

Abschlussbericht

Elektromobilitätskonzept der Städte Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein



erstellt durch
badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg im Breisgau

Ansprechpartner:

Manuel Baur

Tel: 0761 279-2517

Auftraggeberin: Stadt Bad Krozingen
Basler Straße 30
79189 Bad Krozingen



Erstellt durch: badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg



Autoren: Manuel Gehring
Manuel Baur
Johannes Drayß

Dieses Konzept wurde gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Förderkennzeichen: 03EMK285



Freiburg i. Br., März 2019

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| INHALTSVERZEICHNIS | 3 |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 6 |
| TABELLENVERZEICHNIS | 9 |
| 1. AUSGANGSLAGE | 10 |
| 1.1 ELEKTROMOBILITÄT ALS TEIL DER MOBILITÄTSWENDE | 10 |
| 1.2 ROLLE DER KOMMUNEN IM THEMENFELD ELEKTROMOBILITÄT | 12 |
| 1.3 ZIELSETZUNG | 13 |
| 1.4 PROJEKTSTRUKTUR UND AUFBAU DES BERICHTS | 14 |
| 2. GRUNDLAGEN UND ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT | 16 |
| 2.1 VERWENDUNG DES BEGRIFFS „ELEKTROMOBILITÄT“ | 16 |
| 2.2 TECHNOLOGISCHE GRUNDLAGEN DER ELEKTROFAHRZEUGE..... | 16 |
| 2.2.1 Unterteilung nach Antriebsarten | 16 |
| 2.2.2 Wichtige Komponenten der Elektrofahrzeuge..... | 17 |
| 2.3 TECHNOLOGISCHE GRUNDLAGEN DES LADENS..... | 18 |
| 2.3.1 Gleichstrom- und Wechselstromladungen | 18 |
| 2.3.2 Ladeleistungen | 18 |
| 2.3.3 Stecker für Elektrofahrzeuge..... | 18 |
| 2.3.4 Gehäuseformen..... | 18 |
| 2.3.5 Zählen, Messen und Abrechnen | 19 |
| 2.3.6 Weitere Aspekte | 19 |
| 2.4 DIE BISHERIGE ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT | 20 |
| 2.4.1 Geschichtliche Einordnung der Elektromobilität | 20 |
| 2.4.2 Der Markthochlauf in Deutschland..... | 21 |
| 2.4.3 Aktueller E-Fahrzeugbestand in Deutschland | 22 |
| 2.4.4 Aktueller Stand des Ladeinfrastrukturausbaus in Deutschland | 24 |
| 2.4.5 Analyse der Hemmnisse beim Aufbau von Ladeinfrastruktur | 24 |
| 2.5 ELEKTROMOBILITÄT HEUTE | 26 |
| 2.5.1 Politische Ziele zur Elektromobilität in Deutschland | 26 |
| 2.5.2 Rechtlicher Rahmen..... | 27 |
| 2.5.3 Förderung und Wirtschaftlichkeit..... | 31 |
| 2.5.4 Marktverfügbarkeit von Fahrzeugen | 34 |
| 2.5.5 Stromnetzinfrastuktur | 35 |
| 2.5.6 Ökologie..... | 48 |
| 2.5.7 Ein Fazit: Vor- und Nachteile der Elektromobilität..... | 57 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3. | BESTANDS- UND INFRASTRUKTURANALYSE..... | 59 |
| 3.1 | STRUKTURDATEN | 59 |
| 3.2 | KFZ-BESTAND UND PENDLERSTRÖME | 62 |
| 3.3 | BESTAND AN ÖFFENTLICHEN UND HALBÖFFENTLICHEN E-LADESÄULEN..... | 64 |
| 4. | AKTEURSBETEILIGUNG UND MAßNAHMENENTWICKLUNG | 66 |
| 4.1 | ABLAUF DES KONZEPTS | 66 |
| 4.2 | AKTEURSBETEILIGUNG..... | 67 |
| 5. | ÖFFENTLICHE LADEINFRASTRUKTUR | 71 |
| 5.1 | ABSCHÄTZUNG DER E-FAHRZEUGENTWICKLUNG..... | 71 |
| 5.2 | ABSCHÄTZUNG DES BEDARFS AN ÖFFENTLICHER LADEINFRASTRUKTUR..... | 74 |
| 5.2.1 | <i>Strombereitstellung im öffentlichen und privaten/ halböffentlichen Bereich.....</i> | <i>75</i> |
| 5.2.2 | <i>Standortanalyse für öffentliche Ladeinfrastruktur</i> | <i>79</i> |
| 5.2.3 | <i>Betrieb und Wirtschaftlichkeit.....</i> | <i>88</i> |
| 6. | UNTERSTÜTZUNG BEIM AUFBAU PRIVATER LADEINFRASTRUKTUR..... | 93 |
| 6.1 | WALLBOXFÖRDERUNG | 93 |
| 6.2 | UMFRAGE BEI STÄDTISCHEN MITARBEITERN DER STADT BAD KROZINGEN | 96 |
| 7. | UMRÜSTUNG VON FAHRZEUGFLOTTEN AUF E-FAHRZEUGE | 101 |
| 7.1 | KOMMUNALE FUHRPARKFLOTTEN..... | 103 |
| 7.2 | GEWERBLICHE FUHRPARKFLOTTEN..... | 105 |
| 7.3 | SOZIAL- UND PFLEGEDIENSTE..... | 109 |
| 8. | E-MOBILITÄT IN NEUBAU- UND SANIERUNGSGEBIETEN..... | 111 |
| 8.1 | VERANKERUNG DER E-MOBILITÄT IN DER STADTPLANUNG | 111 |
| 8.2 | HINWEISE FÜR BAUHERREN..... | 112 |
| 9. | INFORMATIONSMANGEL ZU E-MOBILITÄT | 113 |
| 9.1 | INFORMATIONEN FÜR BÜRGER UND GEWERBETREIBENDE | 113 |
| 9.2 | SCHULEN ALS MULTIPLIKATOR | 114 |
| 10. | NACHHALTIGE MOBILITÄTSANGEBOTE..... | 115 |
| 10.1 | E-CARSHARING | 115 |
| 10.2 | E-BÜRGERBUS..... | 118 |
| 10.3 | E-MOBILITÄT IM FAHRRADVERKEHR..... | 120 |
| 10.3.1 | <i>Ergänzung des ÖPNV-Angebots mit Pedelecs</i> | <i>121</i> |
| 10.3.2 | <i>E-Mobilität im Fahrradtourismus</i> | <i>123</i> |
| 10.4 | KURSTADT BAD KROZINGEN: KLINIKEN UND KURGEBIET BAD KROZINGEN..... | 124 |
| 11. | HANDLUNGSKONZEPT MIT KONKRETEN MAßNAHMENVORSCHLÄGEN | 125 |
| 11.1 | MAßNAHMENSTECKBRIEFE..... | 126 |
| 11.2 | INFORMATION UND KOMMUNIKATION | 146 |
| 12. | ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 149 |

| | | |
|------|---|-----|
| 13. | LITERATURVERZEICHNIS..... | 151 |
| 14. | ANHANG | 158 |
| 14.1 | PENDLERBEWEGUNGEN..... | 158 |
| 14.2 | PROTOKOLL ELEKTROMOBILITÄTS-WORKSHOP I..... | 161 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Energiedichte ausgewählter Energiespeicher nach Volumen..... | 17 |
| Abbildung 2: Entwicklung der thematischen Artikel in deutschen Printmedien* *berücksichtigte Zeitungen und Zeitschriften: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Süddeutsche Zeitung, Die Zeit, Frankfurter Rundschau und Der Spiegel (SCHWEDES ET AL. 2013)..... | 20 |
| Abbildung 3: Anzahl der Neuzulassungen von reinen batterieelektrischen PKW in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (KBA 2018B, 2018C)..... | 21 |
| Abbildung 4: Absatztrends von wichtigen internationalen Märkten für Elektrofahrzeuge (CAM BRANCHENSTUDIE 2018A)..... | 22 |
| Abbildung 5: Prognostizierte Entwicklung des PKW-Bestands in Deutschland und der Ziele für E-Fahrzeuge bis 2030 (KBA 2018B)..... | 23 |
| Abbildung 6: Verteilung der Antriebstechnologien im E-Fahrzeugsegment in Deutschland (Eine Unterteilung in Plug-in-Hybride und Hybride ist erst ab 2018 möglich) (KBA 2018C)..... | 23 |
| Abbildung 7: Pflichten nach Inkrafttreten der Ladesäulenverordnung (BNETZA 2016)..... | 29 |
| Abbildung 8: Netztopologien (FRAUNHOFER ISI, 2018)..... | 36 |
| Abbildung 9: Vergleich der normierten Lastprofile aller Lademöglichkeiten (HEIER ET AL., 2018)..... | 37 |
| Abbildung 10: Zusätzliche Investitionskosten im Beispielnetz im Jahr 2030 [Tsd. €] (FRAUNHOFER ISI 2016 EIGENE DARSTELLUNG)..... | 39 |
| Abbildung 11: Lastmanagement (MENNEKES 2018)..... | 41 |
| Abbildung 12: Mennekes Lastmanagement (MENNEKES 2018)..... | 42 |
| Abbildung 13: Anwendungsbeispiele von Lastmanagement (MENNEKES 2018)..... | 43 |
| Abbildung 14: Erzeugung und Bedarf Erneuerbarer Energien (Dezentrale Erzeugung durch KWK-Anlagen sind nicht mitberücksichtigt). Quelle: BNETZE GMBH 2019..... | 46 |
| Abbildung 15: Reduzierte Lastspitze 2030 durch Gegenmaßnahmen (bspw., EIGENE BERECHNUNG)..... | 47 |
| Abbildung 16: CO ₂ -Emissionen nach Antriebsenergie. Eigene Berechnungen gemäß Quellen (UMWELTBUNDESAMT 2017A, 2017B, KBA 2018, VW 2018)..... | 49 |
| Abbildung 17: Vergleich der Klimabilanz von batterieelektrischen und konventionellen Fahrzeugen. (IFEU 2017)..... | 51 |
| Abbildung 18: Vergleich der Treibhauspotenziale elektrischer und konventioneller Referenzfahrzeuge (Kompaktwagensegment). (BMVI 2016)..... | 52 |
| Abbildung 19: CO ₂ -Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus, links für ein Fahrzeug, das 2017 neu zugelassen wird, rechts für eines, das 2025 neu auf die Straße kommt. (BMU 2017)..... | 53 |
| Abbildung 20: Kilometerleistung, ab der ein Elektrofahrzeug weniger CO ₂ emittiert als ein Verbrennungsmotor mit Diesel oder Benzin als Energiequelle. Basierend auf Lebenszyklusanalysen (ADAC 2018D)..... | 54 |
| Abbildung 21: Kosten und CO ₂ -Ausstoß von Diesel- und Elektroautos im Vergleich. Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2019..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 22: Einsatz kritischer Rohstoffe in Elektrofahrzeugen (UMWELTBUNDESAMT 2016)..... | 56 |
| Abbildung 23: Hauptverkehrswege. Quelle: verändert nach OPENSTREETMAP 2018. | 60 |
| Abbildung 24: Buslinien und Car-Sharing-Standorte. Quelle: verändert nach OPENSTREETMAP 2018..... | 61 |
| Abbildung 25: KFZ-Zulassungen 2017 (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2018). | 63 |
| Abbildung 26: Registrierte Ladesäulenstandorte..... | 65 |
| Abbildung 27: Ablauf des Partizipationsprozess | 66 |
| Abbildung 28: Interkommunale Auftaktveranstaltung am 31.01.2018 | 67 |
| Abbildung 29: Elektromobilitäts-Workshop I am 05.07.2018..... | 68 |
| Abbildung 30: Exponentielle Entwicklung des E-Fahrzeugbestands in Deutschland. Eigene Berechnung (VERÄNDERT NACH KBA 2018B). | 72 |
| Abbildung 31: Prognostizierte Entwicklung der E-Fahrzeuge. Eigene Berechnung. Datengrundlage KBA 2018B UND 2018C. | 73 |
| Abbildung 32: Örtliche und prozentuale Verteilung der Ladevorgänge. BADENOVA 2018..... | 73 |
| Abbildung 33: Anteile der Ladevorgänge (NPE 2018B). | 74 |
| Abbildung 34: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Bad Krozingen (BADENOVA 2018). | 75 |
| Abbildung 35: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Neuenburg am Rhein (BADENOVA 2018). | 75 |
| Abbildung 36: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Heitersheim (BADENOVA 2018). | 76 |
| Abbildung 37: Ladevorgänge an vier öfftl. Ladesäulen in Freiburg i. Br. (BADENOVA 2018). | 77 |
| Abbildung 38: Szenario 1: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den prognostizierten Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum in 2030 zu decken. BADENOVA 2018..... | 78 |
| Abbildung 39: Szenario 2: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum 2030 zu decken. BADENOVA 2018..... | 78 |
| Abbildung 40: Szenario 3: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum im UG bis 2030 zu decken. BADENOVA 2018. | 79 |
| Abbildung 41: Potenzielle Standorte für öfftl. Ladeinfrastruktur (BADENOVA 2018)..... | 80 |
| Abbildung 42: Potenzielle Standorte für (Ultra-) Schnellladestationen (GOOGLE MAPS 2019)..... | 82 |
| Abbildung 43: Schematische Darstellung des modulierbaren Schnellladesystems (Enercon 2018). | 83 |
| Abbildung 44: Zähleranschlusssäulen der Firma hager® (www.hager.de) | 85 |
| Abbildung 45: Mobile Schnellladestation. Quelle Volkswagen AG. | 88 |
| Abbildung 46: Beispielhafter Ablauf für einen Projektplan zur Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur..... | 91 |
| Abbildung 47: Beispielhafter Projektumsetzungsplan zur Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur..... | 92 |
| Abbildung 48: Welche Fahrzeuge fahren Sie Privat? | 96 |
| Abbildung 49: Wie kommen Sie in der Regel zur Arbeit? | 96 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 50: Länge des Arbeitsweges. | 97 |
| Abbildung 51: Notwendige Veränderungen zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel..... | 98 |
| Abbildung 52: Können Sie sich vorstellen, perspektivisch ein E-Auto zu beschaffen? | 98 |
| Abbildung 53: Probleme, Hemmnisse und Hindernisse | 99 |
| Abbildung 54: Neue Elektroautos 2019. Quelle: ADAC (2019E)..... | 102 |
| Abbildung 55: Einflussfaktoren, neben Kaufpreis, für die Kaufentscheidung eines E-Fahrzeugs..... | 102 |
| Abbildung 56: Fuhrpark Bad Krozingen | 104 |
| Abbildung 57: Fuhrpark Heitersheim | 105 |
| Abbildung 58: Fuhrpark Neuenburg am Rhein | 105 |
| Abbildung 59: Bereitschaft, E-Mobilität zu nutzen. Quelle: BADENOVA 2018. | 106 |
| Abbildung 60: Anzahl bestehender Ladepunkte, E-Fahrzeuge und geplante Anschaffungen. Quelle: BADENOVA 2018. | 107 |
| Abbildung 61: Wunsch nach Lademöglichkeiten. Quelle: BADENOVA 2018. | 107 |
| Abbildung 62: Bereitschaft den eigenen Fuhrpark auf E-Fahrzeuge umzurüsten. Quelle: BADENOVA 2018. | 108 |
| Abbildung 63: E-Fuhrpark der Sozialstation Südlicher Breisgau e. V. (Quelle. electrive.net)..... | 110 |
| Abbildung 64: Carsharing-Standorte. Quelle: Stadtmobil Südbaden AG. | 116 |
| Abbildung 65: Potenzieller E-Carsharing-Standort Bad Krozingen. Quelle: GoogleMaps..... | 117 |
| Abbildung 66: Bürgerbuslinien Bad Krozingen. Linie 1 (Blau), Linie 2 (Rot), Linie 3 (Gelb). Quelle: Bürgerbus Bad Krozingen e.V. 2019..... | 120 |
| Abbildung 67: Abschließbare Lademöglichkeit für E-Bikes, Bahnhof Vilsbiburg. Quelle: BADENOVA 2018. | 122 |
| Abbildung 68: Abschließbare Fahrradboxen für E-Bikes, Bahnhof Vilsbiburg. Quelle: BADENOVA 2018. | 123 |
| Abbildung 69: Umsetzung von E-Mobilitätsmaßnahmen und Veranstaltungen | 146 |
| Abbildung 70: Schematischer Ablaufprozess | 147 |
| Abbildung 71: Flyervorlage zu Technische Grundlagen | 148 |
| Abbildung 72: Pendlerbewegungen Bad Krozingen. SPIEGEL 2018..... | 158 |
| Abbildung 73: Pendlerbewegung Neuenburg am Rhein. SPIEGEL 2018..... | 159 |
| Abbildung 74: Pendlerbewegung Heitersheim. SPIEGEL 2018..... | 160 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tabelle 1: Möglichkeiten, Netzüberlastungen entgegenzutreten..... | 38 |
| Tabelle 2: Anwendungsfälle (MENNEKES 2018, EIGENE DARSTELLUNG)..... | 42 |
| Tabelle 3: Strombedarfsabschätzung für E-Fahrzeuge in 2030 gemäß Zielvorgabe in Deutschland..... | 44 |
| Tabelle 4: Strombedarf im Bereich E-Mobilität im Jahr 2030 (BADENOVA 2018)..... | 45 |
| Tabelle 5: Gesamtstromverbrauch und dezentrale Stromerzeugung (bnNETZE GmbH 2018). | 45 |
| Tabelle 6: Dezentrale Stromerzeugung von Erneuerbare Energien (bnNETZE GmbH 2018). | 46 |
| Tabelle 7: Pendlerströme. Quelle: STATISTISCHES LANDESAMT BADEN WÜRTTEMBERG 2018. | 64 |
| Tabelle 8: Elektromobilitäts-Maßnahmen der Städte..... | 69 |
| Tabelle 9: Prognostizierte exponentielle Entwicklung der E-Fahrzeugzahlen. Eigene Berechnung. Datengrundlage KBA 2018B UND 2018C. | 72 |
| Tabelle 10: Ansprechpartner Netzbetreiber | 84 |
| Tabelle 11: Priorisierte Standortliste für die Förderantragsstellung von öffentl. Ladeinfrastruktur..... | 86 |
| Tabelle 12: Handlungsschritte für die Errichtung einer Ladesäule..... | 90 |
| Tabelle 13: Richtlinien der Stadt XYZ zur Förderung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge..... | 94 |
| Tabelle 14: Beispielhaftes Antragsformular | 95 |
| Tabelle 15: Beispielhafte Auswahl an E-Fahrzeugen (Stand 2018)..... | 101 |
| Tabelle 16: Bewertungsmatrix: Schnelltest für Umrüstung des Fuhrparks auf E-Mobilität | 103 |
| Tabelle 17: Übersicht der erstellten Maßnahmensteckbriefe | 125 |

1. Ausgangslage

"Erdöl – das sind die Tränen des Teufels." *Rockefeller*

1.1 Elektromobilität als Teil der Mobilitätswende

Die Entwicklungen der letzten Jahre zeigen, dass das Mobilitätsbedürfnis der deutschen Bevölkerung weiter zunimmt. Laut Umweltbundesamt nehmen gleichzeitig auch die Emissionen im Verkehrssektor seit 2010 wieder zu. Um die Klimaneutralität im Verkehr bis 2050 zu erreichen, wie von der Bundesregierung gefordert, ist eine Mobilitätswende damit dringend erforderlich.

Ausgangspunkt dieser Mobilitätswende sind die Städte, die aufgrund der schon gut ausgebauten ÖPNV-Netze, alternativer Angebote wie Carsharing und der meist kürzeren Wege, die auch mit dem Fahrrad oder zu Fuß bewältigt werden können, den Bürgern Alternativen zum eigenen Auto bieten können. Die Mobilitätswende wird für Städte eine der größten Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte sein. Sie ist aber auch eine Chance, das Stadtleben attraktiver zu gestalten, die Mobilitätswünsche der Bürgerinnen und Bürger zu erfüllen und gleichzeitig den Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele gerecht zu werden.

Bei der Gestaltung der Mobilitätswende spielen die Grundsätze der Verkehrspolitik eine zentrale Rolle. Priorität hat hierbei zunächst die Verringerung des Verkehrs in der Stadt. An zweiter Stelle steht die Verlagerung des Verkehrs vom privaten PKW auf den ÖPNV, auf Sharing-Angebote, auf das Fahrradfahren oder das zu Fuß gehen. So sind die Städte stets bemüht, die Angebote für alternative und nachhaltige Verkehrsmittel kontinuierlich zu verbessern, wie bspw. die Etablierung eines Bürgerbus in Bad Krozingen, Fuß- und Radverkehrschecks, Verkehrsentwicklungskonzepte und die Errichtung einer Mobilitätstation in Neuenburg am Rhein. Dort, wo der motorisierte Individualverkehr (MIV) nicht ersetzt werden kann, gilt es, diesen so umweltfreundlich wie möglich zu gestalten. Hier kann in Zukunft die Elektromobilität eine entscheidende Rolle spielen.

Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor haben Elektrofahrzeuge den klaren Vorteil, dass beim Fahrbetrieb lokal keine CO₂-Emissionen und nahezu keine NO_x-Emissionen auftreten. Auch fallen die Feinstaubemissionen und bei niedrigen Geschwindigkeiten auch die Geräuschemissionen wesentlich geringer aus. Damit können E-Fahrzeuge einen wichtigen Beitrag für den Immissionsschutz zur Entlastung von Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen leisten. Zudem belegen aktuelle Studien den Klimavorteil von Elektroautos. Schon heute fallen die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines E-Autos – d.h. von der Herstellung bis zu Entsorgung – auch unter Verwendung des deutschen Strommixes geringer aus als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. In Zukunft wird sich dieser Effekt durch den weiteren Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen noch verbessern.

Um den Umweltvorteil von Elektroautos voll auszuschöpfen sollte das Ziel dennoch sein, den Fahrstrom komplett mit Strom aus erneuerbaren Energien zu decken und auch im Produktionsprozess bei der energieintensiven Herstellung der Batterien auf erneuerbare Energien zu setzen. Damit wird auch ein weiterer Vorteil der Elektromobilität deutlich. Durch die Nutzung regenerativ erzeugten Stroms für Mobilität wird die Sektorkopplung,

d.h. die Kopplung von Verkehr- und Energiesektor, möglich. Gleichzeitig verringert sich die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen.

Die Kopplung mit dem Stromnetz bringt zu einer natürlichen Herausforderung mit sich, wie die zu erwartenden höheren Lastspitzen durch die erhöhte Stromnachfrage der E-Fahrzeuge zu bestimmten Tageszeiten. Zum anderen können die Lastspitzen durch intelligentes Lastmanagement ausgeglichen und die E-Fahrzeuge zu Zeiten geringer Nachfrage auch als Energiespeicher genutzt werden. D.h. wenn die Ladung der E-Fahrzeuge smart gesteuert wird, können Lastspitzen und ein kostenintensiver Ausbau der Stromnetze verhindert werden.

Eine Mobilitätswende kann jedoch nur gelingen, wenn neben dem Angebot an Alternativen auch eine entsprechende Bereitschaft besteht, sich auf neue Mobilitätsformen einzulassen. Die Nachfrage nach E-Autos ist bisher noch verhalten, wobei als Hauptgründe immer wieder die mangelnde Reichweite, der zu hohe Anschaffungspreis und die fehlende Ladeinfrastruktur im öffentl. Raum genannt werden. Alle drei Kritikpunkte werden allerdings kurz- bis mittelfristig nicht mehr von Bedeutung sein.

Die Anzahl an Fahrzeugmodellen mit Reichweiten von 400-600 km nimmt weiter zu und die Batterieforschung schreitet voran, so dass E-Fahrzeuge auch in diesem Punkt zu einer echten Konkurrenz zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor werden. Die derzeit noch hohen Anschaffungskosten für E-Autos werden durch geringe Betriebskosten teilweise wieder wettgemacht. So ist das E-Auto in den Gesamtkosten auch heute schon wirtschaftlich, da weniger Kosten für Kraftstoff, Wartung und Reparaturen anfallen und steuerliche Vorteile gewährt werden. Auch der Ausbau des Netzes an Ladeinfrastruktur schreitet voran. Durch das Förderprogramm der Bundesregierung, wird deutschlandweit in Normal- und Schnellladeinfrastruktur investiert. 2020 soll das europaweit erste flächendeckende Netz von 400 Ultra-Schnellladestationen mit 350 kW Leistung u.a. an deutschen Autobahnraststätten fertig gestellt sein.

Um sich jedoch endgültig von einer neuen Technologie überzeugen zu lassen, muss die Möglichkeit bestehen, diese auch selbst auszuprobieren. Die persönliche Erfahrung ist auch für die Einstellung gegenüber Elektromobilität eine wesentliche Einflussgröße. Hemmschwellen können am besten abgebaut werden, indem man E-Fahrzeuge selbst fährt oder wenigstens Mitfahrer ist. Der Einsatz der Technologie in Carsharing-Flotten, aber auch in Taxen und Bussen bietet daher große Chancen die Elektromobilität erfahrbar zu machen und die Bürgerinnen und Bürger zu einem Umstieg zu bewegen.

Weltweite Ressourcenknappheit und die hohe Luftverschmutzung in Städten bringen die Notwendigkeit mit sich, nach neuen Mobilitätskonzepten zu suchen. Die Automobilindustrie hat den Elektromotor als Zukunftstechnologie erkannt und auch deutsche Autohersteller zeigen mit den neuen Automodellen, dass sie die Elektromobilität mittlerweile ernst nehmen. Die Neuzulassungen von E-Fahrzeugen nehmen weiter zu und laut des Berichts der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) werden bis 2025 15 - 25 % der Neuzulassungen in Deutschland Elektroautos sein (d.h. 2 - 3 Mio. E-Autos).

Gleichzeitig hat die Bundesregierung die Rahmenbedingungen für den Durchbruch der Elektromobilität in Deutschland geschaffen. Sie hat Ziele definiert (1 Mio. E-Autos bis 2020, 6 Mio. E-Autos bis 2030 auf deutschen Straßen) und entsprechende Gesetze und Förderprogramme auf den Weg gebracht (Elektromobilitätsgesetz (EmoG), Förderprogramm Ladeinfrastruktur, Umweltbonus, Kfz-Steuerbefreiung etc.).

Nun sind auch die Kommunen aufgefordert zu handeln und ihre Rolle als Gestalter der Mobilitätswende wahrzunehmen. Es gilt die bereits angestoßenen Entwicklungen weiter voranzutreiben, Impulse zu geben und selbst als Vorbild aufzutreten.

1.2 Rolle der Kommunen im Themenfeld Elektromobilität

Das Themenfeld Elektromobilität wird bisher vor allem von der Automobilindustrie, Energieversorgungsunternehmen, Anbietern von Ladelösungen und Forschungseinrichtungen bespielt. Eine Mobilitätswende mit Elektromobilität kann aber nur gelingen, wenn auch die Kommunen den Weg hierfür bereiten. Mittlerweile gibt es auf Bundes- und Landesebene mehrere Institutionen, welche die Städte bei der Einführung der E-Mobilität vor Ort begleiten und Handlungsleitfäden herausgeben¹.

Die Stadt kann zur Unterstützung der E-Mobilität verschiedene Rollen einnehmen, die im Folgenden kurz erläutert werden (vgl. GIES ET AL. 2015, DÜTSCHKE ET AL. 2018, STARTERSET ELEKTROMOBILITÄT 2019):

- **Gestalter:** Die Stadt kann durch die Stadt- und Verkehrsplanung als Gestalter auftreten und z.B. bei der Erschließung von Neubaugebieten die Infrastruktur für E-Mobilität berücksichtigen oder (E-)Carsharing-Stellplätze ausweisen. Wichtig ist, die E-Mobilität in bestehende Planungen und Konzepte mit einzubinden (Umwelt-/Stadt-/Verkehrsplanung).
- **Genehmigungsbehörde:** Durch die Genehmigung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum oder die Einführung von Privilegien für E-Fahrzeuge nach dem Elektromobilitätsgesetz (EmoG) kann die Kommune die E-Mobilität vor Ort fördern.
- **Betreiber:** Mit der Umrüstung des eigenen Fuhrparks auf E-Fahrzeuge kann die Kommune zeigen, wie sich E-Mobilität im Alltag integrieren lässt und damit eine Vorbildfunktion einnehmen. Weiterhin kann der Betrieb von Ladeinfrastruktur über eigenen Stadtwerke erfolgen.
- **Impulsgeber und Multiplikator:** Die Stadt kann durch Ausrichtung von Informationsveranstaltungen/Aktionstagen oder durch die gezielte Information von Bürgern und Gewerbe das Thema stärker in die öffentliche Wahrnehmung bringen. Gleichzeitig tritt sie als Netzwerker in verschiedenen kommunalen Gremien auf, wo sie sich Informationen aus anderen Gemeinden einholen und gleichzeitig für das Thema werben kann.

Beim Themenkomplex E-Mobilität wird schnell klar, dass es sich um ein Querschnittsthema handelt, das Abstimmungsprozesse über die Ämter hinweg erfordert. Allein beim Thema Ladeinfrastruktur sind das Tiefbauamt, die Straßenverkehrsbehörde und häufig auch das Amt für Denkmalschutz gefragt. Dies bringt die Gefahr mit sich, dass Prozesse länger andauern oder schwer durchsetzbar sind. Andererseits kann das Thema so auch umfassender gedacht und die Arbeit auf mehrere Schultern verteilt werden (STARTERSET ELEKTROMOBILITÄT 2019).

¹ NOW GmbH: Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
e-mobil BW: Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung der E-Mobilität ist, dass das Thema auf oberster Ebene politisch gestützt wird. Auch ist von zentraler Bedeutung, einen Ansprechpartner oder „Kümmerer“ zu benennen, der das Thema in der Verwaltung koordiniert (bzw. Stabstelle/ dezernatsübergreifende Arbeitsgruppe/ Lenkungsreis). Schließlich sollten die wichtigen Akteure in der Verwaltung sowie lokale Akteure aus der Kommune identifiziert und in den Prozess miteingebunden werden (RID ET AL. 2015).

1.3 Zielsetzung

Die Städte Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein haben sich zum Ziel gesetzt, den Themenkomplex Elektromobilität im Verbund anzugehen. Die Gemarkungen der Städte grenzen aneinander an und bieten damit ideale Voraussetzungen für ein vernetztes interkommunales Elektromobilitätskonzept. Eine Zusammenarbeit im Bereich Elektromobilität ist äußerst sinnvoll, da Mobilität nicht an den Gemarkungsgrenzen Halt macht. Ziel ist es, Insellösungen zu vermeiden und stadt-übergreifende Maßnahmen zu entwickeln. So können bei der Umsetzung der Maßnahmen Synergieeffekte entstehen und in den einzelnen Städten Ressourcen eingespart werden, wenn die Maßnahmen im Verbund angegangen werden.

Hinzu kommt, dass ein interkommunales Konzept auch eine größere Signalwirkung in die Region hat. Elektromobilität kommt in die öffentliche Wahrnehmung und es kann gezeigt werden, dass die Technologie auch im städtisch-ländlich geprägten Raum funktioniert.

Gleichzeitig besteht die Herausforderung, den verschiedenen Bedürfnissen in den Städten gerecht zu werden, denn jede Stadt hat auch andere Themen auf der Agenda. Aus diesem Grund war es nötig, Einzelgespräche durchzuführen, um die spezifischen Bedürfnisse an das E-Mobilitätskonzept abzufragen und die Maßnahmen entsprechend zu gestalten.

Oberstes Ziel ist es hierbei einen strategischen Handlungsleitfaden für Elektromobilitätsmaßnahmen zu erstellen. Die Konzepterstellung verfolgt einen integralen Ansatz sowie eine frühzeitige Akteursbeteiligung, vor allem durch die kontinuierliche Einbindung und Mitwirkung der kommunalen Entscheidungsträger. Das Elektromobilitätskonzept hat entsprechend den Förderregularien nicht den Anspruch das „konventionelle Verkehrssystem inkl. des ÖPNV“ zu betrachten, sondern bezieht sich ausschließlich auf Fragestellungen des Themenbereichs der Elektromobilität.

Das Handlungskonzept soll als Leitfaden im Sinne eines sukzessiven umzusetzenden Planungsinstruments für eine nachhaltig und innovativ gestaltbare Elektromobilitätsinfrastruktur, und dabei insbesondere dem Ausbau der Ladeinfrastruktur dienen. Die im Konzept dargestellten Maßnahmen sollen eng aufeinander abgestimmt und in hohem Maße dazu beitragen, den steigenden Elektromobilitätsanforderungen nachhaltig und zukunftsorientiert gerecht zu werden.

Im Mittelpunkt der Konzepterstellung stehen insbesondere folgende Themen und Leitaaspekte:

- Erarbeitung von umsetzungsorientierten und nachhaltigen Elektromobilitätsmaßnahmen zur Reduzierung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen und Immissionen
- Bedarfsorientierter Ausbau für öffentliche Ladesäuleninfrastruktur
- Erarbeitung von kommunalspezifischen Lösungsansätzen

- Darstellung von Entwicklungsperspektiven, Fördermöglichkeiten und bereits marktetablierten Aspekten im Bereich der Elektromobilität
- Anforderungen und Herausforderungen an die örtliche Stromnetzinfrasturktur im Hinblick auf Stromnetzverträglichkeit und -integration
- Bewusstseinsbildung und Signalwirkung an lokale/regionale Akteure

Das Konzept zielt u.a. darauf ab, die klimatischen Verhältnisse zu verbessern, um so die hohe Lebensqualität nachhaltig zu gewährleisten und die Attraktivität der Städte sowie der gesamten Region als Urlaubs-, Wohn-, Arbeits- und Tourismusstandort zu stärken.

Durch einen mehrstufigen Akteurs- und Partizipationsprozess soll durch frühzeitige Einbindung, der im Rahmen der Konzepterstellung und insbesondere für die spätere Maßnahmenumsetzung relevanten Akteursgruppen und Schlüsselfunktionären, eine frühzeitige Konzeptbeteiligung erreicht werden. Dies gewährleistet insbesondere, dass in einem gemeinsamen Diskurs, im Vorfeld an die Konzeptbearbeitung, sämtliche Wünsche und Anregungen seitens der kommunalen Akteure mitaufgenommen sowie Themenschwerpunkte festgelegt werden können. Die Integration lokaler Akteure dient sowohl der frühzeitigen Akzeptanzentwicklung/-stärkung einer späteren Umsetzung als auch der spezifischen Sondierung von besonders relevanten Aspekten und Bedürfnissen einzelner Zielgruppen. Ebenfalls soll der Beteiligungsprozess insbesondere eine interkommunale, ämterübergreifende und akteurspezifische Vernetzung und Verankerung der nachhaltigen und zukunftsorientierten Elektromobilität und den Aufbau von verwaltungsinternem Know-How fördern. Dadurch können aufkommende Hemmnisse frühzeitig identifiziert und abgebaut sowie strategische, planerische und strukturierte Abläufe impliziert werden.

Der Fokus des interkommunalen Elektromobilitätskonzepts soll auf der Erarbeitung eines Maßnahmenkatalogs liegen, welcher jede Maßnahme umfassend und in einem qualitativ gestalteten Steckbrief u.a. hinsichtlich Maßnahmen- und Standortbeschreibung, Verantwortlichkeiten, zeitlicher Umsetzung, Kostenstruktur, Fördermöglichkeiten etc. darstellt. Einige Maßnahmen sollen im Rahmen der Konzepterarbeitung bereits angestoßen werden. Dieser anwendungsorientierte Maßnahmenkatalog kann als Handlungsleitfaden verstanden werden, welcher sowohl auf interkommunaler als auch auf kommunaler Ebene Lösungen aufzeigt. Das Elektromobilitätskonzept dient dazu, Potenziale und Möglichkeiten im Bereich der Elektromobilität zu identifizieren, zu analysieren und umsetzungsorientierte Maßnahmen zu entwickeln, welche der kommunalen Energie- und insbesondere der Verkehrswende dienen sollen. Zudem wird insbesondere erarbeitet, welche Rolle und Verantwortung den Städten im Kontext der Entwicklung und dem Ausbau der Elektromobilität als Gestalter, Treiber, Genehmigungsbehörde, Betreiber/ Nutzer, Multiplikator sowie Bewusstseinsbilder zukommt.

1.4 Projektstruktur und Aufbau des Berichts

Der Weg zu einem nachhaltigen und zukunftsorientierten Elektromobilitätskonzept wird in übergeordnete Arbeitsphasen unterteilt und folgt der strukturellen und inhaltlichen Vorgabe des bewilligten Förderprojekts mit dem Förderkennzeichen 03EMK285 vom 31.05.2017 zur Erstellung eines kommunalen Elektromobilitätskonzepts.

Die Projektbearbeitung erfolgte in einem partizipativen Prozess im Zeitraum vom 31. Januar 2018 bis zum 31. März 2019.

In Kapitel 2 werden die Grundlagen erläutert und die Entwicklung der E-Mobilität beschrieben. Außerdem werden die häufig kritisch diskutierten Themen „Auswirkungen der E-Mobilität auf die Stromnetzinfrasturktur“ und „Ökologie“ erläutert. Daraufhin folgt in Kapitel 3 die Bestands- und Infrastrukturanalyse, welche die Grundlage für die Potenzialanalyse bildet. In Kapitel 4 wird der Ablauf der Potenzialanalyse mit Akteursbeteiligung beschrieben, aus dem die E-Mobilitätsmaßnahmen hervorgingen.

In den folgenden Kapiteln werden schließlich die Themenfelder dargestellt, in denen die Städte aktiv werden sollten, um den Weg für die E-Mobilität vor Ort zu bereiten. Dies ist in Kapitel 5 der Aufbau von Öffentlicher Ladeinfrastruktur, in Kapitel 6 die Unterstützung beim Aufbau privater Ladeinfrastruktur, in Kapitel 7 Umrüstung von Fahrzeugflotten auf E-Fahrzeuge, in Kapitel 8 die E-Mobilität in Neubau- und Sanierungsgebieten, in Kapitel 9 das Informationsangebot für Bürger und Gewerbe, in Kapitel 10 die nachhaltigen E-Mobilitätsangebote.

Aus diesen Themen gehen konkrete Maßnahmenvorschläge hervor, die in Steckbriefen in Kapitel 11 aufgelistet sind. Ebenfalls erfolgt eine Beschreibung der Schritte welche zu ergreifen sind, um das Konzept auch nachhaltig in den Städten zu verankern.

2. Grundlagen und Entwicklung der Elektromobilität

"Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird eine Million nicht überschreiten - allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren." *Gottlieb Daimler*

2.1 Verwendung des Begriffs „Elektromobilität“

In dieser Ausarbeitung beziehen sich die Bezeichnungen E-Mobilität und Elektrofahrzeug auf alle Fahrzeuge deren Vortrieb durch einen Elektromotor gewährleistet wird und deren benötigte Elektrizität aus extern ladbaren Traktionsbatterien (Antriebsbatterien) bereitgestellt wird. Dies sind reine batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) als auch Plug-in-Hybride (PHEV). Nicht betrachtet werden Hybridfahrzeuge ohne Netzstecker und Wasserstofffahrzeuge.

Diese Abgrenzung findet primär aufgrund der gänzlich anderen Tankinfrastruktur sonstiger genannter Fahrzeuge statt. Aussagen über Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit eines Technologiemies in einer zukünftigen Mobilitätswende sind nicht Inhalt dieser Ausarbeitung.

2.2 Technologische Grundlagen der Elektrofahrzeuge

2.2.1 Unterteilung nach Antriebsarten

Grundlegend kann die technische Einteilung in folgende Typen erfolgen:

- Bei **Hybriden** handelt es sich um Mischformen des Antriebs. Sogenannte **milde Hybride** haben kleine Elektromotoren zur Unterstützung des primären Verbrennungsmotors, der Strom wird jedoch ausschließlich durch den Verbrennungsmotor erzeugt.
- **Plug-in-Hybride (PHEV)** ermöglichen das Laden der Traktionsbatterie (Antriebsbatterie) durch einen Netzstecker. Die elektrische Reichweite fällt hier sehr unterschiedlich aus, ist jedoch entscheidend für die lokale Emissionsfreiheit des Fahrzeugs.
- **Range Extender** – Fahrzeuge mit Range Extender haben einen ähnlichen Aufbau wie Hybride. Heute dienen Range Extender hauptsächlich zur Reichweitenverlängerung von batterieelektrischen Fahrzeugen (so z.B. beim BMW i3 in mancher Variante).
- **Batterieelektrische Fahrzeuge** – jenseits der Hybride bilden die reinen batterieelektrischen Fahrzeuge die größte Gruppe der Fahrzeuge mit Elektromotor. Die benötigte Elektrizität wird durch Aufladen der Traktionsbatterie bereitgestellt. Es gibt keinen zusätzlichen Verbrennungsmotor an Bord, somit ist die Reichweite von Batteriegroße (Kapazität) und Verbrauch abhängig.
- **Wasserstofffahrzeuge** – die meisten Wasserstofffahrzeuge erzeugen den Strom über Brennstoffzellen aus dem mitgeführten Wasserstoff, der in einem Hochdrucktank aufbewahrt wird.

2.2.2 Wichtige Komponenten der Elektrofahrzeuge

2.2.2.1 Der Elektromotor

Als Antrieb für Fahrzeuge hat der Elektromotor grundlegende Vorteile gegenüber dem Verbrennungsmotor: Er ist leiser, vibrationsärmer, emissionsärmer, effizienter, leistungsstärker, wartungsärmer, platzsparender und von seiner Konstruktion einfacher, zudem auch preiswerter.

Elektromotoren können bereits in kleinsten Umdrehungszahlen ihr maximales Drehmoment bereitstellen. So ist eine nahezu vergleichslose Beschleunigung möglich. Auch hohe Umdrehungszahlen sind problemlos durch Elektromotoren abzudecken, ebenfalls mit vollem Drehmoment. Folglich kann in reinen Elektrofahrzeugen auf ein Getriebe inklusive Kupplung verzichtet werden.

2.2.2.2 Die Batteriespeicher

Die benötigte Energie für den Antrieb des Elektromotors kommt aus der zuvor geladenen Traktionsbatterie. Weist der Elektromotor viele Vorteile im Vergleich zu seinem konventionellen Pendant auf, so bringt die Speicherung von elektrischer Energie Herausforderungen mit sich. Für die mobile Anwendung ist vor allem die Energiedichte von Batterien relevant. Sie liegt deutlich unter der Energiedichte von Benzin und Diesel (sowohl vom Volumen als auch vom Gewicht) (vgl. Abbildung 1). So ist zumindest der derzeit meist verwendete Batterietyp: die Lithium-Ionen-Batterie. Des Weiteren sind Batterien komplexe Bauteile. Sie sind anfällig gegenüber thermischen Einflüssen, haben eine begrenzte Lebens- und Speicherdauer und sind teuer in der Produktion. Zur Herstellung kommen viel Energie, seltene Erden und schwer zu recycelnde Materialverbindungen zum Einsatz, wodurch Batterien eine signifikante Auswirkung auf die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen haben (vgl. 2.5.6).

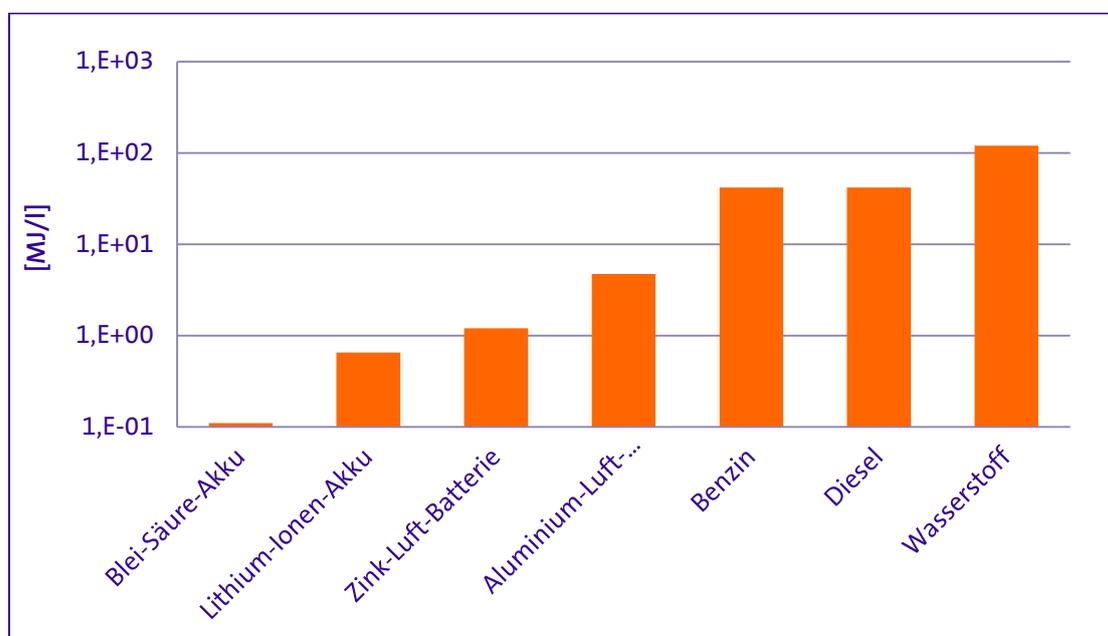


Abbildung 1: Energiedichte ausgewählter Energiespeicher nach Volumen.

War bisher der Verbrennungsmotor das Herzstück eines Fahrzeugs und das technologische Alleinstellungsmerkmal eines Automobilherstellers, so rutscht die Batterietechnologie an diese Stelle. Etablierte asiatische Hersteller dominieren hier den Markt seit Jahren.

2.3 Technologische Grundlagen des Ladens

2.3.1 Gleichstrom- und Wechselstromladungen

Batterien stellen immer Gleichstrom bereit und benötigen diesen auch zur Ladung. Da sich nahezu weltweit Wechselstromnetze zur Stromversorgung durchgesetzt haben, muss die Elektrizität aus dem Netz gleichgerichtet werden um Batterien laden zu können. Die benötigten Gleichrichter (allgemeiner: Leistungselektronik) kann bereits in der Ladestation verbaut sein oder im Fahrzeug. Im Fahrzeug sind Gewicht und Platz jedoch limitiert, folglich ist auch die zu verbauende Leistungselektronik bezüglich Größe und Gewicht beschränkt; und damit die Ladeleistung, denn Leistungselektronik mit höheren Leistungen bedarf mehr Platz und Gewicht. Auf stationärer Seite, also in der Ladestation, gibt es deutlich weniger Limitierungen. Findet die Gleichrichtung des Stroms in der Ladestation statt, so können höhere Ladeleistungen bereitgestellt werden. Diese sind folglich Gleichstrom-, also DC (direct current)-Ladestationen. Aus genannten Limitierungen entsteht die Unterscheidung zwischen AC (alternativ current)- und DC-Ladestationen.

2.3.2 Ladeleistungen

Die gängigen Ladeleistungen für Elektrofahrzeuge ergeben sich primär aus den Netzanschlussvorgaben. Für eine AC-Ladung (also Wechselstrom) sind die üblichen Absicherungen im Verteilnetz 3,7 – 11 – und 22 kW. Hiernach richten sich auch die gängigen Ladeleistungen. Ist der Gleichrichter auf der Seite des Netzes verbaut, so können höhere Ladeleistungen angeboten werden. Folglich werden DC-Ladungen (also Gleichstrom) auch als Schnellladungen bezeichnet. Üblich sind Leistungen zwischen 20 und 55 kW, inzwischen sind auch 150 kW eine marktverfügbare Größe und Systeme mit über 300 kW sind derzeit in der Entwicklung. Unterschieden wird zwischen Normalladestationen (AC bis 22 kW), Schnellladestationen (DC über 22 kW, in seltenen Fällen auch AC bis 43 kW) und Ultraschnellladestationen (DC mit sehr hohen Leistungen).

2.3.3 Stecker für Elektrofahrzeuge

Durch die schnelle weltweite Entwicklung der E-Mobilität fehlte vielerorts die vorangehende Normungsinitiative, um weltweit einen einheitlichen Stecker zu definieren. Alleine in Europa waren unterschiedliche Steckertypen und -bilder in der Diskussion, bevor sich die europäischen Standards **Typ 2** (AC) (gem. Norm EN62196-2) und folgend **Combo II** (DC) (gem. Norm EN62196-3) durchsetzten (vgl. BAKKER UND TRIP 2015, VDE 2016, EU 2014). Neben den europäischen Standards gibt es in Europa noch den asiatischen **CHAdeMO**-Standard (CHADEMO 2018) für DC und den proprietären Stecker von **Tesla** (TESLA 2018).

2.3.4 Gehäuseformen

Abhängig vom Aufstellort, dem Anwendungsfall, der möglichen Ladeleistung und entsprechend dem passenden Stecker unterscheiden sich auch die Gehäuseform und die Größe der Ladestationen. Primär für die Nutzung in Innenräumen und Ladeleistungen bis

maximal 22 kW sind wandmontierbare **Wallboxen** geeignet. Für den Außenbereich gibt es **Ladesäulen** in AC, die in sehr unterschiedlicher Baugröße und Form verfügbar sind. Die meisten haben eine Höhe von ca. 160 cm, um Steckdosen (meist zwei) und ein optionales Display in angenehmer Höhe für den Nutzer bereitzustellen. Für den Außenbereich gibt es noch eine Sonderform: Die Straßenlaternenintegrierte Ladesäule (eine Steckdose ist häufig direkt in den Laternenmast integriert). DC-Ladesäulen sind meist deutlich größer als AC-Ladesäulen und haben häufig das Format und Volumen von Tanksäulen.

2.3.5 Zählen, Messen und Abrechnen

2.3.5.1 Messen des Stroms

Um aus dem Laden von Fahrzeugen ein Geschäftsmodell entwickeln zu können, muss Strom zum Verkauf abrechenbar sein. Hierzu sind in öffentlich zugänglichen Ladestationen geeichte Zähler verbaut (VDE 2016).

Neben der Abrechnung über Leistung oder Energie wird zum Teil auch die Nutzungsdauer (unabhängig von der bezogenen Energie) in Rechnung gestellt.

2.3.5.2 Kommunikation mit dem Fahrzeug

Für eine gesteuerte Ladung (häufig auch als intelligente Ladung bezeichnet) müssen diverse Parameter aus dem Fahrzeug bekannt sein. So z.B. welcher aktuelle Batteriefüllstand vorhanden ist (wie viel Energie folglich benötigt wird) oder welche maximale Ladeleistung von dem Fahrzeug wann bezogen werden soll. Der Austausch dieser Daten wurde in der ISO/IEC 15118 (VDE 2016) festgelegt. Leider ist die Implementierung bisher nur bei wenigen Fahrzeugen umgesetzt.

