldet wie noch nie“, Kühling, Schaffner, URL: https://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/viele-autos-kreis-5011965.html, [Zugriff 02.06.2017]
- HNA online (27.07.2015): „1500 kostenlose Parkplätze“, Naumann, URL: https://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/baunatal-ort312516/1500-kostenlose-parkplaetze-5292010.html, [Zugriff 02.06.2017]
- Idw – Informationsdienst Wissenschaft (1999): „Pressemeldung: Europäischer Innovationspreis für Fraunhofer IPA-Tankroboter, Dipl.-Theol. Jörg Walz Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA“, URL: https://idw-online.de/de/news?print=1&id=9355, [Zugriff 20.07.2017]
- Juris Allianz (15.12.2017): „Bundesrat für Förderung von Elektromobilität und Barrierefreiheit“, URL: https://www.juris.de/jportal/portal/page/homerl.psml?cmsuri=/juris/de/nachrichten/zeigenachricht.jsp&feed=juna&wt_mc=rss.juna&nid=jnachr-JUNA171206041, [Zugriff 19.02.2018]

- Juris Allianz (25.07.2008): „EuGH, 25.07.2008 - C-237/07: Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität – Festlegung der Grenzwerte – Recht eines in seiner Gesundheit beeinträchtigten Dritten auf Erstellung eines Aktionsplan“, URL: https://connect.juris.de/jportal/prev/WBRE410015042, [Zugriff 28.07.2017]
- Kellerhoff, P. (2017): „ E-Mobilität: Tesla-Absatz in Hongkong im Sturzflug“, VDI Nachrichten, Nr. 28/29
- Kraftfahrt-Bundesamt (2013): „Personenkraftwagen am 1. Januar 2013 nach ausgewählten Merkmalen“, URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2013/2013_b_bestandsbarometer_teil1_absolut.html?nn=793588, [Zugriff 21.07.2017]
- Kraftfahrtbundesamt (2017): „Bestand“, URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html, [Zugriff 18.08.2017]
- Kraftfahrtbundesamt (2017): „Bestand an Pkw nach ausgewählten Kraftstoffarten“, URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2017_b_umwelt_dusl.html?nn=663524, [Zugriff 18.08.2017]
- Kraftfahrt-Bundesamt (2016): vgl. Abbildung 5 nach „Pressemitteilungen 2016“ des KBA zu den monatlichen Fahrzeugneuzulassungen. Anm. : In den Berichten für die Monate 3/2016, 6/2016 und 10/2016 fehlen die Angaben, URL: https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2016/pm_2016_gesamtTabelle.html?nn=646300, [Zugriff 19.02.2018]
- Kuhnert, F.; Stürmer, Chr. (2016): „Mit Elektrifizierung und Verbrennungsmotoren auf dem Weg in die Zukunft der Mobilität“, PWC Autofacts VDA-Konjunkturbarometer, September 2016, Elektronische Quelle: https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/autofacts-2016.pdf
- Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH (2015): „Strukturstudie BWe Mobil 2015“, URL: http://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Service/Publikationen/e-papers/strukturstudie/files/assets/basic-html/page34.html, [Zugriff 19.02.2018]
- Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg (05.2015): „Pressemeldung: Automatisches Parken und Laden in der Stuttgarter Innenstadt“, URL: http://www.e-mobilbw.de/de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/automatisches-parken-und-laden-in-der-stuttgarter-innenstadt.html, [Zugriff 01.08.2017]
- MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG, Initiative Zukunftsmobilität (2018): „Auskunft Steckertypen“, vgl. Abbildung 18
- Nationale Plattform Elektromobilität (08.2013): vgl. Abbildung 1 aus „Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur“, URL: https://www.din.de/blob/97246/c0cbb8df0581d171e1dc7674941fe409/technischer-leitfaden-ladeinfrastruktur-data.pdf, [Zugriff 19.02.2018]
- NOW GmbH (2015): „Starterset Elektromobilität – praktische Tipps für Kommunen“, URL: http://www.starterset-elektromobilität.de/, [Zugriff 19.02.2018]
- Nordhessischer VerkehrsVerbund (2017): „Haltestellenfahrplan für Borken Mitte/ Borken/ Borken Am Rathaus“, URL: https://auskunft.nvv.de/auskunft/bin/jp/stboard.exe/dn?ld=14.56&L=vs_nvv&protocol=https:&, [Zugriff 02.06.2017]
- Nordhessischer VerkehrsVerbund (2017): „Haltestellenfahrplan für Reinhardshagen Vaake-Süd/ Veckerhagen Kasseler Straße“, URL: https://auskunft.nvv.de/auskunft/bin/jp/stboard.exe/dn?ld=14.54&L=vs_nvv&protocol=https:&, [Zugriff 02.06.2017]