2.3.5.3 Kommunikation mit dem Backend

Das Backend-System ist ein Server zur Verwaltung von Ladestationen. Hierüber können – je nach Spezifikation – die Verfügbarkeit von Ladestationen, die Abrechnungen von Strom oder Zeit, Kundenkonten oder Fuhrparks verwaltet werden. Die Kommunikation zwischen Ladestationen und Backend funktioniert in der Regel über OCPP (Open Charge Point Protokoll), das derzeit in der Version 2.0 erschienen und auch für gesteuertes Laden, Abrechnung, Plug and Charge² etc. vorbereitet ist (OPEN CHARGE ALLIANCE 2018).

2.3.6 Weitere Aspekte

Des Weiteren müssen Ladestationen über Sicherungen und Fehlerstrom-Schutzschalter (FI) abgesichert sein, benötigen meist Kommunikationsschnittstellen zum Nutzer (Display, Tasten, Kartenleser etc.), müssen meist gegen Wettereinflüsse und Vandalismus geschützt sein und den gängigen Vorgaben zum Netzanschluss genügen (s. auch VDE 2016).

² Plug and Charge: ermöglicht die direkte Identifikation des Fahrzeugs alleine durch das Einstecken des Steckers. Die Abrechnung erfolgt über ein zuvor zugewiesenes Kundenkonto.

2.4 Die bisherige Entwicklung der Elektromobilität

2.4.1 Geschichtliche Einordnung der Elektromobilität

Bereits vor 1900 und bis in die 20er und 30er Jahre des letzten Jahrhunderts hinein gab es in den USA und Europa ein reges Interesse an batteriegetriebenen Elektrofahrzeugen. Laut Berichten überstieg die Anzahl der Elektrofahrzeuge zeitweise die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Unter anderem mit dem Aufbau einer Tankinfrastruktur und einer skalierenden Produktion von Verbrennungsmotoren geriet die Technologie der Elektrofahrzeuge jedoch in den Hintergrund. Erst in den 90er Jahren wurde die Technologie durch die damaligen ökologischen und ökonomischen Debatten wieder relevant (RADKAU 2014). Das Elektrofahrzeug EV1 von General Motors gilt auch heute noch als Ikone der damaligen Entwicklung.³ Anfang dieses Jahrhunderts verschwand die Technik erneut aus der öffentlichen Wahrnehmung, diesmal jedoch nur für kurze Zeit.

Seit 2007 erfährt die E-Mobilität nachhaltiges internationales Interesse. Als Gründe gelten erneut internationale ökologische Bemühungen, Ressourcenknappheit, die damalige Wirtschaftskrise unbekanntes Ausmaßes, die zusätzlich Druck auf die Automobilindustrie ausübte und die fortgeschrittene Batterietechnologie (SCHWEDES ET AL. 2013.)

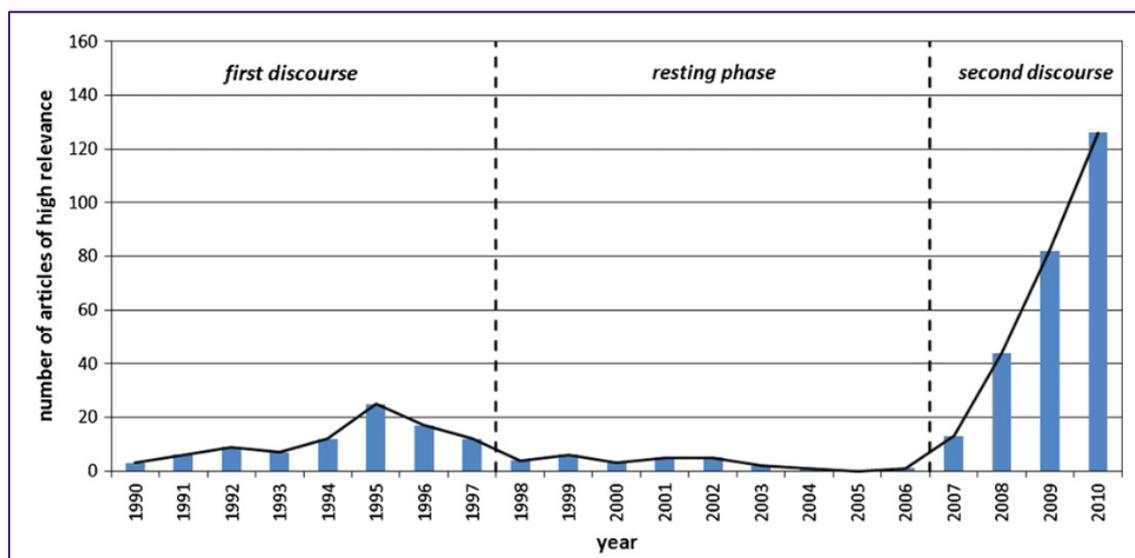


Abbildung 2: Entwicklung der thematischen Artikel in deutschen Printmedien* *berücksichtigte Zeitungen und Zeitschriften: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Süddeutsche Zeitung, Die Zeit, Frankfurter Rundschau und Der Spiegel (SCHWEDES ET AL. 2013).

³ Das EV1 von General Motors wurde in den späten 1990ern als Reaktion auf die kalifornischen Umweltaktivitäten als erstes Serienfahrzeug dieser Klasse auf den amerikanischen Markt gebracht und ca. 2002 verschrottet. Ein Dokumentarfilm aus dem Jahr 2006 behandelt die Thematik und die Hintergründe: „Who killed the electric car“.

Seit diesem erneuten Boom der E-Mobilität sind der Umweltschutz (vor allem die CO₂-Reduktion und die urbane Lärminderung), die Verbindung mit der Energiewende (z.B. Überschussstrom und Peak-Shaving) und zunehmend auch die Digitalisierung der Verkehrswende (z.B. autonomes Fahren und Connected Cars) die häufig angeführten treibenden Argumente für E-Mobilität.

2.4.2 Der Markthochlauf in Deutschland

Die Entwicklung des E-Mobilitätsmarktes der letzten zehn Jahre zeichnet sich durch ein nahezu exponentielles Wachstum aus. Dieser Trend ist ebenfalls in Deutschland zu beobachten. Mit Blick auf die Neuzulassungen an Personenkraftwagen mit Elektroantrieb in Deutschland sind sehr geringe Zulassungszahlen von unter 10.000 PKW pro Monat bis ca. 2015/2016 zu erkennen. In 2017 verdoppelte sich die Zahl auf ca. 25.000 PKW (Absolut: 53.861, Stand 1. Januar 2018). Im Vergleich zu 2018 steigerte sich die batterieelektrische Zulassung zum 1. Januar 2019 um 43,9 % auf 36.062 (vgl. Abbildung 3).

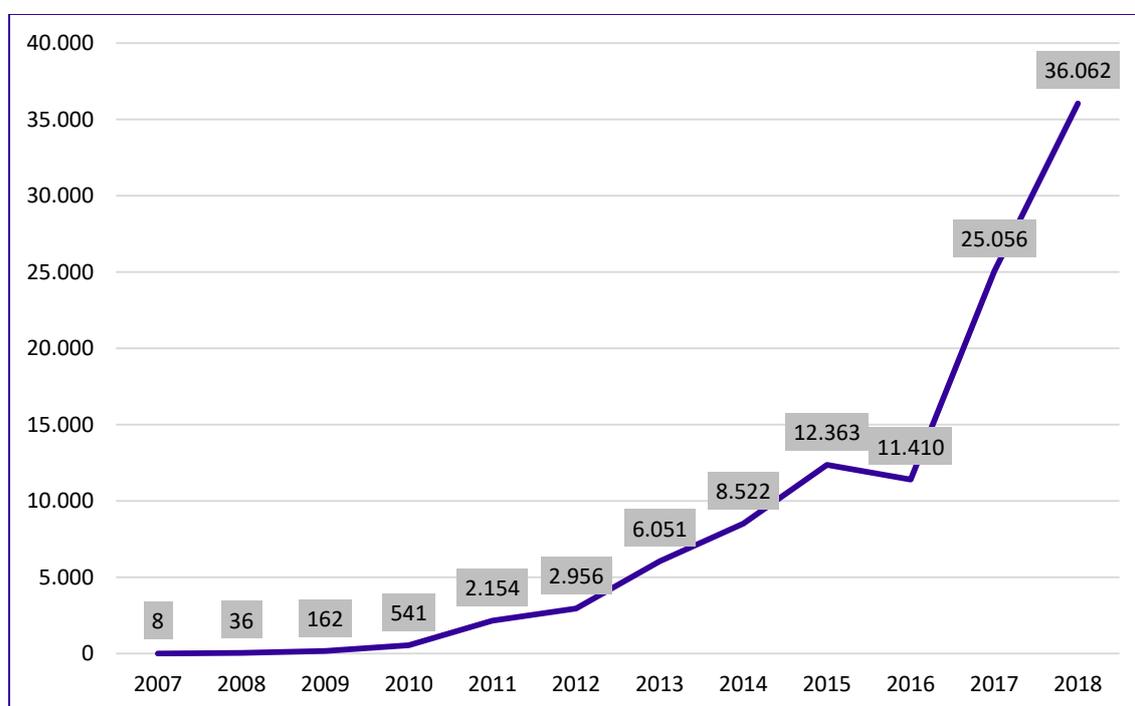


Abbildung 3: Anzahl der Neuzulassungen von reinen batterieelektrischen PKW in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (KBA 2018b, 2018c).

Um die mengenmäßig untergeordnete Bedeutung des deutschen Marktes zu verstehen, reicht der internationale Vergleich der Absatzzahlen für alle Elektrofahrzeuge. Ein Blick auf die Zahlen des Jahres 2016 zeigt, dass Deutschlands Absatzzahlen an Elektrofahrzeugen eine deutlich untergeordnete Rolle im weltweiten Kontext spielt (vgl. Abbildung 4). Angemerkt sei, dass Deutschland im ersten Quartal 2018 mit über 17.500 Elektrofahrzeugen auf Platz drei aufgeschlossen hat. China als wichtigster Absatzmarkt konnte im gleichen Zeitraum mit 142.445 Elektroautos sein Ergebnis zum Vorjahreszeitraum um 154 % steigern (CAM 2018)⁴.

⁴ Die Statistik zu Absatzmärkten des CAM inkludieren PHEV, Brennstoffzellenfahrzeuge und kommerzielle Fahrzeuge. Zudem bezieht sie sich nicht nur auf PKWs.

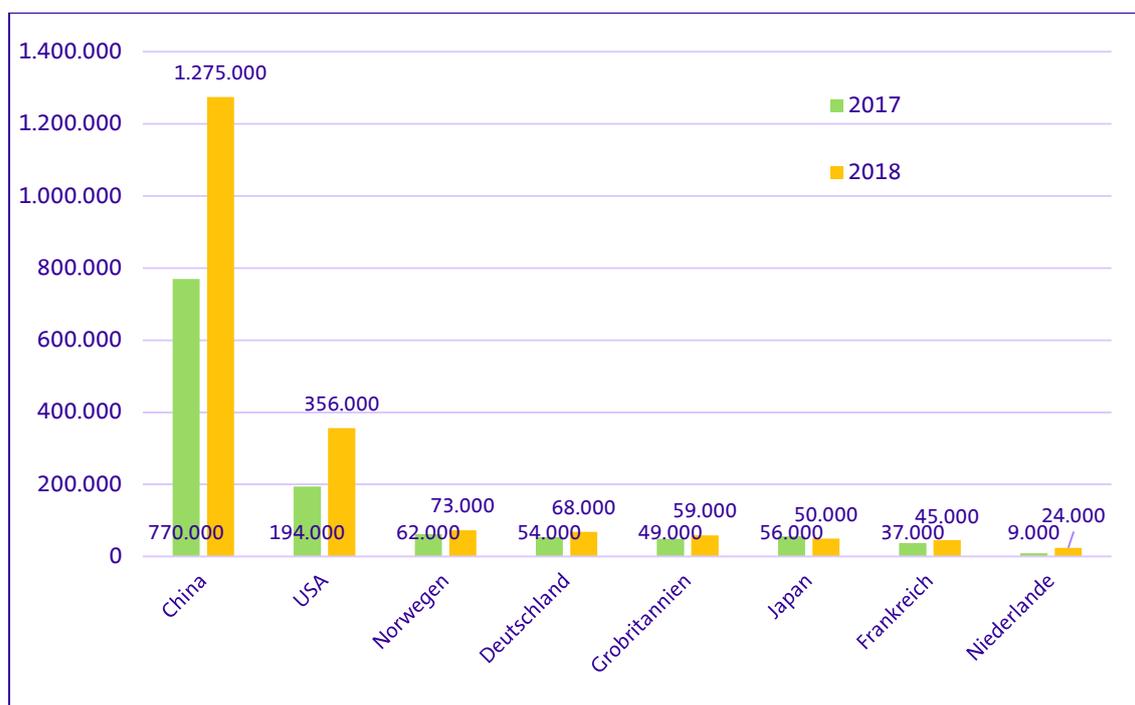


Abbildung 4: Absatztrends von wichtigen internationalen Märkten für Elektrofahrzeuge (CAM BRANCHENSTUDIE 2018A).

2.4.3 Aktueller E-Fahrzeugbestand in Deutschland

Zum 1. Januar 2018 waren in Deutschland insgesamt 63,7 Millionen Fahrzeuge zugelassen. Der Personenkraftwagen (PKW)-Bestand bezifferte sich auf 46,5 Mio. (KBA 2018B). Im Vergleich zum Vorjahr nahm der KFZ-Bestand um ca. 1,7 % zu. Wird der Trend fortgeschrieben, liegt der PKW-Bestand für 2020 bei ca. 47,8 Mio., für 2025 bei ca. 51,3 Mio. und für 2030 bei ca. 54,8 Mio. Das in 2008 von der Bundeskanzlerin ausgerufene Ziel von einer Millionen E-Fahrzeuge bis 2020 (ca. 1,6 % am PKW-Bestand) und 6 Millionen E-Fahrzeuge (ca. 11 % am PKW-Stand) bis 2030 auf deutsche Straßen zu bringen, wurde in 2017 revidiert und gilt zumindest für 2020 als nicht zu erreichen (vgl. Abschnitt 2.5.1). Realistisch kann für das Jahr 2020 ein Bestand von ca. 625.000 E-Fahrzeugen, darunter 245.000 BEV und 380.000 HEV/PHEV, angenommen werden. Experten rechnen damit, dass in 2022 die 1 Mio. Marke erreicht werden könnte.

Abbildung 5 zeigt die prognostizierte Entwicklung des PKW-Bestands bis 2030, auf Grundlage der jährlichen Wachstumsraten bis 2018, und dessen anteilige Zielsetzung für E-Fahrzeuge. Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl der E-Fahrzeuge in Deutschland exponentiell ansteigen wird und es durchaus als realistisch anzusehen ist, dass das Ziel von 6 Mio. E-Fahrzeugen bis 2030 erreicht werden kann.

Zum 1. Januar 2018⁵ verzeichnete das KBA in Deutschland einen E-Fahrzeugbestand (BEV, HEV, PHEV) von insgesamt 290.571. Darunter befanden sich 53.861 BEV, 192.291 HEV, 44.419 PHEV. Dies entsprach zum 1. Januar 2018 einem Anteil von 0,63 % am Gesamt-PKW-Bestand in Deutschland. Der alleinige Anteil der BEV betrug 0,12 % (vgl. Abbildung

⁵ Zum Abschluss der Studie lagen vom KBA zum 1. Januar 2019 noch keine offiziellen Zulassungszahlen für das Gesamtjahr 2018 vor.

6). Deutlich zu erkennen ist, dass der größte Anteil der E-Fahrzeuge mit ca. 66 % auf Hybride (auch Mild-Hybride genannt) entfällt. Ca. 50 % der Neuzulassungen entfallen auf Unternehmen und dienen als Geschäfts- bzw. Fuhrparkfahrzeug.

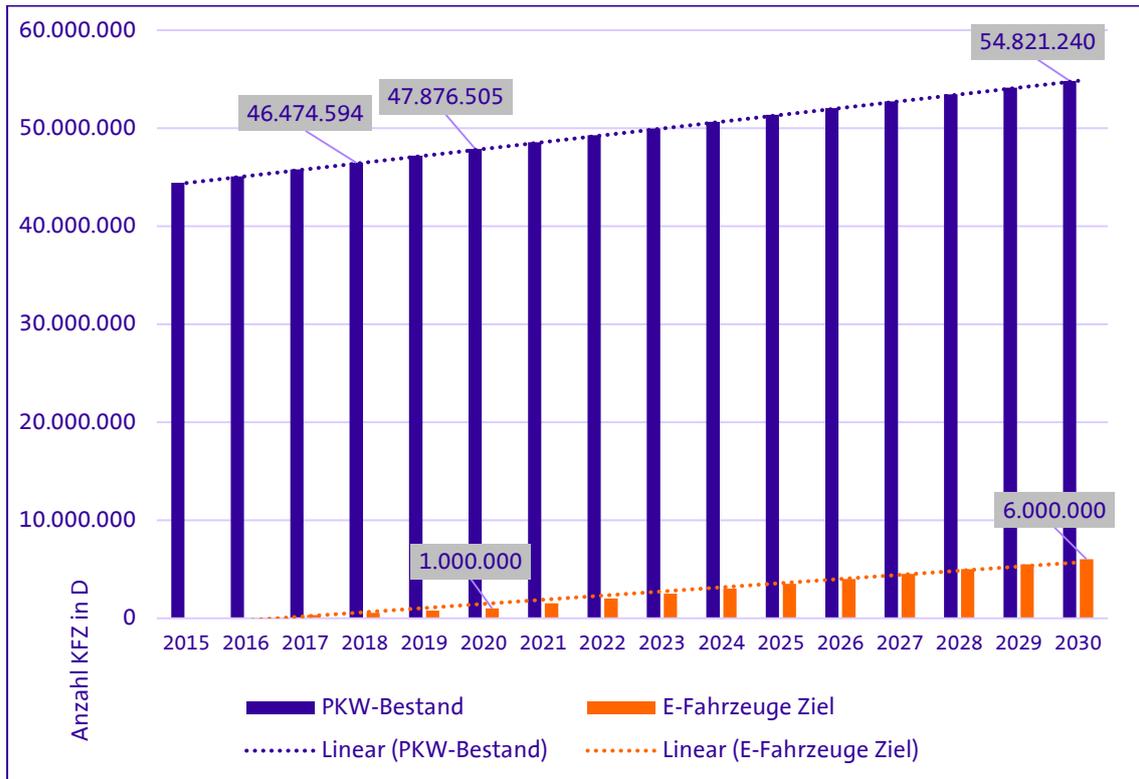


Abbildung 5: Prognostizierte Entwicklung des PKW-Bestands in Deutschland und der Ziele für E-Fahrzeuge bis 2030 (KBA 2018B).

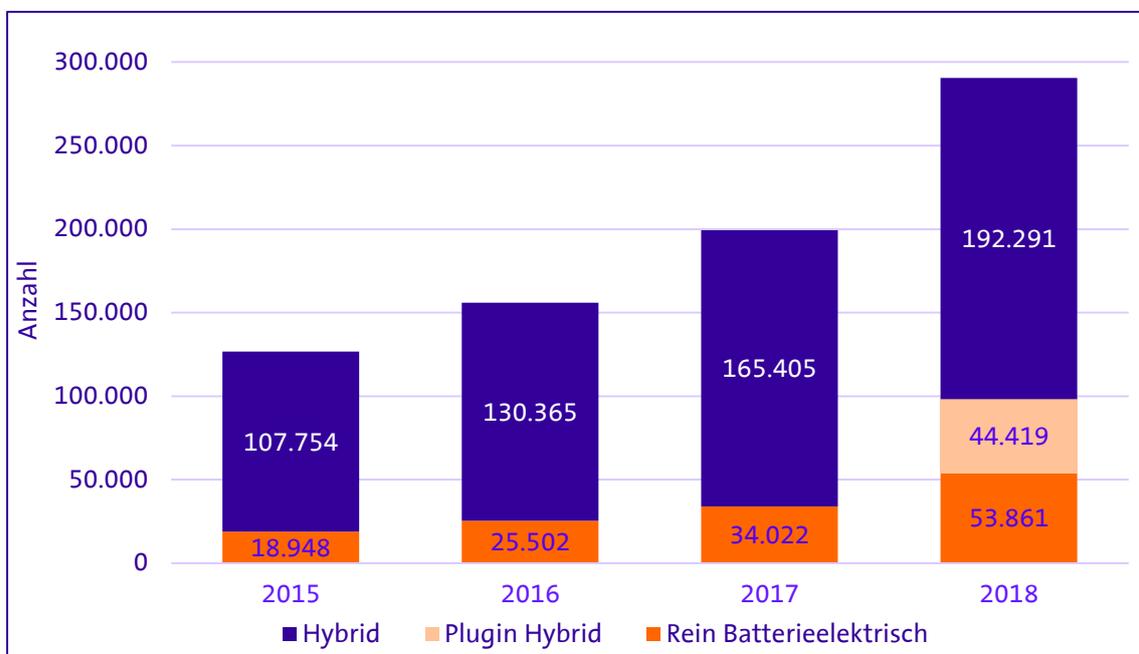


Abbildung 6: Verteilung der Antriebstechnologien im E-Fahrzeugsegment in Deutschland (Eine Unterteilung in Plug-in-Hybride und Hybride ist erst ab 2018 möglich) (KBA 2018c).

2.4.4 Aktueller Stand des Ladeinfrastrukturausbaus in Deutschland

Zum 1. Juli 2018 waren bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) 5.133 öffentliche Ladesäulen mit 10.272 Ladepunkten und einer Anschlussleistung von insgesamt 226.474 kW gemeldet. Darunter waren 4.509 Normmallade- (≤ 22 kW) und 609 Schnellladeeinrichtungen ($\geq 22,1$ kW) registriert. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die BNetzA nur Ladeeinrichtungen bekannt gibt, bei denen der Betreiber der Veröffentlichung zugestimmt hat (BNetzA 2018). Andere Quellen gehen bereits von mehr als 10.000 öffentlichen Ladesäulen aus (STATISTA GMBH 2018). Grund für die unterschiedlichen Zahlen ist u.a. auch, dass es in Deutschland noch keine zentrale und einheitliche Erfassung der Ladeinfrastruktur gibt. Das Ladesäulenregister des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) verzeichnete im Zeitraum von Juli bis Dezember 2018 einen Zuwachs öffentlicher/teilöffentlicher Ladepunkte von 20 % auf insgesamt 16.100 (davon 12 % Schnelllader).

Insgesamt zeigt die aktuelle Entwicklung einen deutlichen Anstieg der öffentlich zugänglichen Ladesäulen in Deutschland. Neben dem Ausbau und Betrieb von öffentl. zugänglichen Ladepunkten durch Energieversorger, Stadtwerke und Städte trägt mitunter das in 2017 in Kraft getretene 300-Millionen-Euro-Förderprogramm „Ladeinfrastruktur“ des BMVI aktiv zum Ausbau der Ladeinfrastruktur bei. Durch dieses soll ein bundesweit flächendeckendes Ladenetz von insgesamt 15.000 Ladesäulen (10.000 Normal- und 5.000 Schnellladestationen) gefördert werden. Im Zuge des ersten Förderaufrufs vom Februar 2017 wurden 7.648 Normmallade- und 1.648 Schnellladepunkte bewilligt. Im Rahmen des zweiten Förderaufrufs vom September 2017 wurden weitere 2.121 Normmallade- und 16 Schnellladepunkte genehmigt (BMVI 2018b). Im Rahmen des dritten Förderaufrufs besteht vom 22.11.2018 bis zum 21.02.2019 die Möglichkeit Förderanträge für öffentlich zugängliche Ladestationen zu stellen.

Mit der aktuell verfügbaren Ladeinfrastruktur ist Deutschland allerdings noch weit davon entfernt, den geschätzten Bedarf - im Hinblick auf das Ziel der Bundesregierung 1. Mio. E-Fahrzeuge bis 2020 und 6 Millionen E-Fahrzeuge bis 2030 auf bundesdeutsche Straßen zu bringen, zu decken. Im Rahmen des Projektes Laden2020 haben das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ein Szenario für den Gesamtbedarf an öffentlichen Ladepunkten in Deutschland ermittelt. Somit würden für 1. Mio. E-Fahrzeuge etwa 33.000 öffentliche und halböffentliche Ladepunkte für den Alltagsverkehr benötigt werden. Weitere 2.600 öffentliche Ladepunkte für den Fernverkehr und rund 4.000 Schnellladepunkte (DLR & KIT 2016).

Laut der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) werden im Jahr 2025 etwa 144.000 Ladesäulen notwendig sein, um den Bedarf der Elektrofahrzeuge decken zu können (NPE 2015). Die Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFID) geht von gut 200.000 benötigten Ladepunkten bis 2025 aus (ELECTRIDRIVE 2018c).

2.4.5 Analyse der Hemmnisse beim Aufbau von Ladeinfrastruktur

Die Hemmnisse beim Aufbau der Ladeinfrastruktur sind vielfältig und hängen in den Bereichen öffentliches, halböffentliches und privates Laden von teils gleichen aber auch unterschiedlichen Faktoren ab. Nachfolgend sind die zentralen Gründe für den nur schleichenden Ausbau der Ladeinfrastruktur aufgelistet:

Hemmnisse beim Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur

- Die Förderprogramme und damit die Förderquoten bzw. Förderhöhen und zeitliche Begrenzungen der Förderaufrufe für den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur durch Bund und Länder sind nicht ausreichend
- Das „Henne-Ei-Problem“: Ohne eine ausreichende Ladeinfrastruktur kann es keine E-Mobilität und ohne E-Mobilität keine ausgebaute Ladeinfrastruktur geben
- Fehlende Anzahl an E-Fahrzeugen, um eine hohe Auslastung der Ladesäulen zu erreichen und einen möglicherweise wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten
- Ein wirtschaftlicher Betrieb von öffentlichen Ladesäulen ist aufgrund der hohen Investitionskosten für Hardware, Netzanschluss, Installation und Betrieb nur schwer möglich. Hieraus resultiert eine mangelnde Investitionsbereitschaft der Wirtschaft. Refinanzierung ist nur über einen Aufschlag beim Abgabepreis möglich
- Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der E-Mobilität und somit des Geschäftsfeldes ist schwierig. Steigende Batteriekapazitäten könnten eine öffentliche und flächendeckende Ladeinfrastruktur „überflüssig“ machen. Neben einem Claim-Spotting (Sicherung von Ladestandorten mit perspektivisch sehr guter Frequentierung) besteht das Interesse von Unternehmen vordergründig im Marketing und in der Werbewirksamkeit
- Hoher Parkdruck in Kommunen und Städten, mangelnde Akzeptanz bei Wegnahme von Parkflächen, Anzahl der Parkflächen in städtischer Hand ist zu gering
- Es existiert keine Verpflichtung von Städten, Kommunen und in der Energiewirtschaft tätigen Unternehmen, den Ausbau eigenständig voranzutreiben

Hemmnisse beim Aufbau halböffentlicher Ladeinfrastruktur

- Kosten für die Umrüstung der gewerblichen Fuhrparkflotte und der Anschaffung der E-Fahrzeuge/Ladeinfrastruktur sind zu hoch
- Mangelnde wirtschaftliche Anreize auf nachhaltige Antriebstechnologien umzurüsten
- Förderprogramme für die Umrüstung von gewerblichen Fuhrparkflotten durch Bund und Länder sind nicht ausreichend bzw. nicht vorhanden
- Fehlende unternehmerische Umweltschutzrichtlinien und Vorgaben
- Einsatzgebiete und Einsatzzwecke der gewerblichen Fuhrparkflotte ungeeignet aufgrund mangelnder Reichweite und Fahrzeugtypenverfügbarkeiten am Markt
- Vorbehalte der Mitarbeiter, ein Elektrofahrzeug für Dienstzwecke zu benutzen

Hemmnisse beim Aufbau privater Ladeinfrastruktur

- Kosten für E-Fahrzeuge, Hardware, Netzanschluss und Installation zu hoch.
- Lange Lieferzeiten, zu geringe Reichweiten und Ladesäulenverfügbarkeit, lange Ladezeiten, mangelnde Fahrzeugtypenverfügbarkeit (insbesondere im „Familienbereich“)
- Unzureichende Kaufanreize, Steuervorteile und Förderprogramme für Privatleute (bspw. waren im Juli 2018 erst rund 1/6 des 600 Millionen Euro großen Umweltbonus-Fördertopfs ausgeschöpft)
- Mangelnde Parkplatzverfügbarkeit, Garagen oder Stellplätze zur Installation von privater Ladeinfrastruktur
- Rechtliche Hindernisse bei der Installation in Mietshäusern und bei Wohneigentümergemeinschaften sowie bei angemieteten Abstellplätzen

- Themenkomplex E-Mobilität überfordert:
 - Welche Hardware wird benötigt? Wie ist zu verfahren, wenn privat eine Ladeinfrastruktur installiert werden soll?
 - Mangelnde Transparenz bei der Abrechnung, aufgrund fehlender Eichrechtskonformität der Ladesäulen; eine Nutzerakzeptanz wird nur bei einem dem Haushaltsstrom vergleichbaren Strompreisen von ca. 30 Cent/kWh zu erwarten sein
 - Unübersichtlicher deutschlandweiter „Ladekartenwald“
- Fehlendes ökologisches Bewusstsein und die „Liebe zum altbewährten Verbrennungsmotor“

Um aufkommenden und bereits bestehenden Hemmnissen beim Aufbau privater/halböffentlicher und öffentlicher Ladeinfrastruktur entgegen zu wirken, können einige Maßnahmen ergriffen werden. Nachfolgend werden einige Handlungsmöglichkeiten in den unterschiedlichen Bereichen exemplarisch aufgeführt:

Öffentlich:

- Städtische Installation von Ladesäuleninfrastruktur im öfftl. Raum und intensive werbewirksame Vermarktung
- Parkflächen für Ladesäuleninfrastruktur im öffentlichen Raum der Wirtschaft zur Verfügung stellen. Öffnung/Ausweisung von Flächen zur Hub-Ladung
- Initiierung von Kooperationsprojekten und dessen pressewirksame Vermarktung
- Stärkung der E-Mobilität durch ein Ladesäuleninfrastruktur-Vorzeige-/Leuchtturmprojekt
- Umrüstung von Straßenlaternen und Ausweisung von Parkflächen als Lademöglichkeit in Wohngebieten

Halböffentlich:

- Beratungs- und Informationskampagne zum Aufbau von Ladesäuleninfrastruktur
- Netzwerkveranstaltung: Arbeitgeber mobilisieren

Privat:

- Finanzielle Unterstützung und Auflegung eines städt. Förderprogramms zur Förderung privater Ladesäuleninfrastruktur
- Kostenlose Erstberatung für Bürger
- Erstellung eines Informationsschreiben für Bauherren (Bspw. Anmelde-/Genehmigungspflicht von Ladesäuleninfrastruktur, Mitverlegung von Leerrohren)
- Informationskampagne zum Aufbau von Ladesäuleninfrastruktur

2.5 Elektromobilität heute

2.5.1 Politische Ziele zur Elektromobilität in Deutschland

Die hinlänglich diskutierte Vorgabe der deutschen Bundesregierung aus dem Jahr 2011 von einer Million Elektroautos auf deutschen Straßen bis zum Jahr 2020 gilt inzwischen als nicht mehr haltbar. Dieses Ziel wurde 2017 auch von Angela Merkel in einem Fraktionskongress als „nicht [zu] erreichen“ definiert (HANDELSBLATT 2017B). Die Grüne Fraktion

hatte dagegen in ihrem Wahlkampf an den Vorgaben festgehalten und zur Erreichung eine Kaufförderung von 6.000 Euro pro Fahrzeug vorgeschlagen (SPIEGEL ONLINE 2017A).

Die politische Motivation zum Ausbau der E-Mobilität in Deutschland wird vermutlich durch die notwendige Ausrichtung der deutschen Automobilindustrie, aber auch durch ökologische Vorgaben bestimmt. So sagt der Koalitionsvertrag: „Die Mobilitätspolitik ist dem Pariser Klimaschutzabkommen und dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung verpflichtet“ (BUNDESREGIERUNG 2018).

Konkrete politische Ziele der neuen Bundesregierung aus dem Koalitionsvertrag beschränken sich jedoch auf die zusätzliche Förderung der Elektrofahrzeuge und der Umstellung auf neue Antriebsarten (vgl. Absatz 2.5.3 Förderung). Zur Ladeinfrastruktur gibt der Vertrag das Ziel von mindestens 100.000 zusätzlichen Ladepunkten vor. Hiervon soll mindestens ein Drittel Schnellladesäulen (DC) sein.

Ein weiteres Ziel ist die Verbesserung der Luftqualität in Städten. Hier soll Kommunen und Städten der entsprechende Ordnungsrahmen eingeräumt werden, um Emissionsgrenzwerte vorgeben zu können, möglichst ohne Fahrverbote.

Auch die Batterieproduktion mit Standort Europa und Deutschland ist ein erklärtes Ziel der neuen Bundesregierung. Konkretere Handlungen sind hierzu im Koalitionsvertrag nicht genannt.

2.5.2 Rechtlicher Rahmen

Die gesetzlichen Vorgaben mit Relevanz für die E-Mobilität sind vielfältig. Ein großer Treiber für die E-Mobilität ist ihre vorteilhafte Ökologie im Vergleich zu Verbrennungsmotoren. Hier gibt es diverse Gesetze, die implizit einen Ausbau der E-Mobilität auf europäischer oder nationaler Ebene stärken. Zu nennen sind hier scharfe Abgasnormen für Verbrennerfahrzeuge, Fahrverbote für stark emittierende Vehikel und Vorgaben für spezifische Durchschnittswerte der CO₂-Emissionen von Fahrzeugflotten der einzelnen Hersteller. All diese Regularien fördern die als emissionsfrei definierten Elektrofahrzeuge (s. Abschnitt 2.5.6 zur Ökologie).

Bei der Einführung der neuen Technologie sind umfangreiche technische Aspekte zu regeln und standardisieren. Auch hierfür gibt es zahlreiche gesetzliche Vorgaben, sei es die Einhaltung von technischen Anschlussbestimmungen einer Ladesäule, die Einhaltung der Sicherheit von batterieelektrischen Fahrzeugen oder die Standardisierung der Stecker und der Kommunikation von Fahrzeug, Ladesäule und Energiesystem.

Auch gibt es vielfältige monetäre Entscheidungen, die das Thema E-Mobilität flankieren oder der neuen Technologie zum Durchbruch verhelfen sollen. So z.B. die Kaufprämie oder der Erlass von Steuern (s. Abschnitt 2.5.3 zur Förderung).

Zudem werden diverse operative Abläufe durch gesetzliche Bestimmungen definiert. Hier sei exemplarisch die mögliche Nutzung von Busspuren oder spezieller Parkplätze für Elektrofahrzeuge genannt. Im Folgenden werden die Gesetze mit direktem Bezug zur E-Mobilität erläutert.

2.5.2.1 Elektromobilitätsgesetz

Im Jahr 2015 wurde das Elektromobilitätsgesetz (EmoG) vom Bundeskabinett verabschiedet. Das EmoG bezieht sich auf Elektrofahrzeuge (batterieelektrische Fahrzeuge, PHEV mit einer elektrischen Reichweite von mindestens 40 km und Wasserstofffahrzeuge) und hat

eine vorläufige Gültigkeit bis zum 31.12.2026. Es definiert die Kennzeichnung von Elektrofahrzeugen (per Nummernschild) und ermächtigt Kommunen dazu, Privilegien für diese im städtischen Verkehr einzuräumen. Das EmoG gliedert sich in drei Bereiche: Anwendungsbereich, Bevorrechtigungen für E-Fahrzeuge und E-Kennzeichen.

Folgende Bevorrechtigungen für BEV, PHEV und FCEV (Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge) sind möglich:

- Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen, Freihaltung von Stellplätzen an öfftl. Ladeinfrastruktur, Freihaltung von Parkraum für E-Fahrzeuge
- Nutzung von für besondere Zwecke bestimmte öffentliche Straßen oder Wege bzw. Teile von diesen (Sonderspuren)
- Das Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtsbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten sowie
- Die Ermäßigung oder Freistellung von Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen

Einen guten Überblick zu den Vorteilen des EmoG bietet der „Leitfaden zum Elektromobilitätsgesetz Best Practice kommunale Umsetzung“ der e-mobil BW (E-MOBIL BW 2018).

2.5.2.2 Ladesäulenverordnung

Im März 2016 wurde die Ladesäulenverordnung (LSV) von der Bundesregierung beschlossen. Sie gilt als die nationale Implementierung der EU-Richtlinie (2014/94/EU), in der der Infrastrukturausbau für alternative Kraftstoffe geregelt wird. So wird z.B. der Rahmen von nationalen Strategien, als auch technischer Standards wie beispielsweise die vereinheitlichten Steckerbilder für öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen (gem. Norm EN62196-2 und Norm EN62196-3) definiert (EU 2014). Auch werden in der LSV verbindliche Regelungen zur Ausführung von Ladesteckern (nach § 5 Abs. 1 und Abs. 4 S. 2 LSV) und Mindestanforderungen zum Aufbau und Betrieb von öffentlichen Ladepunkten definiert. Ebenfalls ist geregelt, dass Betreiber von öffentlich zugänglichen Ladepunkten die Bundesnetzagentur über den Aufbau informieren müssen. Bei Schnellladepunkten müssen zusätzlich regelmäßige Nachweise über die Einhaltung der technischen Anforderungen vorgelegt werden (vgl. Abbildung 7). Zudem werden in der zweiten Version der LSV Modalitäten für die Authentifizierung, Bezahlung und Abrechnung definiert, so dass an öffentlichen Ladepunkten Mindestanforderungen für eine barrierefreie Nutzung ermöglicht und eine Interoperabilität von Systemen (also eine Herstellerunabhängigkeit) eingehalten wird. Ein Bezahlvorgang über App, bar oder EC-/Kreditkarte ist zu gewährleisten (BMW 2017A, BMJV 2017A).

| | Installation | Anzeige- pflicht | Nachweispflicht | Einheitliche Stecker |
|--|----------------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| Normal- ladepunkt  | Nach Inkrafttreten der LSV | ✓ | ✗ | Ab 17.06.2016 ✓ |
| | Vor Inkrafttreten der LSV | ✗ | ✗ | ✗ |
| Schnell- ladepunkt  | Nach Inkrafttreten der LSV | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> • Techn. Anforderungen nach § 3 II, III LSV • Allg. techn. Anforderungen nach § 49 EnWG, § 3 IV S. 1 LSV | Ab 17.06.2016 ✓ |
| | Vor Inkrafttreten der LSV | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> • Allg. techn. Anforderungen nach § 49 EnWG, § 3 IV S. 1 LSV | ✗ |

Abbildung 7: Pflichten nach Inkrafttreten der Ladesäulenverordnung (BNETZA 2016).

2.5.2.3 Weitere Regularien für den Ladeinfrastrukturausbau und zukünftige Geschäftsmodelle

Gesetzlich scheint das Laden von Elektrofahrzeugen eine große Herausforderung zu sein, denn es dauerte mehrere Jahre bis die derzeitigen gesetzlichen Regelungen gefunden waren. Und auch heute noch bestehen Unklarheit und Hürden für weiterführende Geschäftsmodelle jenseits des Fahrstromverkaufs, so die Aussage von Dr. Herz auf der Lab2Reality-Konferenz in Berlin (M2G 2018). Einige relevante Aspekte sind im Folgenden nach Veräußerung des Stroms, der Regelbarkeit und der Rückspeisung gegliedert.

Veräußerung von Fahrstrom

Durch die LSV sind der Betrieb und die Nutzung der Ladesäulen im öffentlichen Raum geregelt (s. oben). Dies gilt insbesondere durch die Novelle des Strommarktgesetzes vom 26.6.2016, wonach der Ladepunkt und nicht länger das Elektrofahrzeug als Letztverbraucher definiert ist - siehe §3 Abs. 25 EnWG (BMJV 2017B). Dadurch ist klargestellt, dass ein Ladesäulenbetreiber Letztverbraucher ist und nicht den Status eines Stromlieferanten benötigt. Auch steuerlich wurde dies durch die Erweiterung des Ausnahmekatalogs in der Stromsteuer-Durchführungsverordnung (§ 1a StromStV) geregelt. Das heißt, dass weder das EnWG noch das StromStV relevant für die Geschäftsbeziehung zwischen Ladesäulenbetreiber und Nutzer sind. Für den Ausbau der Ladeinfrastruktur heißt das exemplarisch, dass durch den Wegfall der strengen Regulierungen des Netzbetriebs die Hürden des Ladeinfrastrukturausbaus und zudem die Monopolbildung beim Betrieb keine Relevanz mehr haben (BMW i 2017A).

Lastmanagement

Laut BMW i (2017A) ist mit den Regelungen des EnWG die „Voraussetzung geschaffen, damit zukünftig die Netzentgelte bei einem netzdienlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen reduziert und das Laden so günstiger gemacht werden kann.“ Damit ist vermutlich §14a des EnWG (BMJV 2017B) gemeint, der ein reduziertes Netzentgelt für steuerbare Verbrauchseinheiten fordert und auch Elektromobile zu diesen Verbrauchseinheiten zählt.

Hierüber entsteht z.B. die Möglichkeit einer zeitweisen Strompreisreduktion, falls das Fahrzeug nicht durchgängig mit maximaler Ladeleistung, sondern gemäß Netzanforderungen oder Aspekten der erneuerbaren Energiebereitstellung geladen werden kann.

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass der Anteil der Netzentgelte in einem überschaubaren Rahmen liegt. Betrachtet man exemplarisch die mögliche „Tarifizierung“ basierend auf den üblichen Haushaltsstromkosten (ca. 30 ct/kWh laut BDEW 2018), so machen die Netzentgelte ca. 25 % des Strompreises aus, Kosten für Messung und Abrechnung sind darin enthalten. Nimmt man folglich eine mögliche Reduktion der Netzentgelte um 40 % (entspricht ca. 10 % des Gesamtstrompreises) und eine Weitergabe der Hälfte der erwirtschafteten Vorteile an den Endkunden an, so würden sich die Kosten des Ladestroms für den Endkunden um ca. 5 % (entspricht 28,5 statt 30 ct pro kWh reduzieren). Auf 100 km wäre hierüber eine Einsparung von ungefähr 22 ct zu erwirtschaften. Wie stark hierdurch die Bereitschaft des Endkunden zur Lastreduktion und somit zu längeren Wartezeiten geweckt werden kann, ist unklar. Bisher sind jedoch keine greifenden Geschäftsmodelle in diesem Bereich bekannt.

Rückspeisung

Das Rückspeisen von Strom aus dem Elektrofahrzeug in das Stromnetz kann reduzierende Effekte auf den Ausbau des Stromnetzes haben und für Netzstabilität sorgen. Somit ist dies ein Bestreben der Politik. Der Gesetzgeber hat hierzu jedoch bisher keine nennenswerten Anreize geschaffen. Laut Aussage von Herrn Dr. Herz auf der Lab2Reality-Konferenz in Berlin (M2G 2018) ist der Dschungel an Regularien unüberschaubar und gibt keine Klarheit darüber, wie durch Rückspeisung monetäre Vorteile zu einem Geschäftsmodell werden können. Exemplarisch steht hier eine derzeitige doppelte Erhebung der EEG-Abgabe im Weg, die sowohl beim Laden als auch beim Rückspeisen anfällt.

Auch sind derzeit die technischen Voraussetzungen nicht geschaffen. Zwar definieren die geforderten Standards der Stecker und der Kommunikation die technische Ertüchtigung des Ladepunktes. Doch gilt der Nissan Leaf 2018 als derzeit einziges rückspeisefähiges Fahrzeug, das als Serienprodukt auf dem europäischen Markt angeboten wird. Und das nur, da asiatische Standards (CHADEMO 2018) und keine europäischen Stecker (Combo II) verwendet werden.

2.5.2.4 Die mögliche weitere Entwicklung des rechtlichen Rahmens

Seit dem Dieselskandal scheint es einen deutlichen Ruck in der deutschen Automobilindustrie gegeben zu haben. Verkaufszahlen der Dieselfahrzeuge sinken drastisch, Benziner stehen hoch im Kurs, batterieelektrische Fahrzeuge und Hybride erfreuen sich ebenfalls hoher Nachfrage und werden in neuen Modellen für die kommenden Jahre angekündigt. Und auch die Politik hat in ihrem Koalitionsvertrag (BUNDESREGIERUNG 2018A) zugesagt, mehr für die Luftreinhaltung zu tun. So soll den Kommunen der rechtliche und finanzielle Rahmen für die Durchsetzung der Luftreinhaltung gegeben werden. Vermutlich werden sich zukünftige Regelungen bezüglich Ökologie und Luftreinhaltung positiv auf die Entwicklung der E-Mobilität auswirken.

Des Weiteren wird im Koalitionsvertrag von nötigen Anpassungen im Gebäudebereich gesprochen, um den Ausbau der Ladeinfrastruktur voranzubringen. Dies scheint auch einer gewissen Notwendigkeit geschuldet, da mit der aktuell überarbeiteten Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch das EU-Parlament Handlungsdruck zur Umsetzung in nationales Recht gegeben ist. Nach besagter Richtlinie wird spätestens ab 2025 die Verkabelung bzw. der Aufbau von Ladepunkten in Garagen und Parkplätzen von neuen Wohn- und Gewerbeobjekten verpflichtend (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2018).

Sollen Energie- und Mobilitätswende tatsächlich Hand in Hand entwickelt und Synergien genutzt werden, so kommt man nicht umhin, auch den rechtlichen Rahmen für gesteuertes Laden und die energetische Rückspeisung zu legen. Geschäftsmodelle hierzu können nur mit weiteren Anreizen zur zeitlichen Tarifierung und zur Nutzung der zukünftig vorhandenen Speicher entstehen.

2.5.2.5 Miet- und Wohneigentumsrecht

Am 31. Juli 2018 hat das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJV) einen Diskussionsentwurf zur Novellierung des Miet- und Wohneigentumsrecht veröffentlicht. Das Gesetz zur „Förderung von Barrierefreiheit und Elektromobilität im Miet- und Wohnungseigentumsrecht“ und der Diskussionsentwurf des Bayerischen Staatsministeriums der Justiz für ein „Gesetz für zukunftsfähiges Wohnen im Wohneigentum“ sollen es zukünftig erleichtern, Ladestationen für Mieter und Eigentümer zu installieren und ggf. sogar einen gesetzlichen Anspruch auf eine Lademöglichkeit eröffnen. Entsprechende Diskussionsentwürfe sind unter: https://www.bmju.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/DE/Reform_Wohnungseigentumsgesetz_WEG.html abzurufen.

Bislang können etwaige Vorhaben durch Einsprüche der Eigentümergemeinschaft oder des Vermieters selbst die Installation von Ladestationen, bspw. in Tiefgaragen verhindern. Zentrale Streitpunkte sind neben die Kostenverteilung, Mieterhöhung, optischen Gesamteindruck, Rückbaupflichtungen und Kostenrisiken.

Bis zum Sommer 2019 sollen Vorschläge für die Reform erarbeitet werden, sodass das BMJV bis zum Jahresende 2019 einen Referentenentwurf vorlegen kann. Das Gesetzgebungsverfahren soll bis zum Ende der Legislaturperiode abgeschlossen sein.

2.5.3 Förderung und Wirtschaftlichkeit

2.5.3.1 Förderungen von Elektrofahrzeugen

Seit Juli 2016 wird die Anschaffung von Elektrofahrzeugen staatlich finanziell bezuschusst. Für PHEV werden 3.000 Euro, für batterieelektrische Fahrzeuge 4.000 Euro Kaufprämie bereitgestellt.⁶ Die Anteile werden zur Hälfte vom Bund, zur Hälfte von den Automobilherstellern gestellt – dies ist die Fördervoraussetzung der Bundesregierung. Seit dem Inkrafttreten der neuen Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus) am 03.03.2018 sind zusätzlich auch Doppelförderungen zulässig – also z.B. auch die Kombination mit kommunalen Zuschüssen (BAFA 2018 und Bundesregierung 2016b). Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) hat zum Jahresende 2018 eine Zwischenbilanz erstellt. Demnach wurden bislang 91.498 Anträge gestellt. 58.116 entfallen auf BEV, 33.347 auf PHEV und 35 auf Brennstoffzellenfahrzeuge. Dies ergibt Ausgaben in Höhe 332.610.000 Euro. Somit ist lediglich ca. ein Drittel der zur Verfügung stehenden Förderung von 1,2 Milliarden Euro – die hälftig vom Bund

⁶ Die Förderung gilt nur für Fahrzeuge die nach dem 18.5.2016 angeschafft wurden, nur für gängige Fahrzeugklassen und nicht für Luxusklassen (über 60.000 Euro BAFA-Listenpreis). Zudem sind gewisse lokale Emissionsgrenzen bei PHEV einzuhalten. Für weitere Informationen siehe: http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html

und den Autokonzernen finanziert wird – abgerufen. Im Juni 2019 läuft die Kaufprämie aus.

Eine Befreiung von der Kfz-Steuer gilt für Elektrofahrzeuge für zehn Jahre bei Erstzulassungen zwischen dem 1.1.2016 und dem 31.12.2020, so die erneute Verlängerung der Steuerbefreiung (BMWi 2017A). Seit dem 17.11.2016 wird Elektrofahrzeugbesitzern die Kfz-Steuer für zehn Jahre erlassen. Seit 2011 war bereits eine Steuerfreiheit für fünf Jahre gewährleistet worden (BUNDESREGIERUNG 2016B).

Bei privater Nutzung von Dienstwagen fällt meist 1 % des Listenpreises des Fahrzeugs als steuerliche Abgabe an. Elektrofahrzeuge wären mit dieser Regelung auf Grund ihres höheren Anschaffungspreises benachteiligt, weshalb ein „Nachteilsausgleich“ geschaffen wurde. Dieser reduziert den anzusetzenden Listenpreis um den Anteil der Batteriekosten. Diese Regelung besteht bereits seit mehreren Jahren. In der aktuellen Legislaturperiode soll eine Vereinfachung erfolgen (s. unten). Ab 2019 verringert sich die steuerliche Abgabe für BEV und PHEV auf 0,5 % des Listenpreises.

Für das Aufladen von Elektrofahrzeugen beim Arbeitgeber wird keine Umsatzsteuer erhoben; so ein gesetzlicher Beschluss von November 2016. Ebenfalls sind Ladestationen, die der Arbeitgeber seinen Angestellten übereignet, steuerlich begünstigt. Die Regelungen sind befristet und gelten vom 1. Januar 2017 bis 31. Dezember 2020. (BMWi 2017A).

2016 –2017 initiierte die Bundesregierung ein Marktanzreizpaket für die E-Mobilität. Unter anderem wird hierüber auch die Beschaffung von behördlichen Elektrofahrzeugen gefördert. Das Ziel ist ein Anteil von 20 % Elektrofahrzeugen in der öffentlichen Flotte, dies wurde mit 100 Millionen Euro subventioniert (BMWi 2017A). Eine Verlängerung des Projektes wird im Koalitionsvertrag genannt (BUNDESREGIERUNG 2016A).

Durch die KfW werden günstige Kredite für die Förderung der E-Mobilität im Rahmen des KfW-Umweltprogramms 240/241 gewährleistet. Elektro- und Wasserstofffahrzeuge sind hier adressiert, ebenso die benötigte Infrastruktur. Angesprochen sind Unternehmen und Freiberufler (KfW 2018).

Besondere Förderbedingungen erfuhren Kommunen, die die Emissionsgrenzwerte von 40 µg/m³ NO_x überschreiten. Im Rahmen des „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ Programms waren diese Kommunen antragsberechtigt für die Förderung von der Beschaffung von E-Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur. Mit dem Ende der Einreichungsfrist zum 31.1.2018 ist das Förderprogramm allerdings ausgelaufen.

Weitere indirekte, nicht monetäre Förderungen sind im Elektromobilitätsgesetz genannt (vgl. Abschnitt 2.5.2.1).

2.5.3.2 Förderungen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur

Unterschieden wird bei der Förderung zwischen Normalladestationen (AC bis 22 kW), Schnellladestationen (DC über 22 kW) und Ultraschnellladestationen (DC mit sehr hohen Leistungen).

Europa:

Eine europäische Förderung für den Ausbau der Ultraschnellladestationen in EU-Ländern wurde im April 2018 beschlossen. Der Aufbau und der Betrieb von 118 Ladestationen mit bis zu 350 kW in sieben Ländern (Deutschland ist nicht genannt) wird durch Smatrix erfolgen (ELECTRICDRIVE 2018).

Bundesweite Programme:

Das derzeit größte Förderprogramm zum Ausbau der Ladeinfrastruktur in Deutschland wurde im Mai 2016 im Rahmen des Marktanzreizprogramms für E-Mobilität beschlossen (BMVI 2017A). Der flächendeckende Ausbau von mindestens 15.000 öffentlich zugänglichen Ladesäulen ist erklärtes Ziel der Bundesregierung. Dieses wird zwischen 2017 und 2020 mit 300 Millionen Euro gefördert. Sowohl Normalladestationen als auch Schnellladestationen werden subventioniert. Zur Förderung gab es bereits zwei Aufrufe im Jahr 2017, die zum Aufbau von 13.000 Ladepunkten führen sollen (BMVI 2017B). Vom 22.11.2018 bis zum 21.02.2019 läuft der dritte Aufruf zur Förderung öffentlicher Ladeinfrastruktur, welcher zur Errichtung von bis zu 10.000 Normal- und 3.000 Schnellladepunkten führen soll.

Des Weiteren werden im Koalitionsvertrag die angestrebten Zahlen erhöht: bis 2020 sollen mindestens 100.000 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge zusätzlich (öffentlich) verfügbar gemacht werden. Ein Drittel davon sollen Schnellladesäulen (DC) sein. Hierzu sind Investitionen der Bundesregierung geplant (BUNDESREGIERUNG 2018).

Durch die KfW werden günstige Kredite für den Aufbau von Ladeinfrastruktur im Rahmen des KfW-Umweltprogramm 240/241 gewährleistet. Angesprochen sind Unternehmen und Freiberufler (KfW 2018).

Landesförderung Baden-Württemberg:

Neben den Förderzuschüssen des Bundes gibt es auch diverse Landesförderungen zur Elektromobilität. Hier ist für Baden-Württemberg das flächendeckende Sicherheitsladernetz für Elektrofahrzeuge (SAFE) zu nennen. Ein aus 78 Partnern bestehendes Konsortium unter der Leitung der EnBW hat einen Förderbescheid in Höhe von 2,2 Millionen € erhalten. In 2019 soll in einem 10 x 10 km großen Raster ein flächendeckendes Grundladernetz (106 Normalladestationen) mit 22 kW Ladeleistung entstehen. Zusätzlich entsteht ein Schnellladernetz (48 Schnellladestationen) mit mindestens 50 kW in einem 20 x 20 Kilometer Raster (MINISTERIUM FÜR VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG 2018).

Des Weiteren fördert das Land bspw. E-Lastenräder, Elektro- und Hybridbusse, E-Fahrzeuge, Elektro-LKW etc. Weitere Informationen können beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg eingeholt werden.

2.5.3.3 Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität

Die wirtschaftlichen Vor- und Nachteile⁷ von Elektrofahrzeugen gegenüber Verbrennerfahrzeugen wurden vom ADAC in einer Studie im April 2018 zusammengefasst. Darin wurden alle über den Betrachtungszeitraum von fünf Jahren anfallenden Vergünstigungen und Kosten inklusive des Wertverlustes angesetzt (ADAC 2018A). Der gewählte Betrachtungszeitraum erscheint legitim und wird vom ADAC generell für die Kostenermittlung von Fahrzeugen angesetzt, spiegelt jedoch nicht die durchschnittliche Lebenserwartung von Fahrzeugen in Deutschland wider. Die inländische Außerbetriebsetzung liegt in

⁷ Gemäß ADAC 2018A werden die Vor- und Nachteile wie folgt benannt:

Vorteile: Steuervergünstigungen, Kaufprämien, evtl. Versicherung mit Öko-Bonus, niedrigere Kraftstoffkosten, teilweise lokale Emissionsfreiheit, ökologisches Fahren mit Öko-Strom.

Nachteile: Meist höherer Anschaffungspreis, Stellplatz mit Lademöglichkeit notwendig, noch begrenzter Aktionsradius (elektrisch), Ladestationen noch nicht flächendeckend, teilweise eingeschränktes Raumangebot, kein ökologischer Vorteil bei derzeitigem deutschen Strommix.

Deutschland bei PKW durchschnittlich bei 12 Jahren (KBA 2016), die Verschrottung erfolgt im Schnitt erst nach ca. 18 Jahren (ADAC 2018C UND ENTSORGUNG.DE 2014).

Aus der genannten Studie des ADAC (ADAC 2018A) können fahrzeugscharf die Kilometerkosten abhängig von der Jahreskilometerleistung abgelesen werden. Im Vergleich zur letztjährigen Fassung der Studie wird mit der diesjährigen Aktualisierung klar, dass E-Mobilität durch die gesunkenen Anschaffungspreise und die Förderung stark an Wirtschaftlichkeit gewinnt. Noch gibt es wenig Elektrofahrzeuge, die über die gewählten fünf Jahre deutlich preiswerter sind als ihre konventionellen Vergleichsmodelle, doch ist die Lücke kleiner geworden. Bereits eine geringe Steigerung des derzeit preiswerten Benzinpreises oder eine weitere Senkung des Anschaffungspreises für Elektrofahrzeuge wird die Darstellung zu Gunsten der meisten batterieelektrischen und hybriden Modelle verschieben.

2.5.4 Marktverfügbarkeit von Fahrzeugen

An den Absatzzahlen (s. oben) ist zu erkennen, dass die Skepsis gegenüber der E-Mobilität schwindet. Dies liegt maßgeblich am Ausbau der Normallade- und der Schnellladeinfrastruktur, der deutlichen Steigerung der Batteriekapazitäten und somit der Reichweite, der gleichzeitigen Senkung der Anschaffungspreise durch Zuschüsse und Serienbauweise sowie an der Erweiterung der Produktpalette deutscher und internationaler Anbieter.

Ein großes Problem stellen derzeit noch die langen Lieferzeiten von teilweise bis zu 12 Monaten dar. Zum einen aufgrund der generell steigenden Nachfrage von E-Fahrzeugen sowie fehlenden Produktionskapazitäten und zum anderen aufgrund von immensen Exporten nach bspw. Norwegen.

2.5.4.1 PKW

Die Kostenvergleichsstudie des ADAC (2018A) hat über 80 Elektro- und Plug-in-Hybrid-PKW analysiert. All diese PKW sind marktverfügbar. Des Weiteren sind viele elektrische PKW für 2018 und kommende Jahre angekündigt (E-STATIONS.DE 2018). Folglich kann heute von einer Marktverfügbarkeit unterschiedlicher PKW gesprochen werden. Eine gute Übersicht zu Elektrofahrzeugen und Plug-in-Hybriden bietet die Galerie von E-Stations.de. Hier sind ca. 15 Neuankündigungen und über 80 Serienfahrzeuge verzeichnet. Die Reichweite elektromobiler PKW reicht von ca. 100 km bis zu über 650 km gemäß genormter Fahrzyklen, die Preise beginnen bei ca. 7.500 Euro für einen Renault Twizy und ca. 20.000 Euro für die preiswertesten Viersitzer (GREENGEAR.DE 2018 UND E-STATIONS.DE 2018).

2.5.4.2 Weitere Fahrzeugklassen

Auch sonstige Fahrzeugklassen erfahren zunehmend eine Elektrifizierung. Zu nennen sind hier vor allem der Lastenverkehr und die Busflotten des öffentlichen Personennahverkehrs.

Beim Lastenverkehr kommen zunehmend Elektrofahrzeuge zur innerstädtischen Distribution zum Einsatz. Exemplarisch ist hier der StreetScooter der deutschen Post zu nennen, für den gelben Transporter, der auch im Ausland angefragt wird, soll die Produktion künftig auf 20.000 Stück pro Jahr hochgefahren werden. (MANAGER MAGAZIN 2018). Auch für den Langstreckenlastenverkehr gibt es zunehmend Bemühungen. So wurde zum Beispiel der Bau für den eHighway an der A5 in Hessen im April 2018 begonnen; eine Teststrecke für elektrische Oberleitungs-LKWs (AUTOMOBILWOCHE 2018).

Der ÖPNV bestreitet vielerorts bereits seit vielen Dekaden einen Großteil seines Services elektromobil auf der Schiene. Die Unterstützung auf der Straße kommt allmählich ins Rollen. So fahren bereits in Hamburg, München und Berlin rein-elektrische Busse. Auch in kleineren Städten fahren (teil-)elektrische Busse. So setzt Göttingen (ca. 120.000 Einwohner) derzeit seinen ersten Hybridbus ein (ELECTRICDRIVE 2018A) und Kiel will seine Flotte auf 29 Hybridbusse aufstocken (ELECTRICDRIVE 2018B). Im Vergleich dazu wurden in China in 2017 knapp 90.000 Elektrobusse verkauft. Ein treibendes Argument ist in China vor allem die hohe urbane Luftverschmutzung (INSIDEEVS.COM 2018).

2.5.5 Stromnetzinfrastuktur

Die E-Mobilität wird erhebliche Auswirkungen auf die Stromnetzinfrastuktur haben. In diesem Kapitel sollen die durch E-Mobilität hervorgerufenen Netzbelastungen und entsprechende Lösungsansätze erläutert werden. Speziell der Einsatz von Lastmanagement, kann hierzu einen großen Beitrag leisten. Am Schluss des Kapitels wird zum einen aufgezeigt, ob der zusätzliche Strombedarf der E-Mobilität theoretisch durch erneuerbare Energien gedeckt werden könnte. Zum anderen wird erläutert, welche Gegenmaßnahmen getroffen werden müssten, um den Strombedarf und die Lastspitzen zu reduzieren.

2.5.5.1 Auswirkungen der Elektromobilität auf die Stromnetzinfrastuktur

Mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge werden die Anforderungen an die örtliche Stromnetzinfrastuktur erheblich steigen. Zwar wird der Anteil des Energieverbrauchs im Verhältnis zu üblichen Verbräuchen (Haushalte, Gewerbe) zunächst klein sein. Durch die teils hohen Ladeleistungen aufgrund von Gleichzeitigkeitsmomenten, fallen die Leistungsanforderungen an das Verteilnetz jedoch verhältnismäßig hoch aus. Um Netzüberlastungen entgegenzuwirken und auf der Erzeugerseite genügend Kapazitäten bereitzustellen, werden entweder hohe Investitionen für Netzertüchtigungen oder der Einsatz von intelligentem Lastmanagement notwendig sein.

Im Folgenden wird zum besseren Verständnis kurz der Aufbau des Stromnetzes erläutert und anschließend die zu erwartenden Netzbelastungen durch E-Mobilität dargestellt.

2.5.5.2 Netzebenen und -topologien

Bei Stromnetzen unterscheidet man zwischen unterschiedlichen Netzebenen. Neben den Übertragungsnetzen (Hochspannung), die den Strom überregional transportieren, sorgen Verteilnetze (Mittel- und Niederspannung) in ländlichen, vorstädtischen und urbanen Gebieten für die örtliche Verteilung. Da die Auswirkungen des Ladens von Elektrofahrzeugen primär auf Verteilnetzebene zu Herausforderungen führen, liegt der Fokus der folgenden Kapitel auf diesen örtlichen Netzen.

Zukünftig wird bei der Auslegung von Stromnetzen die Entwicklung des E-Fahrzeug-Bestands eine bedeutende Rolle spielen. Bestandsnetze müssen punktuell verstärkt werden, was jedoch mit erheblichen Kosten verbunden ist. Die Ausbaurkosten zur Ertüchtigung hängen stark von der vorhandenen Netztopologie ab.

Die Netztopologie variiert je nach Bevölkerungsdichte des jeweiligen Netzgebietes. „In Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte werden häufig vermaschte Netze mit Ringstrukturen genutzt, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, während in vorstädtischen und ländlichen Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte häufig Strahlennetze genutzt

werden. Die Kabel- und Leitungslänge sind dabei sehr heterogen, d.h. je mehr Leitungslänge pro Hausanschluss, desto höher die Netzkosten. Die Kosten werden sich in den Netznutzungsentgelten, also letztendlich in einem erhöhten Strompreis widerspiegeln“ (FRAUNHOFER ISI 2016) (vgl. Abbildung 8).

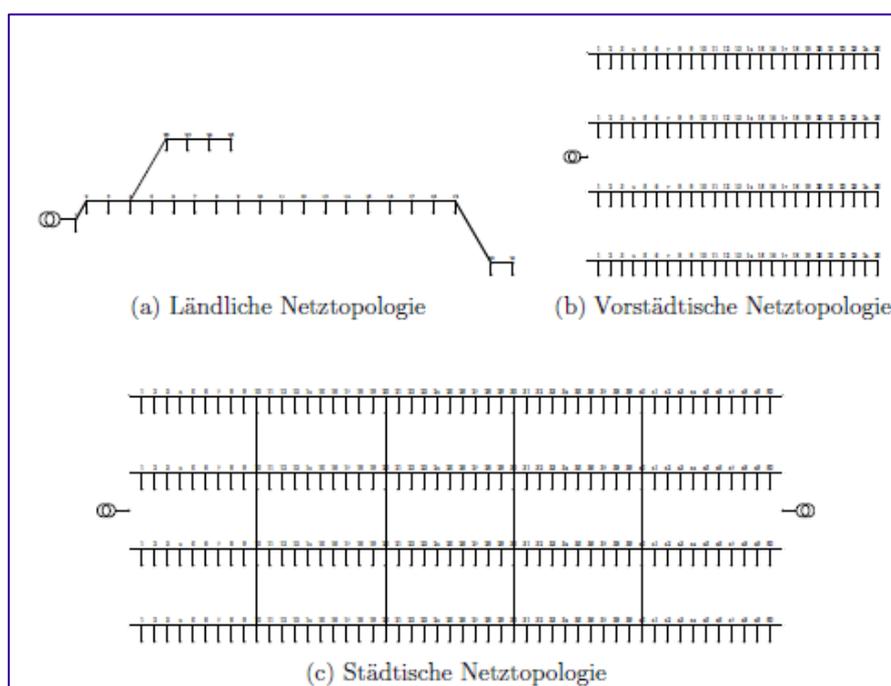


Abbildung 8: Netztopologien (FRAUNHOFER ISI, 2018).

2.5.5.3 Netzbelastung durch Elektromobilität

Durch typische Fahr- und Standzeiten treten Gleichzeitigkeiten beim Ladebedarf in den jeweiligen Anwendungsfällen auf, die Netzüberlastungen verursachen können. So sind typische Parkzeiten (und damit Ladezeiten) beim Arbeitgeber zwischen 8 und 17 Uhr. Im privaten Bereich ist davon auszugehen, dass der Ladevorgang beim Eintreffen zu Hause zwischen 17 und 19 Uhr gestartet wird. Stoßzeiten im gewerblichen Innenstadtbereich (Einzelhandel, Fußgängerzonen etc.) treten dagegen an Freitagen und Samstagen sowie zwischen 16 und 20 Uhr unter der Woche auf. E-Fahrzeuge werden zu Hause und beim Arbeitgeber meist mit Leistungen von 3,7 bis 22 kW geladen, im urbanen öffentlichen Bereich mit 11 bis ca. 150 kW. Je nach Anwendungsfall kann es somit zu plötzlichen Lastspitzen kommen. Bisher sind viele Verteilnetze jedoch nicht dafür ausgelegt, kurzfristig so hohe Leistungen bereitstellen zu können.

Im Rahmen einer Untersuchung zum Thema „Lastgangrechnung am Beispiel der Elektromobilität“ wurde der Zusammenhang von Mobilitätsverhalten und Stromnachfrage untersucht. Hierbei wurden auch technische Daten (Batteriekapazität, Reichweite und Verbrauch) berücksichtigt (HEIER ET AL. 2018).

Für die Lastgangrechnung wurde ein Beispiel-Baugebiet im Raum Landshut mit 27 Hausanschlüssen und insgesamt 98 Haushalten mit einer Anschlussleistung von 1,37 MW herangezogen, 78 davon mit Allgemeinstrombedarf. 24 Haushalten wurden Ladestationen mit je 21 kW zugeordnet. Die maximale Netzlast ergab 315 kW, das Minimum lag bei 36 kW. Die Lastspitze trat dabei wie erwartet in den Feierabendstunden auf (vgl. Abbildung 9).

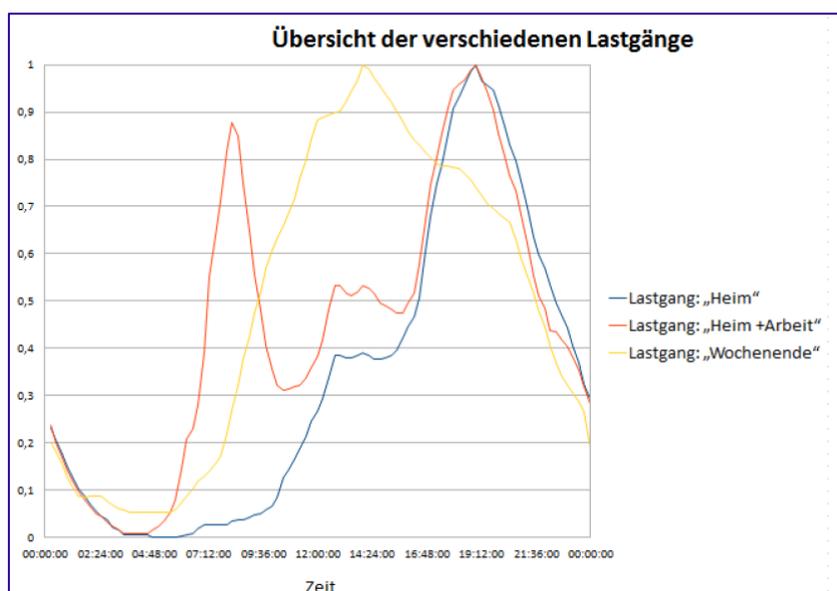


Abbildung 9: Vergleich der normierten Lastprofile aller Lademöglichkeiten (HEIER ET AL., 2018).

Die Beratungsagentur Oliver Wyman warnt in ihrer jüngst veröffentlichten Studie „Der E-Mobilitäts-Blackout⁸“ vor Stromausfällen in den kommenden fünf bis zehn Jahren (OLIVER WYMAN, 2018). Demnach kann es ab einem 30 %-igen Anteil von Elektrofahrzeugen auf deutschen Straßen zu Versorgungsengpässen kommen. Stromausfälle könnten ohne Gegenmaßnahmen bereits ab Mitte der 2020er-Jahre in städtischen und vorstädtischen Gebieten mit hoher Nutzung von E-Fahrzeugen auftreten. Ab 2032 wären auch flächendeckende Blackouts möglich.

Des Weiteren wird in der Studie vorgerechnet, dass bei einer Ortsnetzgröße von 120 Haushalten 36 E-Autos genügen, um eine Netzüberlastung zu provozieren. Sollte der Anteil der E-Autos auf 50 % steigen, wären Investitionen in den Netzausbau von 11 Milliarden Euro nötig. Diese Investition wäre allerdings vermeidbar, wenn Netzbetreiber auf intelligente Software-Lösungen setzen, die gesteuertes Laden der E-Autos ermöglichen. Die Idee: Autos werden mit Hilfe eines Lastmanagements in Zeiten hoher Netzauslastung mit geringerer Leistung (also über einen längeren Zeitraum verteilt) geladen. Je höher die Quote der Fahrzeuge, die flexibel geladen werden, desto geringer die Notwendigkeit für einen teuren Netzausbau. Bei einer E-Auto-Quote von 100 % wäre ein Netzausbau überflüssig, wenn 92,5 % der Fahrzeuge flexibel geladen werden.

Eine netzdienliche Steuerung ist jedoch aktuell regulatorisch noch nicht möglich. Hier muss auf Seiten des Gesetzgebers noch nachgebessert werden. Analog verlief die Entwicklung im Bereich der Photovoltaik, wo die Abschaltung von Anlagen gesetzlich geregelt wurde als eine gewisse Durchdringung erreicht war.

2.5.5.4 Lösungsansätze zur Vermeidung von Netzüberlastungen

Das Netz kann dann am besten ausgelegt und ausgelastet werden, wenn die abgenommene Strommenge möglichst konstant und vor allem gut planbar ist. Hierzu ist eine möglichst genaue Ladecharakteristik von E-Fahrzeug-Nutzern erforderlich. Während für Haus-

⁸ plötzlicher Zusammenbruch des Stromnetzes durch zu hohe Stromnachfrage durch Ladung von E-Fahrzeugen

halte, Kleingewerbe und andere Verbrauchergruppen bereits sogenannte Standardlastprofile existieren, anhand denen man den Stromverbrauch und somit auch die Netzauslegung zuverlässig prognostizieren kann, ist dies für den Bereich E-Mobilität noch nicht der Fall. In der Vergangenheit wurden zwar bereits einige Feldversuche gemacht, um das Ladeverhalten von E-Autounutzern zu charakterisieren. Einheitliche Aussagen auf die Lastprofile gibt es jedoch noch nicht.

Die Herausforderung wird deshalb sein, Mechanismen zu schaffen, um Ladevorgänge kontrollieren und steuern zu können. Sei es über finanzielle Anreize oder technische Einrichtungen und entsprechenden Richtlinien. Wichtig dabei ist es, alltagstaugliche und unkomplizierte Lösungen zu finden. Die flächendeckende Steuerung von Ladevorgängen ist als der langfristig richtige und notwendige Weg anzusehen. Heute verfügen jedoch weder die E-Fahrzeuge auf technischer Seite über die notwendigen Einrichtungen noch sind die gesetzlichen Regelungen hierfür vorhanden. Kurz- und mittelfristig muss punktuellen Netzüberlastungen deshalb anders entgegengewirkt werden. Im Folgenden sind Möglichkeiten aufgeführt, welche beliebig kombiniert werden können.

Tabelle 1: Möglichkeiten, Netzüberlastungen entgegenzutreten.

| Ertüchtigung | Fest definierte Ladefenster | „Ladehub“ | Autarke Ladestationen | Lastmanagement |
|--|---|---|---|--|
| von Trafo & Stromleitungen bzw. Hausanschluss, um geforderter Ladeleistung gerecht zu werden | Regeln für die Ladung auf begrenztem Raum; Person X kann im Zeitfenster A Laden, Person Y kann in Zeitfenster B laden | neuer Trafo für Parkplatz mit Lademöglichkeit für die umliegenden Gebäude | (PV, Wind...) in Verbindung mit Batteriespeichern | Lastverteilung bzw. -reduzierung durch statisches, dynamisches oder vernetztes Lastmanagement (siehe Kapitel Lastmanagement) |

Bei Neubauprojekten von Gebäuden ist es zudem wichtig, potenzielle Lademöglichkeiten bereits im frühen Stadium der Planungen mit einzubeziehen. So ist netzseitig die entsprechende Auslegung von Trafostationen und Versorgungsadern sinnvoll. In Gebäuden können zum Beispiel Stromleitungen oder Leerrohre verlegt, oder gar bereits eine bestimmte Anzahl an Parkplätzen mit Lademöglichkeiten ausgerüstet werden. Ansätze zu solchen Bestimmungen sind bereits in der EU-Gebäuderichtlinie enthalten, die bis Ende 2019 in nationales Recht umgesetzt werden muss.

2.5.5.5 Vermeidung von Netzüberlastungen durch Netzausbau

Das Fraunhofer ISI hat eine Studie erstellt, in der die Auswirkungen der E-Mobilität auf das Stromnetz im Jahr 2030 veranschaulicht werden und welche daraus resultierenden Investitionskosten sich ergeben. Die Analysen basieren auf einem beispielhaften Niederspannungsnetz in einem ländlichen Gebiet mit niedriger Bevölkerungsdichte, einem vorstädtischen Netz mit mittlerer Bevölkerungsdichte und einem städtischen eng vermaschten Netz. Im UG könnten alle Netzregionen Anwendung finden. Die folgende

Abbildung 10 zeigt die voraussichtlich zu erwartenden Investitionskosten zur Ertüchtigung der Beispielnetze (ländlich, vorstädtisch, städtisch) in verschiedenen Zubau-Szenarien. Das betrachtete Referenz-Szenario stellt dabei das wahrscheinlichste Szenario dar.

Dabei wurde ein sofortiges Laden nach dem Anstecken ohne gesteuertes Laden angenommen.

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass vor allem im vorstädtischen Bereich großer Handlungsbedarf besteht, da davon auszugehen ist, dass dort die meisten E-Fahrzeuge genutzt werden. Für das Beispielnetz im vorstädtischen Bereich mit 250 Personen werden im Referenzszenario mehr als 500.000 € für die Ertüchtigung fällig. Demensprechend können die Netznutzungsentgelte um bis zu 2,5 Cent/kWh steigen. Dies entspräche etwa 2.150 Euro pro Person im vorstädtischen Netz, falls dort im Schnitt 8,5 kW Ladeleistung pro Ladepunkt und Person installiert werden. Für die Ertüchtigung des Netzes im ländlichen Raum fallen mittelfristig keine zusätzlichen Kosten für den Netzausbau an (FRAUNHOFER ISI, 2016).

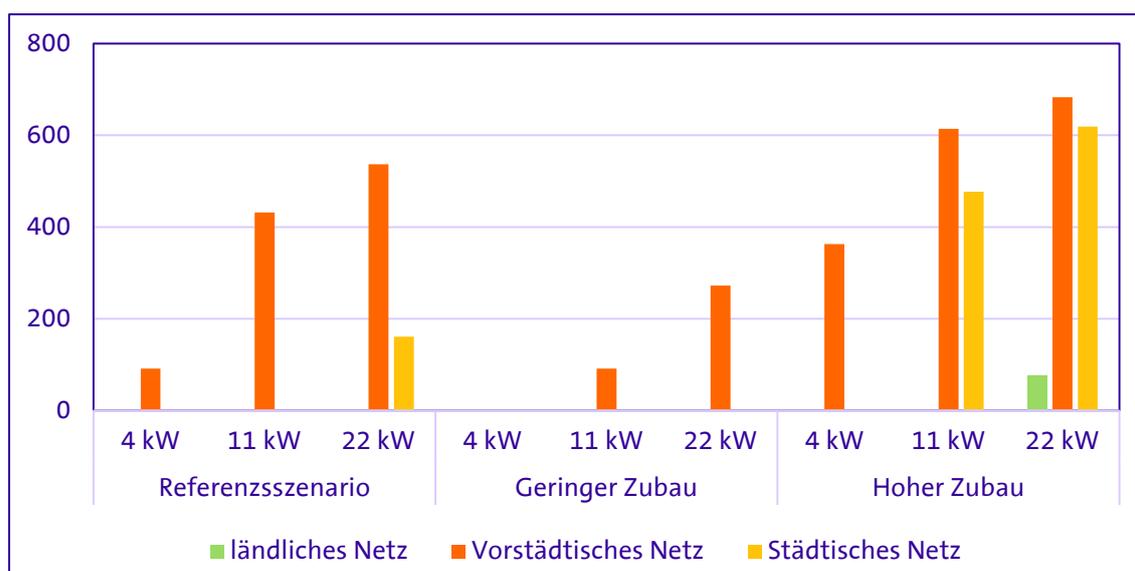


Abbildung 10: Zusätzliche Investitionskosten im Beispielnetz im Jahr 2030 [Tsd. €] (FRAUNHOFER ISI 2016 EIGENE DARSTELLUNG).

Entscheidend für den Netzinvestitionsbedarf sind nicht nur die Leistungen, sondern insbesondere auch wann, wo und bei welcher Netzempfindlichkeit geladen wird (als Netzempfindlichkeit ist in dieser Studie die Kabel- und Leitungslänge pro Hausanschluss in einem Netzgebiet definiert). Im untersuchten Referenzszenario muss vorwiegend in städtische und vorstädtische Netze investiert werden. Der höchste Investitionsbedarf pro Haushalt tritt allerdings in ländlichen Netzen auf (längere Leitungslängen, höhere Netzempfindlichkeit).

Die notwendigen Netzertüchtigungen und die damit verbundenen Kosten ließen sich jedoch durch das Nutzen von Lastmanagement und der Steuerung von Ladevorgängen erheblich reduzieren wie im folgenden Abschnitt beschrieben wird.

2.5.5.6 Vermeidung von Netzüberlastungen durch Lastmanagement

E-Autos werden typischerweise mit einer Leistung von 3,7 kW, 11 kW oder selten auch 22 kW geladen. Auch wenn eine schnelle Ladung mit 11 kW oder 22 kW bevorzugt wird, werden geringere Ladeleistungen bzw. der Einsatz von Lastmanagement unumgänglich sein, da Hausanschlüsse meist nicht entsprechend dimensioniert sind.

Um die Netzstabilität in den Verteilnetzen unter allen Umständen sicherzustellen, gilt es, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen und Anreize zu schaffen, um Angebot und Nachfrage in das Gleichgewicht zu bringen. Neben langfristigen Ideen wie zum Beispiel der Nutzung der Fahrzeug-Akkus als Pufferspeicher, müssen jedoch vor allem auch kurzfristige Lösungsansätze entwickelt werden, um Netzüberlastungen entgegenwirken zu können. Durch zentrale Steuerung von Ladevorgängen könnten Netzüberlastungen bereits heute größtenteils vermieden werden.

Beim öffentlichen Laden ist kein Flexibilitätspotenzial vorhanden, da dort die Anforderung besteht, das zu ladende Fahrzeug möglichst schnell und mit einer zugesicherten Leistung zu laden. Etwa 85 % der Ladevorgänge werden jedoch zu Hause, beim Arbeitgeber und in den Betrieben stattfinden (NPE 2017). Die Möglichkeit, Ladevorgänge zu steuern, bietet sich vor allem in diesen Bereichen an, da dort längere Standzeiten und besser planbare Routen zu erwarten sind.

Die Frage, die sich beim Thema Ladung von E-Fahrzeugen stellt, ist: Was passiert, wenn zu Feierabend in einem Straßenzug alle Haushalte ihre E-Fahrzeuge laden wollen? Das Thema Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge stellt hierbei das Grundproblem dar. Im Falle der E-Mobilität wird i.d.R. mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von eins gerechnet, da bei ungesteuertem Laden davon ausgegangen werden muss, dass Ladungen gleichzeitig auftreten, auch wenn diese Annahme rein theoretisch ist und nie alle Verbraucher zeitgleich Energie beziehen (HEIER ET AL. 2018).

2.5.5.6.1 Arten des Lastmanagements

Lastmanagement für Ladeinfrastruktur gibt es in verschiedenen Ausführungen:

1. Statisches Lastmanagement: Fix definierter Lastwert für eine Gruppe von Ladepunkten, z.B. auf einem Firmengelände, der maximal erreicht werden darf. Einhaltung der zur Verfügung stehenden Trafo- bzw. Hausanschlussleistung durch reduzierte Ladeleistung (z.B. alle 3,7 kW).
Solange ausreichend Strom für alle angeschlossenen Fahrzeuge zur Verfügung steht, kann mit voller Leistung geladen werden. Überschreitet die Summe der Ströme aller genutzten Ladepunkte die Vorgabe des maximalen Stromwertes, greift das Lastmanagement ein. Die Ladeströme für die genutzten Ladepunkte werden reduziert (MENNEKES 2018).
2. Dynamisches Lastmanagement: Abhängig von der zur Verfügung stehenden Leistung am Trafo/Hausanschluss. Kontinuierliche Leistungsanpassung und -verteilung auf eine bestehende Gruppe von Ladepunkten (z.B. auf einem Firmengelände) gemäß der erfassten Bedarfsparameter der Fahrzeuge, z.B. Vorrang für bestimmte Fahrzeuge (Umsetzung z.B. mit Grid Agent⁹ – Verteilung der Last).
3. Vernetztes Lastmanagement: Möglichkeit der Steuerung von Ladestationen je nach Auslastung des Netzes, des aktuellen Strompreises etc. zur Entlastung des Netzes. Anreize durch tageszeitabhängige Strompreise, erhöhte Gebühren für Vorrangschaltung (für Fahrzeuge, welche bis zu bestimmter Uhrzeit geladen sein müssen), Gutschriften für Rückspeisungen etc. Auch „gesteuertes Laden“ oder *bidirektionale* Ladung genannt („vehicle to grid“ (V2G), Fahrzeug zu Stromnetz“). Die

⁹ Intelligentes Einspeisemanagement, Netzregler. Technische Einrichtung zur Erkennung von Lastspitzen und Lastspitzenkappung als Alternative zum konventionellen Netzausbau

Fahrzeuggestaltung kann dabei als Pufferspeicher dienen und zum Beispiel ein Überangebot von Strom aus erneuerbaren Energien aufnehmen oder Spitzenlasten im Netz ausgleichen, indem Strom zurück ins Netz gespeist wird. Bidirektionales Laden ist aktuell jedoch nur über den CHAdeMo-Anschluss möglich (ELECTRIFY-BW 2018).

Für die Nutzung des vernetzten Lastmanagements ist ein intelligentes Stromnetz (Smart Grid) notwendig, da Stromerzeuger, Stromverbraucher und Stromspeicher miteinander kommunizieren müssen, um Nachfrage und Bedarf in Einklang zu bringen. Hierfür wird eine moderne Informations- und Kommunikationstechnik unausweichlich, um ein sicheres Energiemanagement gewährleisten zu können.

Bei der Nutzung von Lastmanagement ist jederzeit zu beachten, dass die Ladeleistung variieren kann. Das heißt, dass nicht zu jedem Zeitpunkt eine Ladeleistung und somit die Dauer der Ladung garantiert werden kann, wie es in der Regel im öffentlichen Bereich der Fall ist. Es muss deshalb klar kommuniziert werden, wie die Lastmanagement-Regelung stattfindet bzw. es müssen entsprechende Vorrangregelungen genutzt werden.

Für den Aufbau und den Betrieb einer vernetzten Ladeinfrastruktur ist deshalb eine gute Planung essenziell. Neben der Installation der Hardware ist die Einbindung in bestehende (Energie-) Managementsysteme eines Unternehmens zu beachten. Abbildung 11 zeigt die Kommunikation verschiedener Ladestationen über ein Gateway.

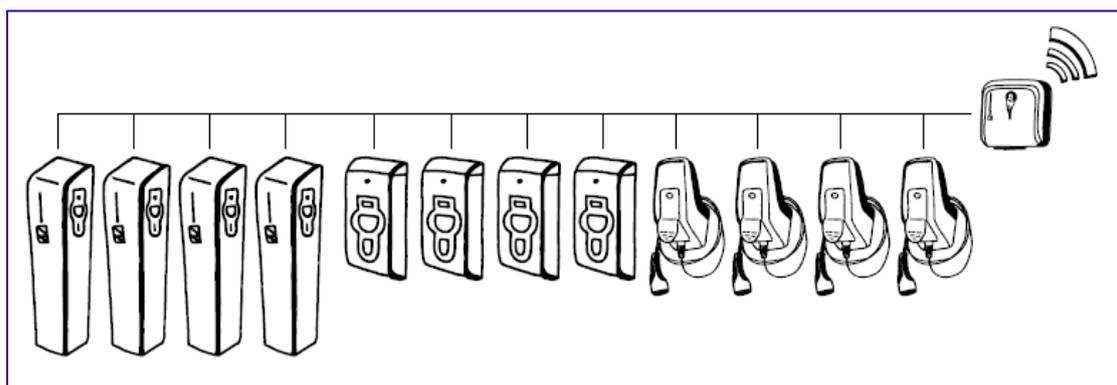


Abbildung 11: Lastmanagement (MENNEKES 2018).

Damit die Ladesysteme in ein Lastmanagement eingebunden werden können, müssen sie vernetzt sein. Dies geschieht in der Regel über GSM¹⁰ oder Ethernet. Das Lastmanagement greift erst dann in die Ladeströme der einzelnen Ladepunkte ein, wenn die Summe der Ströme den von ihnen eingestellten Maximalstrom überschreitet. So werden Leistungsspitzen vermieden, die auftreten können, wenn viele Nutzer zeitgleich ihre Fahrzeuge laden möchten. Darüber hinaus sorgt das System gleichzeitig dafür, dass ein konfigurierter Mindeststrom nicht unterschritten wird (vgl. Abbildung 12). Dieser Mindeststrom steht allen angeschlossenen Fahrzeugen dauerhaft zur Verfügung. Das Lastmanagementsystem kann zudem erkennen, wenn ein Ladevorgang abgeschlossen ist, und die Leistung dann für die übrigen Ladevorgänge freigeben. Des Weiteren können bevorzugte Nutzer definiert werden, welche über ein Identifikationsmedium (z.B. RFID-Karte) mehr Ladeleistung erhalten als andere Nutzer. Dies kann auch als Anreiz-System genutzt werden. Reicht die Ladeleistung nicht für alle aus, gibt es eine „Warteschlange“ (MENNEKES, 2018).

¹⁰ internationaler Standard für digitale Funknetze

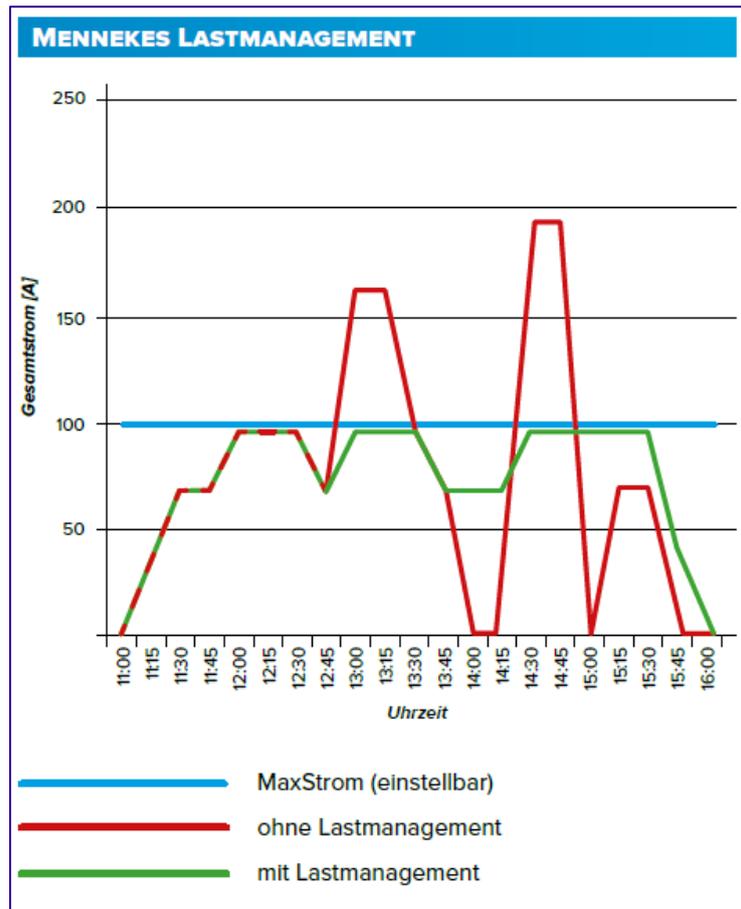


Abbildung 12: Mennekes Lastmanagement (MENNEKES 2018).

2.5.5.6.2 Anwendungsfälle des Lastmanagements

Lastmanagement ist für viele Anwendergruppen von Interesse, vor allem jedoch für Unternehmen, Betreiber von Immobilien, Parkhäusern, Hotels oder sonstigen Freizeiteinrichtungen. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur in Unternehmen hat verschiedene Zielsetzungen und muss die unterschiedlichsten Bedürfnisse erfüllen: Ladebedarf von Mitarbeitern, Dienstfahrzeugen oder der eigenen Flotte, die elektrifiziert werden soll, sicherstellen. Gleichzeitig muss die infrastrukturelle Sicherheit gewährleistet sein, sie sollte einfach zu steuern sein und eine einfache Abrechnung ermöglichen (MENNEKES 2018). In Tabelle 2 sind die entsprechenden Anforderungen aufgeführt.

Tabelle 2: Anwendungsfälle (MENNEKES 2018, EIGENE DARSTELLUNG).

| Mitarbeiterladen in Unternehmen | Unternehmen und Flottenbetreiber | Hotels | Parkhäuser | Private Wohnung/ Vermieter |
|---|---|--|---|--|
| Gleichmäßig verteilte Ladeleistung 8-10 Stunden 3,7 kW Langsame Ladung | Hohe Verfügbarkeit = hohe Ladeleistung, 22 kW, Lastmanagement durch Prioritäten | Individueller Ladewunsch nach Aufenthaltszeit = VIP Ladung | Garantierter Mindeststrom für Betriebssicherheit, ansonsten Warteschlange | 8-10h Organisation der Ladepunktzugänge |

Für Mitarbeiter ist eine gleichmäßig verteilte Ladeleistung über den Tag möglich, da die Ladezeit bei 8-10 Stunden liegt. Es reicht deshalb eine geringe Ladeleistung von 3,7 kW bzw. eine durch Lastmanagement reduzierte Ladeleistung aus. Für Unternehmen und Flottenbetreiber steht die Verfügbarkeit der Fahrzeuge an erster Stelle. Deshalb müssen diese schnellstmöglich geladen werden können, um die Standzeiten zu verringern. Hier ist deshalb eine hohe Ladeleistung (22kW) notwendig. Zur Netzentlastung kann zudem das Lastmanagement genutzt werden. Hotels müssen Ihren Gästen eine möglichst komfortable Ladelösung anbieten. In Parkhäusern muss die ständige Funktionsfähigkeit der Ladestationen gewährleistet werden. Ein garantierter Mindeststrom darf deshalb nicht unterschritten werden. Über eine Warteschlangenregelung kann das Netz entlastet werden. Für Haushalte im Privatbereich reicht in der Regel ebenfalls eine Ladestation mit geringer Ladeleistung. Für Mehrfamilienhäuser bietet sich ebenfalls ein Lastmanagement an. Abb. 13 zeigt die verschiedenen praktischen Umsetzungsmöglichkeiten des Lastmanagements.

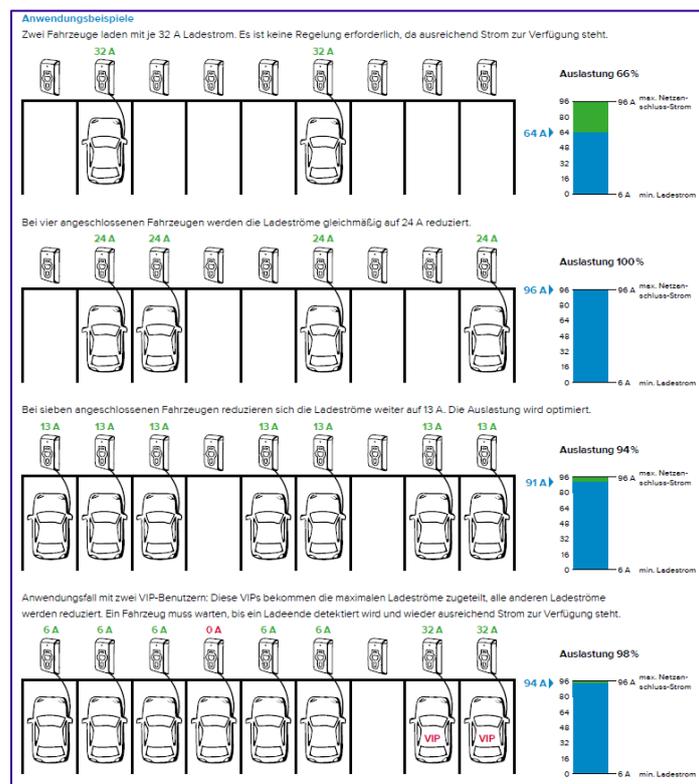


Abbildung 13: Anwendungsbeispiele von Lastmanagement (MENNEKES 2018).

2.5.5.7 Deckung des Strombedarfs für E-Mobilität durch erneuerbare Energien

2.5.5.7.1 Bedeutung der Erneuerbaren Energien für die E-Mobilität

Um den positiven Effekt der E-Mobilität auf die Umwelt voll auszuspielen, muss der zum Laden der Fahrzeuge genutzte Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Bilanzuell ist die Deckung des benötigten Stroms für Elektrofahrzeuge problemlos möglich. Beabsichtigt man jedoch die Ladung aus eigens erzeugtem Ökostrom, so ist eine Speicher-Lösung unumgänglich, da die entsprechenden Anlagen in der Regel nicht über genügend Anschlussleistung verfügen und sich die Erzeugungszeiten der Anlagen zudem in der Regel nicht mit den Ladezeiten der Elektrofahrzeuge decken. Ein gutes Beispiel hierfür ist ein Einfamilienhaus mit Solaranlage, bei dem das Fahrzeug in der Regel über Nacht geladen

wird, wenn die Anlage jedoch keinen Strom erzeugt. Wird der erzeugte Strom jedoch tagsüber produziert und gespeichert, so kann dieser nachts wieder abgerufen werden. Das Stromnetz würde in diesem Fall nicht zusätzlich belastet werden. Preisanreize könnten hierbei sowohl als Steuerungsinstrument dienen als auch dabei helfen, die Klimabilanz der Fahrzeuge zu verbessern, indem sie insbesondere dann geladen werden, wenn die erneuerbaren Energien viel Strom einspeisen.

2.5.5.7.2 E-Mobilitäts-Szenarien: Möglichkeiten der Deckung des Strombedarfs durch erneuerbare Energien

Im Stromnetz wird die Anzahl von dezentralen Einspeiseanlagen immer größer. Auch Elektrofahrzeuge werden perspektivisch Strom ins Netz rückspeisen können. Für Verteilnetzbetreiber wird es eine Herausforderung sein, diese Einspeiser effizient zu steuern, zumal derzeit noch keine rechtlichen Rahmenbedingungen in Form von Abschaltvereinbarungen mit Betreibern von Ladeinfrastruktur im Verteilnetz vorhanden sind (BECKER 2018).

Ziel der Bundesregierung ist es, das im Jahr 2030 bis zu 6 Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs sind. Wendet man diese Wachstumsrate auf den Bestand an Elektrofahrzeugen bei entsprechend den letzten Jahren durchschnittlich steigenden KFZ-Zulassungen, läge der Anteil an E-Fahrzeugen im Jahr 2030 mit ca. 3.100 Fahrzeugen bei etwa 11 % (vgl. hierzu Exponentielles Wachstum der E-Fahrzeugzahlen 5.1). Dieses Szenario ließe den Strombedarf in den Städten um etwa 6,17 Mio. kWh pro Jahr steigen (vgl. Tabelle 3). Die benötigte Strommenge müsste dementsprechend auf Erzeugerseite bereitgestellt werden. Verglichen mit dem Gesamtstromverbrauch befindet sich der Anteil jedoch im niedrigen einstelligen Bereich.

Tabelle 3: Strombedarfsabschätzung für E-Fahrzeuge in 2030 gemäß Zielvorgabe in Deutschland.

| | Bad Krozingen | Neuenburg am Rhein | Heitersheim |
|----------------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| Anzahl E-Fahrzeuge in 2030 | 1.530 | 1.079 | 492 |
| Gesamtstrombedarf | ca. 3,04 Mio. kWh | ca. 2,15 Mio. kWh | ca. 980 T kWh |

*Bei 13.257 km/ Jahresfahrleistung und 15 kWh/ 100km

Es wird außerdem erneut die Problematik des gleichzeitigen Ladens deutlich. Würden alle Nutzer ihr E-Fahrzeug nach Feierabend bei einer Ladeleistung von 3,7 kW laden, würde sich die sowieso zu Feierabend entstehende Lastspitze um weitere 11,5 MW erhöhen. Bei höheren Ladeleistungen entsprechend sogar weitaus mehr.

Für das Netz stellen diese Rahmenbedingungen erhebliche Herausforderungen dar, gegen welche, wie bereits erwähnt, neben dem Netzausbau bzw. Netzertüchtigungen mit Maßnahmen wie dem Lastmanagement mit Anreizmodellen oder autarken Ladelösungen entgegengewirkt werden kann. Die folgenden Berechnungen sollen ein Gefühl dafür geben, welche Strommengen und Lastspitzen sich durch zukünftige Ladungen von E-Fahrzeugen ergeben.

Um die Elektrofahrzeuge in den Städten im Jahr 2030 bilanziell mit regenerativem Strom laden zu können, wäre bspw. eine Windkraftanlage mit 3 MW Leistung notwendig, welche mit 2.000 Vollaststunden pro Jahr den Strom rein für die Elektrofahrzeuge erzeugen. Alternativ wäre die Erzeugung durch PV-Anlagen mit einer Leistung von etwa 6 MW peak notwendig.