- NPE, N. P. (2017): „Die Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020“, Berlin: Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO)
- Odrich, P. (2017): „Parkplätze für fahrerlose Automobile“, VDI nachrichten, Nr. 24
- OpenStreetMap (k. A.): „Grundkarten, Ausschnitte Datengrundlagen für Baunatal, Borken (Hessen), Reinhardshagen“, vgl. Abbildungen 7-11, 19-23, URL: https://www.openstreetmap.de/karte.html, [Zugriff 23.10.2017]
- Schaufenster Elektromobilität (04.2017): „Abschlussbericht der Begleit- und Wirkungsforschung 2017“, URL: http://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit__und_wirkungsforschung/EP30_Abschlussbericht_2017_der_Begleit-_und_Wirkungsforschung.pdf, [Zugriff 24.07.2017]
- Spiegel Online (07.2017): „Klimafreundliche Autos, Großbritannien will Verbrennungsmotoren ab 2040 verbieten“, URL: http://www.spiegel.de/auto/aktuell/grossbritannien-diesel-und-benzinautos-sollen-ab-2040-verboten-sein-a-1159715.html, [Zugriff 31.07.2017]
- Stadt Baunatal (k. A.): „Aktuelle Einwohnerzahlen“, URL: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/einwohnerzahlen.php, [Zugriff 15.02.2018]
- Stadt Baunatal (k. A.): „Elektromobilität“, URL: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/rathaus/klimaschutz/elektromobilitaet.php, [Zugriff 02.08.2017]
- Stadt Baunatal (k. A.): „Erwerbstätigkeit“, URL: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/allgemeine-statistiken.php, [Zugriff 02.06.2017]
- Stadt Baunatal (k. A.): „Stadtteil Altenbauna“, URL https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/stadtteile/altenbauna.php, [Zugriff 02.06.2017]
- Stadt Baunatal (k. A.): „Wohnungswesen“, URL: https://www.baunatal.de/de/rathaus-politik/ihre-stadt/statistik/allgemeine-statistiken.php, [Zugriff 02.06.2017]
- Stadt Borken (01.2018): „Einwohnerzahlen“, URL: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Statistik,%20Zahlen,%20Fakten/Einwohnerzahlen/, [Zugriff 15.02.2018]
- Stadt Borken (k. A.): „Industrie- und Gewerbeflächen“, URL: http://www.borken-hessen.de/cms/BauenWirtschaft/Industrie-%20und%20Gewerbefl%C3%A4chen/Industriepark/, [Zugriff 05.09.2017]
- Stadt Borken (k. A.): „Stadtinfo“, URL: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Statistik,%20Zahlen,%20Fakten/Einwohnerzahlen/, [Zugriff 02.06.2017]
- Stadt Borken (k. A.): „Verkehrsanbindung“, URL: http://www.borken-hessen.de/cms/Stadtinfo/Verkehrsanbindung/, [Zugriff 02.06.2017]
- The Norwegian National Transport Plan (2017): „National Transport Plan 2018-2019“, URL: http://www.ntp.dep.no/English, [Zugriff 21.07.2017]
- Verband der Automobilindustrie (2015): „Automatisierung – Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren“, Berlin, URL: https://www.vda.de/dam/vda/publications/2015/automatisierung.pdf, [Zugriff 15.02.2018]
- Verwaltungsgericht Stuttgart (07.2017): „Klage der Deutschen Umwelthilfe e.V. gegen das Land Baden-Württemberg wegen Fortschreibung des Luftreinhalteplanes/Teilplan Landeshauptstadt Stuttgart erfolgreich“, URL: http://www.vgstuttgart.de/pb/,Lde/4988509, [Zugriff 15.02.2018]
- VDE Verlag (2017): „IEC 61980-1:2015 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 1: General requirements“, URL: https://www.vde-verlag.de/iec-normen/224223/iec-61980-1-2015-cor1-2017.html, [Zugriff 24.07.2017]

- Volkswagen AG (k. A.): „Die Zukunft der Volkswagen Gruppe“, URL: https://www.volkswagenag.com/presence/konzern/pdf/Konzerninitiativen_DE.pdf, [Zugriff 21.07.2017]
- Wikipedia-Autoren (09.06.2017): „Energiesteuergesetz (Deutschland)“, von Versions-ID der Seite: 126223423, URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Energiesteuer_(Deutschland)&oldid=166223423, [Zugriff 17.07.2017]
- YouTube (k. A.): „Stadt Baunatal”, URL: https://www.youtube.com/channel/UC02PbVYwVIjLOItR_NarzuQ, [Zugriff 19.02.2018]
- YouTube (2014): „Stadtmarketing Baunatal GmbH”, URL: https://www.youtube.com/channel/UClN9qHcF5Ul-8DR5gdJM13Q, [Zugriff 26.01.2018]
- Zweckverband Raum Kassel (07.2015): „Verkehrsentwicklungsplan Region Kassel 2030“, Kassel
- Zweirad-Industrie-Verband (2017): Abbildung 4 nach „Markdaten“, URL: http://www.ziv-zweirad.de/presse/marktdaten/, [Zugriff 19.02.2018]