Während der Strombedarf in Summe somit bilanziell problemlos durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann, so stellen die zu erwartenden Lastspitzen diesbezüglich die größere Herausforderung dar, da diese physikalisch nach Nachfrage direkt bedient werden müssen. In Szenario 1 müssten vier Windkraftanlagen zum Zeitpunkt der Lastspitze in Betrieb sein, die nach Feierabend durch die gleichzeitigen Ladungen entstehen würde. Hier wird schnell deutlich, dass dies auf Erzeugerseite schwer zu stemmen ist.

Folgende Annahmen wurden für die Szenario-Berechnung getroffen:

- 3.100 E-Fahrzeuge im Jahr 2030
- 13.257 km/Jahr durchschnittliche Fahrleistung (KBA 2018)
- 15 kWh/100 km Stromverbrauch pro Fahrzeug

Tabelle 4: Strombedarf im Bereich E-Mobilität im Jahr 2030 (BADENOVA 2018).

| | Szenario 1: | Szenario 2: | |
|---|---|--|--|
| | Laden nur zu Hause | Laden zu Hause und beim Arbeitgeber | |
| Gleichzeitigkeitsfaktor | 1 Gleichzeitiges Laden | 0,5 Verteilung durch Lastmanagement | |
| Ladeleistung | 3,7 kW | 3,7 kW | 22 kW |
| Ladezeit pro Tag (für 5,1 kWh bei 2 x 17 km Pendelstrecke) | 1 Stunde 23 Minuten | 2 x 41 Minuten | 2 x 7 Minuten |
| Lastspitzen | 11,5 MW, nach Feierabend, ca. 18 Uhr | 5,75 MW, jeweils morgens zu Arbeitsbeginn (ca. 8 Uhr) und nach Feierabend (ca. 18 Uhr) | 34,1 MW, jeweils morgens zu Arbeitsbeginn (ca. 8 Uhr) und nach Feierabend (ca. 18 Uhr) |
| Strommenge | 6,17 Mio. kWh/a | | |
| Deckung des Stromverbrauchs durch EE | 1 Windkraftanlage à 3 MW Leistung (bei 2000 Vollaststunden pro Jahr) PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 6 MW | | |
| Möglichkeiten zur Kompensation der Lastspitzen | 4 Windkraftanlagen à 3 MW Leistung | 2 Windkraftanlagen à 3 MW Leistung | 11,3 Windkraftanlagen à 3 MW Leistung |

Wie in Abbildung 14 zu erkennen, erzeugen die Städte mehr als 14. Mio. kWh Strom aus Erneuerbaren Energien, die ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Wird nun von der erforderlichen Strommenge für E-Fahrzeuge im Jahr 2030 in Höhe von 6 Mio. kWh aus (vgl. Tabelle 4) ausgegangen, so entspricht der Strombedarf etwa 42,5 % der zur Verfügung stehenden Energie aus erneuerbaren Energien. Bilanziell wäre der Bedarf vollständig durch erneuerbare Energien zu decken. Der Gesamtstromverbrauch der drei Städte betrug im Jahr 2017 ca. 216,3 Mio. kWh. Die in 2030 benötigte Strommenge von 6,17 Mio. kWh für E-Fahrzeuge würde lediglich bei 2,84 % am Gesamtstromverbrauch liegen.

Tabelle 5: Gesamtstromverbrauch und dezentrale Stromerzeugung (bnNETZE GmbH 2018).

| Stadt | Gesamtstromverbrauch 2017 (kWh) | Eingespeiste Energiemenge durch EE (kWh) in 2017 |
|---------------|---------------------------------|--|
| Bad Krozingen | 73.049.675 | 7.687.531 |

| | | |
|--------------------|-------------|-----------|
| Neuenburg am Rhein | 103.228.214 | 3.703.812 |
| Heitersheim | 40.021.759 | 3.419.636 |

Tabelle 6: Dezentrale Stromerzeugung von Erneuerbare Energien (bnNETZE GmbH 2018).

| Energieträger | Max. Leistung durch EE (kWp) 2017 | Eingespeiste Energiemenge durch EE (kWh) in 2017 |
|---------------|-----------------------------------|--|
| Solar | 16.262 | 14.005.874 |
| Biomasse | 166 | 806.105 |
| Gesamt | 16.428 | 14.811.979 |

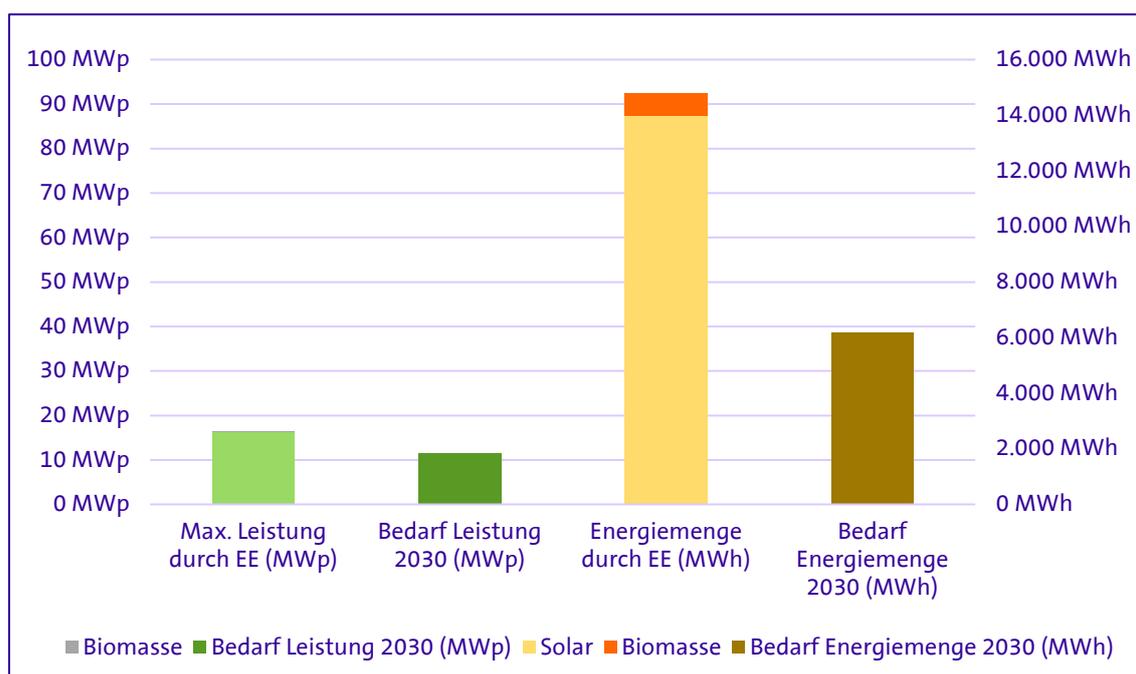


Abbildung 14: Erzeugung und Bedarf Erneuerbarer Energien (Dezentrale Erzeugung durch KWK-Anlagen sind nicht mitberücksichtigt). Quelle: bnNETZE GmbH 2019.

Um den entstehenden Strombedarf nicht nur bilanziell durch erneuerbare Energien decken zu können, sind sowohl im Privatbereich als auch im Gewerbe oder an „Ladehubs“ autarke Ladelösungen notwendig. In solchen Anwendungsfällen kann die erzeugte Energie mithilfe von Speichersystemen zeitversetzt und entsprechend der Nachfrage zur Verfügung gestellt werden, ohne dass der Strom zuerst ins öffentliche Stromnetz gespeist wird.

Der große Pluspunkt der Elektromobilität kann in Zukunft die optimale Kombinierbarkeit mit erneuerbaren Energien, insbesondere, aufgrund der großen Verfügbarkeit, dem PV-Strom sein. Im Idealfall wird das E-Fahrzeug direkt mit Solarstrom geladen. In der Praxis ist dies jedoch oft schwierig, da die Standzeiten, gerade im Privatbereich, von Nachmittags bis Morgens sind und in diesen Zeiten in der Regel nicht ausreichend PV-Strom zur Verfügung steht. In diesem Anwendungsfall ist die Ergänzung mit einem Batteriespeicher notwendig. Eine PV-Anlage mit drei kW würde ausreichen, um ein E-Fahrzeug rund 14.000 km (ca. jährliche Fahrleistung eines durchschnittlichen PKW in Deutschland) zu betreiben.

Von besonderem Interesse könnten PV-Anlagen ab dem Jahr 2021 werden, denn dann fallen viele dieser Anlagen aus der EEG-Förderung heraus. Das EEG wurde im Jahr 2000 verabschiedet und garantiert eine Einspeisevergütung für 20 Jahre zzgl. des Jahres der Inbetriebnahme. Heraus könnten sich neue Geschäftsmodelle wie das Betreiben von Solar-tankstellen entwickeln und die Eigenstromnutzung eine zunehmend bedeutendere Rolle einnehmen. Netzengpässe durch Energiemanagement und Batteriespeicher könnten perspektivisch besser vermieden werden.

2.5.5.7.3 Reduzierung des Strombedarfs und der Lastspitzen durch Gegenmaßnahmen

Anreize für Gegenmaßnahmen zu setzen, wird also unumgänglich sein. Abbildung 15 zeigt eine schematische Darstellung bezogen auf die Mögliche, im Jahr 2030 entstehende Lastspitze durch Ladung von E-Fahrzeugen. Die Darstellung soll als Orientierung dienen und beruht auf der Annahme, dass der Gleichzeitigkeitsfaktor sich durch die Nutzung von Lastmanagement und autarken Ladestationen auf 0,5 reduziert. Somit sinkt die entstehende Lastspitze um 50 % und dementsprechend auch die Investitionen für den Netzausbau.

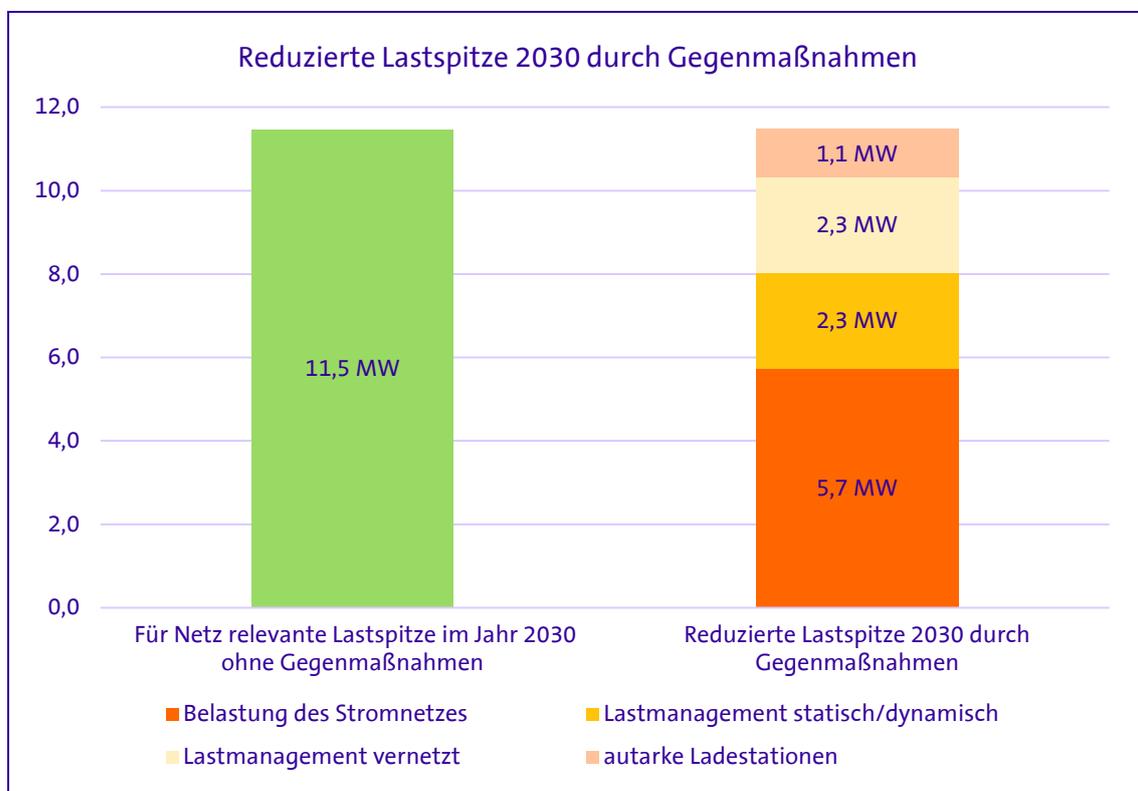


Abbildung 15: Reduzierte Lastspitze 2030 durch Gegenmaßnahmen (bspw., EIGENE BERECHNUNG¹¹).

Durch die Nutzung von autarken Ladestationen, die keinen Einfluss mehr auf das Netz haben, sowie der Verwendung von statischem, dynamischem als auch vernetztem Lastmanagement, lässt sich die real entstehende Lastspitze erheblich reduzieren. Es gilt entsprechende Anreize und Förderungen zu schaffen, um die Entwicklung in diese Richtung zu treiben. Denn wirtschaftlich sind viele Varianten bisher nur schwierig darzustellen.

¹¹ Reduzierung der notwendigen Last durch E-Mobilität: 10% Nutzung autarker Ladestationen, 20% Nutzung Lastmanagement statisch/dynamisch, 20% Nutzung Lastmanagement vernetzt.

Die Vernetzung wird vor allem in diesem Bereich durch die fortschreitende Digitalisierung steigen. So werden Elektrofahrzeuge voraussichtlich auch als mobile Speicher dienen können, womit perspektivisch Rückspeisungen geladenen Stroms ins Netz möglich sein werden. In naher Zukunft sind die oben genannten Entwicklungen wahrscheinlich. Langfristig werden sich jedoch voraussichtlich auch weitere Technologien durchsetzen, wie z.B. das induktive Laden, das wieder gänzlich neue Herausforderungen mit sich bringen kann.

2.5.6 Ökologie

Um die Ökologie von Elektrofahrzeugen zu bestimmen, bedarf es umfangreicher Annahmen und Berechnungen, die den Rahmen dieser Ausarbeitung sprengen würden. Daher wird an dieser Stelle auf vorhandene Studien und die Relevanz der getroffenen Annahmen hingewiesen.

Aussagen bezüglich der Ökologie von Fahrzeugen beziehen sich hier primär auf deren CO₂-Ausstoß (bzw. CO₂-Äquivalente). Um eine realistische Abschätzung der gesamten anfallenden Emissionen zu erhalten, müssen alle Phasen des Lebenszyklus eines Fahrzeugs ermittelt und auf die Nutzungszeit auf vergleichbare Bezugsgröße (z.B. pro gefahrenem Kilometer) umgelegt werden. Diese vereinheitlichende Darstellung hilft beim Vergleich des CO₂-Ausstoßes mit anderen Antriebsarten.

2.5.6.1 Emissionen während der Fahrt

Elektrofahrzeuge haben zwei deutliche Vorteile im Hinblick auf Emissionen: zum einen stoßen sie lokal keine Abgase, und somit weder Stickoxyde noch Kohlendioxyd aus, zum anderen emittieren sie ebenfalls nahezu keinen Motorlärm. Die Abrollgeräusche der Reifen und weitere akustische Effekte durch Windwiderstand etc. sind hingegen vergleichbar mit denen konventioneller PKWs und nehmen mit steigender Geschwindigkeit zu. Somit sind die positiven Effekte insbesondere in urbanen Bereichen mit hoher Fahrzeugdichte und geringen Geschwindigkeiten zu verzeichnen.

Von Wirtschaft und Politik aufgelistete Emissionen von Fahrzeugen beziehen sich bis heute größten Teils auf die CO₂-Emissionen während der Fahrt. Dies gilt für konventionelle Fahrzeuge als auch für Elektroautos. Eine Zusammenstellung der anzusetzenden Emissionen pro Fahrzeugtyp und Hersteller wird vom KBA publiziert (KBA 2018A). Die Emissionen werden EU-weit nach der Regelung 101 der EU-Wirtschaftskommission berechnet. So werden Elektrofahrzeuge bzw. der elektrische Anteil bei Hybriden behördlich mit einer CO₂-Emission von 0g/km eingestuft. Zwar emittieren Elektrofahrzeuge lokal kein CO₂, da sie keinen Verbrennungsmotor besitzen, dennoch entspricht diese Annahme selbstverständlich nicht der Realität, denn auch die Erzeugung der zum Antrieb benötigten Elektrizität verursacht (teils hohe) Emissionen. Laut UMWELTBUNDESAMT (2017A) lag die durchschnittliche CO₂-Emission pro verbrauchter kWh in Deutschland im Jahr 2016 bei 580 g/kWh.

Einem fiktiven Fahrzeug mit einem Verbrauch von 16 kWh/100 km müsste somit eine Emission von 92 g/km angerechnet werden. Auch wenn der Strom für Elektrofahrzeuge – wie von der NPE (2018B) gefordert – ausschließlich aus extra dafür errichteten Wind- oder Solarparks bereitgestellt würde, wären hier noch die Emissionen aus den Lebenszyklen der Windräder, der Solarzellen als auch der Stromnetze anzunehmen. Diese belaufen sich auf ca. 9 g/kWh für Wind (onshore) und 55 g/kWh für Photovoltaik (UMWELTBUNDESAMT

2017B). Somit wäre die CO₂-Emission des fiktiven Fahrzeugs nun mit 1,4 bzw. 8,8 g/km anzunehmen.

Auch bei Verbrennungsmotoren werden laut KBA (2018A) die Emissionen nur während des Verbrennungsprozesses berechnet. Die Förderung, Raffination und Distribution des Kraftstoffes werden folglich nicht berücksichtigt. Doch auch mit dieser klaren Bevorteilung der konventionellen Fahrzeuge fallen die CO₂-Emissionen eines Elektrofahrzeugs während der Fahrt geringer aus als exemplarisch verglichen bei einem VW Golf der neuesten Generation. Zwischen 116 und 125 g/km bei einem VW Golf GTD (Diesel) und zwischen 144 und 182 g/km bei den Benzinern werden für die Verbrennung ermittelt (VW 2018). Laut KBA 2018A emittieren einzelne Golf-Modelle sogar Werte von bis zu 259 g CO₂ pro km. Die durchschnittliche CO₂-Emission aller neuzugelassenen Fahrzeuge des Jahres 2017 wird vom Kraftfahrtbundesamt mit 127,9 g CO₂ pro km angegeben (KBA 2018c).

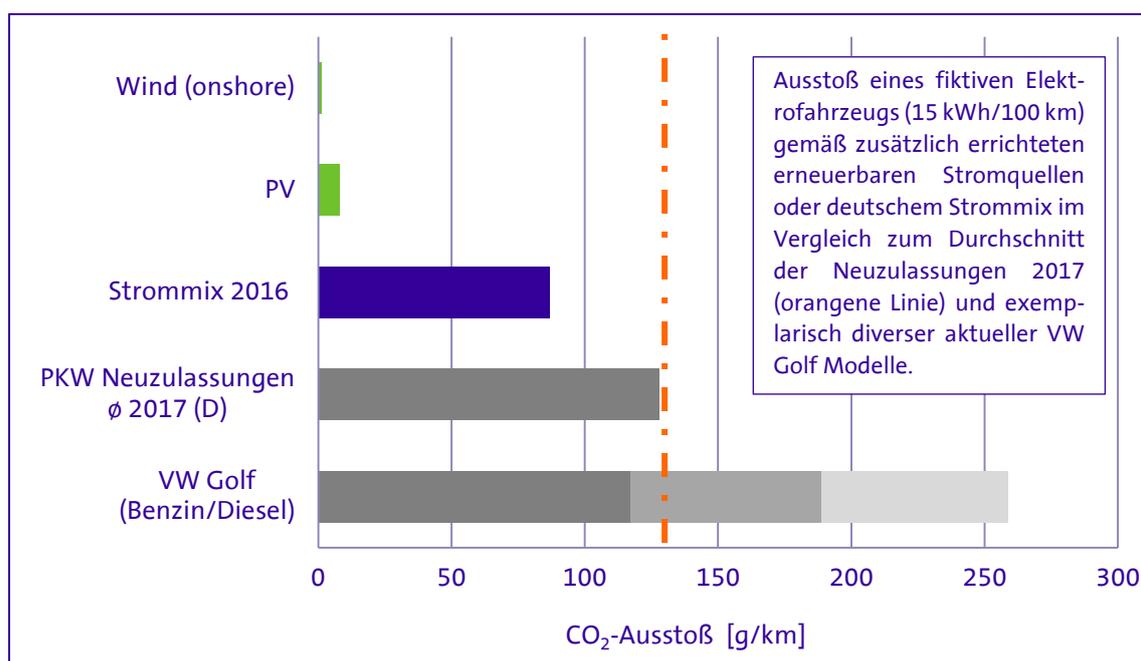


Abbildung 16: CO₂-Emissionen nach Antriebsenergie. Eigene Berechnungen gemäß Quellen (Umweltbundesamt 2017A, 2017B, KBA 2018, VW 2018).

Folglich haben Elektrofahrzeuge auch unter der Nutzung des deutschen Strommixes gegenüber konventionellen Fahrzeugen Vorteile während der Fahrt. Ihre klaren ökologischen Stärken können sie aber erst bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger ausspielen. Zwar basieren laut Aussage des ÖKOINSTITUTS (2017) 60 bis 70 % der in Deutschland genutzten Fahrstromangebote auf erneuerbar erzeugtem Strom, gleichwohl gibt es nur wenig „qualitativ hochwertige Produkte, die einen Ausbau der EE-Stromerzeugung bewirken“ (ÖKOINSTITUT 2017). Doch der Zubau erneuerbarer Quellen gemäß der zusätzlich benötigten Energiemenge ist wichtig für die Ökobilanz, denn andernfalls treten die Elektrofahrzeuge in Konkurrenz zu sonstigen Verbrauchern, und der deutsche Strommix wäre korrekter Weise zur Ermittlung der Emissionen anzusetzen.

In seiner Studie „Handlungsbedarf und -optionen zur Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität“ stellt das ÖKOINSTITUT (2017) den positiven Effekt der fortschreitenden Energiewende dar. Mit einer angenommenen durchschnittlichen CO₂-Emission von 300 g/kWh im deutschen Strommix des Jahres 2030 wären zusätzliche Vorteile gegenüber Ver-

brennungsmotoren zu erzielen. Des Weiteren hätte gesteuertes Laden durch eine abgestimmtere Gleichzeitigkeit zwischen Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen und Laststromnachfrage eine zusätzliche Emissionsreduktion von ca. 20 % zur Folge. Verglichen mit konventionellen Fahrzeugen wären, so die Autoren, durch gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen basierend auf dem deutschen Strommix 2030 CO₂-Emissionseinsparungen von bis zu 76 % gegenüber den konventionellen Bestandsfahrzeugen zu erreichen.

2.5.6.2 Emissionen aus der Produktion der Batterien

Die Betrachtung der CO₂-Emissionen, die während der Fahrt entstehen, ist wichtig doch nicht alleine maßgebend. Zwar emittiert ein Elektrofahrzeug während der Fahrt kein CO₂, und mit Betrachtung der Stromproduktion immer noch weniger als ein konventionelles vergleichbares Fahrzeug (s. oben), doch gilt die Batterieproduktion als sehr emissionsintensiv und ist bei Verbrennungsmotoren nicht notwendig. Die anfallenden Belastungen müssen folglich ebenfalls in die Ökobilanz eines Elektrofahrzeugs eingerechnet werden.

Die entstehenden Emissionen von Batterien sind stark abhängig von der Speicherkapazität des Akkus und werden in vielen Studien in kg emittierter CO₂ pro kWh Batteriekapazität dargestellt. Entscheidend für die Emissionen sind alle Prozesse bis zur Verbauung im Fahrzeug, so z.B. der Lithium-Abbau, die Materialanreicherung und die Herstellung des Speichers. Hier sind die ökologischen Bedingungen und vor allem der Strommix des Herstellerlandes entscheidend, denn all dies sind energieaufwendige Prozesse.

Eine im Jahr 2017 veröffentlichte Studie des schwedischen Umwelt-Forschungsinstitut (SWEDISH ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE IVL) hat den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der Lithium-Ionen-Batterieproduktion als Metastudie untersucht. Dazu wurden diverse weltweit zwischen den Jahren 2000 und 2017 erstellte Studien analysiert und die Unterschiede aufgezeigt. Es fließen Aspekte der Produktionstechnologie, des Herstellungsprozesses und des Strommixes des Herstellerlandes mit ein. Abhängig von diesen und weiteren Parametern werden die Emissionen mit 150 bis 200 kg CO₂-Äquivalent pro kWh Batteriekapazität zusammengefasst (ROMARE UND DAHLÖF 2017). Auch das Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) in Heidelberg kommt in seiner Berechnung aus dem Jahr 2016 auf ca. 140 kg emittierten Kohlendioxids pro kWh Batteriekapazität (UMWELTBUNDESAMT 2016). Diese Größenordnung findet sich auch in der Darstellung der Automobilkonzerne wieder: Sie geben etwa die doppelte Menge an Emission (mehrere Tonnen) bei der Produktion ihrer batterieelektrischen Fahrzeuge an als bei den konventionellen Varianten (vgl. BMW 2013, VW 2014).

Die Recycling- und Verschrottungsphase des Elektroautos wird in allen Darstellungen mit wenig Energieaufwand und somit geringem CO₂-Ausstoß angesetzt und daher nicht näher beleuchtet (siehe auch BMVI 2016, IFEU 2017, ADAC 2018D).

2.5.6.3 Emissionen eines Elektrofahrzeugs während des gesamten Lebenszyklus

Neben den einzelnen Betrachtungen zu den Emissionen aus Fahrstrom (abhängig von der Energiequelle) und aus der Batterieproduktion (abhängig von weiteren Parametern) gibt nur der Ansatz der sogenannten LifeCycle Analysis (LCA – Lebenszyklusanalyse) ein ganzheitliches Bild. Zudem ist dieser Ansatz bei der Gegenüberstellung unterschiedlicher Technologien notwendig, so z.B. bei der Abschätzung der Ökobilanz von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu der von Verbrennungsfahrzeugen.

Wie aufgezeigt, hat das Elektrofahrzeug aus der Herstellung der Batterie einen ökologischen Nachteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen. Dieser muss während der Nutzungsphase wieder ausgeglichen werden um eine positivere Ökobilanz als konventionelle Fahrzeuge nachweisen zu können. Die LCA der CO₂-Emissionen eines Elektrofahrzeugs und der Vergleich mit konventionellen Fahrzeugen werden in mehreren Studien herausgestellt. Wie erwähnt, gibt es diverse Einflussfaktoren, die die Ergebnisse voneinander abweichen lassen. Da in der Nutzungsphase die Zusammensetzung des Strommixes mit seinen unterschiedlichen Emissionen ausschlaggebend ist, werden hier nur deutsche Studien zitiert, denn natürlich fallen Nutzungsphasen in anderen Ländern mit anderem Strommix abweichend aus. Die Ergebnisse von drei Studien zur vergleichenden LCA von Elektrofahrzeugen und konventionellen Fahrzeugen werden im Folgenden vorgestellt. Zu beachten ist noch, dass die Herstellungsländer bzw. die Emissionen des angesetzten Strommixes während der Produktion teils nicht klar benannt sind. Vergleicht man jedoch die ermittelten Emissionen für die Produktion der Batterien mit den evaluierten Emissionswerten von 150 bis 200 g CO₂ pro kWh wie in ROMARE und DAHLÖF (2017) dargestellt, so erhält man rechnerisch eine typische Batteriegröße von ca. 20 kWh. Dies entspricht typischen Batteriegrößen in den Publikationsjahren der Studien. Da neue Fahrzeuge mit größeren Batterien ausgestattet werden kann hier zum Teil von einer negativeren Bilanz ausgegangen werden.

Das Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) erstellt seit Jahren, basierend auf seinem Modell (TREMOT Transport Emissions Modell), diverse Studien zu unterschiedlichen Fragestellungen in Bezug auf Ökologie im Verkehr. Ergebnisse aus dem Jahr 2017 (IFEU 2017) zeigen deutlich den Einfluss des verwendeten Fahrstroms auf die Lebenszyklus-Emissionen eines Elektrofahrzeugs. In der unteren Abbildung werden die Emissionen von Elektrofahrzeugen (mit unterschiedlichen Energiequellen) im Vergleich zu Verbrennungsfahrzeugen (ebenfalls mit unterschiedlichen Kraftstoffen) dargestellt. Die einzelnen Lebensphasen der Fahrzeuge werden ebenfalls getrennt dargestellt.

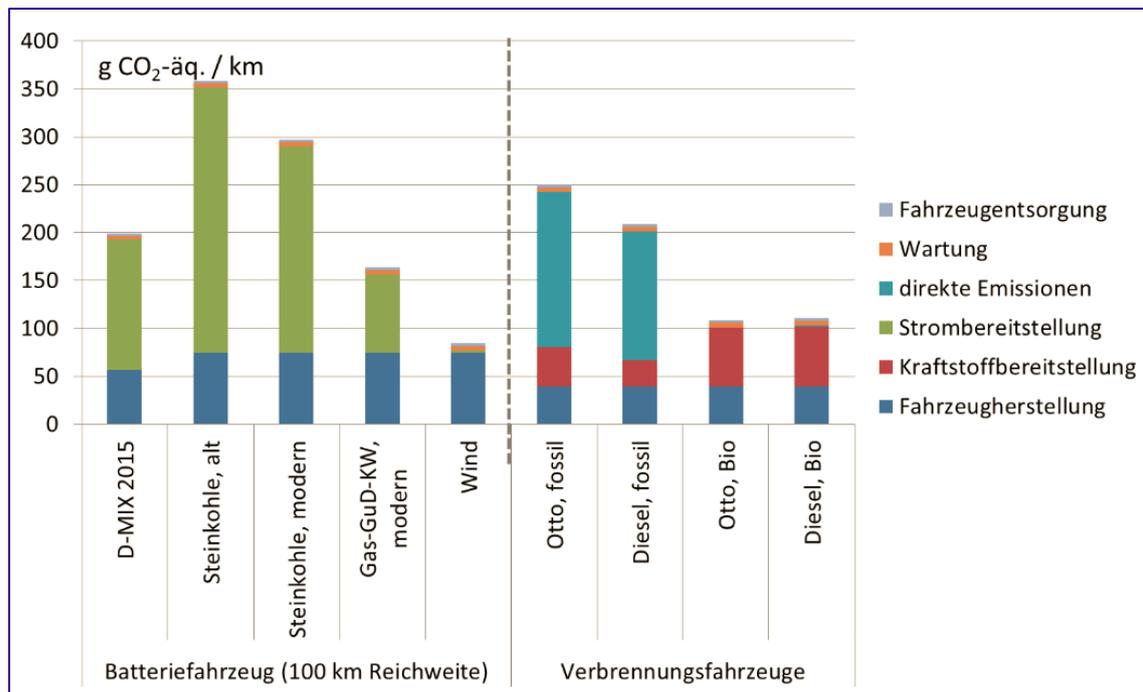


Abbildung 17: Vergleich der Klimabilanz von batterieelektrischen und konventionellen Fahrzeugen. (IFEU 2017).

Ermittelt wurde die Bilanz pro km bei einer Lebenslaufleistung von 168.000 km. Die Bilanzen der Elektrofahrzeuge sind für verschiedene Strommixe, die der Verbrennungsfahrzeuge für konventionellen und durchschnittlichen Biokraftstoff dargestellt.

Zu erkennen ist, dass die blau dargestellte Fahrzeugherstellung bei den Elektrofahrzeugen ca. doppelt so CO₂-intensiv ist wie bei den Verbrennungsfahrzeugen. In der gesamten Lebenszyklusanalyse schneidet hingegen das Elektrofahrzeug auch mit deutschem Strommix (2015) besser ab als die konventionell betankten Fahrzeuge. Die Relevanz der Herkunft des Fahrstroms wird anhand der grün dargestellten Anteile erkennbar. E-fahrzeuge betrieben mit Strom aus Windkraftanlagen haben mit Abstand den geringsten CO₂-Ausstoß aller Fahrzeuge. Als Fahrleistung wurden 168.000 km von den Autoren angenommen.

Zum gleichen Ergebnis kommt eine Studie, die das Fraunhofer IBP im Auftrag des BMVI (2016) erstellt hat. Die Kernaussage ist in unterer Abbildung 18 zusammengefasst und stellt – bei einer Laufleistung von 150.000 km die Gesamtemissionen von batterieelektrischen Fahrzeugen und von PHEV (mit deutschem Strommix und mit Ökostrom) im Vergleich zu PKW mit Verbrennungsmotor dar. Auch hier sind die Emissionen aus der Herstellungsphase bei den Elektrofahrzeugen um den Anteil der Batterieproduktion größer. Dafür reduzieren die geringeren Emissionen während der Fahrt die Gesamtemissionen erkennbar. Laut der Studie wird ein elektrisches Kompaktfahrzeug bei der Verwendung von ökologischem Ladestrom bereits ab einer Fahrleistung von ca. 15.000 km emissionsärmer als ein Benziner und ab ca. 42.000 km vergleichbar zu einem Diesel. Bei der Verwendung des deutschen Strommixes werden die Emissionsniveaus eines vergleichbaren Benziners und Diesels ab einer Fahrleistung von ca. 60.000 und 125.000 km erreicht.

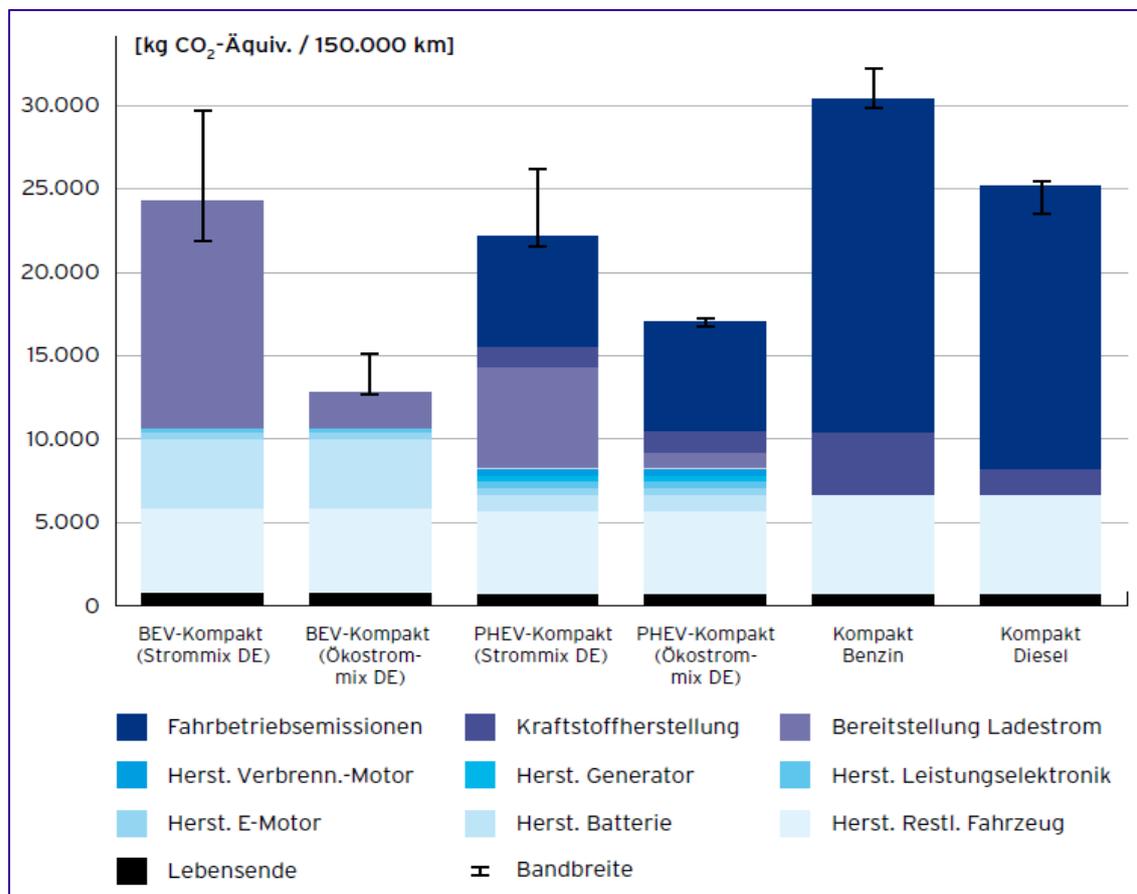


Abbildung 18: Vergleich der Treibhauspotenziale elektrischer und konventioneller Referenzfahrzeuge (Kompaktwagensegment). (BMVI 2016).

Die Bedeutung des zugrunde gelegten Strommixes ist folglich entscheidend. Mit steigendem Anteil an erneuerbaren Energiequellen sinken entsprechend auch die Emissionen der Elektrofahrzeuge, die mit deutschem Strommix geladen werden. Die Mehrwerte wurden vom Umweltbundesamt für das Jahr 2025 in einer kurzen Studie aufgezeigt. So sind die Emissionen eines Elektrofahrzeugs über den gesamten Lebenszyklus unter Verwendung des deutschen Strommixes im Jahr 2017 um 27 % geringer als bei einem Benzin (16 % geringer als bei einem Diesel-Fahrzeug). Im Jahr 2025 stellen sich die Vorteile des Elektrofahrzeugs mit einer CO₂-Einsparung von 40 % (im Vergleich zu einem Benzin) bzw. 32 % (im Vergleich zu einem Diesel-Fahrzeug) klarer dar. Angenommen wurde eine Betriebsdauer von 12 Jahren (BMU 2017).

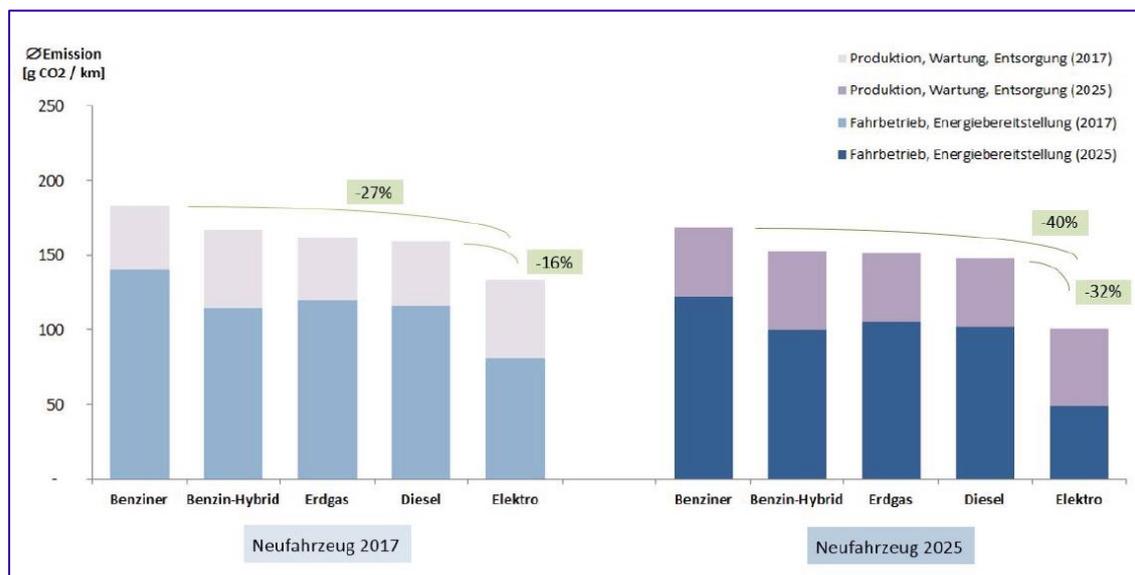


Abbildung 19: CO₂-Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus, links für ein Fahrzeug, das 2017 neu zugelassen wird, rechts für eines, das 2025 neu auf die Straße kommt. (BMU 2017).

Alle Studien zeigen auf, dass Elektrofahrzeuge auch unter der Verwendung des deutschen Strommixes eine positivere CO₂-Bilanz haben als vergleichbare Benzin- oder Dieselfahrzeuge erreichen können. Einheitlich zeigen die Studien auf, dass die Batterieproduktion negativ zu Buche schlägt und dem Elektrofahrzeug eine deutlich höhere CO₂-Emission beschert als bei vergleichbaren Benzin- oder Dieselfahrzeugen. Die Höhe der Emissionen hängt vor allem vom angesetzten Strommix bei der Herstellung und von der Größe der Batterie ab. Durch die geringeren Emissionen während der Fahrt können Elektrofahrzeuge die hohen Emissionen aus der Produktion wieder kompensieren. Abhängig ist dies von der Reichweite und dem verwendeten Ladestrom. Eine einheitliche Aussage über die benötigte Fahrleistung zur Kompensation ist schwer zu treffen, so stellen manche Studien auch die große Varianz in den Ergebnissen dar.

Um hier eine praxisnahe Aussage pro Fahrzeug zu haben hat der ADAC im April 2018 die Ergebnisse der von ihm beauftragten Studie des Ifeu-Instituts publiziert, die ebenfalls den Lebenszyklus der Elektrofahrzeuge bei der Emissionsberechnung berücksichtigt (ADAC 2018D). Hilfreich zum Verständnis in dieser Studie ist, dass die meisten marktverfügbaren Modelle einzeln berechnet werden, somit unterschiedliche Batteriegrößen, Fahrzeugklassen und Hersteller analysiert wurden. Vereinheitlichende Aussagen werden neben den

modellspezifischen Aussagen ebenfalls getroffen. So hat ein Elektroauto in der Kompaktklasse im Vergleich zu einem Benziner ab ca. 45.000 km (deutscher Strommix 2013) bzw. ab 21.000 km (bei 100 % erneuerbarer Energie) eine vorteilhaftere CO₂-Bilanz. Bei einem Kleinwagen tritt dies ab einer Kilometerleistung von 80.000 bzw. 24.000 km ein. Verglichen mit Diesel-Fahrzeugen setzt die vorteilhafte Ökobilanz erst später, also nach ca. 57.000 bis 111.000 km bei deutschem Strommix (2013) bzw. bei 23.000 bis 25.000 km bei der Nutzung 100 % erneuerbaren Stroms ein.

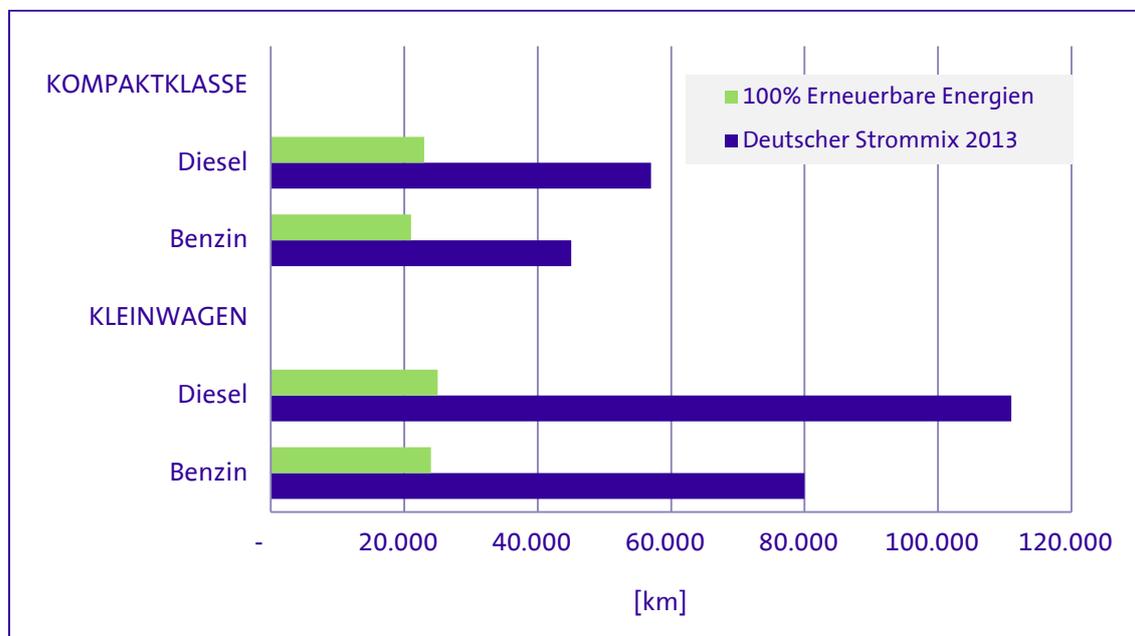


Abbildung 20: Kilometerleistung, ab der ein Elektrofahrzeug weniger CO₂ emittiert als ein Verbrennungsmotor mit Diesel oder Benzin als Energiequelle. Basierend auf Lebenszyklusanalysen (ADAC 2018D).

Eine Gegenüberstellung der auf 12 Jahre entstehenden Kosten eines konventionell betriebenen Fahrzeugs gegenüber eines Elektro-PKW zeigt den Vorteil des elektrisierten PKWs.

Kosten und CO₂-Ausstoß von Diesel- und Elektroautos im Vergleich

Ein neues Elektro-Fahrzeug (Mittelklasse) kann, bei einer Nutzungsdauer von 12 Jahren und einer Fahrleistung von 14.000 Kilometern pro Jahr, Geld und Treibhausgase einsparen.

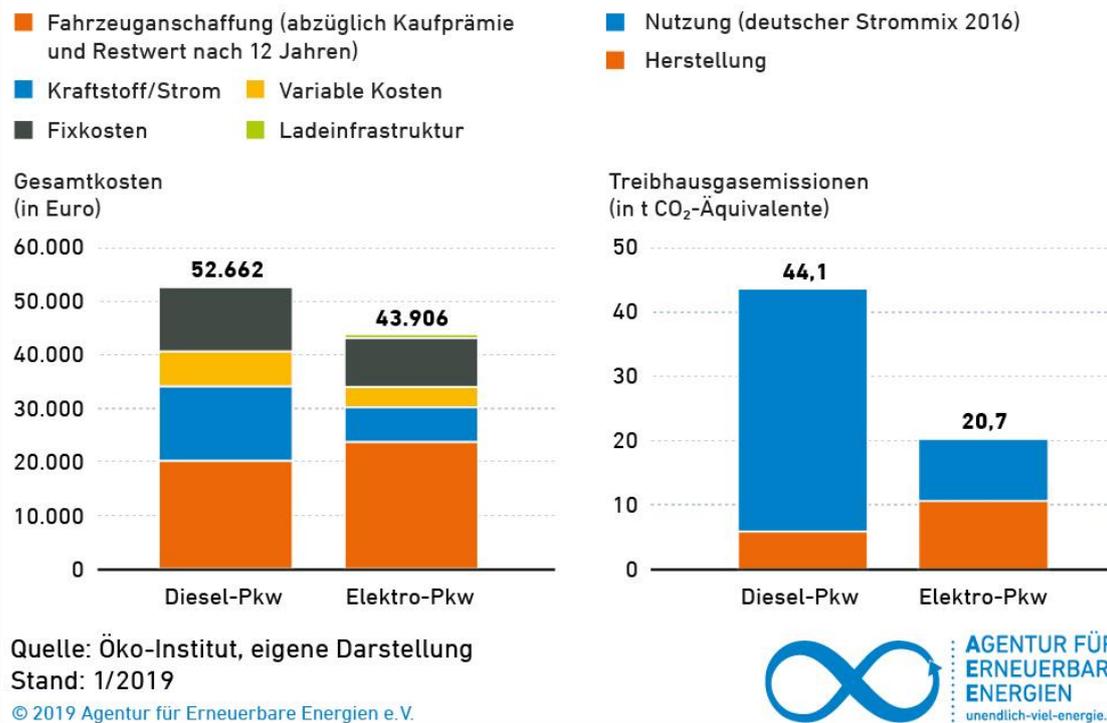


Abbildung 21: Kosten und CO₂-Ausstoß von Diesel- und Elektroautos im Vergleich. Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2019.

2.5.6.4 Weitere Aspekte der Ökologie

Jenseits der isolierten Betrachtung der CO₂-Emissionen werden in umfassenden Studien auch weitere Umwelteinflüsse untersucht. Bei der Stromherstellung sind hier vor allem NO_x und Feinstaub zu nennen so wie die Auswirkungen des Tagebaus von Kohle die sowohl in produzierenden Ländern als auch in Deutschland noch einen nennenswerten Anteil am Energiemix hat. In der Phase der Batterieproduktion (und weiterer elektrotechnischer Bauteile) untersuchen Studien vor allem die Flächen- und Wassernutzung beim Abbau sowie die Umweltbelastung durch den Einsatz oder die Freisetzung giftiger Stoffe. Dass es dabei nicht nur um den Lithium-Abbau geht, sondern auch um den weiterer seltener Erden (insbesondere Kobalt aus dem Kongo), zeigt auf, dass auch die Ressourcenknappheit eine hohe Relevanz hat. Exemplarisch sind in folgender Abbildung 22 die eingesetzten Rohstoffe mit ihrer Aufteilung auf die Bauteile und ihrer Knappheit dargestellt.

Kritisiert wird an dieser Stelle ebenfalls häufig die derzeit noch schlechte Recyclingfähigkeit der eingesetzten Rohstoffe. Ebenfalls ist nicht zu vernachlässigen, dass der Abbau aber auch der derzeitige Recyclingprozess laut mehrerer Berichte häufig unter menschenunwürdigen Bedingungen stattfindet. Dies betrifft jedoch nicht nur Elektrofahrzeuge sondern auch andere elektrotechnische Konsumgüter und Bauteile in konventionellen Fahrzeugen.

| | Emobil-Komponenten | | | | | | | | |
|---------------|--------------------|-----|-----|------|-----|---------|------|---------|----------------|
| | Batterie | | | | | Gehäuse | BMS | E-Motor | Zusatzbauteile |
| | Zelle | | | | | | | | |
| | LFP | NMC | NCA | Mix | | | | | |
| Eisen | | | | 12% | 30% | 4% | 8% | 45% | |
| Kupfer | | | | 44% | 5% | 5% | 9% | 36% | |
| Nickel | | | | 73% | 8% | 2% | 3% | 14% | |
| Aluminium | | | | 39% | | 1% | 14% | 46% | |
| Chrom | | | | 70% | 9% | | 3% | 16% | |
| Lithium | | | | 100% | | | | | |
| Mangan | | | | 50% | 15% | 3% | 10% | 23% | |
| Kobalt | | | | 100% | | | | | |
| Magnesium | | | | 19% | 28% | 4% | 7% | 42% | |
| Titan | | | | 34% | 15% | 7% | 5% | 38% | |
| Molybdän | | | | 41% | 7% | 5% | 9% | 37% | |
| Seltene Erden | | | | | | | 100% | | |
| Silber | | | | | | 40% | | 60% | |
| Tantal | | | | | | 40% | | 60% | |
| Zirkon | | | | | | 40% | | 60% | |
| Tellur | | | | | | 40% | | 60% | |
| PGM | | | | | | 40% | | 60% | |
| Indium | | | | | | | | 100% | |

rot = kritisch; gelb = bedingt kritisch; grün = unkritisch; kursive Darstellung: geringer Einsatz (<10g) im Fahrzeug.

Abbildung 22: Einsatz kritischer Rohstoffe in Elektrofahrzeugen (UMWELTBUNDESAMT 2016).

2.5.6.5 Ein ökologisches Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich eine kleine Batteriekapazität positiv auf die Ökobilanz eines Elektroautos auswirkt und auch die Art des Rohstoffabbaus sowie der Strommix bei der Herstellung der Batterien und weiterer Komponenten entscheidend sind. Der Recyclingprozess hat in Bezug auf CO₂-Emissionen nur eine geringe Relevanz, jedoch eine größere Umweltwirkung in Bezug auf die Kontaminierung von Böden und Wasser. Der größte Einfluss des Fahrzeugbesitzers liegt in der sinnvollen Wahl seines Fahrstroms, der aus extra zugebauten erneuerbaren Anlagen kommen sollte. Hierdurch lassen sich die Mehremissionen aus der Batterieproduktion teils schon nach ca. 2 bis 5 Jahren (oder 20.000 bis 50.000 km) kompensieren. Bei höheren Fahrzeugklassen mit größerer Batteriekapazität entsprechend später.

Des Weiteren sei angemerkt, dass durch einen sinkenden CO₂-Ausstoß im deutschen Strommix, folglich durch den Zubau von erneuerbaren Energien, die Gesamtemission von Elektrofahrzeugen sinkt. Hält sich Deutschland an seine Klimaziele und reduziert die Emissionen weiterhin, so stellen Elektrofahrzeuge in Zukunft eine deutlich ökologischere Mobilität zur Verfügung als heutige Verbrenner. Zudem sei angemerkt, dass nicht nur CO₂-Emissionen im Zuge einer Elektrifizierung des Individualverkehrs relevant sind, sondern auch stark reduzierte Lärmemissionen in Ballungsgebieten und lokale Emissionsfreiheit durch den vermiedenen Verbrennungsprozess. Dies betrifft CO₂ ebenso wie NO_x und weitere umweltaktive Stoffe. Eine grobe Übersicht über den CO₂-Ausstoß in grafischer Form bieten die beiden folgenden Quellen. Hier lassen sich auch durch die Wahl von Kilometerleistung, Batteriegröße, Strommix etc. eigene Szenarien kreieren:

- CARBON COUNTER DES TRANCIL LABS/MIT: <http://carboncounter.com/>
- UMWELTBILANZEN ELEKTROMOBILITÄT DES IFEU: <http://www.emobil-umwelt.de/index.php>

2.5.7 Ein Fazit: Vor- und Nachteile der Elektromobilität

E-Mobilität ist in erster Linie ein Baustein in der beginnenden Mobilitätswende. Durch die Nutzung von Elektrizität als primäre Antriebsenergie wird zum einen die Umstellung auf erneuerbare Energieträger, und damit die Ablösung der Mobilität vom Öl möglich. Zum anderen wird die Mobilität damit auch ein Teil der Energiewende, denn ihr Energiebedarf muss aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden und eine wachsende, bisher ungeahnte Größenordnung an elektrischen Speichern wird zeitnah auf unseren Straßen bereitstehen. Diese Potenziale zu nutzen, sind die derzeitigen Herausforderungen und auch die großen Chancen, die die E-Mobilität mit sich bringt.

Deutschland ist im internationalen Vergleich ein kleiner Markt, zudem fand der Einstieg in die neue Technologie in manch anderem Land schneller statt. Durch hohe steuerliche Anreize hat z.B. Norwegen bereits einen signifikanten Anteil an Elektrofahrzeugen auf den Straßen. Deutschland sieht mit einem Marktanteil von unter einem Prozent noch recht blass aus. Die folgenden Gründe werden häufig als Entscheidungskriterium gegen ein Elektrofahrzeug genannt:

Anschaffungskosten: Die Anschaffungskosten der Elektrofahrzeuge liegen meist merklich höher als bei konventionellen Fahrzeugen. Durch die Einsparungen bei den laufenden Kosten (Treibstoff, Wartung etc.) erscheint das Elektrofahrzeug in kleineren Klassen zumindest für Flottenbetreiber bereits heute konkurrenzfähig. Durch den Steuererlass über zehn Jahre und Kaufprämien von bis zu 4.000 Euro werden Elektrofahrzeuge zunehmend auch für Endkunden attraktiver. Mobillisten mit einer entsprechenden Jahreskilometerleistung (so z.B. Pendler) gelten als eine primäre Käufergruppe.

Reichweite: die Reichweite der ersten Generation von Elektrofahrzeugen beschränkte sich auf 80 bis 150 km. Verglichen mit einem konventionellen Fahrzeug sind das kleine Bewegungsradien. Auch dieses Nadelöhr wird durch neue technologische Entwicklungen passierbarer. So liegen die Reichweiten von Neuankündigungen bei 100 bis 650 km. Die hohen Ladeleistungen der Batterien verkürzen auch die Ladezeit auf teils wenige Minuten, so dass Elektrofahrzeuge deutlich konkurrenzfähiger gegenüber den über 100 Jahre entwickelten Verbrennermodellen werden. Es sei noch gesagt: statistisch gesehen fahren deutsche Automobilisten täglich im Schnitt gerade mal 40 km und setzen ihr Fahrzeug nur ca. 2 Stunden ein. Somit ist neben dem Pendlerverkehr auch das Zweitwagensegment attraktiv für die E-Mobilität.

Mangelnde Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur: Neben der heimischen Ladeinfrastruktur gilt die öffentliche Ladeinfrastruktur insbesondere im urbanen Bereich als essentiell für die Ladung von privaten Elektrofahrzeugen. Tatsächlich gibt es wenige Lademöglichkeiten in Städten, folglich auch wenig Fahrzeuge. Sowohl die genannten Pendler als auch die Zweitwagen finden sich vor allem im Speckgürtel der Stadt, mit Einfamilienhausstruktur und eigener Ladestation. Dieser Umstand ist inzwischen hinlänglich bekannt und sowohl staatliche Förderungen als auch eine wachsende Anzahl an Dienstleistungsangeboten versuchen die Lücke zu schließen.

Fragliche ökologische Vorteile: Viele Diskussionen der vergangenen Jahre haben die Ökologie der Elektrofahrzeuge in Frage gestellt. Heute zeigen immer mehr Studien die marginalen bis deutlichen ökologischen Vorteile auf. Entscheidend sind hierzu eine möglichst kleine Batteriegröße und die Nutzung von ökologischem Fahrstrom aus eigens zugebauten Anlagen. Dies ist teils durch Interessenverbände gefordert, in jeder CO₂-Bilanz so kalkuliert doch gesetzlich nicht vorgeschrieben.

Ein zweiter umweltrelevanter Vorteil ist die lokale Emissionsarmut. So sind Elektrofahrzeuge, da sie leise und lokal abgasfrei sind, mit Sicherheit auch in Zukunft nicht von Fahrverboten in Städten betroffen. Im Gegenteil, sie tragen zu einem lebenswerteren Stadtklima bei.

Es ist erkennbar, dass die schwindende Anzahl an Nachteilen die Vorteile der Elektrofahrzeuge in den Vordergrund treten lassen. In diversen Abschätzungen wird die preisliche und technische Gleichstellung mit konventionellen Fahrzeugen in der ersten Hälfte der 2020er gesehen. Ab da wird E-Mobilität zu einem **schnell wachsenden Massenmarkt**. Begünstigt wird dies international durch den **steigenden ökologischen Druck und perspektivisch steigende Ölpreise**. National und kommunal steigern **Fahrverbote** für andere Antriebsarten und (temporäre) **Vorzüge für Elektrofahrzeuge** (Steuern, Busspurnutzung, freies Parken) deren Attraktivität. Hierzu gibt es diverse rechtliche Entwicklungen die sicherlich auch in den kommenden Jahren fortgeschrieben werden.

Essentiell wird die **Verbindung zur Energiewende**, und hierzu gibt es bisher wenig mögliche Anreizmechanismen oder gesetzliche Vorgaben. Das **Lademanagement** für Fahrzeuge – zumindest während langer Standzeiten – ist derzeit noch eine Herausforderung auf technischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Ebene.

Dem voran geht jedoch der **nötige Infrastrukturausbau vor allem im städtischen Umfeld**, wo private Lademöglichkeiten selten sind. Hier sind Kommunen, Energieversorger und eingeladene Dienstleister gefragt, keine Engpässe entstehen zu lassen und darüber eine gesamte Entwicklung zu hemmen.

Ähnliches gilt für das Herz der Verkehrswende: der **Multimodalität**. Den Automobilisten vom Besitz seines Autos zu trennen hat im Lauf der letzten 15 Jahre einen merklichen aber dennoch geringen Erfolg gehabt. Carsharing, Fahrradnutzung und den Umstieg auf den öffentlichen Nah- und Fernverkehr attraktiv zu gestalten wird eine große Herausforderung für die kommenden Dekaden sein. E-Mobilität (als Technologie) wird hier ihren Platz finden.

Nach der theoretischen Einführung zum aktuellen Stand, der Entwicklung und den Grundlagen der Elektromobilität erfolgt eine nähere Beschreibung der Ausgangssituation im Hinblick auf die Elektromobilität.

3. Bestands- und Infrastrukturanalyse

Neben der Betrachtung der Lage im regionalen Verflechtungsbereich erfolgt sowohl eine geografische Einordnung als auch eine Beschreibung der gesamtstrukturellen Verhältnisse und Rahmenbedingungen zur Bewertung der Ist-Situation (bspw. Lage und infrastrukturelle Gegebenheiten, Identifikation und Befragung einzelner Akteursgruppen und Schlüsselfunktionäre (Vertreter der Politik, Energieversorger und Gewerbetreibende). Ebenfalls erfolgen eine Auseinandersetzung mit bereits vorliegenden Studien und Konzepten zum Thema Elektromobilität, den aktuellen Planungsvorhaben und kommunalplanerischen Entwicklungen sowie eine daraus abgeleitete Beschreibung der Ausgangssituation. Ziel dabei ist, eine bestmögliche Zusammenführung aller Bestandsdaten. Um einen Überblick zum Thema E-Mobilität zu erhalten, werden deshalb zunächst alle vorliegenden Informationen zur Elektromobilität näher beschrieben. Anschließend wird die zukünftige Entwicklung der E-Fahrzeuge abgeschätzt und daraus sowohl der zukünftige Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur als auch die dafür benötigten Strommenge abgeleitet. Im Anschluss erfolgt eine Beschreibung der bedarfsorientierten Standortanalyse für öffentliche Ladeinfrastruktur.

3.1 Strukturdaten

Die Städte Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein liegen im Südwesten von Baden-Württemberg im Dreiländereck, unweit der deutsch-französisch-schweizerischen Grenze. Die in der Oberrheinebene gelegenen Städte befinden sich ca. 15 km von Freiburg i. Br., 50 km von Lörrach und der Stadt Basel in der Schweiz sowie 20 km von Mülhausen und 40 km von Colmar in Frankreich entfernt. Es besteht eine optimale Verkehrsanbindung an die Autobahn 5 (A5), den EuroAirport Basel/Mulhouse sowie den Containerhafen Ottmarsheim auf der französischen Rheinseite.

Die besondere Bedeutung der Lage der Städte im Wirkungsgeflecht der A5, der Bundesstraße 3 (B3) sowie der B378 und den damit einhergehenden Konsequenzen, insbesondere den starken (regionalen) Mobilitäts- und Pendlerbewegungen (zu den Städten Freiburg i. Br. im Norden sowie den Städten Lörrach und Basel in der Schweiz im Süden sowie dem Gewerbepark Breisgau) spiegeln den dringenden Handlungsbedarf wieder, im Bereich der nachhaltigen und zukunftsorientierten Mobilität aktiv zu werden und geeignete und wertschöpfende Maßnahmen für die Region zu ergreifen. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Bedeutung der Städte aus unterschiedlichen Gesichtspunkten interessant. So z.B.:

- Bad Krozingen als Tourismus-, Kur- und Erholungsort, mit zahlreichen hochspezialisierten Kliniken, Rehaeinrichtungen, Erholungsstätten und Hotelbetrieben sowie als Industrie- und Gewerbestandort.
- Neuenburg am Rhein als Tourismus-, Industrie- und Gewerbestandort sowie Ausrichter der Landesgartenschau 2022.
- Heitersheim im Verflechtungsbereich zu Bad Krozingen und Neuenburg am Rhein sowie als Tourismus-, Gewerbe- und Wirtschaftsstandort.
- Die Lage im Dreiländereck und die direkte Nähe zum Gewerbepark Breisgau.

Mit einer Gesamtfläche von etwa 91,47 Quadratkilometer und einer Einwohnerzahl von ca. 39.000 Personen im Jahr 2018 lässt sich die Bevölkerungsdichte der Städte mit etwa 426 Einwohner pro Quadratkilometer angeben. Die Region ist wirtschaftlich eine der stärksten in Baden-Württemberg. Maßgeblich dafür verantwortlich ist u.a. die beschriebene strategisch verkehrsgünstige Lage. Alle drei Städte verfügen zusätzlich über einen Anschluss zum deutschen Bahnnetz.

Einen großen Anteil am Verkehrsaufkommen hat neben dem Güter- und Pendelverkehr zum Arbeitsort auch der Schülerverkehr. Bad Krozingen vorwiegend mit dem Kreisgymnasium, der Johann-Heinrich-von-Landeck Schule und der Max-Planck Realschule, Neuenburg mit dem Kreisgymnasium, der Zähringerschule und der Mathias von Neuenburg Realschule sowie Heitersheim mit der Johanniter-Realschule und der Malteserschule und alle drei Städte mit diversen Grundschulen. Viele Schüler kommen von auswärts und werden trotz der guten Schülerbusverbindungen häufig von ihren Eltern gebracht und geholt.

Die verkehrsinfrastrukturellen Bestandsdaten und Gegebenheiten (bspw. Verkehrsknotenpunkte/-achsen/-beziehungen, Verkehrsnetze, Standorte von Elektroladesäulen etc.) wurden mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems visualisiert. Das erstellte Kataster dient der Erfassung und dem Verständnis der gesamtverkehrsinfrastrukturellen Gegebenheiten. Die Ergebnisse und die im Rahmen dieses Konzepts erarbeiteten Maßnahmen (bspw. Verortung von potenziellen Ladesäulenstandorten o.ä.) werden, falls notwendig, ebenfalls im späteren Verlauf erfasst.

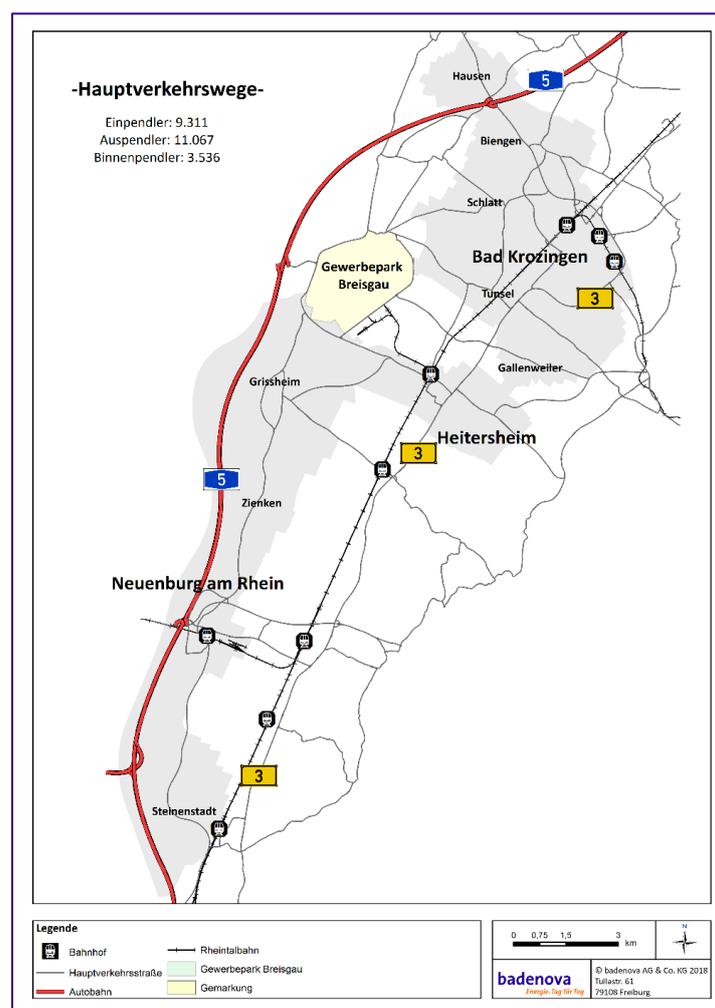


Abbildung 23: Hauptverkehrswege. Quelle: verändert nach OPENSTREETMAP 2018.

ÖPNV

Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein sind durch verschiedene Linien und Verkehrsunternehmen in den Öffentlichen Personennahverkehr eingebunden. Darüber hinaus gibt es Sonderverkehre wie bspw. den Bürgerbus in Bad Krozingen. In allen drei Städten wird in kontinuierlicher Zusammenarbeit u.a. mit der Deutschen Bahn und der SWEG versucht die Angebote für den ÖPNV, bspw. Erhöhung der Taktung, zu verbessern und so ein energiesparendes und schadstoffarmes Mobilitätsverhalten zu begünstigen. Aktive Verkehrsbetriebe im Gebiet sind der ZRF, RVF, SBG und die SWEG.

Car-Sharing

In allen drei Städten bestand zum Zeitpunkt der Berichtserstellung die Möglichkeit Car-sharing-Angebote zu nutzen:

- Bad Krozingen: Stadtmobil Südbaden. 2 Standorte mit je einem Fahrzeug, Parkplatz Im Grün, Parkplatz am Bahnhof
- Heitersheim: Stadtmobil Südbaden. 1 Standort mit einem Fahrzeug, Rathaus-Innenhof
- Neuenburg am Rhein: 1 Standort mit einem Fahrzeug, Stadtmitte/ Rebstraße 3

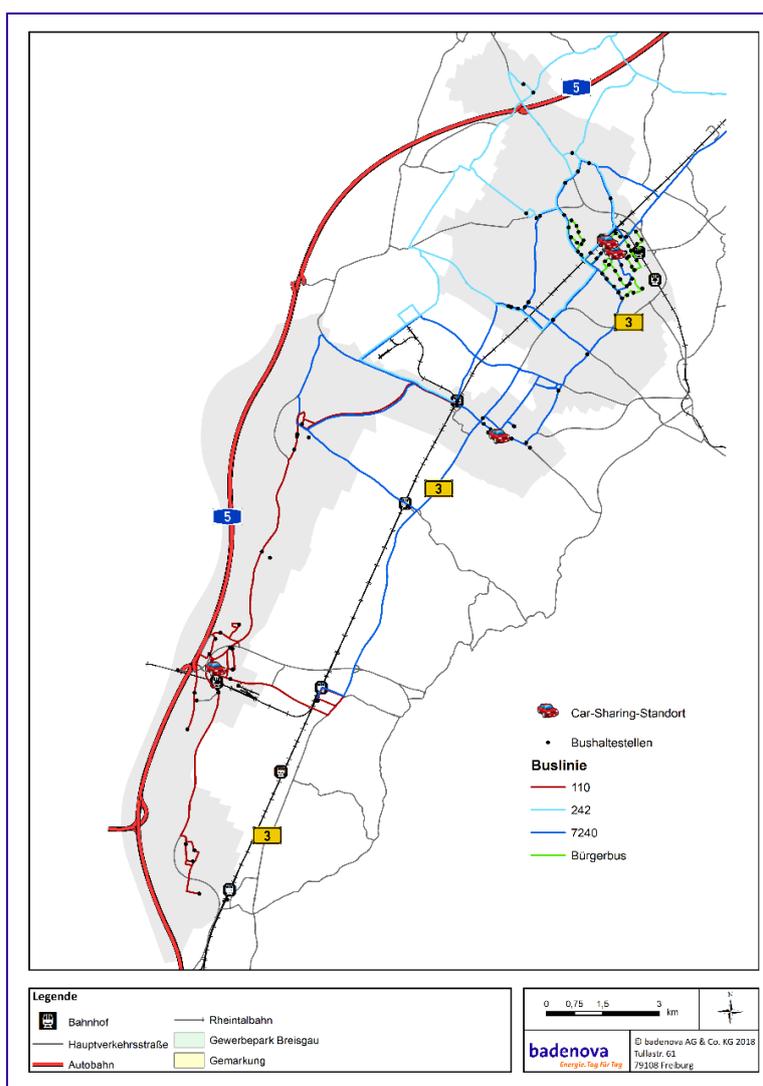


Abbildung 24: Buslinien und Car-Sharing-Standorte. Quelle: verändert nach OPENSTREETMAP 2018.

Fahrradverkehr/ -tourismus

Aufgrund der landschaftlichen Vielfalt von den Rheinauen bis zu den Ausläufern des Schwarzwalds ist die Region für den Fahrradtourismus sehr interessant (insbesondere bei längeren Touren wie bspw. von der Möhlin zum Tuniberg oder von Staufen zum Rhein). Die Radinfrastruktur für den Alltagsverkehr ist noch ausbaufähig und weist teils keine Durchgängigkeit auf. Der Lückenschluss beim Radverkehr ist von äußerster Wichtigkeit, um den Umstieg vom Auto auf das Fahrrad attraktiver zu gestalten. In Deutschland werden jährlich ca. 500 T Pedelecs verkauft (ca. 12 % Marktanteil), sodass hier der Marktdurchbruch bereits geschafft ist. Das Pedelec ist ein massentaugliches Verkehrsmittel mit unterschiedlichen Einsatzzwecken (Lastenrad, Lieferverkehr, Gesundheitsfaktor durch Tretunterstützung bei mobilitätseingeschränkten Personen etc.). Elektrounterstützte Fahrräder können somit einen wichtigen Beitrag dazu leisten die Lücke zwischen Fahrrad und PKW zu schließen und die Verkehrsverlagerung (auch beim Pendlerverkehr) diesbezüglich zu begünstigen.

In allen drei Städten besteht schon die Möglichkeit E-Bikes zu leihen oder zu erwerben. In Neuenburg am Rhein bei Jürgens Bike Shop und bei der Stadt Neuenburg am Rhein. In Heitersheim bei Wolfis Bike Shop und bei 2nd Hand Bikes Deters und in Bad Krozingen bei Radsport Weber und dem Fahrradhaus Hauser-Zanger. Zusätzlich ist an der Therme Vita Classica eine E-Bike-Ladestation installiert wo geladen werden kann. Ebenfalls besteht die Möglichkeit über die Kur und Bäder GmbH E-Bikes und Akkus zu leihen und auch geführte (E-Bike) Radtouren in die Region zu buchen.

Überdies ermöglicht die Stadt Neuenburg am Rhein die Bereitstellung von sechs E-Bikes am Rathaus zur Nutzung durch die Bürgerschaft und Feriengäste. Des Weiteren die Bereitstellung von zwei E-Bike-Kindertransportern für Kitas und Privatpersonen sowie Bereitstellung eines E-Lastenfahrrads für Hausmeisterdienste und Privatpersonen.

3.2 KFZ-Bestand und Pendlerströme

Neben den durch den von Haushalten und Gewerbe hervorgerufenen Emissionen durch Strom- und Wärmeverbräuche, trägt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße zur Verschlechterung der Energie- und CO₂-Bilanz von Kommunen bei. Dem Sektor Verkehr kommt in erheblichem Maße eine bedeutende Rolle bei kommunalen Klimaschutzbemühungen zu. So nahm der Sektor Verkehr an den Gesamt CO₂-Emissionen bspw. in Bad Krozingen im Jahr 2015 einen Anteil von ca. 30 % ein. In Neuenburg am Rhein, aufgrund der bilanziellen Zuteilung von Abschnitten der A5, sogar 46 % (Stand 2012).

Die Entwicklungen der KFZ-Zulassungen in den Städten Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein spiegeln den nationalen Trend steigender Zahlenszahlen wieder. Bundesweit nahm seit 2008 ebenfalls die durchschnittliche Leistung von 96,4 kW auf 111,3 kW im Jahr 2017 zu (Durchschnittliche Leistungssteigerung von 15,5%).

Die KFZ-Zulassung in Bad Krozingen erhöhte sich seit 2010 um jährlich durchschnittlich 346 (277 PKW), in Neuenburg am Rhein um 192 (167 PKW) und in Heitersheim um 104 (68 PKW) zu. Hierbei sind neuzugelassene PKWs maßgebend.

Abbildung 25 zeigt die Zahl der KFZ-Zulassungen im Jahr 2018 aufgeteilt auf die drei Städte. Das Verhältnis der unterschiedlichen Fahrzeugarten ist dabei stets ähnlich.

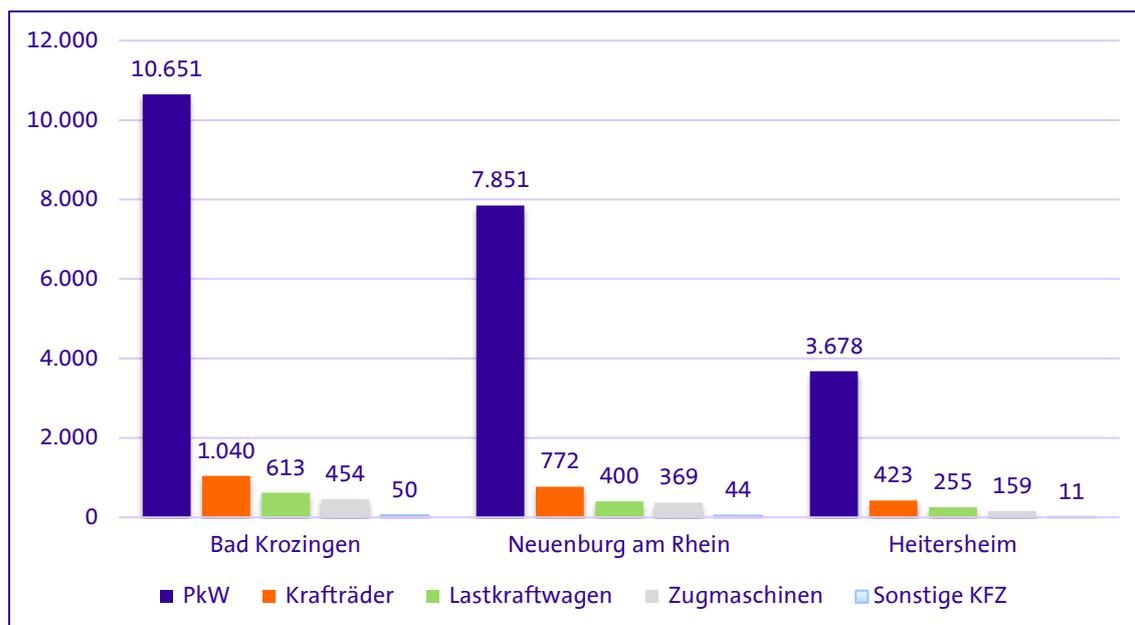


Abbildung 25: KFZ-Zulassungen 2017 (STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2018).

Die Verkehrsmittelwahl spiegelt u.a. das vorhandene Verkehrsangebot und die Notwendigkeit einer Verkehrsverlagerung sowie den aktuellen Bedarf an Ladeinfrastruktur wieder. Auf Grund der ländlich-städtisch (Bad Krozingen als Randzone zum Verdichtungsraum Freiburg sowie Neuenburg am Rhein und Heitersheim als ländlicher Raum nach Landesentwicklungsplan BW 2002) geprägten Struktur wird vorrangig das KFZ zur Fortbewegung und auch zum Pendeln genutzt. Dies ergab bspw. auch die Auswertung der Ergebnisse zum Thema Mitarbeitermobilität im Rahmen der Umfrage für städtische Mitarbeiter in Bad Krozingen. Ebenfalls kann diese Aussage durch den City-Check 2016 in Bad Krozingen und Aussagen der Städte bekräftigt werden. Die Zahl der KFZ je Einwohner liegt mit etwa 0,67 pro Einwohner über dem Bundesschnitt von 0,472 KFZ pro Einwohner. Jedoch kann die Zahl in stark ländlich geprägten Regionen auch deutlich über ein KFZ pro Einwohner liegen (SPIEGEL, 2012).

Das Straßennetz in der Region ist sehr gut ausgebaut, was die Wahl des Fortbewegungsmittels KFZ zusätzlich begünstigt. Bundes- und Landstraßen verbinden große Teile der Region. Die Landstraßen sorgen zudem für kurze Wege. Eine Anbindung und eine gute Taktung an das Schienennetz haben alle Städte, was sich auf die Pendlerströme und den Anteil an KFZ pro Einwohner auswirkt.

Alle drei Städte sind sehr aktiv den ÖPNV zu begünstigen und den Individualverkehr zu reduzieren. So bspw. durch die Ausweisung und Etablierung von großen PKW-Parkplätzen an Bahnhöfen, P & R-Parkplätzen, innerörtlichen Buslinien, Car-Sharing-Angeboten, Mobilitätsberatungen und die Bereitstellung von E-Bikes.

Pendlerbewegungen

Nachfolgend ist das Verhältnis der Ein- und Auspendler dargestellt. Generell liegt der Anteil der Auspendler in den ländlich (-städtisch) geprägten Gemeinden wesentlich höher als im städtischen Bereich. Da sich die Pendlerwege meist im Rahmen von weniger als 15 km bewegen (vgl. Gewerbeumfrage und Anhang 14.1) und der KFZ Anteil entsprechend hoch ist, sind Lademöglichkeiten zu Hause und am Arbeitsplatz unbedingt zu fördern, da

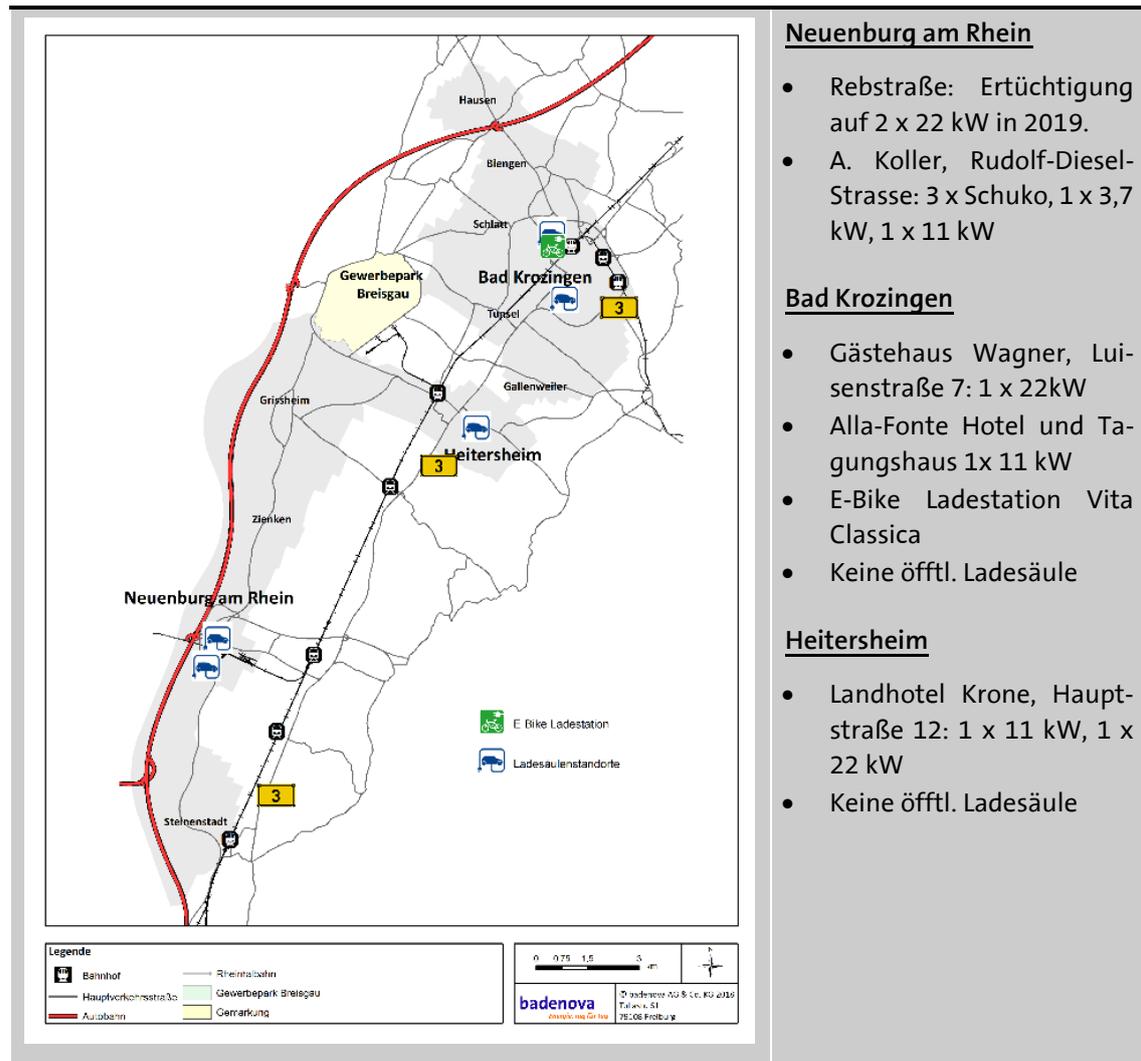
sich die E-Mobilität hierfür sehr gut anbietet. Zudem ist für ländliche Strukturen eine hohe Anzahl an Einfamilienhäusern im Gebäudebestand typisch, was ebenfalls die Möglichkeit des zu Hause Ladens vereinfacht (Bad Krozingen ca. 46 % Einfamilienhäuser. Energiepotenzialstudie Bad Krozingen 2015). Bad Krozingen und Neuenburg am Rhein weisen ein negatives Pendlersaldo auf. Heitersheim hingegen ein leicht positives Saldo, u.a. zu begründen durch die ca. 500 ansässigen, überwiegend mittelständischen Gewerbebetriebe.

Tabelle 7: Pendlerströme. Quelle: STATISTISCHES LANDESAMT BADEN WÜRTTEMBERG 2018.

| Stadt | Einputler | Auspendler | Binnen-Pendler | Anzahl-KFZ |
|--------------------|-----------|------------|----------------|------------|
| Bad Krozingen | 4.764 | 5.534 | 1.835 | 12.808 |
| Neuenburg am Rhein | 2.542 | 3.630 | 1.232 | 9.434 |
| Heitersheim | 2.005 | 1.903 | 469 | 4.532 |

3.3 Bestand an öffentlichen und halböffentlichen E-Ladesäulen

Zum März 2019 gab es in allen drei Städten lediglich eine Möglichkeit an öffentl. Elektroladesäulen Strom zu tanken. Die einzige öffentl. Ladesäule im Betrieb (Rebstraße/ Neuenburg am Rhein) wurde in 2019 auf 2 x 22 kW ertüchtigt. Halböffentliche Ladesäulen sind beim Gewerbetreibenden Solar-Koller in Neuenburg am Rhein, beim Landhotel Krone in Heitersheim und beim Gästehaus Wagner in Bad Krozingen verzeichnet. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keine gute Abdeckung für Schnell- und Normallademöglichkeiten gegeben ist. In Kapitel 5.1 wird deshalb von der geschätzten E-Fahrzeug-Entwicklung der Bedarf an Ladeinfrastruktur abgeleitet und potenzielle Standorte für öffentl. Ladeinfrastruktur definiert. Registrierte öffentliche und halböffentliche Ladeinfrastruktur, Stand Februar 2019 (GoingElectric.de; Ladenetz.de, Chargemap.com; e-tankstellen-finder.com; Bundesnetzagentur):



Neuenburg am Rhein

- Rebstraße: Ertüchtigung auf 2 x 22 kW in 2019.
- A. Koller, Rudolf-Diesel-Strasse: 3 x Schuko, 1 x 3,7 kW, 1 x 11 kW

Bad Krozingen

- Gästehaus Wagner, Luisenstraße 7: 1 x 22kW
- Alla-Fonte Hotel und Tagungshaus 1x 11 kW
- E-Bike Ladestation Vita Classica
- Keine öfftl. Ladesäule

Heitersheim

- Landhotel Krone, Hauptstraße 12: 1 x 11 kW, 1 x 22 kW
- Keine öfftl. Ladesäule

Abbildung 26: Registrierte Ladesäulenstandorte.

4. Akteursbeteiligung und Maßnahmenentwicklung

Die gesamte Konzepterarbeitung erfolgte in einem offenen und partizipativen Entwicklungsprozess mit verschiedensten lokalen Akteuren. Dazu werden vordergründig verantwortliche und zuständige Personen der Städte und der lokale Netzbetreiber integriert. Diese umfangreiche Einbindung sorgte dafür, dass breit gefächerte Entwicklungsvorschläge in die Diskussion miteinfließen und sich möglichst viele städtische Vertreter mit dem erstellten Elektromobilitätskonzept identifizieren können. Auf diese Weise wird die spätere Maßnahmenumsetzung und -akzeptanz wesentlich erleichtert. Es bestand der ausdrückliche Wunsch der Projektbeteiligten die Erstellung des Konzeptes vordergründig im Rahmen der städtischen Verantwortlichkeiten und nicht in einem breit gefächerten Umfeld zu konzipieren. So war es das Anliegen der Städte beim dem noch sehr „jungen“ und teils mit Vorurteilen behafteten Thema zuerst selbst eine strategische Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe zu erstellen. Durch den kontinuierlichen Austausch mit den Projektverantwortlichen wurden die Ausarbeitungen der badenova immer wieder diskutiert, so dass am Ende ein Bündel an Maßnahmenvorschlägen steht, das von allen Beteiligten mitgetragen werden kann.

4.1 Ablauf des Konzepts

Um die Entwicklungsstufen des Konzepts nachvollziehen zu können wird in diesem Kapitel zunächst der Ablauf des Konzepts beschrieben und auf den Inhalt der Arbeitstreffen, Workshops und Veranstaltungen eingegangen. In Abbildung 27 ist der Ablauf der Konzepterstellung grafisch dargestellt. Deutlich wird, dass innerhalb der Projektlaufzeit, von Ende Januar 2018 bis März 2019, ein regelmäßiger Austausch zwischen dem Auftragnehmer und den Städten stattfand.

| Ablauf des Partizipationsprozesses | | | |
|---|-------|--|----------------------------|
| | Stadt | Akteure/Fachleute | |
| Elektromobilitätskonzept der Stadt Bad Krozingen, Neuenburg am Rhein, Heitersheim | 1 | <ul style="list-style-type: none"> Stadtspezifische Sondierungsgespräche Informationsaustausch zum Thema Elektromobilität Festlegung von individuellen Themenschwerpunkten | Projektstart - Projektende |
| | 2 | <ul style="list-style-type: none"> Auftaktveranstaltung Vorstellung des Projekts Festlegung interkommunaler Themenschwerpunkten | 31. Jan. 2018 |
| | 3 | <ul style="list-style-type: none"> Elektromobilitäts-Workshop I mit lokalen Akteuren Bündelung von lokalem Know-How (Energieversorger, Mobilitätsdienstleister etc.) Entwicklung von Maßnahmenideen | 5. Juni 2018 |
| | 4 | <ul style="list-style-type: none"> Informations- und Unterstützungsangebot (intern und extern) Informationsbereitstellung, Unterstützung Förderanträge Ausarbeitung konkreter Maßnahmen | Juli - Februar 2019 |
| | 5 | <ul style="list-style-type: none"> Arbeitstreffen mit Projektleitern Informationsaustausch zum Thema Elektromobilität Festlegung von individuellen Themenschwerpunkten | 5. Oktober 2018 |
| | 6 | Vortrag Deutsch-Französische Energietour | 18. Oktober 2018 |
| | 7 | <ul style="list-style-type: none"> Elektromobilitäts-Workshop II mit städt. Entscheidungsträgern Priorisierung des Maßnahmenkatalogs Zielentwicklung | 7. November 2018 |
| | 8 | <ul style="list-style-type: none"> Ausarbeitung der Maßnahmen Vertiefte Ausarbeitung der Maßnahmen Unterstützung bei der Fördermittelakquise | Okt. - März 2019 |
| | 9 | <ul style="list-style-type: none"> Gemeinsame Abschlussveranstaltung Präsentation der Ergebnisse Beschluss zur Umsetzung des Konzepts | 28. März 2019 |

Abbildung 27: Ablauf des Partizipationsprozess

4.2 Akteursbeteiligung

Kommunalspezifische Sondierungsgespräche

Im Vorfeld an die Interkommunale Auftaktveranstaltung erhielten alle beteiligten Städte die Möglichkeit, in einem jeweils separaten Sondierungsgespräch Erwartungen, Wünsche und Bedürfnisse zu äußern sowie individuelle Themenschwerpunkte festzulegen (bspw. Umrüstung der Fuhrparkflotte, Workshop mit der Verwaltung zum Aufbau von lokalem Know-How etc.). Die Auftaktgespräche sollten darüber hinaus genutzt werden lokales Know-How zum Themenkomplex Elektromobilität aufzubauen und den Kommunalvertretern wichtige Aspekte und Entwicklungstendenzen sowie technische Grundlagen der Elektromobilität zu vermitteln und Fördermöglichkeiten aufzuzeigen. Ebenfalls wurden erste individuelle Maßnahmen definiert, die es im weiteren Verlaufe der Konzeptionierung auszuarbeiten galt.

Interkommunale Auftaktveranstaltung

Im Anschluss an die Sondierungsgespräche fand am 31.01.2018 die interkommunale Auftaktveranstaltung, gemeinsam mit allen Verantwortlichen (inkl. der Bürgermeister) statt. Hier bestand die Möglichkeit gemeinsame Themenschwerpunkte festzulegen und offene Fragen zu klären. Die Veranstaltung diente insbesondere auch dazu den Projektablauf vorzustellen und den Verantwortlichen einen zweiten Einblick in den Themenkomplex der Elektromobilität zu geben.



Abbildung 28: Interkommunale Auftaktveranstaltung am 31.01.2018

Hier wurden exakte Projektinhalte, Verantwortlichkeiten, der Projektablauf und die generelle Kommunikation besprochen und definiert. Um einen kontinuierlichen Austausch über die gesamte Projektlaufzeit zu ermöglichen, sowie Arbeitsphasen/-pakete zu definieren, zu strukturieren und anzupassen wurde u.a. vereinbart einen zwei-wöchentlichen Telefon-Jour-Fix zwischen der Projektleitung der Stadt Bad Krozingen als Antragssteller und der Projektleitung der badenova AG & Co. KG abzuhalten. Darüber hinaus wurden übereinstimmende Maßnahmen identifiziert und versucht erste Themenblöcke zu definieren, welche aus Sicht der Städte eingehender behandelt werden sollten.

Elektromobilitäts-Workshop I

Am 05.07.2018 fand der erste Elektromobilitäts-Workshop unter Beteiligung von relevanten Akteuren (wie dem lokalen Energieversorger, Netzbetreiber, relevante Gewerbe- und Industriebetriebe, Arbeitskreise etc.) statt. Der Workshop wurde durch Klaus Hoppe von Hoppe Consulting neutral und unabhängig moderiert. Der Workshop diente dazu durch ein Brainstorming mögliche Handlungsfelder und Maßnahmen im gemeinsamen Dialog mit allen relevanten Akteuren zu sondieren/identifizieren. Im Nachgang erfolgte, eng verknüpft mit der Potenzialanalyse sowie den interkommunalen und stadtspezifischen Themenkomplexen eine Themenclusterung die schlussendlich zu einem umsetzungsorientierten Maßnahmenkatalog führten. Im Rahmen des Elektromobilitäts-Workshops I fanden zudem zwei Fachvorträge statt.

Hr. Lukas Smoluch, Projektleiter Wissensmanagement Elektromobilität bei der bnNETZE GmbH, referierte über die Zukunftsfähigkeit der Stromnetze auf die Veränderungen durch die Elektromobilität zu reagieren und die diesbezügliche Anpassungsstrategien von Stromnetzbetreibern.

Hr. Heinz Handtrack, Referat Nachhaltige Stadtentwicklung der Stadt Ludwigsburg gab einen Einblick und einen Erfahrungsbericht über die bisherigen Aktivitäten der Modellkommune und Schaufenster Elektromobilität in Ludwigsburg.

Das Protokoll zur Veranstaltung ist in Anhang 14.2 einzusehen.



Abbildung 29: Elektromobilitäts-Workshop I am 05.07.2018

Projektleitertreffen

Im Anschluss an den Elektromobilitäts-Workshop I fand am 05.10.2018 eine Arbeitssitzung zwischen den jeweiligen Projektleitern der Städte und dem Auftragnehmer der badenova AG Co. KG. Bei diesem Treffen wurden die bisherigen Arbeitsergebnisse und bereits entwickelte Maßnahmen besprochen. Darüber hinaus ging es um eine erste Sondierung von Standorten für die öffentliche Ladeinfrastruktur. Die Sitzung diente auch dazu den städtischen Vertretern relevante Inhalte und aktuelle Entwicklungen der Elektromobilität näher zu bringen und Fragen seitens der Städte zu beantworten.

Grenzüberschreitendes Event mit deutsch-französischer Energietour

Im Rahmen des grenzüberschreitenden Events mit deutsch-französischer Energietour « Die Energiezukunft des Oberrheins erleben und gestalten » wurde das Projektvorhaben „Interkommunales Elektromobilitätskonzept“ am 18.10.2018 im Birkenmeier Forum in Breisach am Rhein vorgestellt. Das Departement Haut-Rhin organisierte eine Woche Veranstaltungen rund um das Thema Energie. Hierbei sollte die künftige Entwicklung des Departements in den Bereichen E-Mobilität, autonomes Fahren, Multi-Modalität, Smart City, erneuerbare Energien, etc. im Mittelpunkt der Überlegungen stehen.

Die Anliegen und Herausforderungen sind dabei auf beiden Seiten der Grenze sehr ähnlich. Am 18.10.2018 war die Energiewoche grenzüberschreitend ausgerichtet und gemeinsam mit TRION-climate e.V. dem deutsch-französisch-schweizerischen Netzwerk der Klima- und Energieakteure am Oberrhein organisiert.

In diesem Rahmen bot es sich an das Projektvorhaben einem grenzüberschreitenden und überregionalen Publikum vorzustellen.

Elektromobilitäts-Workshop II mit städtischen Entscheidungsträgern

Der Elektromobilitätsworkshop II fand am 05.11.2018 in Bad Krozingen mit den Bürgermeistern und den jeweiligen Projektverantwortlichen der Städte statt. Die Veranstaltung diente als Arbeitssitzung, in welcher die Ergebnisse der vorangegangenen Veranstaltungen vorgestellt und eine Zusammenführung der Erwartungen und wichtigen Erkenntnisse diskutiert wurden. Es erfolgte eine intensive Diskussion und Anpassung des erstellten Maßnahmenkatalogs zur Elektromobilität. Zusätzlich wurden Maßnahmen sondiert, die bislang nicht Teil des Projektvorhabens waren. Zentrales Ergebnis war u.a. die konkrete Definition von öffentlichen Ladepunkten und die Festlegung der perspektivisch umzusetzenden Maßnahmen.

Tabelle 8: Elektromobilitäts-Maßnahmen der Städte

| Nr. | Maßnahmen | Bad Krozingen | Neuenburg am Rhein | Heitersheim |
|-----|--|---------------|--------------------|-------------|
| 1 | Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur | x | x | x |
| 2 | Finanzielle Förderung von Wallboxen | x | x | x |
| 3 | Informationsangebot zu E-Mobilität | x | x | x |
| 4 | E-Mobilitätsveranstaltung für Gewerbe | x | x | x |
| 5 | E-Mobilitätsveranstaltung für Bürger | x | x | x |
| 6 | E-Mobilität in Neubau und Sanierungsgebieten | x | x | x |
| 7 | „Die nette Steckdose“ | x | x | x |
| 8 | E-Mobilitätsprojekte an Schulen | x | x | x |
| 9 | Umrüstung städtischer Fuhrpark | x | x | x |
| 10 | Pedelec-Verleih | x | x | x |
| 11 | Erweiterung/Aufbau E-Carsharing | x | x | x |
| 12 | Ausnahmeregelungen für E-Fahrzeuge | x | x | x |
| 13 | E-Bürgerbus | x | - | - |

Weiterhin wurden aktuelle Themen und Fragen wie bspw. die mangelnde E-Fahrzeugverfügbarkeit, Stromnetz relevante Aspekte, aktuelle Fördermöglichkeiten sowie generelle Elektromobilitätsaspekte in Neubaugebieten und Mehrfamilienhäusern diskutiert.

Abschlusspräsentation

Am 28.03.2019 fand im Platanensaal im Kurhaus Bad Krozingen die gemeinsame Abschlussveranstaltung statt. Eingeladen waren alle Gemeinderäte und verschiedene Vertreter der drei beteiligten Städte, u.a. Dezernenten. Ziel war es, die Ergebnisse des Konzepts vorzustellen, so dass im Anschluss jede Stadt über die Umsetzung der Maßnahmen in ihrem Stadtrat abstimmen kann.

Folgende Agenda-Punkte standen auf der Tagesordnung:

1. Hintergrund: E-Mobilität als Teil der Mobilitätswende und aktuelle Entwicklungen
2. Ziele des Elektromobilitätskonzepts und Herausforderungen für Kommunen
3. Ergebnisse und Vorstellung der Maßnahmen
4. Information und Umsetzung

Zunächst wurde das Thema Elektromobilität in den Gesamtkontext gesetzt und aktuelle gesetzliche Rahmenbedingungen und die technischen und politischen Entwicklungen dargestellt sowie der Bezug zur Entwicklung der Fahrzeugzahlen und der benötigten öffentlichen Ladeinfrastruktur im Untersuchungsgebiet hergestellt.