XIII. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ladebetriebsarten nach den Normenreihen DIN EN 61851 und IEC 61980 18
Abbildung 2: Verteilung der Umweltbonus-Anträge für EV nach Fahrzeugherstellern 22
Abbildung 3: Verteilung der Umweltbonus-Anträge für BEV und PHEV 22
Abbildung 4: Kontinuierliche Marktentwicklung für elektrische Fahrräder in Deutschland 27
Abbildung 5: Entwicklung der deutschen Pkw-Neuzulassungen seit nach Antriebsarten 35
Abbildung 6: Einführung automatisierter Fahr- und Parkfunktionen 38
Abbildung 7: Ansicht der Siedlungsstruktur Baunatal 42
Abbildung 8: Ansicht der Siedlungsstruktur Borken 43
Abbildung 9: Ansicht der Siedlungsstruktur Reinhardshagen 44
Abbildung 10: Ladestandorte Stadt Baunatal 50
Abbildung 11: Ladestandorte Stadt Borken 51
Abbildung 12: Einzugsgebiet Cineplex Baunatal nach Postleitzahlen 55
Abbildung 13: Kabelauslastung Ausbauszenarien Baunatal 60
Abbildung 14: Kabelauslastung Ausbauszenarien Borken (Hessen) 60
Abbildung 15: Kabelauslastung Ausbauszenarien Reinhardshagen 61
Abbildung 16: Lageplan Nahversorgungszentrum 65
Abbildung 17: Ladestation Raiffeisenbank in Borken 68
Abbildung 18: Übersicht Stecker-Typen 69
Abbildung 19: Parkplatz der Bergbahnen Diedamskopf in Schoppernau, Österreich 75
Abbildung 20: Bestand Ladeinfrastruktur Stadt Baunatal 88
Abbildung 21: Planung Ladeinfrastruktur Stadt Baunatal 93
Abbildung 22: Bestand Ladeinfrastruktur Stadt Borken 97
Abbildung 23: Planung Ladeinfrastruktur Stadt Borken 99
Abbildung 24: Planung Ladeinfrastruktur Gemeinde Reinhardshagenl 104
Abbildung 25: Logo der Elektromobilitätsregion Nordhessen 107

XIV. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Begrifflichkeiten zum Ladepunkt gemäß EU-Richtlinie 2014/94/EU[2] und der deutschen Ladesäulenverordnung LSV[3] 15
Tabelle 2: Relevanz des Eichrechtes für verschiedene Abrechnungsmodelle 20
Tabelle 3: Übersicht über modellspezifische Listenpreise, Batteriekapazitäten und nach NEFZ-Standard erzielte Reichweiten (Stand: Juli 2017) 23
Tabelle 4: Modellbasierte Übersicht über unterstütze Ladebetriebsarten (LBA) und mögliche Ladeleistungen 24
Tabelle 5: Merkmale von pedalelektrischen Fahrrädern (Pedelecs) und elektrischen Krafträdern (E-Bikes) 28
Tabelle 6: Überblick über ausgewählte Mobilitätsdienstleistungen und deren Stakeholder 29
Tabelle 7: Entwicklung der Zulassungszahlen für Elektro-Pkw und Hybridfahrzeuge 30
Tabelle 8: Prognostizierte Anteile der Antriebstechnologien an den europäischen Neuzulassungen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge 31
Tabelle 9: Stufen des automatisierten Fahrens nach SAE. 37
Tabelle 10: Betriebsarten der zugelassenen Personenkraftfahrzeuge in den Kommunen 47
Tabelle 11: Darstellung von Ladeleistung bei verschiedenen Markthochlauf-Szenarien 59
Tabelle 12: Zuordnung der Anwendungsfälle nach der zeitlichen Projektierung 81
Tabelle 13: Planungsgrundlagen Stadt Baunatal 87
Tabelle 14: SIMONE-Ergebnisse Baunatal 89
Tabelle 15: Ergebnisse Berechnung Stellplatzanlagen 90
Tabelle 16: Standorte für Ladeinfrastruktur Baunatal 92
Tabelle 17: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Baunatal 95
Tabelle 18: Planungsgrundlagen Borken (Hessen) 96
Tabelle 19: Standorte für Ladeinfrastruktur Borken (Hessen) 99
Tabelle 20: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Borken 100
Tabelle 21: Datengrundlage Reinhardshagen 101
Tabelle 22: Standorte für Ladeinfrastruktur Reinhardshagen 103
Tabelle 23: Kostenplanung Ladeinfrastruktur in Reinhardshagen 105
Tabelle 24: Handlungsempfehlungen 114