Es folgte die Darstellung der Kriterien für die Standortanalyse der öffentlichen Ladestandorte sowie die konkret folgenden Schritte für die Umsetzung dieser Standorte. Es wurden die Herausforderungen und Rollen der einzelnen Akteure geschildert und aufgezeigt, was die Ziele der Kommunen sein sollten, um das Thema Elektromobilität in die Breite zu tragen. Neben dem Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur ist vor allem auch ein Informations- und Umsetzungskonzept von großer Wichtigkeit, um die Bevölkerung bei diesem komplexen Thema zu informieren. Hierfür wurden entsprechende Maßnahmenvorschläge präsentiert, welche von den Kommunen umgesetzt werden können. Die Maßnahmen sind im Kapitel „Handlungskonzept mit konkreten Maßnahmenvorschlägen“ zu finden.

Pressegespräch

Nach Abschluss des Konzeptes wird für den 3. Juni 2019 ein Pressegespräch organisiert, an dem die Bürgermeister der Städte sowie der Leiter der Stabsstelle Energiedienstleistungen, M. Baur, die badenova interne Themenverantwortliche für Elektromobilität S. Baumgartner und der Projektleiter M. Gehring teilnehmen. Die Lokalpresse soll im Nachgang ausführlich berichten, sodass das Elektromobilitätskonzept auch in die Öffentlichkeit getragen wird.

5. Öffentliche Ladeinfrastruktur

Eine gut ausgebaute öffentliche Ladeinfrastruktur gilt als Schlüssel zum Gelingen der E-Mobilität in Deutschland. Wie die Bestands- und Infrastrukturanalyse gezeigt hat, reicht die Ladeinfrastruktur in den drei Städten für den zukünftigen Bedarf der prognostizierten E-Fahrzeugentwicklung nicht aus. Zum einen ist es wichtig zu wissen, in welchem Bereich zukünftig vermehrt Ladebedarf besteht und zum anderen in welchem Ausmaß. Dies ermöglicht eine erste Abschätzung der Anzahl der öffentlich benötigten Ladepunkte und generell der zukünftigen Verteilung auf den privaten, halböffentlichen und öffentlichen Bereich. Um den Bedarf und die Verteilung abschätzen zu können, gilt es, vorerst die E-Fahrzeugentwicklung zu prognostizieren.

5.1 Abschätzung der E-Fahrzeugentwicklung

In Anlehnung an die einst ausgerufenen E-Fahrzeugziele der Bundesregierung kann schätzungsweise berechnet werden, wie viele E-Fahrzeuge in den drei Städten theoretisch zugelassen sein müssten, um die Ziele von 1 Mio. E-Fahrzeuge bis 2020 und 6 Mio. bis 2030 in D. zu erreichen.

Für die Berechnung der E-Fahrzeugzahlen in den drei Städten wurden folgende Annahmen getroffen:

- Jährliche Steigerung des PKW-Bestandes um durchschnittlich 512 Fahrzeuge (Datengrundlage: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2018. Durchschnittliche Entwicklung der PKW-Zulassung seit 2010 in Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein)
- Prozentuale Übertragung der E-Fahrzeugentwicklung von Deutschland (angelehnt an die Ziele der Bundesregierung)
- Exponentielle Entwicklung des E-Fahrzeugbestands in Deutschland bis 2030

Die nachfolgende Abbildung 30 zeigt die theoretische und exponentielle Steigerung der E-Fahrzeugzahlen in Deutschland. Es ist davon auszugehen, dass das Ziel der Bundesregierung von 1 Mio. E-Fahrzeuge bis 2020 erst im Laufe des Jahres 2022 erreicht wird. Hingegen ist das Ziel von 6 Mio. E-Fahrzeugen bis 2030 realistisch und könnte schon im Laufe des Jahres 2029 erreicht werden.

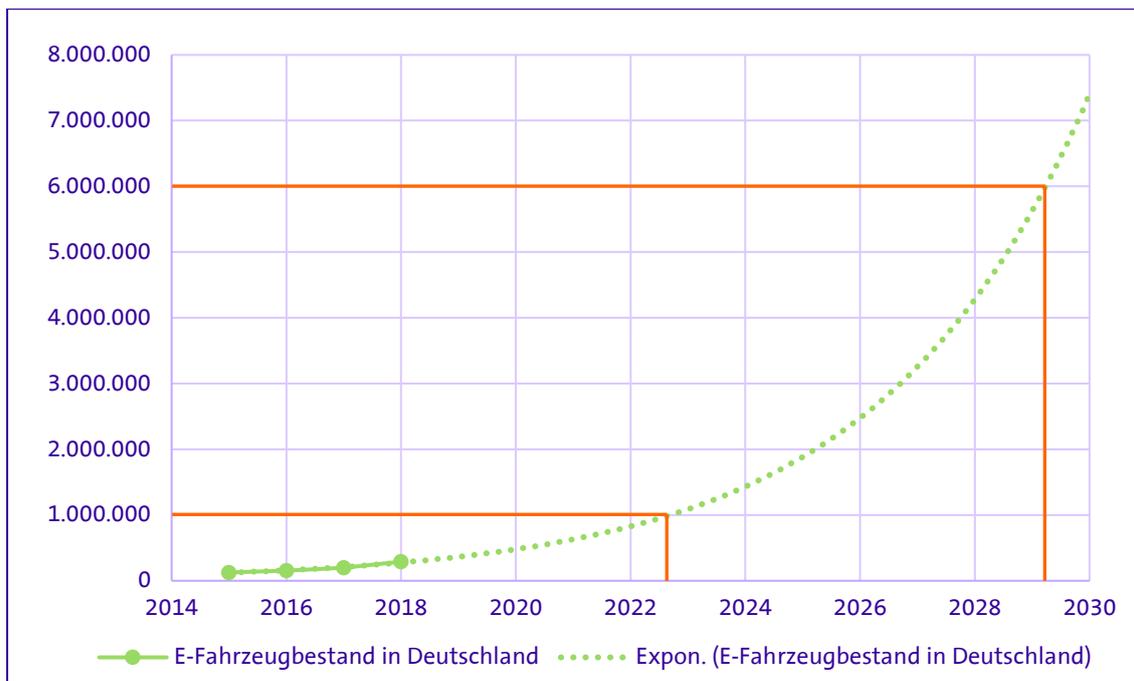


Abbildung 30: Exponentielle Entwicklung des E-Fahrzeugbestands in Deutschland. Eigene Berechnung (VERÄNDERT NACH KBA 2018B).

Die positiven Einflussfaktoren auf die E-Fahrzeugentwicklung in Deutschland sind vielfältig. In den nächsten Jahren ist mit einem sprunghaften Anstieg der E-Fahrzeugzahlen zu rechnen. Der Markt der Antriebstechnologien befindet sich in einem massiven Umbruch. Die immense Produktoffensive der Automobilhersteller, steigende Batteriekapazitäten bei zugleich sinkenden Kosten, verbesserte Ladeinfrastrukturtechnik und höhere Ladeleistungen, Nutzerakzeptanz, Förderprogramme und auch der zunehmende (EU-weite) politische und ökologische Druck, saubere Technologien zu etablieren, lassen einen exponentiellen Anstieg in den nächsten Jahren vermuten. Eine exakte Abschätzung der Entwicklung der E-Fahrzeugzahlen ist aufgrund der immensen Dynamik des Marktes jedoch national und regional nicht möglich.

Es ist davon auszugehen, dass die E-Fahrzeugentwicklung aus den oben genannten Gründen sowie zahlreicher Aussagen von Branchenkennern, Automobilherstellern und Experten einer exponentiellen Entwicklung folgen wird. Unter der Berücksichtigung eines exponentiellen Wachstums der E-Fahrzeugzahlen in Deutschland bis zum Jahr 2030 könnte sich für die drei Städte folgende Entwicklung ergeben (vgl. Tabelle 9 und Abbildung 31):

Tabelle 9: Prognostizierte exponentielle Entwicklung der E-Fahrzeugzahlen. Eigene Berechnung. Datengrundlage KBA 2018B UND 2018c.

| Jahr | Bad Krozingen | Neuenburg am Rhein | Heitersheim | Summe |
|------|---------------|--------------------|-------------|-------|
| 2020 | 112 | 82 | 38 | 232 |
| 2025 | 462 | 331 | 125 | 918 |
| 2030 | 1.886 | 1.330 | 606 | 3.822 |



Abbildung 31: Prognostizierte Entwicklung der E-Fahrzeuge. Eigene Berechnung. Datengrundlage KBA 2018B UND 2018C.

Die exponentielle Entwicklung entspräche mit 3.822 Fahrzeugen einem Anteil von etwa 13,5 % am Gesamt-PKW-Bestand in 2030 (vgl. hierzu die lineare Berechnung nach den einstigen Zielvorgaben des Bundes bis 2030 in 2.5.5.7.2).

Mindestens 85 % der zukünftigen Ladevorgänge werden im privaten (zu Hause) und halb-öffentlichen (Arbeitgeber, Einzelhandel, Freizeit etc.) Bereich stattfinden. Lange Standzeiten über Nacht und beim Arbeitgeber von $\geq 6-8$ Stunden führen zu einem hohen Bedarf von Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung (3,7 kW).

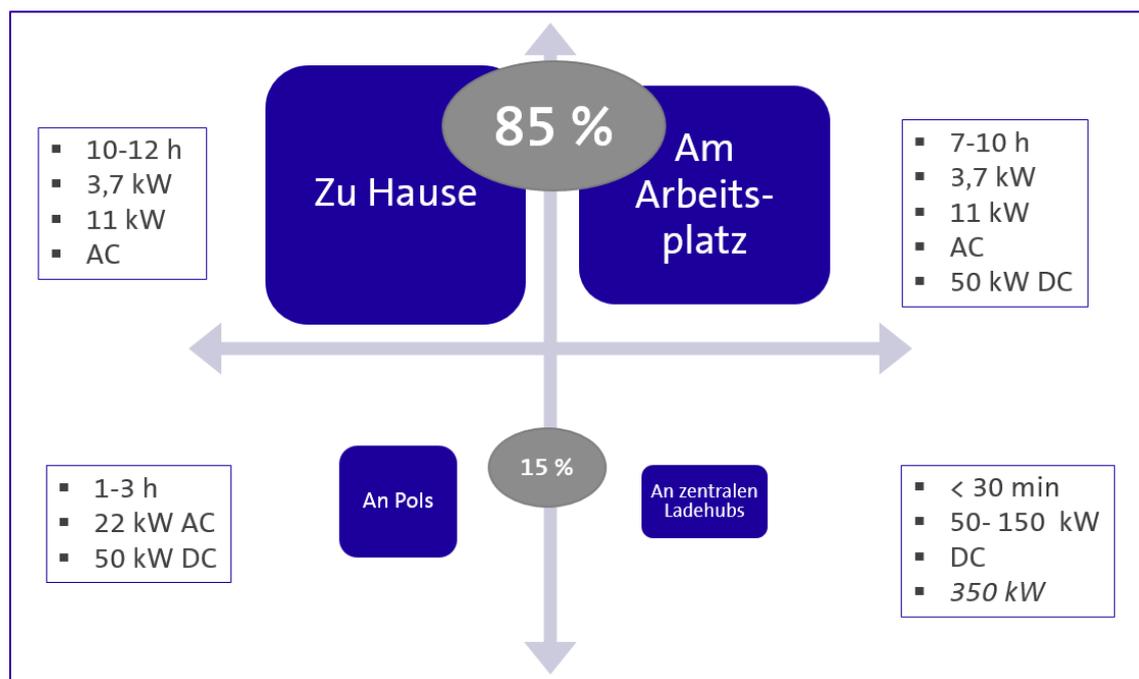


Abbildung 32: Örtliche und prozentuale Verteilung der Ladevorgänge. BADENOVA 2018.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl von E-Fahrzeugen in Bereichen mit hoher Einfamilienhaus-, Stellplatz-/Garagen- und Tiefgaragendichte stärker ansteigen wird als in Bereichen mit jeweils geringerer Dichte. Dies könnte einen ersten Hinweis über die zukünftige räumliche Verteilung der Ladeinfrastruktur im privaten Bereich geben. In erster Linie werden hier nur Bürger mit eigenem oder ggf. fest zugewiesenem Stell-, Garagen- oder Tiefgaragenplatz die Möglichkeit haben, eine Ladeinfrastruktur zu installieren.

5.2 Abschätzung des Bedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur

Um abzuschätzen, wie hoch der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur bis 2030 sein könnte, gilt es, die für die theoretisch ermittelte Anzahl an E-Fahrzeugen benötigte Strommenge zu berechnen.

Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Durchschnittlicher Verbrauch eines E-Fahrzeugs von 15 kWh/100km
- Durchschnittliche Jahresfahrleistung eines PKW nach KBA 2018b: 13.257 km (36,32 km/Tag)

Um die tägliche bzw. jährlich benötigte Strommenge der Fahrleistung eines E-Fahrzeugs in Deutschland abdecken zu können, müssten im Jahr 2030, für 3.822 E-Fahrzeuge ca. 7,6 Mio. kWh/Jahr bereitgestellt werden. Zum Vergleich: Dies entspricht dem jährlichen Stromverbrauch von etwa 2.500 2-Personen-Haushalten.

Auch die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE 2018b) geht davon aus, dass zukünftig 85 % der Ladevorgänge im privaten/ halböffentlichen und nur 15 % im öffentlichen Bereich stattfinden werden. In stark ländlich geprägten Regionen kann sogar von einem Verhältnis von 90/10 ausgegangen werden.

| Anteile der Ladevorgänge | Privater Aufstellort: aktuell 85 % | | | Öffentlich zugänglicher Aufstellort: aktuell 15 % | | |
|---|--|--|---|--|--|---|
| Typische Standorte für Ladeinfrastruktur |  Einzel- / Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim |  Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks |  Firmenparkplätze auf eigenem Gelände |  Autohof, Autobahn-Raststätte |  Einkaufszentren, Parkhäuser, Kundenparkplätze |  Straßenrand / öffentliche Parkplätze |
| Vorgaben zur Ladetechnologie | Combined Charging System vorschreiben | | | Combined Charging System als Mindeststandard in Ladesäulenverordnung vorgeschrieben | | |
| Ladedauer für 20 kWh (Verbrauch für 100 km) | 6 Stunden (AC 3,7 kW) | 6 Stunden (AC 3,7 kW) 1-2 Stunden (AC/DC 11-22 kW) | 6 Stunden (AC 3,7 kW) | 30 Minuten (DC 50 kW) 10 Minuten (DC 150 kW) | 6 Stunden (AC 3,7 kW) | 1-2 Stunden (AC/DC 11-22 kW) |
| Ladedauer perspektivisch | | | | wenige Minuten (DC 350 kW) | | |

Abbildung 33: Anteile der Ladevorgänge (NPE 2018b).

5.2.1 Strombereitstellung im öffentlichen und privaten/ halböffentlichen Bereich

Für die Städte würde dies bedeuten, dass im Jahr 2020 rund 70 MWh/Jahr, in 2025 ca. 280 MWh/Jahr und in 2030 ca. 1.140 MWh/Jahr Strom durch öfftl. Ladesäulen bereitgestellt werden müssten. Dies entspricht insgesamt lediglich einem Anteil von etwa 0,53 % im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch 2017 (216,3 Mio. kWh BNNETZE GMBH 2018).

Für den privaten/halböffentlichen Bereich müssten im Jahr 2020 rund 400 MWh/Jahr, in 2025 ca. 1.600 MWh/Jahr und in 2030 ca. 6.500 MWh/Jahr Strom bereitgestellt werden. Dies entspricht insgesamt einem Anteil von etwa 3,9 % im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2017 (216,3 Mio. kWh BNNETZE GMBH 2018).

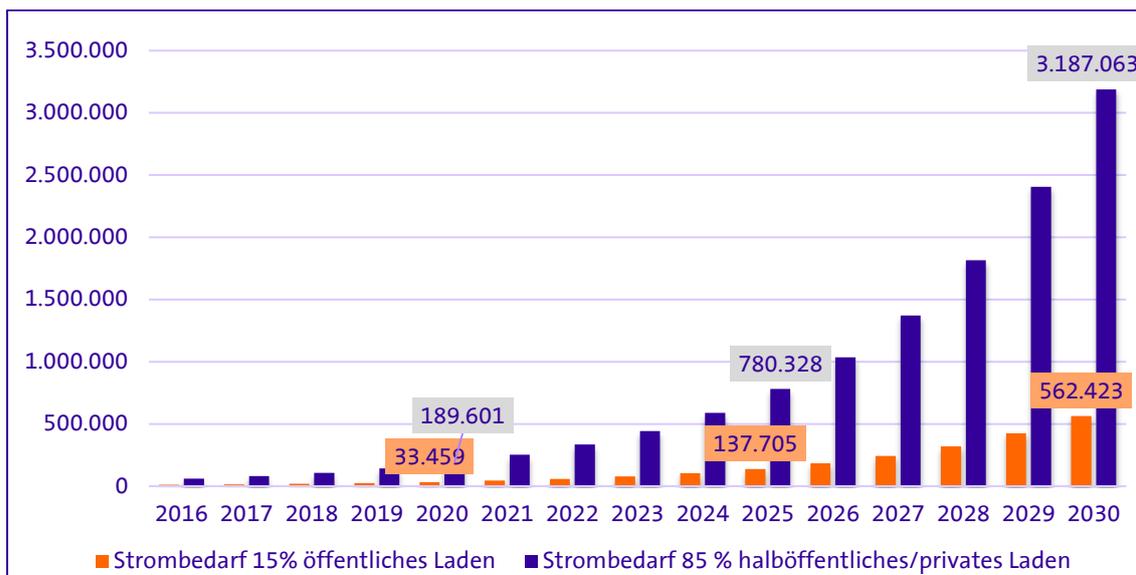


Abbildung 34: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Bad Krozingen (BADENOVA 2018).

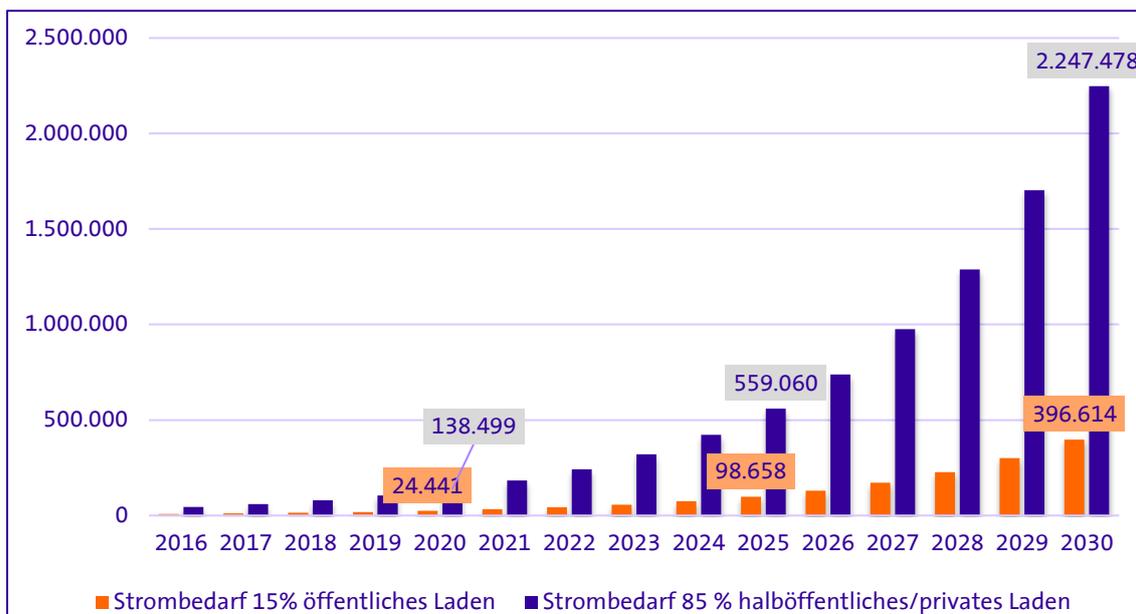


Abbildung 35: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Neuenburg am Rhein (BADENOVA 2018).

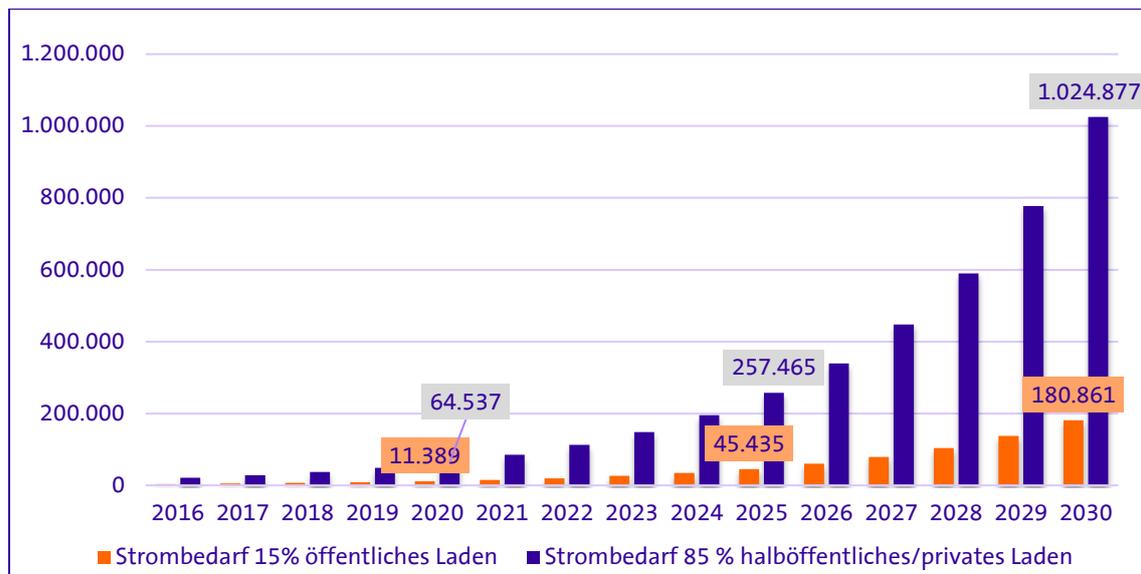


Abbildung 36: Strombedarfsentwicklung (kWh) auf Basis der prognostizierten E-Fahrzeuge bis 2030 in Heitersheim (BADENOVA 2018).

Tägliche Frequentierung von Ladesäulen und Anzahl von Ladevorgängen

In den führenden deutschen Städten, im Hinblick auf die Anzahl der Ladepunkte, wie Hamburg, Berlin, München und Stuttgart nimmt auch die Anzahl der Ladevorgänge und der geladenen Kilowattstunden an öffentlichen Ladesäulen deutlich zu. Dennoch wird an den meisten Ladesäulen nicht mehr als ein Ladevorgang pro Tag registriert. Selbst an der „besten“ Ladesäule in Baden-Württemberg wird im Durchschnitt nur 2,12-mal pro Tag geladen (GOINGELECTRIC 2018).

Die nachfolgende Abbildung 37 zeigt exemplarisch an vier öffentl. Ladesäulen in Freiburg i. Br. die Entwicklung der Ladevorgänge von 11/2016 bis 06/2018 (BADENOVA 2018). Im Schnitt wird weniger als 1 Ladevorgang pro Tag verzeichnet.

- Die **horizontal ansteigende blaue Linie** zeigt die **Zunahme der Ladevorgänge** an vier ausgewählten öffentl. Ladesäulen im Stadtgebiet Freiburg seit Nov. 2016
- Die **vertikalen orangenen Linien** zeigen die **Zunahme der geladenen Kilowattstunden** an vier ausgewählten öffentl. Ladesäulen im Stadtgebiet Freiburg seit Nov. 2016

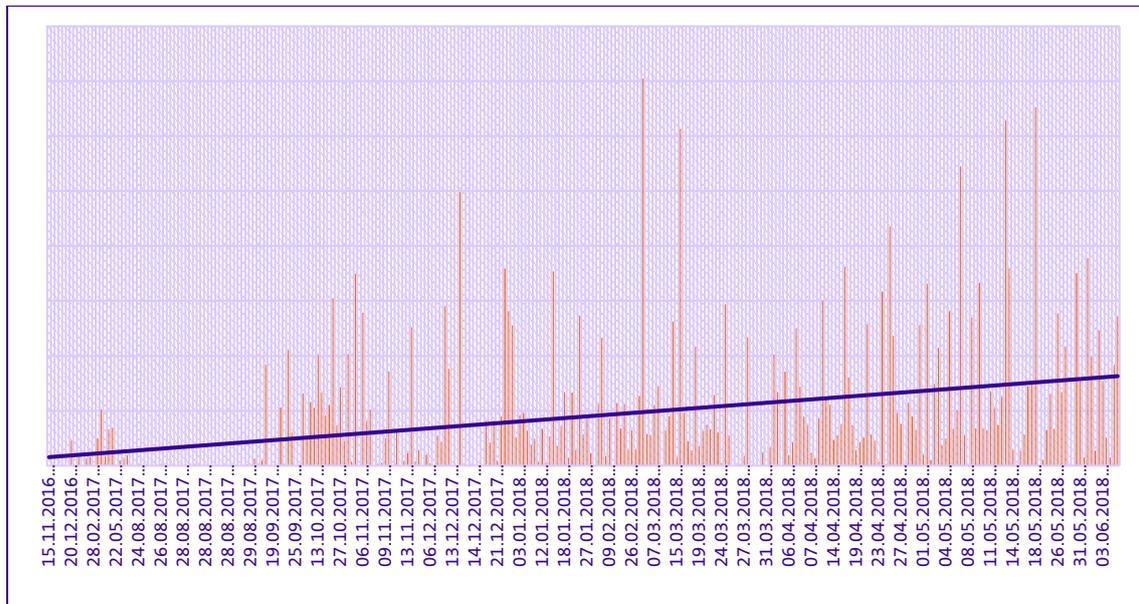


Abbildung 37: Ladevorgänge an vier öfftl. Ladesäulen in Freiburg i. Br. (BADENOVA 2018).

Durchaus möglich ist aber auch, dass die Ladezeiten annähernd gleich bleiben oder sich sogar verkürzen werden, sofern E-Fahrzeuge künftig mit höheren Ladeleistungen geladen werden können. D.h. je mehr Ladevorgänge/Tag an einer Ladesäule stattfinden, desto mehr Kilowattstunden werden pro Tag geladen. Demgegenüber steht jedoch die zunehmende Reichweite von E-Fahrzeugen. Demnach muss ein E-Fahrzeug mit größerer Batteriekapazität zukünftig seltener geladen werden, weshalb die Anzahl der Ladevorgänge sinken könnte. Die zukünftige Anzahl an Ladevorgängen sowie die geladenen kWh an einer Ladesäule können somit unterschiedlichen Einfluss auf die Anzahl der zukünftig benötigten öfftl. Ladesäulen haben.

Um abzuschätzen, wie hoch der Bedarf an öffentlichen Ladesäulen sein könnte, wurden drei unterschiedliche Szenarien berechnet, welche eine unterschiedliche Frequentierung und Anzahl an geladenen Kilowattstunden an einer Ladesäule widerspiegeln. Grundlage für die Berechnung sind die prognostizierten E-Fahrzeugzahlen aus 0. Um den zukünftigen öffentlichen Strombedarf der prognostizierten E-Fahrzeuge in 2030 decken zu können, werden nach **Szenario 1: 41**, nach **Szenario 2: 21** und nach **Szenario 3: 17** öffentliche Ladesäulen benötigt (vgl. Abbildung 38, Abbildung 39, Abbildung 40).

Szenario 1 spiegelt das „Henne-Ei-Problem“ der E-Mobilität wider. Trotz geringer Anzahl an E-Fahrzeugen und geladenen kWh werden zur Deckung des Strombedarfs von E-Fahrzeugen mehr Ladesäulen benötigt, da angenommen wird, dass die Frequentierung/Auslastung der Ladesäulen gering ist und sich die Ladevorgänge räumlich verteilen werden. In Szenario 2 und 3 wird deutlich erkennbar, dass je höher die Auslastung einer Ladesäule, desto weniger öffentliche Ladesäulen zukünftig benötigt werden. Somit ist ein bedarfsorientierter und rationaler Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur äußerst wichtig.

Szenario 1: Geringe Auslastung der Ladesäule

- Die Ladesäule wird täglich von vier E-Fahrzeugen angefahren
- An einer Ladesäule mit 2 x 22 kW finden 4 Ladevorgänge/Tag statt
- Der Strombezug liegt bei 4 x 20 kWh (80 kWh). Jährlich werden insgesamt ca. 29.200 kWh geladen, bei 365 Tagen und 80 kWh am Tag

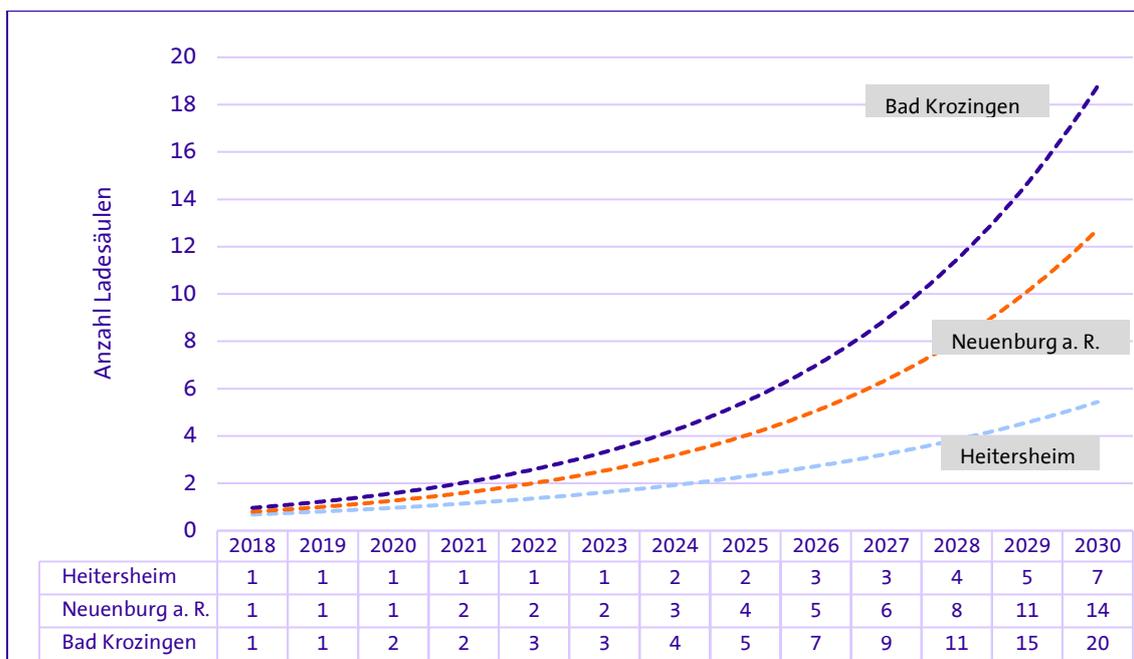


Abbildung 38: Szenario 1: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den prognostizierten Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum in 2030 zu decken. BADENOVA 2018.

Szenario 2: Mittlere Auslastung der Ladesäule

- Die Ladesäule wird täglich von acht E-Fahrzeugen angefahren
- An einer Ladesäule mit 2 x 22 kW finden 8 Ladevorgänge/Tag statt
- Der Strombezug wird mit 8 x 20 kWh (160 kWh) beziffert
- Jährlich werden insgesamt ca. 58.400 kWh geladen, bei 365 Tagen und 160 kWh am Tag

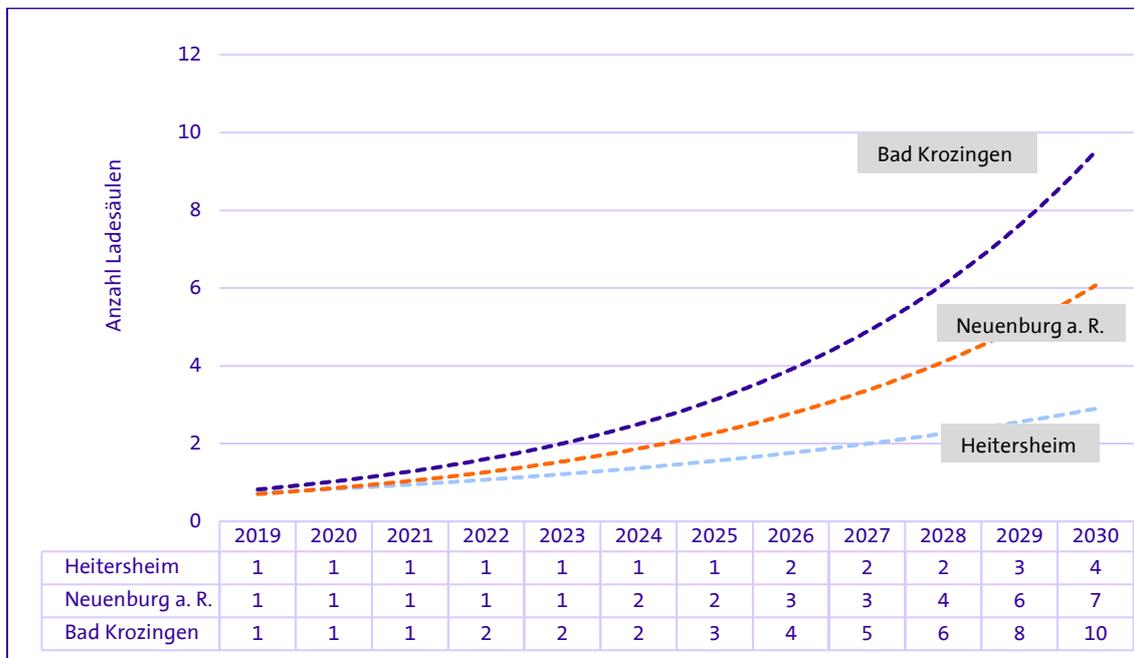


Abbildung 39: Szenario 2: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum 2030 zu decken. BADENOVA 2018.

Szenario 3: Hohe Auslastung der Ladesäule

- Die Ladesäule wird täglich von acht E-Fahrzeugen angefahren. 50 % der E-Fahrzeuge haben einen höheren Ladebedarf
- An einer Ladesäule mit 2 x 22 kW finden 8 Ladevorgänge/Tag statt
- Der Strombezug wird mit 4 x 20 kWh und 4 x 30 kWh (200 kWh) beziffert, aufgrund längerer Ladezeiten und steigenden Batteriekapazitäten
- Jährlich werden insgesamt ca. 73.000 kWh geladen, bei 365 Tagen und 200 kWh am Tag

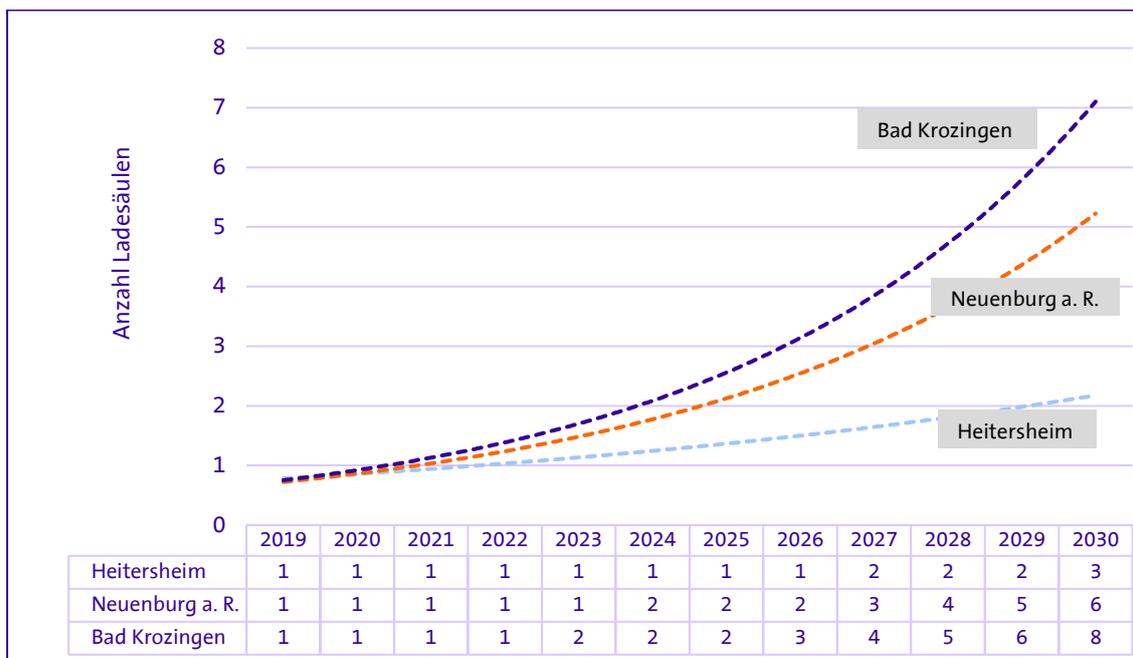


Abbildung 40: Szenario 3: Anzahl der öfftl. benötigten Ladesäulen um den Strombedarf der E-Fahrzeuge im öfftl. Raum im UG bis 2030 zu decken. BADENOVA 2018.

Derzeit hat eine Ladesäule in Freiburg i. Br. eine Auslastung von 0,5 - 1 Ladevorgängen/Tag (Quelle: BADENOVA 2019, vgl. Abbildung 37). D.h. pro Ladesäule lädt max. ein Fahrzeug am Tag. Durch die steigenden E-Fahrzeugzahlen werden zukünftig auch die Ladesäulen besser ausgelastet sein. Aufgrund dessen wird die Anzahl der Ladevorgänge steigen und es werden mehr Kilowattstunden geladen. Somit sollte es das Ziel sein, möglichst gut frequentierte Ladesäulen zu installieren. Denn aktuell gilt, je mehr Ladesäulen den Strombedarf der E-Fahrzeuge decken, desto weniger Kilowattstunden fließen über eine Ladesäule und desto schwieriger ist es, Ladesäulen wirtschaftlich zu betreiben. Ziel muss es sein, durch sinnvoll ausgewählte Standorte den Strombedarf der E-Fahrzeuge bereitzustellen und eine möglichst hohe Auslastung der Ladesäulen zu erzielen. Ladesäulen sollten zum einen vorerst in Stadtgebieten errichtet werden, in denen Bürger nur bedingt die Möglichkeit haben private Ladestationen auf eigenen Stellplätzen oder in Garagen zu errichten und zum anderen an Standorten, wo eine hohe Frequentierung und Auslastung, aufgrund von Dienstleistungsclustern, Points of Interests etc. zu erwarten ist.

5.2.2 Standortanalyse für öffentliche Ladeinfrastruktur

Es erfolgte eine systematische Untersuchung nach möglichen öffentlichen Ladesäulenstandorten. Für die Analyse von potenziellen Standorten für öffentliche Ladeinfrastruktur

ist neben verkehrsinfrastrukturellen Gegebenheiten/ Verkehrsstärken eine Berücksichtigung sogenannter *Points of Interests (POIs)* von besonderer Bedeutung.

Hierzu zählen vor allem Agglomerationen von Standorten wie bspw. Dienstleistungscluster (Versorgungseinrichtungen des täglichen Bedarfs), Gewerbe und Industriebetriebe, Freizeit- und Tourismuseinrichtungen, sowie medizinische und kulturelle Einrichtungen. Aber auch Parkplatz- und Flächenverfügbarkeit, infrastrukturelle Gegebenheiten, bauliche Restriktionen, Netzkompatibilität (-verträglichkeit), Entfernung des potenziellen Standortes zur Netzleitung etc. sind zentrale Standortfaktoren.

In Bad Krozingen wurden sechs, in Neuenburg am Rhein vier und in Heitersheim drei potenzielle Standorte für öfftl. Ladeinfrastruktur identifiziert (vgl. Abbildung 41). Diese Standorte wurden im Anschluss in Abstimmungsgesprächen mit den Städten u.a. hinsichtlich der „Handhabe der Stadt“, Parkplatzverfügbarkeit/ Eigentumsverhältnisse und Netzgänglichkeit überprüft.

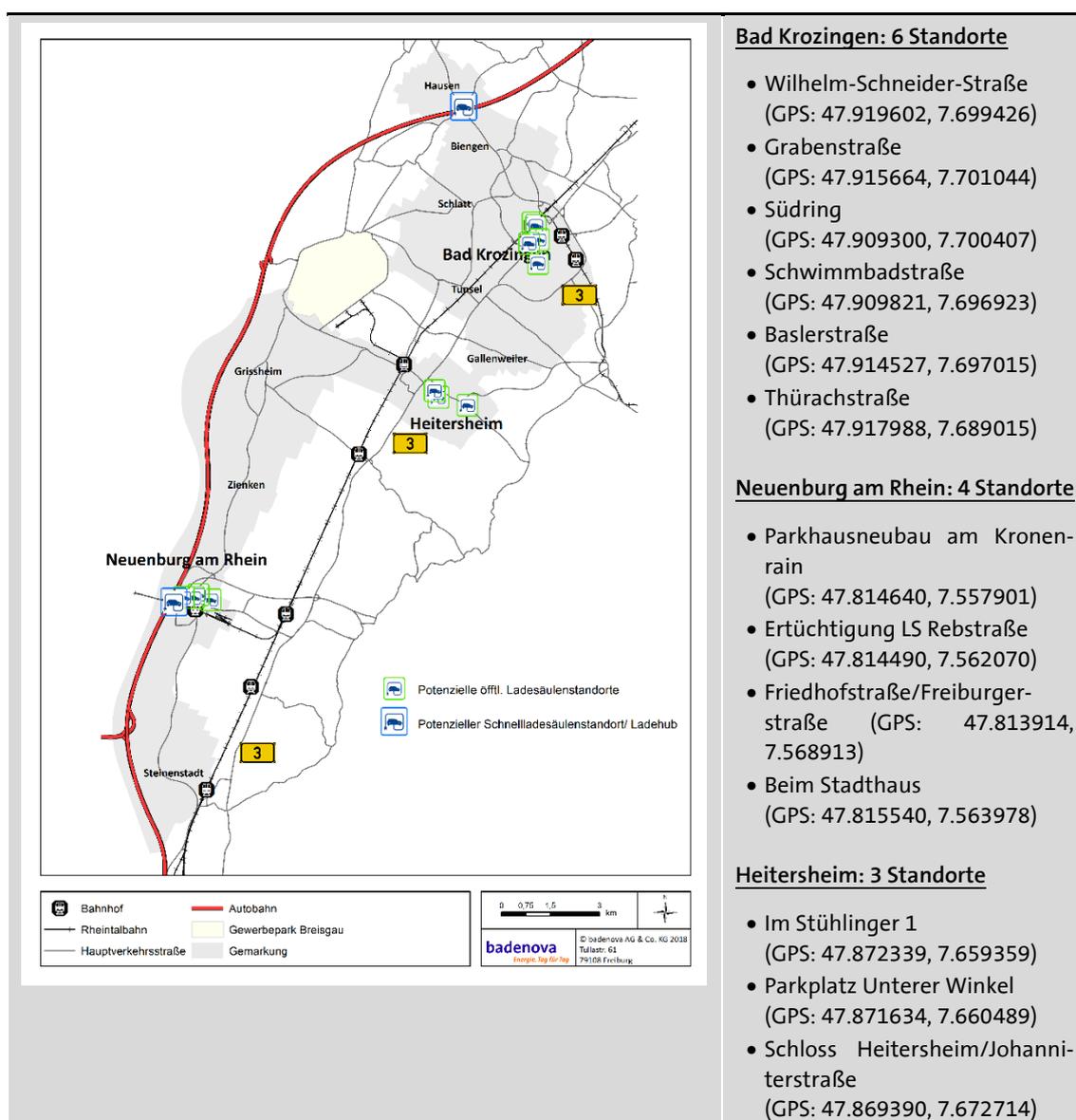


Abbildung 41: Potenzielle Standorte für öfftl. Ladeinfrastruktur (BADENOVA 2018).

Darüber hinaus konnten zwei Standorte für mögliche Schnellladehubs bzw. (Ultra-) Schnellladesäulen in Bad Krozingen und in Neuenburg am Rhein identifiziert werden (vgl.

Abbildung 42).

Analog zu solch einer Betrachtung bedarf es der Einbindung und Befragung von relevanten Akteuren. Im Zuge der Erstellung eines strategischen Ausbaukonzepts für Elektroladestationen wurden insbesondere die städtischen Entscheidungsträger und der Stromnetzbetreiber bnNETZE GmbH miteingebunden.

Parkhausneubau am Kronenrain

Die Stadt Neuenburg am Rhein plant am Kronenrain einen Parkhausneubau. Baubeginn soll vor Ende 2019 sein, die Fertigstellung Ende 2021. Es ist vorgesehen 10-12 Stellplätze für Elektro-Fahrzeuge vorzuhalten. Eine abschließende Entscheidung zur Realisierung steht noch im Gemeinderat aus. Zukünftig werden Parkhäuser, Park-/ Tiefgaragen und größere Stellplatzflächen eine größere Bedeutung im Bereich der Elektromobilität zukommen und verstärkt mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Durch die hohe Konzentration von Ladepunkten und der damit ggf. verbundenen hohen Gleichzeitigkeit kann der Stromnetzanschluss, aufgrund der hohen Leistungsnachfrage verstärkt vor Herausforderungen gestellt werden. In diesem Zuge ist es deshalb unabdingbar frühzeitig über eine ausreichende Verstärkung des Netzanschlusses und/oder eines intelligenten Last- und Ladekonzepts, ggf. mit Pufferspeicher nachzudenken (vgl. 2.5.5). Im Zuge der Planung fanden diesbezüglich Gespräche mit dem Ingenieurbüro Sütterlin + Partner (TGA-Planung) sowie der bnNetze GmbH statt. Entsprechende Leerverrohrungen für den zukünftigen Anschluss von Ladeinfrastruktur werden in die Planung miteinbezogen.

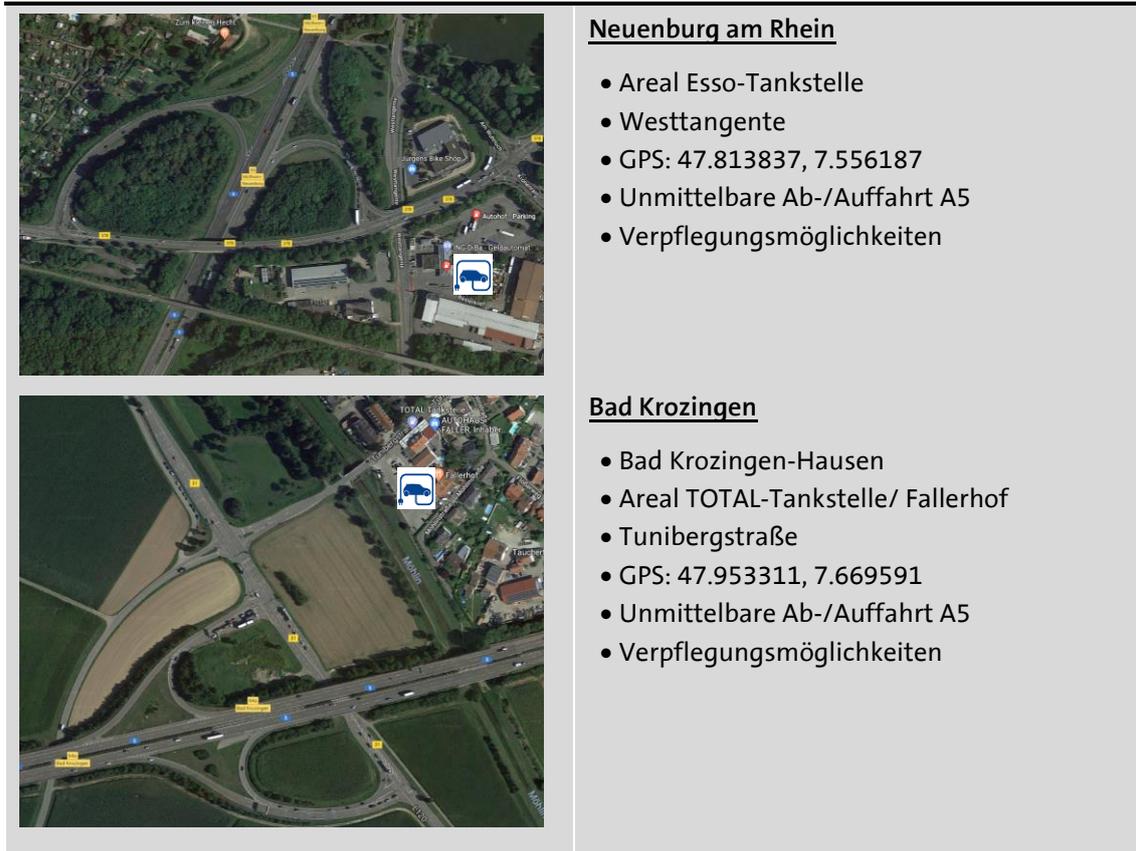
Aufgrund des zu weiten Bauhorizonts konnte für das Förderprogramm zur Intelligenten Netzanbindung von Parkhäusern und Tiefgaragen (INPUT) im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft Baden-Württemberg (Fristende 15.02.2019) kein zusätzlicher Antrag gestellt werden. Eine Antragsstellung im Rahmen der Bundesförderung zur Förderung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge wurde hingegen wahrgenommen.

Um ein zukunftsfähiges Modell für Ladelösungen im Parkhaus zu realisieren, wird es fortlaufende Gespräche zwischen der bnNETZE GmbH, der badenova AG & Co. KG, der Stadt Neuenburg am Rhein, dem Ingenieurbüro Sütterlin + Partner sowie den Mono-Architekten geben. Aktuell sind bei der badenova AG & Co. KG Pilotprojekte in Parkgaragen zur intelligenten Steuerung mit örtlichen Elektrikern in der Planung. Hier können erhebliche Synergien geschaffen werden, sodass die Stadt Neuenburg am Rhein von diesem Know-How perspektivisch profitieren kann.

(Ultra-) Schnellladestation

Aufgrund der direkten Lage der drei Städte an der A5 sind auch (Ultra-) Schnellladelösungen in Betracht zu ziehen. Aufgrund der für Hardware/Netzanschluss hohen Investitionssummen wird die Realisierung solcher Projekte/Standorte jedoch durch wirtschaftlich tätige Unternehmen und nicht durch Kommunen vorgenommen.

Im Untersuchungsgebiet konnten zwei Standorte identifiziert werden, die aufgrund der verkehrstechnischen Lage/Anbindung und des hohen Verkehrsaufkommens der A5 gut für einen möglichen (Ultra-) Schnellladehub geeignet wären.



Neuenburg am Rhein

- Areal Esso-Tankstelle
- Westtangente
- GPS: 47.813837, 7.556187
- Unmittelbare Ab-/Auffahrt A5
- Verpflegungsmöglichkeiten

Bad Krozingen

- Bad Krozingen-Hausen
- Areal TOTAL-Tankstelle/ Fallerhof
- Tunibergstraße
- GPS: 47.953311, 7.669591
- Unmittelbare Ab-/Auffahrt A5
- Verpflegungsmöglichkeiten

Abbildung 42: Potenzielle Standorte für (Ultra-) Schnellladestationen (GOOGLE MAPS 2019).

Das technologische Ziel eines solchen Projektes sind Aufbau, Integration und Betrieb eines innovativen Ladesystems, mit besonders hohen Ladeleistungen und netzdienlichen Systemkomponenten. Basierend darauf sollte als weiteres Ziel die Akzeptanz- und Bewusstseinsbildung für die Elektromobilität durch die Schaffung eines Nutzererlebnisses erreicht und damit den Nutzern die Vorbehalte und Hemmnisse genommen werden. Beide Aspekte sollten dem übergeordneten Ziel dienen, dem Nutzer den Einstieg in die Elektromobilität zu erleichtern und damit den Brückenschlag zwischen einer neuen Ladetechnik und dem Kundenerlebnis zu bilden. Mit der idealen verkehrstechnischen Anbindung und der bereits vorhandenen Infrastruktur, kann so ein Projekt Leuchtturmcharakter besitzen und so die Energiewende im Mobilitätssektor intensiv unterstützen.

Als Technologiepartner zur Realisierung eines solchen Projektes kann die Firma Enercon GmbH in Betracht gezogen werden. Sie ist der größte deutsche Hersteller von Windenergieanlagen mit über 26.000 installierten Anlagen und versteht sich als Anbieter von Systemlösungen für Erneuerbare Energien. Zur Nutzbarmachung des erneuerbaren Stroms für den Mobilitätssektor hat die Fa. Enercon ein innovatives Ultraschnellladesystem entwickelt, das flexibel modulierbare Ladeleistungen von 50 bis zu 350 KW zur Verfügung stellen kann (vgl. Abbildung 43).



Abbildung 43: Schematische Darstellung des modularen Schnellladesystems (Enercon 2018).

Enercon bietet mit dem E-Charger 600 ein neuartiges Ladesystem an, welches durch seine modulare Bauweise der Leistungselektronik in der Lage ist, flexibel auf die unterschiedlichen Ladeleistungsabfragen der E-Fahrzeuge zu reagieren. Durch die mögliche Integration eines Batteriespeichers als Zwischenpuffer kann die verfügbare Netzleistung optimal auf die einzelnen Ladepunkte verteilt werden. Dadurch können mehrere E-Fahrzeuge gleichzeitig geladen und Netzanschlusskosten eingespart werden. Im Falle einer starken Auslastung des lokal vorgelagerten Netzes kann der Speicher auch netzdienlich stützend auf dieses wirken.

Das Ultraschnellladesystem besteht aus einem Modul für die Leistungselektronik sowie Ladesäulen mit jeweils einem CCS und einem Chademo Stecker.

Parallel zum Ultraschnellladesystem von Enercon kann so eine Schnellladestation mit AC-Ladetechnik für Elektroroller und Elektrofahräder ausgerüstet werden. Damit könnte eine Schnellladestation an ein und demselben Ort die komplette aktuell verfügbare Ladetechnik für Elektroroller mit 3,7 kW bis zum E-Truck oder E-Bus mit 350 kW Ladeleistung bieten.

Die bisherigen Ladestellen fokussieren sich meist auf eine Nutzergruppe und sind für diese optimiert. Für die ersten Ausbauwellen an Ladeinfrastruktur war dies ausreichend und die Betreiber konnten sich so möglichst gezielt und wirtschaftlich positionieren. Wenn ein Ladeinfrastrukturausbau den Nutzern einen möglichst einfachen Einstieg in die Elektromobilität gewährleisten soll, braucht es ein Umdenken, welches neben den gesellschaftlichen Mehrwerten auch Mut für finanzielle Risiken berücksichtigt. Ein Schnellladehub ist in der Lage, zukünftig alle derzeit vorhandenen und zukünftigen Nutzergruppen im Bereich E-Mobilität in der Region mit regenerativ erzeugtem Fahrstrom zu versorgen.

Ein Schnellladepark bietet für Kurz-/Langstreckenpendler, Bewohner, Mobilitätsdienstleister, dem Durchfahrtsverkehr auf der B31, B378, L120 etc. eine einfache und schnell zugängliche Lademöglichkeit. Mit der idealen Lage ermöglicht er zudem die Reichweitensicherheit. Es wird davon ausgegangen, dass damit die Anschaffung eines Elektroautos erleichtert und der Schnellladepark einen positiven Einfluss auf die Zunahme von Elektrofahrzeugen nehmen wird. Um den Umweltvorteil von Elektroautos voll auszuschöpfen, soll für den Fahrstrom nur Strom aus erneuerbaren Energieanlagen zur Verfügung gestellt

werden. Auf diese Weise soll ein Schnellladepark eine positive Auswirkung auf die Lokalemissionen nehmen aber auch gesamtbilanziell zu einer CO₂ Reduktion im Verkehrssektor führen.

5.2.2.1 Abstimmung mit dem Netzbetreiber

Von besonderer Wichtigkeit sind die Involvierung und die über den gesamten Projektzeitraum andauernde Abstimmung mit den Netzbetreibern. Diese kennen die räumliche und örtliche Situation der Stromversorgung am besten und können hier erheblichen Mehrwert leisten. Zentrale Aspekte, die im Rahmen des Konzepts Berücksichtigung finden sind u.a. die Verbesserung der Netzanbindung und die Reduzierung des Installationsaufwandes.

Die Stromnetze der im Rahmen des vorliegenden Elektromobilitätskonzepts betrachteten Städte werden von einem Netzbetreiber der bnNETZE GmbH unterhalten.

Tabelle 10: Ansprechpartner Netzbetreiber

| | |
|---|--|
| bnNETZE GmbH Tullastraße 61 79108 Freiburg Telefon 0800 2 21 26 21 service@bnnetze.de |  |
|---|--|

Bei der Installation von Ladeinfrastruktur zur Betankung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen sind die „Technische Anschlussbedingungen (TAB) Strom“ des jeweiligen Netzbetreibers zu beachten. In der Regel lehnt sich diese eng an die TAB des Verbands der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V. an. Detailliertere Informationen können unter: <https://bnnetze.de/web/Downloads/Kunden/Netzkunden/Netzanschluss/Strom/Technische-Mindestanforderungen-Netzanschluss-Strom/Hinweise-zur-TAB-der-bnNETZE-2019-01.pdf> (Stand: 14.01.2019) abgerufen werden.

Im Zuge der Prüfung der potenziellen Standorte für öffentliche Ladestationen hat der Netzbetreiber die Stromverfügbarkeit und die geschätzten Kosten für die Anbindung an das Stromnetz überprüft und ermittelt.

Für die empfohlenen Ladestandorte wurden Kostenvoranschläge für den Netzanschluss und die Installation von Ladesäulen eingeholt, da diese für eine potenzielle Förderantragsstellung im Rahmen der 3. Förderrunde des Bundes für öffentliche Ladeinfrastruktur mit-einzureichen waren.

Aus Sicht des Netzbetreibers ist der Aufbau von Ladestationen an den beschriebenen Standorten, bis auf den Standort in der Baslerstraße/ Am Schloss in Bad Krozingen aufgrund fehlender Netzleitungen, möglich. Bei der Netzanfrage wurde davon ausgegangen pro Standort eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten, die jeweils bis zu 22 kW Leistung bereitstellen können, zu installieren.

Im Rahmen der Konzepterstellung wurde auf eine Konkretisierung der Ladesäulen (Modell und Hersteller) verzichtet, da die jeweilige Hardware voraussichtlich im Rahmen von öffentlichen Ausschreibungen vergeben werden müssen. Auf dem Markt ist eine Vielzahl von Ladestationen unterschiedlicher Modelle und unterschiedlicher Herstellern verfügbar. Je nach Anforderungen, Lieferverfügbarkeiten sowie aus wirtschaftlichen oder ästhetischen Gründen kommen verschiedene Modelle zum Einsatz.



Abbildung 44: Zähleranschlusssäulen der Firma hager® (www.hager.de)

Abhängig vom Installationsort und der Installationsart einer Ladesäule muss auf einen gravierenden Unterschied zwischen den unterschiedlichen Modellen geachtet werden. Dieser bezieht sich auf die Anschlussmöglichkeit der Ladesäule an das Stromnetz. Man kann zwischen Ladesäulen mit und ohne Hausanschlusskasten inklusive Stromzähler (HAK) unterscheiden. Die meisten Hersteller bieten beide Arten von Ladesäulen (mit oder ohne integrierten HAK) an.

Ladesäulen mit integriertem HAK ermöglichen den Verzicht auf eine separate Hausanschlusssäule (inkl. Stromzähler), aus der die Ladestation mit Strom versorgt wird. Somit sind die Kosten für die Ladesäule in der Regel etwas höher, werden aber durch die günstigeren Netzananschlusskosten (Verzicht auf Hausanschlusssäule) kompensiert.

Zusammenfassend ist die Installation einer Ladestation im öffentlichen Raum immer eine Einzelfallentscheidung. Bei der Planung müssen sowohl die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt als auch eine enge Abstimmungen mit dem Stromnetzbetreiber und dem Grundstückseigentümer erfolgen.

Geschätzte Netzananschlusskosten (netto) für eine Ladesäule inkl. HAK und zwei Drehstromzähler mit 2 x 22 kW Anschlussleistung:

- Netzananschluss mit Tiefbau: ca. 1.200 €
- Laufmeter Kabelverlegung: 75 €
- BKZ Strom, 63 Ampere: 360 €

Bei der Installation von Ladestationen bzw. Wallboxen auf privaten Grundstücken die bereits über einen Stromanschluss (HAK) verfügen, muss die Ladestation in der Regel an den bestehenden HAK angeschlossen werden. Da aus sicherheitsrelevanten Gründen in vielen Netzgebieten die Installation von maximal einem HAK pro Flurstück erlaubt ist, kann aktuell noch nicht einfach ein zweiter HAK installiert werden.

Je nach gewünschter Leistung der Ladestation(en) ist eine Erweiterung des Hausanschlusses notwendig, was zu zusätzlichen Kosten führen kann. Des Weiteren ist bei der Installation einer Wallbox hinter einem Standard-Hausanschluss auf die im Netzgebiet vorgeschriebenen Leistungswerte für melde- und zustimmungspflichtige Anlagen zu achten.

Bei der bnNETZE GmbH gelten folgende Bestimmungen und der vorherigen Beurteilung und Zustimmung des Netzbetreibers. Für den Anschluss von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge sind die Hinweise zu den technischen Anschlussbedingungen (TAB) der bnNETZE zu beachten. Weitere Informationen unter: <https://bnnetze.de/web/Kunden/Netzkunden/Netzanschluss/Netzanschluss-Strom/Ladeeinrichtungen-für-Elektrofahrzeuge/index.jsp>

- Der Anschluss von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit einer installierten Leistung größer 3,5 kVA ist anmeldepflichtig
- Die Anmeldepflicht gilt unabhängig, ob sich die Ladeeinrichtung im privaten oder öffentlichen Bereich befindet
- Ein Anschluss für eine Ladeeinrichtung größer 12 kVA ist anmelde- und zustimmungspflichtig
- Die Antragspflicht besteht auch für die Erweiterung von bestehenden elektrischen Anlagen
- Die Inbetriebnahme der E-Ladesäule ist durch die ausführende Elektro-Fachfirma anzuzeigen

Bei der Planung von Ladeeinrichtungen ist das Netzanschlussmanagement der bnNETZE einzubinden und der Anschluss der Ladeeinrichtung mittels des Anmeldeformulars zum Netzanschluss zu beantragen. Alle wichtigen Formulare und Datenblätter zum Thema Elektromobilität sowie zusätzliche Informationen zu den technischen Bedingungen finden Sie hier auf einen Blick.

5.2.2.2 Priorisierte öfftl. Ladesäulenstandorte

Nach eingehender Prüfung und Abstimmung mit den städtischen Entscheidungsträgern sollen vorerst die nachfolgend grau hinterlegten Standorte für öffentliche Ladeinfrastruktur realisiert werden.

Tabelle 11: Priorisierte Standortliste für die Förderantragsstellung von öfftl. Ladeinfrastruktur.

| Nr. | Ort | Standortbezeichnung | Geplante Ladeleistung | Breitengrad | Längengrad | Bemerkung |
|-----|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------|------------|---|
| 1 | Bad Krozingen | Wilhelm-Schneiderstraße | LS 2 x 22 kW | 47.919602 | 7.699426 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 2 | Bad Krozingen | Grabenstraße | LS 2 x 22 kW | 47.915664 | 7.701044 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 3 | Bad Krozingen | Thürachstraße, Vita Classica Therme | LS 2 x 22 kW | 47.917988 | 7.689015 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung |
| 4 | Bad Krozingen | Schwimmbadstraße | LS 2 x 22 kW | 47.909821 | 7.696923 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung |
| 5 | Bad Krozingen | Südring | LS 2 x 22 kW | 47.909300 | 7.700407 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung |
| 6 | Bad Krozingen | Baslerstraße/ Am Schloss | LS 2 x 22 kW | 47.914527 | 7.697015 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung aufgrund fehlender Netzanschlussmöglichkeiten |
| 7 | Neuenburg am Rhein | Rebstraße | LS 2 x 22 kW | 47.814490 | 7.562070 | Positive Förderantragsstellung 2017/ |

| | | | | | | Bewilligungsbescheid, ertüchtigt in 2019 |
|----|--------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------|----------|--|
| 8 | Neuenburg am Rhein | Parkhaus Am Kronenrain | Wallboxen 12 x 11-22 kW | 47.814640 | 7.557901 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 9 | Neuenburg am Rhein | Friedhofstraße/ Freiburgerstraße | LS 2 x 22 kW | 47.813914 | 7.568913 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 10 | Neuenburg am Rhein | Am Stadthaus | LS 2 x 22 kW | 47.815540 | 7.563978 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 11 | Heitersheim | Im Stühlinger 1 | LS 2 x 22 kW | 47.872339 | 7.659359 | Förderantragsstellung Feb. 2019 |
| 12 | Heitersheim | Unterer Winkel | LS 2 x 22 kW | 47.871634 | 7.660489 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung |
| 13 | Heitersheim | Am Schloss/ Johanniterstraße | LS 2 x 22 kW | 47.869390 | 7.672714 | Vorerst keine bautechnische Umsetzung |

Im Rahmen des 3. Förderaufrufs zur Förderung von Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge konnten so Förderanträge für insgesamt 22 Ladepunkte gestellt werden.

Landesgartenschau 2022 Neuenburg am Rhein

Im Zuge der Landesgartenschau 2022, wo ca. 750.000 Besuchern zu erwarten sind, kann der öfftl. Ladeinfrastruktur eine bedeutende Rolle zukommen. Da es sich hierbei um eine temporäre Veranstaltung handelt ist die Installation von stationärer bzw. fest installierter öfftl. Ladeinfrastruktur nur bedingt sinnvoll. Es sollten viel mehr flexible bzw. mobile Ladelösungen in Betracht gezogen werden, welche zudem unabhängig vom Stromnetz betrieben werden könnten. Solche Ladesäulen funktionieren ähnlich einer Powerbank, können am Stromnetz geladen und bedarfsorientiert aufgestellt werden. Der Volkswagen Konzern kündigte Ende 2018 an, mobile Schnelllader im Jahr 2020 in Serie zu bauen. So könnten Teile der für die Landesgartenschau vorgehaltenen Parkplätze temporär mit mobilen Ladestationen ausgestattet werden (vgl. Abbildung 45).

Ebenfalls ist im Rahmen der Landesgartenschau 2022 und dem Markthochlauf der Elektromobilität eine (sukzessive) Erweiterung der Lademöglichkeiten im Parkhaus am Kronenrain geplant und zu berücksichtigen.

Aktuell ist jedoch noch nicht absehbar, welche Ladebedürfnisse in den nächsten drei Jahren entstehen und wie sich das dynamische Themenfeld der Elektromobilität entwickeln wird. Daher ist es von großer Bedeutung stets den aktuellen Entwicklungen zu folgen und dynamisch auf den aktuellen Stand der Technik im Vorfeld an die Landesgartenschau 2022 zu reagieren.

Es wurde vereinbart, dass es in regelmäßigen Abständen zu einem Austausch zwischen der Geschäftsführung der Landesgartenschau und der badenova AG & Co. KG zu mobilitätsübergreifenden Fragestellungen, insbesondere der Elektromobilität, geben wird.



Abbildung 45: Mobile Schnellladestation. Quelle Volkswagen AG.

Ladelösungen an Straßenlaternen

Eine kostengünstige und zugleich praktische Lösung kann die Umrüstung einer Straßenlaterne zu einer Ladestation bieten. Das Berliner Startup [ubitracity \(https://www.ubitracity.com/\)](https://www.ubitracity.com/) bietet eine einfache Möglichkeit an, Straßenlaternen mit einer Ladeinfrastruktur auszustatten. So können vor allem Anwohner in Wohngebieten oder innerstädtischen Bereichen die keine Möglichkeit zur Installation einer privaten Ladeinfrastruktur haben (ohne eigenen Stellplatz oder Garage), sogenannte Laternenparker, problemlos laden.

In der Praxis gestaltet sich die Installation einer entsprechenden Ladeinfrastruktur als äußerst schwierig und im Netzgebiet der bnNETZE GmbH als technisch nicht umsetzbar. Generell sind die Kabelquerschnitte der Straßenbeleuchtung deutlich kleiner als beim Niederspannungskabel. Eine serielle Beladung von Elektroautos an Straßenlaternen stößt sehr schnell an physikalische Grenzen. Zudem ist die Straßenbeleuchtung gesteuert und die Spannung liegt erst ab den Abendstunden an. Überdies sind Straßenlaternen häufig gruppenweise mit der Hauptleitung verbunden und nicht einzeln an das Stromnetz angeschlossen. Eine Umrüstung der Straßenbeleuchtung ist technisch nicht umsetzbar oder wäre mit einer unverhältnismäßig hohen Investition verbunden.

5.2.3 Betrieb und Wirtschaftlichkeit

Für den öffentlichen Betrieb von Ladeinfrastruktur mit Abrechnungssystem ist die Nutzung eines Back-End Systems notwendig. Mit diesem sind sowohl die Ladevorgänge zu überwachen, als auch die Abrechnung der Ladevorgänge durchzuführen. Der Betrieb verursacht je nach Anbieter laufende Kosten zum Betrieb des Systems sowie der Abrechnung der Ladevorgänge oder es wird ein Anteil je Ladevorgang fällig.

Folgende Abrechnungsmöglichkeiten stehen i.d.R. zur Verfügung:

- **Ohne Abrechnung:** Kostenfreies Laden, keine Kosten für Back-End System und Abrechnung. Für wenig frequentierte Standorte interessant.
- **Mengenbasierte Abrechnung:** kWh-genaue Abrechnung, z.B. 35 Cent pro geladene kWh, fair und transparent, Problem der Parkplatzbelegung nach Ladung. Rechtlich erst möglich, wenn die Hersteller die Eichrechtskonformität Ihrer Hardware bestätigen können.
- **Startgebühr und mengenbasierte Abrechnung**
- **Parkgebühr über separate Parkuhr und mengenbasierte Abrechnung**

Nach dem Mess- und Eichgesetz (MessEG) sind ab März 2019 die pauschalen und zeitbasierten Abrechnungsmodelle unzulässig:

- Pauschale Abrechnung: Preis pro Ladevorgang, unabhängig von Lademenge und Ladezeit
- Zeitbasierte Abrechnung: Preis pro Zeiteinheit bezogen auf Ladezeit oder Standzeit. Abrechnung so lange das Fahrzeug „eingesteckt“ ist, auch wenn bereits vollgeladen.

Die Varianten bieten in der Einzelanwendung jeweils Vor- und Nachteile. Deshalb sind die Varianten je nach Hersteller und Back-End Lösung variabel kombinierbar. So finden sich für jeden Anwendungsbereich passende Abrechnungsmodelle. Zu beachten ist, dass einige Anbieter die Möglichkeit bieten, die Preise je Ladesäule individuell zu gestalten, andere ermöglichen nur einen einheitlichen Preis an allen betriebenen Ladesäulen.

Back-End-Betreiber bzw. Abrechnungsdienstleister gibt es mittlerweile sehr viele, weshalb hier nur beispielhaft einige aufgelistet werden:

- chargecloud
- Ladenetz.de
- Be.Energised
- Wallbe-Cloud (Plugsurfing)

Diese haben unterschiedliche Geschäftsmodelle. Während einige Grundpreise aufrufen, d.h. auch Kosten fällig werden, wenn an den Ladesäulen nicht geladen wird (z.B. Chargecloud, Ladenetz.de, Be.Energised), gibt es auch Anbieter mit Provisionsmodell, welche für die Abrechnung lediglich pro Ladevorgang einen Prozentsatz für sich einbehalten.

Da es nach wie vor keine „grenzübergreifenden“ Standards bzgl. Autorisierung und Bezahlung von Ladevorgängen an Ladesäulen gibt, wird geraten, sich an ein System anzubinden, welches in der Region vorwiegend genutzt wird.

Ein wirtschaftlicher Betrieb ist aktuell nur an sehr hoch frequentierten Standorten annähernd möglich. Auf Grund der geringen Anzahl an Ladevorgängen ist der Betrieb der Ladesäule mit Back-End System oft teurer als die gegenüberstehenden Einnahmen. Dies wird sich jedoch mit dem Markthochlauf der Elektromobilität und der zunehmenden Frequentierung bzw. steigenden Anzahl geladener Kilowattstunden an Ladesäulen ändern.

Wichtig ist in jedem Fall die Sondierung möglicher Fördermittel zur Errichtung einer Ladesäule. Sowohl vom Land Baden-Württemberg als auch vom Bund gibt es regelmäßige Förderprogramme. Die entsprechenden Fristen sind im Falle einer Förderung einzuhalten. Ebenfalls zu berücksichtigen sind die Anforderungen an die Ladesäulenverordnung (vgl. Kapitel 2.5.2.2). Des Weiteren ist an jedem Standort zu untersuchen, in wie weit eine Bevorrechtigung für E-Fahrzeuge im Sinne des EmoG umsetzbar ist. Die Kennzeichnung der Parkflächen sowie die Beschilderungen sollten prinzipiell nach den Vorgaben des EmoG bzw. der Ladesäulenverordnung durchgeführt werden.

Für den Betrieb und die Abrechnung von Ladevorgängen an einer Ladesäule ist i.d.R. ein Back-End System notwendig, welches vom Ladesäulenbetreiber bereitgestellt und betrieben werden muss. Aufgrund der nach wie vor inhomogenen und nicht flächendeckend vereinheitlichten Back-End Systeme, wird empfohlen, ein einheitliches System zu nutzen.

Bei der Auswahl eines Standorts und der Installation von Ladeinfrastruktur sollte prinzipiell die Erweiterbarkeit des Standorts mit in die Planungen einbezogen werden. Speziell bei langen Leitungswegen sollte ausreichend für zukünftige Erweiterungen dimensioniert werden. Ein kontinuierliches Monitoring der Auslastung und abgesetzten Strommenge am Ladesäulenstandort dient der Bewertung einer potenziellen Erweiterung.

Für alle Standorte gelten folgende Handlungsschritte als Orientierung und Empfehlung für die Umsetzung. Vgl. nachfolgende Tabelle 12 und Abbildung 46 & Abbildung 47.

Tabelle 12: Handlungsschritte für die Errichtung einer Ladesäule.

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | |
|-------------------|---|----------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung einer Koordinationsstelle/ Beauftragter der Stadt | ■ | | | | | | | |
| 2 | Interne Abstimmung, Akteurssondierung, Prüfung von Kooperationsmöglichkeiten | ■ | | | | | | | |
| 3 | Konzeptionierung und Standortdefinition inkl. Netzanschlussmöglichkeiten | ■ | | | | | | | |
| 4 | Fördermittelakquise (bei Förderantragsstellung ist ggf. mit einer Verschiebung des Zeitplans von bis zu sechs Monaten zu rechnen) | | ■ | | | | | | |
| 5 | Detailplanung des Ladesäulenstandorts, einholen finaler Angebote, Definition Projektzeitraum, Hardware und Backend-Entscheidung | | ■ | ■ | | | | | |
| 6 | Ggf. Ausschreibung des Bauvorhabens | | | ■ | | | | | |
| 7 | Nach Beauftragung: Bautechnische Umsetzung & Inbetriebnahme | | | | ■ | | | | |
| 8 | Begleitende Öffentlichkeitsarbeit, Werbewirksame Maßnahmen | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| 9 | Auswertung und zukünftige Abschätzung der Frequentierung | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

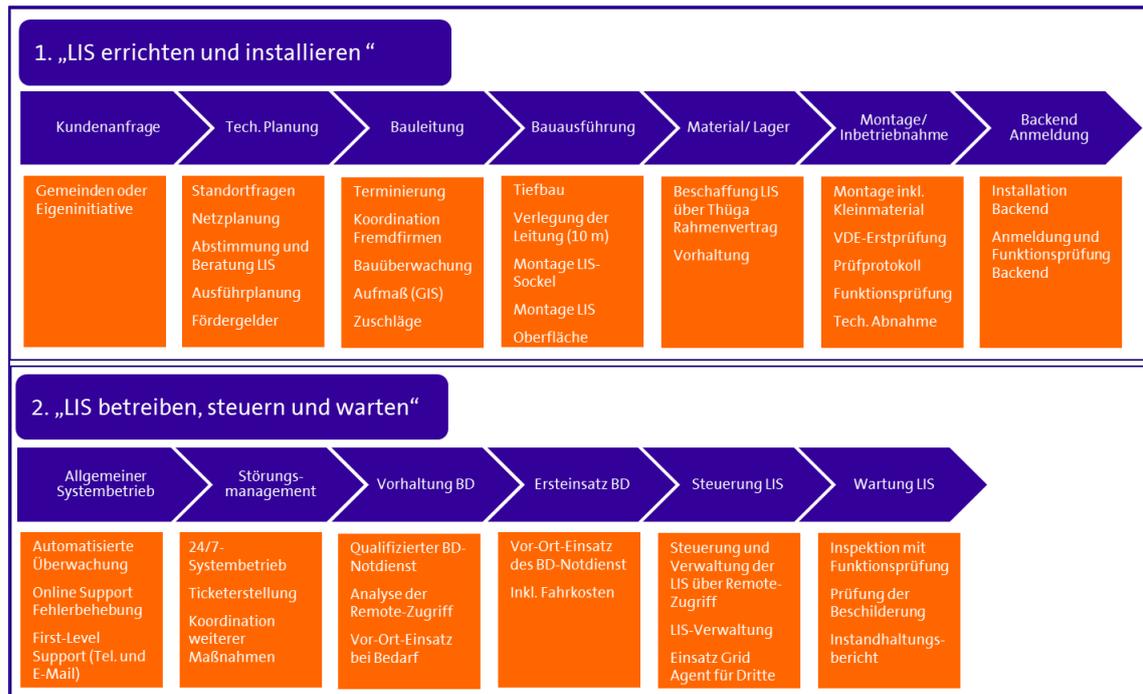


Abbildung 46: Beispielhafter Ablauf für einen Projektplan zur Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur.

6. Unterstützung beim Aufbau privater Ladeinfrastruktur

Mindestens 85 % der zukünftigen Ladevorgänge werden im privaten (zu Hause) und halböffentlichen (Arbeitgeber, Einzelhandel, Freizeit etc.) Bereich stattfinden. Lange Standzeiten über Nacht und beim Arbeitgeber von $\geq 6-8$ Stunden führen zu einem hohen Bedarf von Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung (3,7 kW).

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl an E-Fahrzeugen in Bereichen mit hoher Stellplatz-/Garagen- und Tiefgaragendichte stärker ansteigen wird, als in Bereichen mit geringerer Dichte. Dies könnte einen ersten Hinweis über die zukünftige räumliche Verteilung der Ladeinfrastruktur im privaten Bereich geben. In der ersten Phase werden sich somit vornehmlich Bürger mit eigenem oder ggf. fest zugewiesenem Stell-, Garagen- oder Tiefgaragenplatz eine eigene Ladeinfrastruktur installieren.

Soll der Umstieg auf E-Fahrzeuge vor Ort vorangetrieben werden, so gilt es also in erster Linie Bürger und Gewerbe zur Anschaffung von E-Fahrzeugen zu bewegen. Zum einen ist die Aufklärung zum Thema Elektromobilität sinnvoll. Zum anderen können aber auch finanzielle Anreize die Hemmschwelle zur Anschaffung eines E-Fahrzeugs senken.

Die Bürgermeister der Städte haben sich deshalb darauf geeinigt, ihren Gemeinderäten ein Förderprogramm für Wallboxen¹² als Maßnahme vorzuschlagen (vgl. Maßnahme 2, Kapitel 11.1). Von den einzelnen Städten zu definieren bleibt noch das Volumen des Fördertopfes sowie die Antragsberechtigung (nur Privatpersonen oder auch Gewerbe).

6.1 Wallboxförderung

Als Impuls für den Umstieg auf ein E-Fahrzeug kann von den Städten ein Förderprogramm für die Bezuschussung von Ladestationen initiiert werden. Folgende Rahmenbedingungen sollten im Vorfeld geklärt werden:

- > Förderprogramm-Namensgebung
- > Ist eine Kopplung mit bisherigen Förderungen möglich bzw. gewünscht? (Vorhandene Programme?)
- > Wer ist antragsberechtigt? (Nur Privat, auch Gewerbe?)
- > Wie hoch soll die Förderung sein? (100€ - 500€?), pauschal oder in Abhängigkeit des Investitionsbetrags (z.B. 50 %)?
- > Fördertopf-Deckelung wichtig, je Stadt oder gemeinsamer Topf?
- > Was soll genau gefördert werden? (Hardware, Installation?)
- > Welche Unterlagen werden bei Antragsstellung, welche zum Nachweis benötigt? (Nur Antrag, oder auch Kostenvoranschlag? Einreichung der Rechnung?)
- > Definition der Förderbedingungen (z.B. nur bei Nutzung mit Strom aus Erneuerbaren Energien/Eigenstromnutzung aus PV-Anlage)

Ziel sollte es sein, eine möglichst einfache und unbürokratische Antragstellung zu gewährleisten. Eine Vorlage für Förderrichtlinien und Antragsformular findet sich nachfolgend in Tabelle 13 und Tabelle 14.

¹² Diese Ladestationen sind meist an einer Wand montiert und werden deshalb auch „Wallboxen“ genannt.

Tabelle 13: Richtlinien der **Stadt XYZ** zur Förderung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge

| |
|---|
| <p>1. Zuwendungszweck Die Stadt XY fördert durch die Gewährung eines Zuschusses Investitionen in Ladestationen für Elektrofahrzeuge.</p> |
| <p>2. Rechtsgrundlagen Diese Richtlinie regelt die Bezuschussung von Investitionen für die o.g. Anlagen im Rahmen der bereitgestellten Haushaltsmittel als freiwillige Leistung. Ein Rechtsanspruch darauf besteht nicht. Gewährte Zuschüsse können zurückgefordert werden, wenn diese für andere Zwecke als diejenigen, für welche sie bewilligt wurden, verwendet werden und wenn die geförderte Anlage innerhalb eines Zeitraums von weniger als 5 Jahren demontiert oder zweckentfremdet wird.</p> |
| <p>3. Förderberechtigung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Natürliche und juristische Personen des privaten Rechts sowie kirchliche und gemeinnützige Organisationen und Vereine. - Die geförderten Objekte müssen auf der Gemarkung der Stadt XY liegen. - Gefördert wird jeweils nur eine Anlage pro Grundstück bzw. Wohneinheit - Innerhalb von 5 Jahren nach Antragsbewilligung kann auf demselben Grundstück bzw. der selben Wohneinheit kein weiterer Antrag gestellt werden - Es dürfen gleichzeitig auch Zuschüsse aus anderen Förderprogrammen in Anspruch genommen werden. Die Gesamtförderung darf das Gesamtinvestitionsvolumen der Maßnahme jedoch nicht übersteigen. |
| <p>4. Zuwendungsfähige Projekte Gefördert wird die Investition von Wandladestationen/Wallboxen zur Ladung von Elektrofahrzeugen (reiner Hardwarepreis). Die Installation ist nicht Bestandteil der Förderung. Die maximale Ladeleistung der geförderten Ladestation beträgt 22 kW.</p> |
| <p>5. Höhe der Förderung Der Zuschuss wird wie folgt gewährt: 50 % der Investitionskosten, max. jedoch 500,- € je Ladestation</p> |
| <p>6. Antragsstellung und Bewilligungsverfahren Förderanträge werden bei der Stadt XY, Straße, PLZ, Zimmer schriftlich gestellt. Alternativ kann der Antrag per Email an xxx@xxx.de übermittelt werden. Der Antrag muss vor Beginn der Maßnahme formlos per Mail angekündigt werden. Nach Umsetzung der Maßnahme sind folgende Unterlagen nachzureichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vollständig ausgefüllter Förderantrag (Siehe Anlage 1) - Rechnung der Ladestation - Ausführungsbestätigung der installierenden Firma <p>Die Bearbeitung und Vergabe der Zuschüsse erfolgt in Reihenfolge des Eingangs der vollständigen Antragsunterlagen. Fehlen bei Antragsstellung Unterlagen, die zur Beurteilung der Förderfähigkeit erforderlich sind, so ist der Zeitpunkt maßgebend, in welchem die fehlenden Unterlagen nachgereicht werden.</p> <p>Der Zuschuss wird nach Abschluss der Arbeiten und nach Vorlage der Schlussrechnung durch die Stadt XY ausbezahlt. Die Stadt XY ist berechtigt, die Ausführungen der Arbeiten vor Ort zu überprüfen.</p> <p>Zuschüsse werden nur gewährt, soweit die im Haushalt bereitgestellten Mittel ausreichen. Die Bewilligung erfolgt unter dem Vorbehalt des Widerrufs und ggf. der Zurückforderung des Zuschusses für den Fall, dass die Voraussetzungen dieser Richtlinie nicht gegeben sind.</p> |
| <p>7. Förderzeitraum Die Richtlinien gelten ab dem 01.01.2019 bis auf weiteres und solange, wie die finanziellen Mittel vom Stadtrat in den jeweiligen Haushalt eingestellt werden.</p> |

Tabelle 14: Beispielhaftes Antragsformular

| Antrag zu Förderung von Ladestationen in der Stadt XY | |
|--|--|
| Name Antragsteller/in | |
| Straße, Wohnort | |
| Telefon, E-Mail | |
| IBAN, Kontoinhaber (falls Abweichend) | |
| Kreditinstitut | |
| Auf welchem Grundstück wird die Anlage installiert? (Abweichend zu Antragsteller?) | |
| Um was für eine Ladestation handelt es sich? (Hersteller, Modell, Ladeleistung, Kosten...) | |
| <p>Die Förderrichtlinie zur Förderung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge habe ich erhalten. Mir ist bekannt, dass die Zuschüsse im Rahmen der dafür bereitgestellten Haushaltsmittel als freiwillige Leistung von der Stadt zur Verfügung gestellt werden. Ein Rechtsanspruch besteht nicht. Mir ist auch bekannt, dass gewährte Zuschüsse zurück gefordert werden, wenn diese für andere Zwecke als diejenigen, für welche sie bewilligt wurden, verwendet werden oder wenn die geförderte Anlage innerhalb eines Zeitraumes von weniger als 5 Jahren demontiert oder zweckentfremdet wird. Ich versichere, dass die Gesamtförderung (inkl. anderer Förderungen) das Gesamtinvestitionsvolumen der Ladestation nicht übersteigt. Rechnung einschließlich einer Bestätigung der ausführenden Firma, wann die Anlage installiert wurde, liegt dem Antrag bei.</p> | |
| Unterschrift Antragsteller (Datum, Ort) | |
| Ausführende Firma | |
| Anschrift, Telefon, E-Mail | |
| Hiermit wird bescheinigt, dass die oben genannte Anlage von mir/unsere Firma eingebaut und am genannten Datum installiert und in Betrieb genommen wurde. | |
| Unterschrift der ausführenden Firma (Datum, Ort) | |
| Gemeinde | |
| Antrag eingegangen am | |
| Unterschrift | |

6.2 Umfrage bei städtischen Mitarbeitern der Stadt Bad Krozingen

Um einen Überblick über das Mobilitätsverhalten der städtischen Angestellten zu erhalten und daraus Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität abzuleiten, wurde in Bad Krozingen eine Umfrage bei den städtischen Einrichtungen durchgeführt. Insgesamt nahmen 62 Personen an der Umfrage teil. Die nachfolgende Abbildung 48 und Abbildung 49 zeigen eindeutig, dass der PKW mit Verbrennermotor das dominierende Fahrzeug bei der Zurücklegung von privaten Strecken und des Arbeitsweges ist.

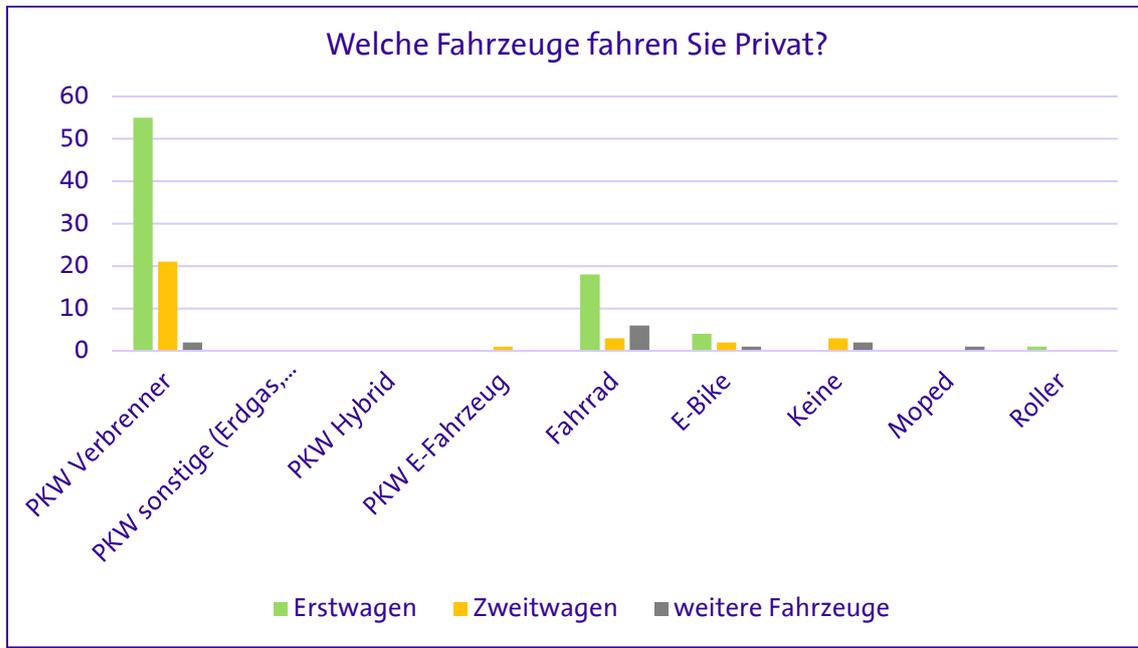


Abbildung 48: Welche Fahrzeuge fahren Sie Privat?

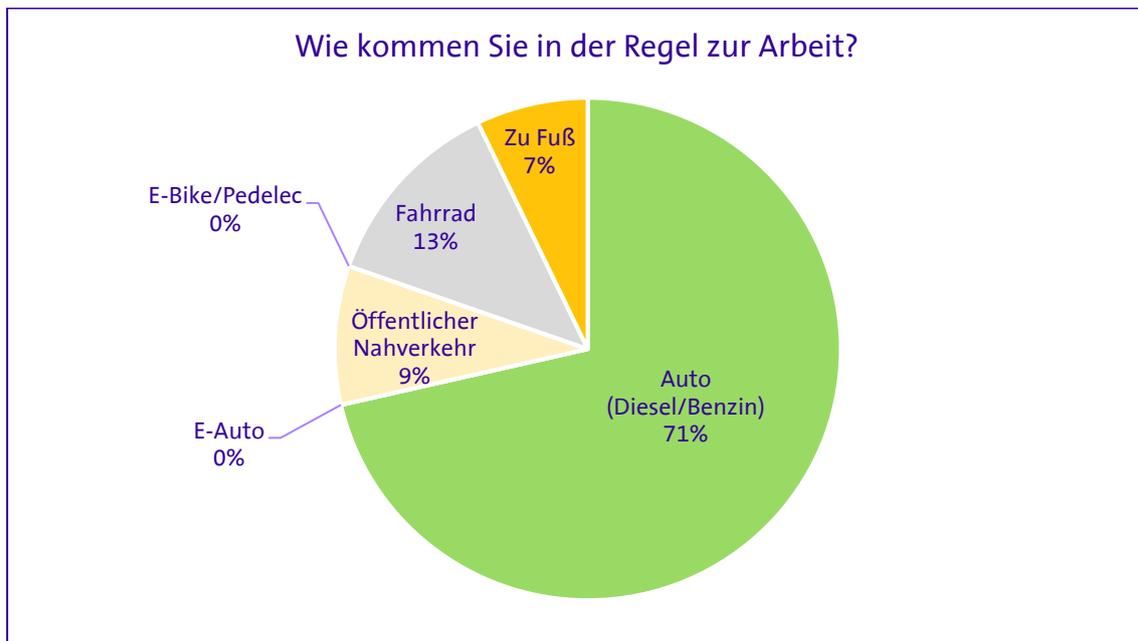


Abbildung 49: Wie kommen Sie in der Regel zur Arbeit?

Laut KBA legt jeder zugelassene PKW in Deutschland durchschnittlich 13.257 km/Jahr zurück. Dies entspricht einer täglichen Fahrleistung von ca. 36 km. Eine Wegstrecke die optimal mit einem E-Fahrzeug zurückgelegt werden könnte. Die Umfrage der städtischen Angestellten ergab, dass die Entfernung zum Arbeitsplatz und die täglich zurückgelegte Strecke sich überwiegend in einem Bereich von 0 - 20km bewegt. Lediglich 20 % der Befragten legen pro Tag mehr als 20 km pro Wegstrecke für den Arbeitsweg zurück.

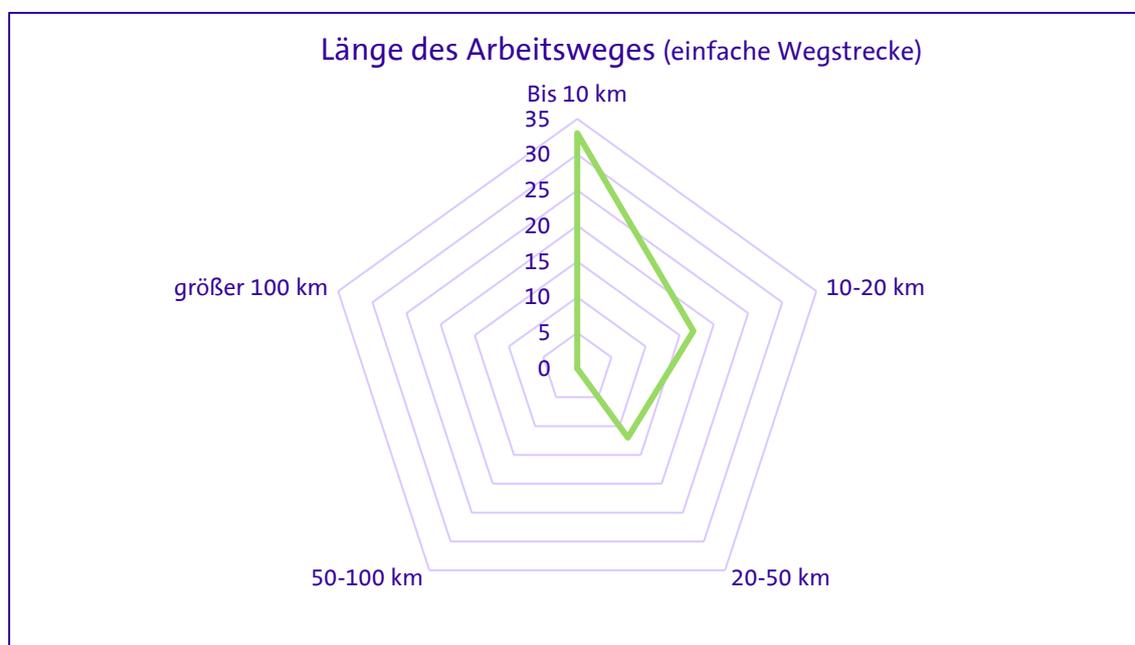


Abbildung 50: Länge des Arbeitsweges.

Die Umfrage zeigte auch deutlich, dass lediglich zwei Personen (3,5 % der Befragten) Car-Sharing Angebote nutzen und 18 Personen Mitfahrgelegenheiten (30,5 %). Die Befragten, welche diese Angebote nutzen gaben als Gründe ökologische Aspekte und finanzielle Vorteile an. Hingegen wurden der große Koordinationsaufwand, eingeschränkte Flexibilität, Komforteinbußen, längere Fahrtzeiten, das nicht vorhandene Angebot sowie die Wohnlage auf dem Land als Gründe für eine Nichtnutzung genannt.

Interessant ist die Frage nach der Nutzung eines Job-Tickets. Lediglich neun der befragten Personen nutzen das Job Ticket obwohl ca. 86 % der Befragten angaben, ein Job Ticket über den Arbeitgeber beziehen zu können. Gründe dagegen sind u.a. die unflexible Gestaltung, der Preis, die Nähe zum Arbeitsplatz, schlechte Verkehrsanbindung und Unzuverlässigkeit des ÖPNV sowie der fehlende finanzielle Anreiz. Die Befragten würden ihr Mobilitätsverhalten ändern und ggf. auf ein alternatives Verkehrsmittel umsteigen sofern ihr Arbeitsplatz einige Veränderungen erfahren würde (vgl. Abbildung 51).

Hierbei stellte sich heraus, dass drei der vier am häufigsten genannten Antworten in direktem Zusammenhang zum Fahrrad stehen. Neben dem Wunsch nach Umkleiden und Duschen sind besser ausgebaute Fahrradwege und sichere Abstellplätze für Fahrräder genannt. Zusätzlich wünschen sich die Beschäftigten eine bessere ÖPNV-Anbindung. Deutlich wird auch, dass die Befragten Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge begrüßen würden.

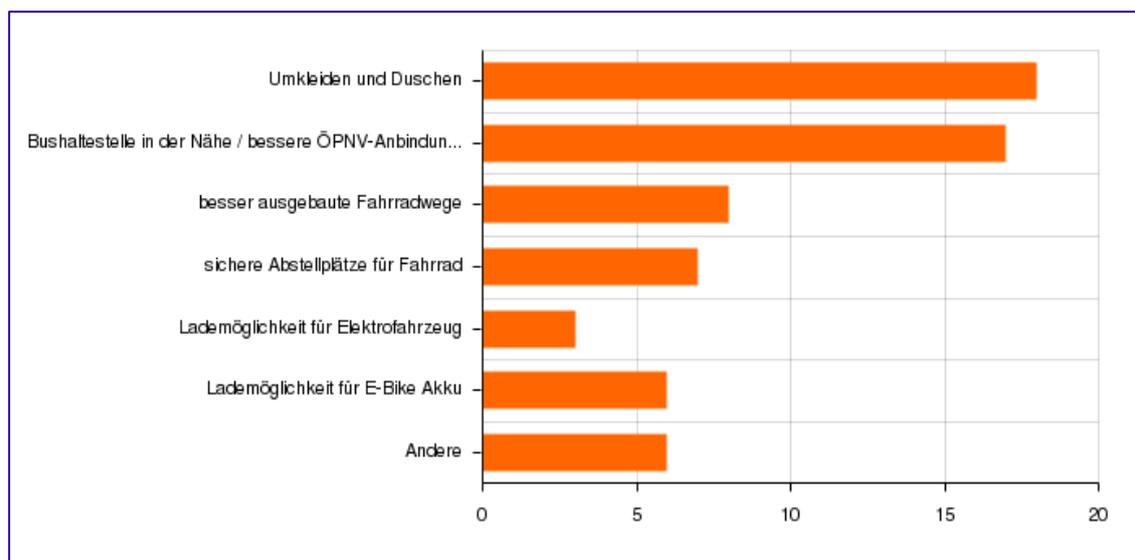


Abbildung 51: Notwendige Veränderungen zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel.

Der Umstieg auf E-Fahrzeuge könnte durch einen vorliegenden Aspekt begünstigt werden. Denn 77,6 % steht ein kostenloser Parkplatz am Wohnort zur Verfügung. 17,2 % verfügen über einen kostenpflichtigen Stellplatz. Darüber hinaus verfügen 72,4 % über die Möglichkeit, kostenlos bei Ihrem Arbeitgeber zu parken. 12,1 % geben an im öfftl. Straßenraum zu parken und bei 6,9 % ist die Parkplatzverfügbarkeit beim Arbeitgeber begrenzt. Bedenkt man, dass zukünftig 85 % der Ladevorgänge im privaten und halböffentlichen Bereich stattfinden werden, gilt die Parkplatzverfügbarkeit als ein entscheidendes Kriterium. Auf die Frage, ob sich die Teilnehmer vorstellen können ein E-Fahrzeug zu beschaffen, antworten 43,1 % mit Ja, 19 % mit Nein und 37,9 % sind noch unentschieden.

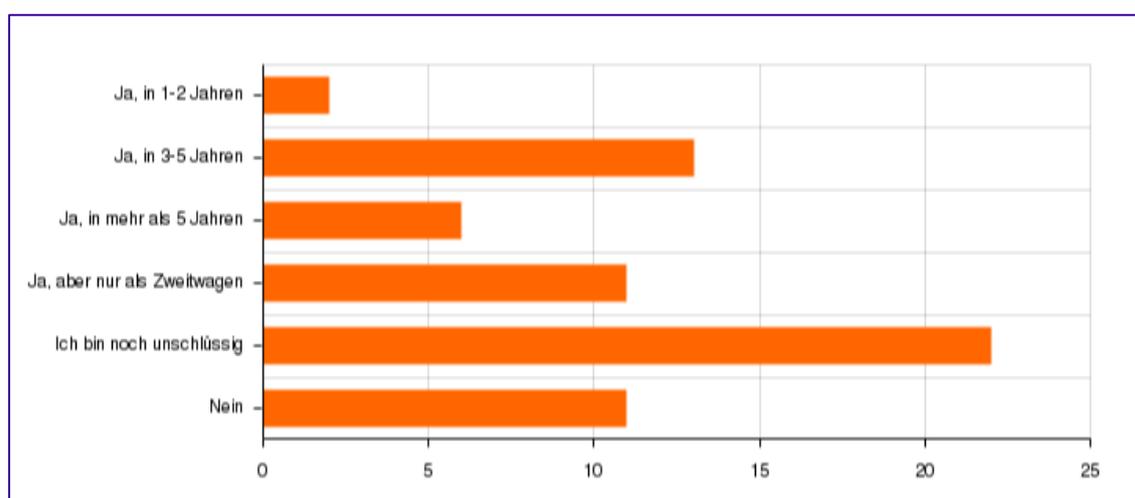


Abbildung 52: Können Sie sich vorstellen, perspektivisch ein E-Auto zu beschaffen?

Auf die Frage welche Probleme, Hemmnisse, und Hindernisse einem möglichen Kauf im Wege stehen, gaben die Teilnehmer überwiegend die in Abbildung 53 dargestellten Aspekte. Zusätzlich wurden eine nicht vorhandene Ladeinfrastruktur und ein mangelnder ökologischer Nutzen genannt.

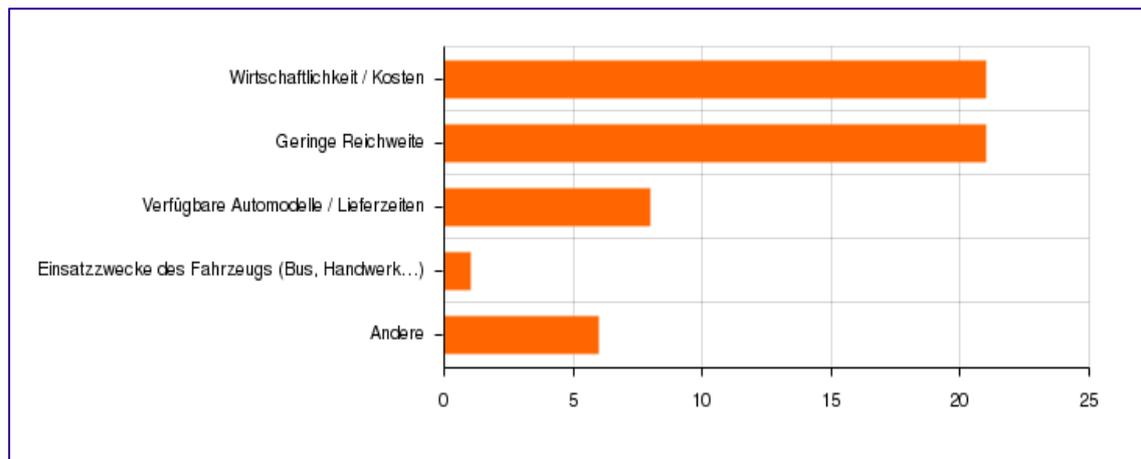


Abbildung 53: Probleme, Hemmnisse und Hindernisse

Um auf ein E-Fahrzeug umzusteigen, müsste es aus Sicht der Befragten diverse Anreize geben. Die am häufigsten genannten Antworten waren:

- Kosten für die Anschaffung von E-Fahrzeugen zu hoch
- Ausbau der Ladeinfrastruktur
 - Mehr öfftl. Lademöglichkeiten
 - Schnellere Ladezeiten
- Fahrzeugtypenverfügbarkeit
- Größere Reichweiten und Batteriekapazitäten
- Hohe Stromkosten
- Fehlende finanzielle Anreize (bspw. Abwrackprämie für Altfahrzeuge)
- Ökologische Aspekte (Herstellung und Entsorgung der Batterien fragwürdig)
- Saubere Herstellung des Fahr-Stroms

Maßnahmenideen um den Umstieg auf nachhaltige Verkehrsmittel zu begünstigen:

- Wallboxförderung für die städtischen Angestellten (vgl. 6.1)
- Einführung eines Wintertickets: In den Wintermonaten von November bis März erhalten alle Mitarbeiter welche RegioKarte/JobTicket nutzen einen finanziellen Zuschuss. Dies führt zu einer Attraktivitätssteigerung von RegioKarte/JobTicket. Häufig benötigen Mitarbeiter nur im Winter ein entsprechendes Ticket.
- Fahrgemeinschaften fördern: Mitfahrgelegenheiten sind eine attraktive Alternative, um bequem, kostengünstig und umweltschonend zur Arbeit zu kommen. Um Fahrgemeinschaften zu fördern, kann bspw. die App „TwoGo“ eingeführt werden, mit der auf einfache Weise Mitfahrangebote und -nachfragen per App, Internet oder Outlook-Kalender eingestellt werden können. Weitere Informationen unter: <https://www.twogo.com/de>. Zusätzlich können explizit Parkplätze für Fahrgemeinschaften am Arbeitsort eingerichtet werden.
- Fahrradleasing mit Arbeitgeberzuschuss: Mit JobRad ermöglichen Arbeitgeber ihren Mitarbeitenden Fahrräder und E-Bikes zu günstigen Konditionen zu erwerben. Weitere Informationen unter: <https://www.jobrad.org/>
- Anschaffung von E-Bikes als Dienstfahrräder und Einführung von Rent a E-Bike. Mitarbeiter können Pedelecs (inkl. Akkuladegerät) aus dem städtischen Fuhrpark für private Fahrten übers Wochenende oder auch wochenweise ausleihen.

Es werden keine Gebühren für die Kautions- oder die Mietzahlung fällig. Voraussetzung ist lediglich eine private Haftpflichtversicherung.

- Anschaffung von E-Fahrzeugen für den städtischen Fuhrpark, um Elektromobilität bei den Mitarbeitern zu verbreiten und als Dienstfahrzeuge zu etablieren.
- Einrichtung von Lademöglichkeiten für Mitarbeitende am Arbeitsplatz. Aufgrund der durchschnittlichen Arbeitszeit von 6-8 Stunden ist es, wegen der langen Standzeiten ausreichend, kostengünstige Lademöglichkeiten von 3,7 kW zu installieren.
- Fahrradparkplätze: Wer mit dem Fahrrad zur Arbeit kommt möchte möglichst unkompliziert und „büronah“ parken. Aus diesem Grund sollte es in Arbeitsplatznähe mehrere (überdachte und sichere) Fahrradabstellmöglichkeiten geben. Zudem sollten Umkleidemöglichkeiten, ggf. mit Duschen, am Arbeitsplatz vorhanden sein.

7. Umrüstung von Fahrzeugflotten auf E-Fahrzeuge

„Kommunale und gewerbliche Fuhrparkfahrzeuge haben an den jährlichen PKW Neuzulassungen in Deutschland 2012 einen Anteil von 62% (vgl. KBA o.J.). Aktuell sind 45 % aller zugelassenen E-Fahrzeuge Teil deutscher Fuhrparkflotten und stellen damit das stärkste Marktsegment für Elektromobile dar“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI), LEITFADEN E-MOB IN KOMMUNEN, 2014).

Sowohl Privatpersonen als auch Kommunen und Gewerbebetriebe mit Flotten können von den Vorteilen der Elektromobilität profitieren und zugleich eine Vorbildfunktion einnehmen. Mittlerweile sind für viele Einsatzzwecke entsprechende Fahrzeuge auf dem Markt verfügbar. Im Nutzfahrzeugbereich beschränkt sich die Fahrzeugauswahl vor allem auf Transporter. In diesem Bereich ist die Auswahl jedoch mittlerweile sehr hoch, genauso wie im PKW Bereich (vgl. Tabelle 15). Je nach Einsatzzweck und weiteren Kriterien kann die Umrüstung auf E-Fahrzeuge sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich sinnvoll sein.

Tabelle 15: Beispielhafte Auswahl an E-Fahrzeugen (Stand 2018).

| E-Fahrzeuge (PKW) | E-Fahrzeuge (kleine Nutzfahrzeuge) |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Renault ZOE • Volkswagen e-Golf • smart fortwo ED • Kia Soul EV • BMW i3 BEV • Tesla Model S • Tesla Model X • Volkswagen e-up! • Hyundai IONIQ Elektro • Nissan Leaf | <ul style="list-style-type: none"> • Citroen Berlingo Electric • Fiat E-Ducato • Nissan e-NV200 • Renault Partner Electric • Renault Kangoo Z.E. • Renault Master Z.E. • Streetscooter (Work L/Pickup...) • Iveco Daily Electric |

Eine sehr gute Übersicht der verfügbaren Fahrzeugmodelle ist beim ADAC unter <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/kaufen/elektroautos-uebersicht/> einzusehen. Für das Jahr 2019 werden 25-30 neue rein batterieelektrische Fahrzeuge auf den Markt kommen. Die neuen Fahrzeugmodelle werden zunehmend die unterschiedlichen Kundenbedürfnisse und Budgets abdecken können.

Neue Elektroautos 2019

Reihenfolge nach erwartetem Marktstart

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| ▶ Audi e-tron ab 79.900 € | ▶ Microlino ab ca. 12.000 € | ▶ e.GO life ab 15.900 € | ▶ Kia e-Niro ab 34.290 € | ▶ Nissan Leaf e+ ab 46.500 € |
|  |  |  |  |  |
| ▶ Mercedes EQC ca. 70.000 € | ▶ Tesla Model 3 ab 57.900 € | ▶ DS 3 E-Tense Preise noch nicht bekannt | ▶ Kia e-Soul Preise noch nicht bekannt | ▶ Porsche Taycan ab ca. 99.000 € |
|  |  |  |  |  |
| ▶ Peugeot e-208 Preis nicht bekannt | ▶ Sono Sion ab 24.500 € | ▶ Mini E Preise noch nicht bekannt | ▶ VW I.D. Neo ab ca. 27.500 € | ▶ VW T6 Elektro Preise noch nicht bekannt |

Abbildung 54: Neue Elektroautos 2019. Quelle: ADAC (2019€).

Beim Kauf von E-Fahrzeugen müssen, vor allem neben dem Anschaffungspreis, noch weitere Kriterien betrachtet werden, als bei Fahrzeugen mit konventionellem Antrieb. Vor allem Reichweite, Ladezeit, Nutzung, Platzverfügbarkeit sowie Stauraum und die mögliche Zuladung, die die Reichweite wiederum direkt beeinflussen, spielen bei der Kaufentscheidung eine Rolle. Die Kriterien sind in folgender Grafik veranschaulicht:

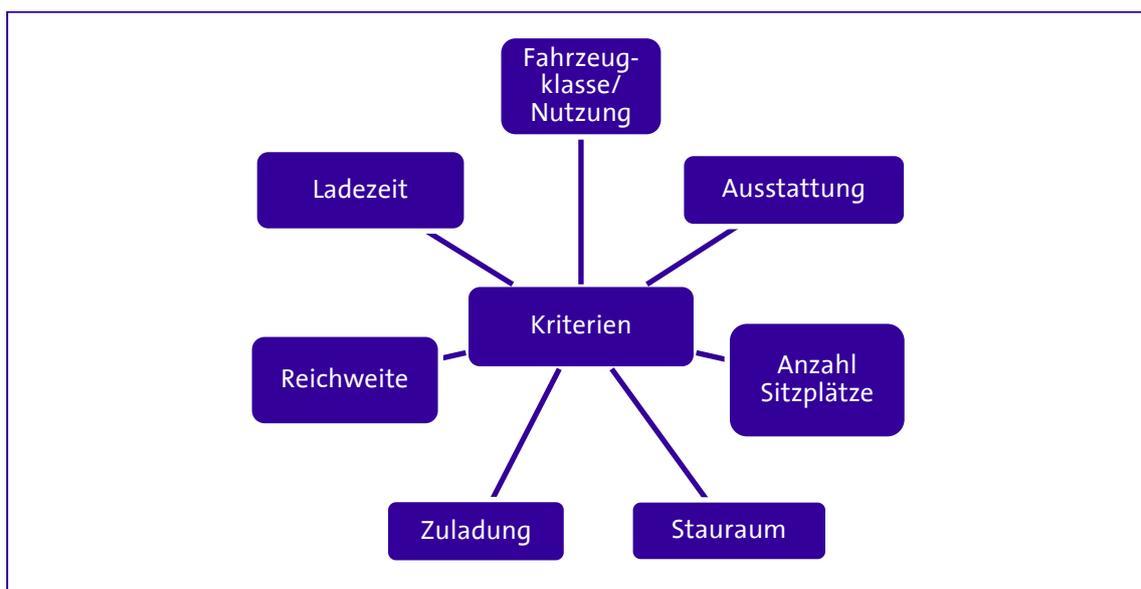


Abbildung 55: Einflussfaktoren, neben Kaufpreis, für die Kaufentscheidung eines E-Fahrzeugs

Der Umstieg auf E-Fahrzeuge ist immer individuell zu prüfen. Es gibt viele Besonderheiten und spezifische Anforderungen an Fahrzeuge von Fuhrparks. E-Fahrzeuge weisen z.B. teilweise reduzierte Zuladungen auf oder können nicht im Anhängerbetrieb genutzt werden.

Dass ein hohes Potenzial zur Umrüstung von Fuhrparks auf E-Fahrzeuge besteht, zeigen neben den Ergebnissen der Gewerbeumfrage auch die im Fuhrpark der Städte befindlichen Dienstfahrzeuge.

7.1 Kommunale Fuhrparkflotten

Die kommunalen Fuhrparks bieten sich sehr gut für die Nutzung von Elektromobilität an. Meist planbare Routen und kurze Fahrtwege bieten optimale Voraussetzungen. Die Reichweite aktueller E-Fahrzeuge reicht in den meisten Fällen bereits jetzt für die Zurücklegung der täglichen Strecken aus. Auf eine Schnellladung kann deshalb meist verzichtet werden. Auch ökonomische Rahmenbedingungen kommen den Kommunen auf Dauer entgegen. So sind E-Fahrzeuge, welche bis zum Jahr 2020 beschafft werden, zehn Jahre steuerfrei zu bewegen und haben sehr geringe Betriebskosten (vgl. Kapitel Wirtschaftlichkeit). Durch die Vorbildfunktion der Kommunen kann das Thema Elektromobilität in die Wahrnehmung gebracht werden und zudem unter entsprechenden Rahmenbedingungen die Umwelt geschont werden (vgl. Kapitel Ökologie und Wirtschaftlichkeit). Mit in Betracht zu ziehen ist auch die Frage, ob für vereinzelte Langstreckenfahrten ein Alternativfahrzeug gemietet, oder auf ein Car-Sharing Fahrzeug zurückgegriffen werden kann.

Kriterien für eine mögliche Umrüstung auf ein E-Fahrzeug können sein:

- > Baujahr des zu ersetzenden Fahrzeugs
- > Nutzungsart/Einsatzzweck des Fahrzeugs
- > Kilometerleistung/Betriebsstunden pro Tag
- > Notwendigkeit von Langstreckenfahrten/Ausweichfahrzeug (Redundanz) für Kurz- und Langstrecke vorhanden?
- > Turnus des Fahrzeugs (wann wäre sowieso Neuanschaffung geplant?)

Typische Fahrzeuge für den kommunalen Fuhrpark:

- > Transporter/Kastenwagen: Streetscooter Work Pickup, Renault Kangoo, Nissan NV200
- > PKW: Renault Zoe, Smart forfour, Nissan Leaf, Opel Ampera e, Golf GTE, e-Golf

Die Vorschläge für die Umrüstung von Fuhrparkfahrzeugen wurden priorisiert und in zwei „Umrüstrunden“ unterteilt. Zunächst sollten die Fahrzeuge ersetzt werden, die ein älteres Baujahr und eine möglichst geringe Kilometerleistung haben, die Kurzstrecken fahren und bei denen die Nutzungsart durch ein Elektrofahrzeug nicht eingeschränkt wird. Im Optimalfall werden die Fahrzeuge im ohnehin fälligen Turnus ersetzt. Im Folgenden ist eine Bewertungsmatrix zu finden, anhand der eine erste Tendenz für einen Umstieg auf E-Mobilität errechnet werden kann.

Tabelle 16: Bewertungsmatrix: Schnelltest für Umrüstung des Fuhrparks auf E-Mobilität

| Bewertungsmatrix: Schnelltest für Umrüstung des Fuhrparks auf E-Mobilität | | | |
|---|---|-----------------------------|----------------------|
| Nutzung | Bereitschaft | unregelmäßig | regelmäßig / planbar |
| Punkte | 1 | 2 | 3 |
| Typ | Andere (Nutzfahrzeuge, Feuerwehr, LKW etc.) | Transporter (auch Pritsche) | PKW |

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Punkte | 0 | 4 | 5 |
| km Fahrleistung/ Tag | mehr als 100 km | weniger als 100 km | weniger als 50 km |
| Punkte | 1 | 3 | 5 |
| Fahrzeugalter | jünger als 5 Jahre | 5 bis 10 Jahre alt | älter als 10 Jahre |
| Punkte | 1 | 2 | 4 |
| Turnus | in mehr als 5 Jahren | in 2-5 Jahren | in weniger als 2 Jahren |
| Punkte | 1 | 2 | 3 |
| Summe | | | |

Auswertung:

- > Über 10 Punkte: Fahrzeug sollte so bald wie möglich mit E-Fahrzeug ersetzt werden
- > 6-10 Punkte: Fahrzeug sollte bei nächsten Turnus erneut auf Umrüstung überprüft werden
- > Bis 5 Punkte: Fahrzeug eignet sich aktuell nicht für eine Umrüstung auf E-Mobilität

Trotz allem sind Umstellungen auf E-Fahrzeuge immer individuell zu prüfen. Es gibt viele Besonderheiten und spezifische Anforderungen an Fahrzeuge der Fuhrparks in kommunalen Flotten. E-Fahrzeuge weisen z.B. teilweise reduzierte Zuladungen auf oder können nicht im Anhängerbetrieb genutzt werden.

Die Stadt Bad Krozingen hat bereits im Jahr 2018 einen E-Smart und einen VW Golf Variant auf zwei Renault Zoe umgerüstet. Darüber hinaus eignen sich alle im Fuhrpark vorhandenen Fahrzeuge, aufgrund der Nutzungseigenschaften, schon jetzt sehr gut für eine Umrüstung auf E-Fahrzeuge. Um auch längere Strecken bewältigen zu können und den städtischen Mitarbeitern die Sicherheit bei längeren Fahrten zu gewährleisten soll der noch vorhandene VW Golf Variant vorerst im Fuhrpark bleiben. Eine zeitnahe Umrüstung ist jedoch angedacht.

| Stadt | Fahrzeug | Nutzung | JFL km | Ersatz durch bspw. | Zeithorizont |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------|--------|--|--------------|
| Bad Krozingen | VW Golf Variant | Kurz- und Langstreckenfahrzeug | 15.000 | Renault Zoe | 1. Runde |
| Bad Krozingen | VW Golf Variant | Kurz- und Langstreckenfahrzeug | 15.000 | Renault Zoe, e-Smart forfour Nissan leaf, opel ampera e, e-golf | 2. Runde |
| Bad Krozingen | Toyota Aygo | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | - | Renault Zoe, e-Smart forfour Nissan leaf, opel ampera e, e-golf | 1. Runde |
| Bad Krozingen | Peugeot Partner Tepee Tendance | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | - | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Bad Krozingen | VW Caddy | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | - | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Bad Krozingen | E-Smart | Kurzstreckenfahrzeug | 30.000 | Renault Zoe | 1. Runde |

Abbildung 56: Fuhrpark Bad Krozingen

In Heitersheim ist die Umrüstung des KFZ-Kombi für den Bauhof in Erwägung zu ziehen. Mit 14 Jahren ist das Fahrzeug bereits „in die Jahre“ gekommen. Die täglich zurückgelegten Strecken bewegen sich überwiegend zwischen 2 und 25 km (Schwerpunkt 2-10 km). Das Fahrzeug wird zum Personentransport, zum Transport von Gegenständen und für Hausmeister-/ Bereitschaftsdienste genutzt. Eine Umrüstung sollte deshalb zeitnah angedacht werden. Alle weiteren sich im Fuhrpark befindlichen Fahrzeuge sind aufgrund der mangelnden Fahrzeugtypenverfügbarkeit wirtschaftlich noch nicht umrüstbar.

Weiterhin nutzt die Stadt das Carsharing-Fahrzeug des Anbieters Stadtmobil im Hof des Rathauses für Dienstfahrten. Hier soll es mit dem Betreiber Gespräche für eine mögliche Umrüstung auf ein E-Fahrzeug geben. Zudem ist generell angedacht ein E-Fahrzeug für den kommunalen Fuhrpark zu beschaffen.

| Stadt | Fahrzeug | Nutzung | JFL km | Ersatz durch bspw. | Zeithorizont |
|-------------|-------------------|----------------------|--------|------------------------------------|--------------|
| Heitersheim | Bauhof-Fahrzeug | Kurzstreckenfahrzeug | 8.000 | Renault Zoe, e-Smart forfour | 1. Runde |
| Heitersheim | LKW | Kurzstreckenfahrzeug | 8.000 | Nissan leaf, opel ampera e, e-golf | - |
| Heitersheim | LKW | Kurzstreckenfahrzeug | 5.000 | keine Fahrzeugverfügbarkeit | - |
| Heitersheim | Unimog | Kurzstreckenfahrzeug | 5.000 | keine Fahrzeugverfügbarkeit | - |
| Heitersheim | Kommunalschlepper | Kurzstreckenfahrzeug | 1.000 | keine Fahrzeugverfügbarkeit | - |
| Heitersheim | Kommunalschlepper | Kurzstreckenfahrzeug | 1.000 | keine Fahrzeugverfügbarkeit | - |
| Heitersheim | Kommunalschlepper | Kurzstreckenfahrzeug | 1.000 | keine Fahrzeugverfügbarkeit | - |

Abbildung 57: Fuhrpark Heitersheim

Die Stadt Neuenburg am Rhein prüft den städt. Fuhrpark sukzessive auf E-Fahrzeuge umzurüsten. Es konnte festgestellt werden, dass der überwiegende Teil des Fuhrparks für eine Umrüstung in Frage kommen. Alle Fahrzeuge könnten adäquat durch E-Fahrzeuge ersetzt werden. Bei der Stadt Neuenburg am Rhein bestehen folglich intensive Überlegungen zur Anschaffung von E-Fahrzeugen.

| Stadt | Fahrzeug | Nutzung | JFL km | Ersatz durch bspw. | Zeithorizont |
|--------------------|----------------|----------------------------------|--------|--|--------------|
| Neuenburg am Rhein | VW Caddy | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 12.500 | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | T5 Pritsche | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 10.000 | Streetscooter Work Pickup | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | VW Transporter | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 10.000 | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | VW Caddy | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 12.500 | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | Renault Kangoo | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 15.000 | Renault Kangoo, Nissan NV200 | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | VW Golf | überwiegend Kurzstreckenfahrzeug | 15.000 | Renault Zoe, e-Smart forfour Nissan leaf, opel ampera e, e-golf | 1. Runde |
| Neuenburg am Rhein | Audi A6 | Dienstwagen Bürgermeister | 20.000 | BMW i3, BMW i8, Tesla Model 3 VW e-Golf, Opel Ampera, Renault Zoe | 2. Runde |

Abbildung 58: Fuhrpark Neuenburg am Rhein

7.2 Gewerbliche Fuhrparkflotten

Im Rahmen des Elektromobilitätskonzepts wurde unter den Gewerbetreibenden der Städte eine Online-Umfrage durchgeführt, um aktuelle Entwicklungen im Bereich der E-Mobilität zu erfassen. Abgefragt wurden sowohl Interessen, Hemmnisse und Unterstützungsbedarf bzgl. der Nutzung von E-Mobilität, als auch der Ist-Zustand, wie die Anzahl bereits genutzter E-Fahrzeuge und Ladepunkte, oder zukünftige Potenziale, wie z.B. die geplante Anschaffung von und der Bereitschaft der Umrüstung auf E-Fahrzeuge.

Weitere Intention der Umfrage war es, den Teilnehmern die relevanten Aspekte der E-Mobilität näher zu bringen und somit Aufklärung zu betreiben. Die Umfrage ist nur bedingt repräsentativ, da der Teilnehmerkreis begrenzt ist. Dennoch ist anhand der Auswertung der Antworten von insgesamt 40 Teilnehmern ein guter Eindruck über die aktuellen Entwicklungen im Bereich der E-Mobilität entstanden. Die Teilnahmequote lag mit 26 % im durchschnittlichen Bereich.

Auffällig waren die fast durchgängig ähnlichen Ergebnisse der Umfragen aus den beteiligten Städten.

Allgemeine Einstellung gegenüber Elektromobilität

Hervorzuheben ist die insgesamt sehr positive Einstellung gegenüber der E-Mobilität. Alle Teilnehmer können sich vorstellen E-Mobilität zu nutzen.

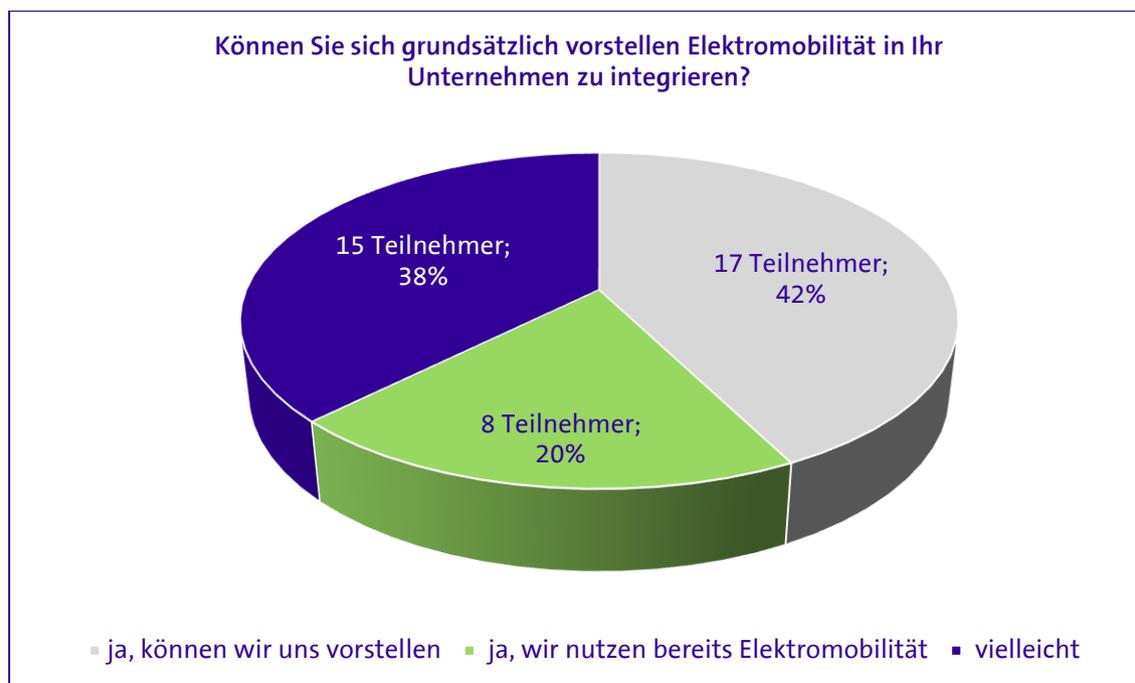


Abbildung 59: Bereitschaft, E-Mobilität zu nutzen. Quelle: BADENOVA 2018.

Geht es um die Hauptmotivation, so stehen beim Einsatz von E-Mobilität Marketing, Umweltaspekte und Kostenreduktion ganz oben auf der Liste.

Entgegen der positiven Grundeinstellung der Elektromobilität gegenüber, haben mehr als zwei Drittel der Teilnehmer (72 %) noch keine konkreten Vorstellungen über die Nutzung von E-Mobilität. Es besteht also ein hoher Beratungsbedarf. Dennoch scheint das Thema bereits bei den Gewerbetreibenden angekommen zu sein.

Bestehende und geplante Ladeinfrastruktur und Einsatz von Elektrofahrzeugen

Die bestehende Ladeinfrastruktur der Teilnehmer hat maximal 22 kW Anschlussleistung. Es sind im gewerblichen Bereich also bisher keine Schnellladestationen installiert. Insgesamt gibt es bei den befragten Unternehmen derzeit etwa 15 Ladepunkte für betriebliche Zwecke, Mitarbeiter sowie Kunden und Besucher. Für die Zukunft geplant sind weitere 26 Ladepunkte.

11 Elektrofahrzeuge sind bei den befragten Unternehmen im Einsatz, sowie 17 E-Bikes. Die Anschaffung weiterer 31 Elektrofahrzeugen (inkl. E-Bikes) ist geplant. Diejenigen Teilnehmer, die sich mit der Thematik bereits befasst und konkreter geplant haben, planen Ladepunkte für Kunden und Besucher, sowie für Mitarbeiter, aber auch für betriebliche Zwecke zu installieren (Ladeleistungen vorrangig zwischen 3,7 kW und 22 kW).

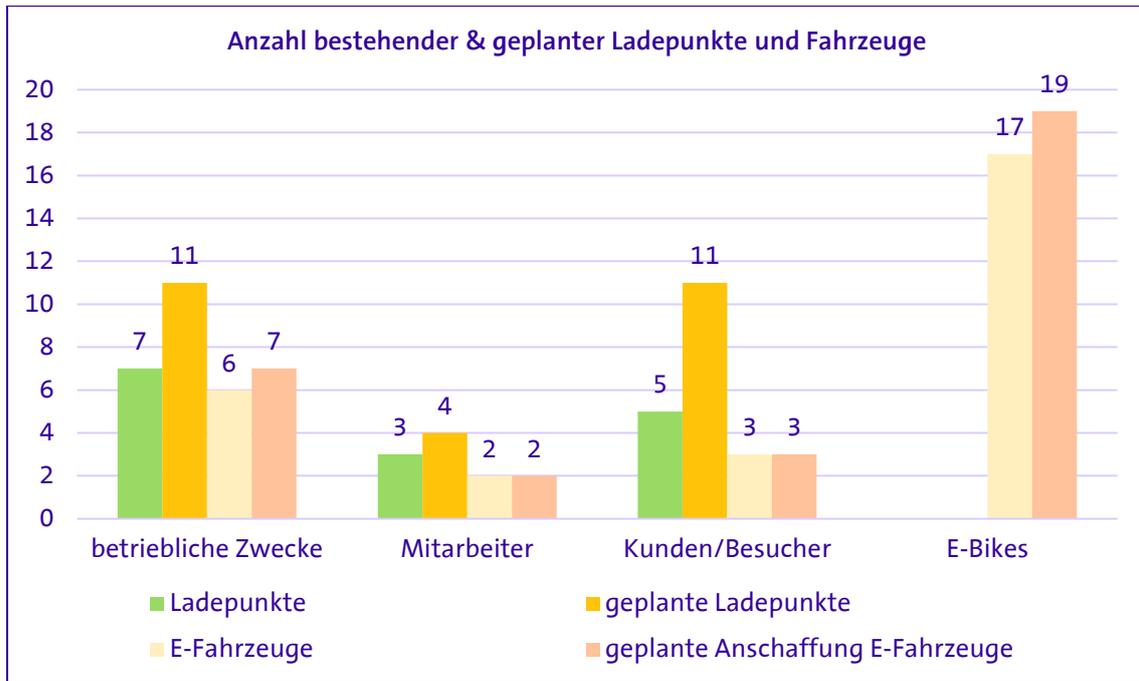


Abbildung 60: Anzahl bestehender Ladepunkte, E-Fahrzeuge und geplante Anschaffungen. Quelle: BADENOVA 2018.

Mitarbeiter-, Kunden- und Besuchermobilität

In der breiten Bevölkerung scheint die Nutzung von E-Mobilität noch nicht so sehr angekommen zu sein. In 72 % der befragten Unternehmen haben weder Mitarbeiter noch Kunden bzw. Besucher den Wunsch nach Ladeinfrastruktur bzw. einer Lademöglichkeit oder der Nutzung von Elektrofahrzeugen geäußert. Nur bei 6 % gab es von Mitarbeitern konkrete Anfragen zur Ladung des Privatfahrzeugs während der Arbeitszeit, bei 22 % der Teilnehmer haben Kunden und Besucher den Wunsch geäußert, ihr Fahrzeug gerne laden zu wollen (vgl. Abbildung 61).

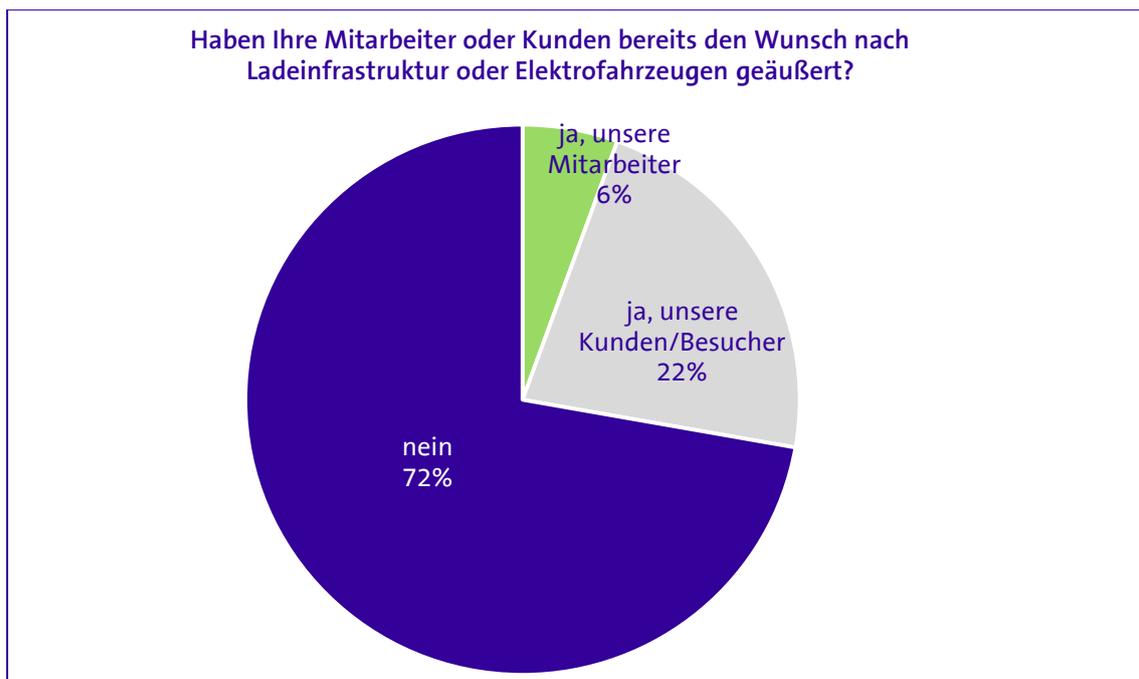


Abbildung 61: Wunsch nach Lademöglichkeiten. Quelle: BADENOVA 2018.

Die Mitarbeiter der befragten Unternehmen kommen zum Großteil mit dem PKW (Verbrenner) zur Arbeit. Zum Teil zu Fuß, mit dem Fahrrad und mit dem ÖPNV, e-Bike oder E-Fahrzeug. Die Arbeitswege sind zum größten Teil kleiner 15 km und fast nie über 100 km. Der Einsatz von E-Fahrzeugen bietet sich hier deshalb sehr gut an.

Die Kunden und Besucher der befragten Unternehmen kommen ebenfalls zum Großteil mit dem PKW (Verbrenner) und nur zu geringen Teilen mit dem Fahrrad, zu Fuß oder mit dem ÖPNV. Noch weniger wird ein E-Bike oder ein E-Auto genutzt.

Das Einzugsgebiet der Kunden ist hierbei sehr unterschiedlich, aber insgesamt ausgewogen. In Bad Krozingen überwiegt der Bereich 15-100 km, in Neuenburg ist die Verteilung sehr ausgeglichen, während sich das Kundeneinzugsgebiet in Heitersheim vorrangig im Radius weniger 15 km bewegt.

Einsatz von E-Mobilität in Fuhrparks

Alle befragten Unternehmen besitzen einen eigenen Fuhrpark (100 %). Bisher fahren von den insgesamt etwa 300 Fuhrparkfahrzeugen etwa 2 % der Fahrzeuge elektrisch. Fast alle Teilnehmer mit Fuhrpark (95 %) können sich außerdem vorstellen Ihren Fuhrpark (teilweise/weiter) auf E-Mobilität umzustellen (vgl. Abbildung 62).

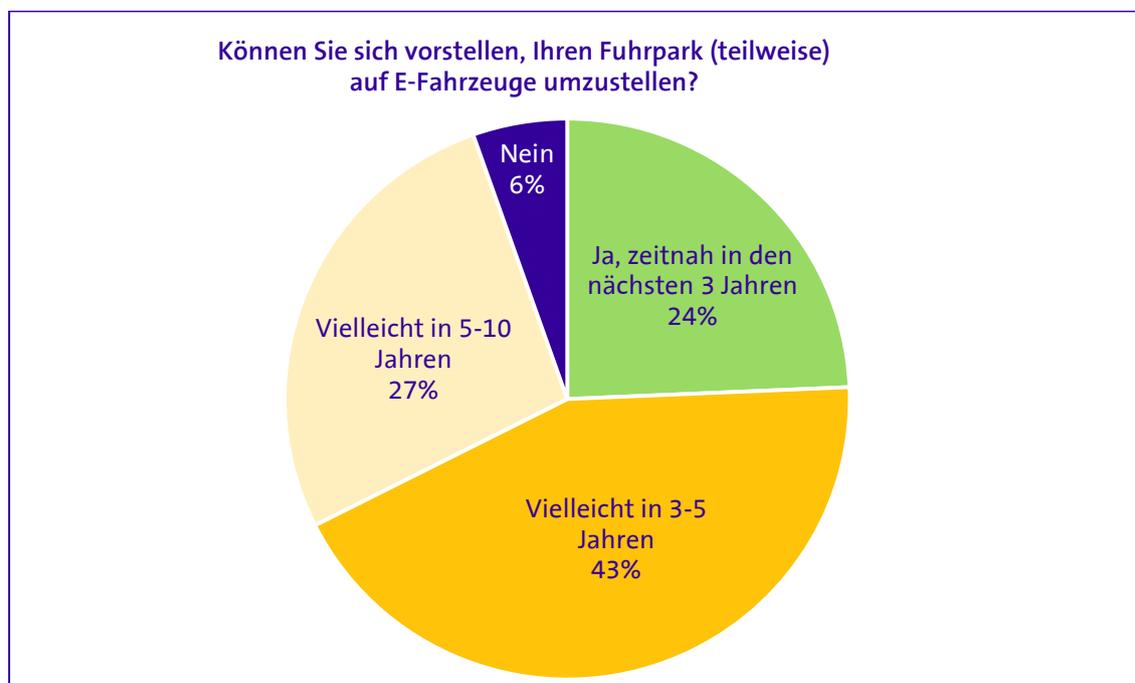


Abbildung 62: Bereitschaft den eigenen Fuhrpark auf E-Fahrzeuge umzurüsten. Quelle: BADENOVA 2018.

Die Rahmenbedingungen hierfür sind gegeben. Die Standzeiten der Fuhrparkfahrzeuge liegen nachts bei 83 % und tagsüber bei etwa 50 %. Die Tagesfahrleistung liegt oft unter 30 km, selten über 100 km und fast nie über 200 km. Alles Werte, die für den Einsatz von Elektrofahrzeugen prädestiniert sind.

Die wenigen, von den Unternehmen genannten Gründe gegen die Umrüstung des Fuhrparks sind:

- Wirtschaftlichkeit und Kosten
- Geringe Reichweite
- Spezielle Einsatzzwecke des Fuhrparks

Weitere Aktivitäten im Bereich E-Mobilität

Interessant für die befragten Unternehmen sind vor allem Angebote für die Anschaffung von E-Fahrzeugen/ E-Bikes, E-Roller inkl. Leasing sowie für Ladestationen für Fuhrpark, Mitarbeiter, Kunden und Besucher. Fuhrpark-Sharing sowie öffentliche Ladestationen sind weniger gefragt.

Die Motivation der Unternehmen für Ihre Mitarbeiter E-Mobilitäts-Angebote zu offerieren fällt eher gering aus. Angebote für E-Fahrzeuge und E-Bikes für Mitarbeiter sowie die Einführung des Job-Rads oder Job-Tickets können aber interessant sein. Vereinzelt finden Ladestationen für Mitarbeiter zu Hause sowie der Einsatz eines Mitarbeiter-Busses oder eine Mitarbeiterbefragung zum Thema E-Mobilität Anklang.

7.3 Sozial- und Pflegedienste

Die Kilometer-Tagesfahrleistung von Pflegediensten und Sozialstationen, Essen auf Rädern und vergleichbaren Institutionen beträgt in der Regel zwischen 80 und 100 km am Tag. Hier werden fast ausschließlich Kurzstrecken zurückgelegt, sodass sich der Einsatz von elektrifizierten Fahrzeugen lohnen kann. Ebenfalls ist während des Wechsels von Früh- zu Spätschicht und über Nacht zur Frühschicht genügend Zeit um die Fahrzeuge zwischenzeitlich wieder aufzuladen. Somit reicht in der Regel eine kostengünstige Ladeinfrastruktur. Darüber hinaus ist das Anforderungsprofil der Pflegedienste an E-Fahrzeuge eher gering, konträr der allgemeinen Aussagen zur geringen Fahrzeugtypenverfügbarkeit bei E-Fahrzeugen im Familien/SUV-Bereich. Weitere zu den o.g. Aspekten sind maßgebend warum in diesem Bereich der Einsatz von E-Fahrzeugen sinnvoll sein kann, Einsatzszenario und Einsatzmerkmale wie bspw.:

- Lokal tätig, überschaubares/planbares Einsatzgebiet
- Geringe Tagesfahrleistung
- Hohe Jahresfahrleistung
- E-Fahrzeuge sind sowohl in der Stadt als auch im ländlichen Raum einsetzbar
- In der Regel wenige Autobahnkilometer
- Niedrige Durchschnittsgeschwindigkeiten

Von entscheidender Bedeutung, ob E-Fahrzeuge im Pflegedienst zum Einsatz kommen, ist ein wirtschaftlicher Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Aufgrund der geringeren Wartungs- und Reparaturkosten, der noch nicht vorhandenen KFZ-Steuer für E-Fahrzeuge und ein geringerer Antriebspreis pro gefahrenem Kilometer sind E-Fahrzeuge eine sehr gute Alternative, sofern der Anschaffungspreis o.g. Vorteile nicht egalisiert.

Im Rahmen des Aufrufs zur Antragseinreichung zur Förderung von E-Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur vom Juni 2018 (gemäß 2.1.1 der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI vom 05.12.2017) wurden die in den Städten bekannten Pflegedienste, Sozialstationen, Verbände und Missionen über das aktuelle Förderprogramm informiert und angeboten bei Fachfragen unterstützend und beratend zur Seite zu stehen. Im Rahmen des Förderaufrufs war es nur dann möglich, einen Förderantrag für E-Fahrzeuge zu stellen, sofern die Maßnahme Teil eines Elektromobilitätskonzepts ist. Aufgrund der Erstellung des Elektromobilitätskonzepts für die Städte Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein war somit eine Antragsstellung möglich. Ebenfalls wurde darauf hingewiesen, dass im Rahmen der „Landesinitiative III Marktwachstum Elektromobilität BW“ das Land Baden-

Württemberg seit September 2018 wieder die Anschaffung von E-Fahrzeugen und E-Lasteräder gefördert wird. Weitere Informationen zur aktuellen Fördersituation in Baden-Württemberg unter: <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/verkehrspolitik/elektromobilitaet/foerderung-elektromobilitaet/>.

In diesem Zusammenhang konnte die badenova für den Regio Pflegedienst Breisgau GmbH einen Förderantrag zur Beschaffung von zwei Renault Zoes inkl. Ladeinfrastruktur stellen. Die Elektrofahrzeuge sollen für Fahrten im dienstlichen Rahmen des Pflegedienstes genutzt werden, z.B. für Früh- und Spätdienst. Die zwei zu beschaffenden Elektrofahrzeuge sollen zwei alte Verbrenner ersetzen. Die zwei Ladestationen werden für die Standorte Freiburg im Breisgau und Bad Krozingen benötigt. Der Einsatz der Elektrofahrzeuge dient der Reduktion der Emissionen und der lokalen Lärmvermeidung. Langfristig wird überlegt, die Ladeinfrastruktur durch eine geplante PV-Anlage zu speisen. Aktuell befinden sich 20 Fahrzeuge im Fuhrpark. Die Beschaffung weiterer Elektrofahrzeuge ist geplant, da sich Elektrofahrzeuge für die täglichen Routen des Pflegedienstes sehr gut anbieten. Die Ladeinfrastruktur soll in diesem Zuge entsprechend angepasst und erweitert werden (an allen Standorten).

Als Best-Practise-Beispiel und Vorreiter bei der Umrüstung des Fuhrparks auf E-Fahrzeuge in der Region kann die Sozialstation Südlicher Breisgau e. V. genannt werden. Die Sozialstation hatte im Sommer 2018 vier Renault Zoes mit entsprechender Ladeinfrastruktur von Mennekes beschafft (Amtron, 22 kW). Gefördert wurden die Fahrzeuge über das Programm BW-e-Gutschein vom Land Baden-Württemberg. Eine weitere Umstellung des Fuhrparks auf E-Fahrzeuge ist in Planung.



Abbildung 63: E-Fuhrpark der Sozialstation Südlicher Breisgau e. V. (Quelle. electrive.net).

8. E-Mobilität in Neubau- und Sanierungsgebieten

E-Mobilität ist nicht ohne die Installation von Ladeinfrastruktur möglich. Im Bestand sind damit häufig teure Tiefbauarbeiten verbunden. Im Neubau und wenn Sanierungen anstehen, können Maßnahmen zur Vorbereitung der E-Mobilität im gleichen Zuge meist relativ kostengünstig mit durchgeführt werden.

Die Städte haben über Bebauungspläne oder städtebauliche Verträge die Möglichkeit, die Rahmenbedingungen für die Elektromobilität mitzugestalten. Aber auch die Bauherren selbst sind gefragt, gewisse Vorkehrungen für E-Mobilität zu treffen, um dem zukünftigen Bedarf gerecht zu werden und unnötige und kostenintensive Tiefbaumaßnahmen zu vermeiden.

8.1 Verankerung der E-Mobilität in der Stadtplanung

Die Installation von Ladeinfrastruktur stellt sowohl im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Bereich eine neue Herausforderung für Netzbetreiber und Tiefbauer dar. An den als sinnvoll identifizierten öffentlichen Standorten ist oft nicht die notwendige Netzinfrastruktur vorhanden, um Ladeinfrastruktur zu installieren und anzuschließen. Oft müssen deshalb aufwendige Baumaßnahmen ergriffen werden, um ein solches Projekt zu realisieren. Hierzu zählen bspw. die Errichtung einer neuen Trafostation oder der Ausbau von Leitungen, mit dem das Öffnen von Straßen verbunden ist.

Diesem Problem sollte so früh wie möglich entgegengetreten werden, indem bei der Konzeption von Neubaugebieten oder Sanierungsvorhaben entsprechende Überlegungen bereits mit einfließen. Hierzu sollte zum einen die Bauleitplanung um Vorgaben für die Elektromobilität ergänzt werden, zum anderen sollte die Stadt Informationsmaterial für Bauherren und Investoren in Form eines Informationsschreibens zur Verfügung stellen (vgl. Faktenblatt „Information für Bauherren“)

Im Folgenden sind einige Vorschläge zur Förderung der Elektromobilität in Neubau-/Sanierungsgebieten aufgelistet:

- Vorverlegung von Leerrohren oder Stromleitungen für zukünftige Ladeinfrastruktur
- Ausweisen von Parkplätzen für E-Fahrzeuge in Neubaugebieten
- Quote für E-Fahrzeug-Parkplätze und Ladestationen in Parkgaragen
- Evtl. Einrichtung von „Ladehubs“ in Neubaugebieten (Stellfläche für E-Fahrzeug-Nutzer aus der näheren Umgebung)
- Definition von Regeln für das Parken auf E-Fahrzeug-Stellplätzen

Es sollte im Einzelfall geprüft werden, ob die Verlegung von Leerrohren oder die direkte Verlegung von Stromleitungen sinnvoller erscheint. Im Falle der Verlegung von Stromleitungen sollte die zukunftssichere Auslegung der Stromleitungen beachtet werden, da davon auszugehen ist, dass die Ladeleistungen zukünftig noch weiter steigen werden.

Des Weiteren muss im Falle der Bereitstellung öffentlicher Parkplätze für Elektrofahrzeuge abgewogen werden, in wie weit dies möglich ist, ohne den konventionellen Parkraum zu sehr einzuschränken.

8.2 Hinweise für Bauherren

Neben der Anpassung der Stadt- oder Bauleitplanung an die Anforderungen der Elektromobilität durch die Städte, sollten auch Bauherren Vorkehrungen für einen möglichen Umstieg auf Elektromobilität treffen.

Da das Laden von E-Fahrzeugen vor allem zu Hause und am Arbeitsplatz stattfinden wird, sollte deshalb bei jedem neuen Bauvorhaben der zukünftige Bedarf an Lademöglichkeiten berücksichtigt werden. Hierzu ist es wichtig, die vorhandenen Nutzergruppen sowie deren Stand- und Ladezeiten zu analysieren und daraufhin entsprechend ausgestattete Stellplätze in Ihre Elektroplanung einzubeziehen.

Ladestationen haben in der Regel eine Anschlussleistung von 3,7 kW, 11 kW oder 22 kW. Ein typischer E-Auto-Akku verfügt über eine Speicherkapazität von 17,6 - 40 kWh und kann dementsprechend in etwa einer bis zehn Stunden wieder voll aufgeladen werden. Der Durchschnittsverbrauch eines E-Autos liegt bei etwa 15 kWh/100 km. Je nach Anforderung an die Ladezeit und damit an die Ladeleistung, müssen die entsprechenden Rahmenbedingungen für den Anschluss der Ladestationen gewährleistet sein. So sollten die Hausanschlussleistung und Leitungen entsprechend dimensioniert oder alternativ Leerrohre verlegt werden, um eine spätere Installation von Ladesäulen zu ermöglichen.

Auch politisch erlangt das Thema Ladeinfrastruktur im Neubau und im Bestand eine immer größere Bedeutung. Nach der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden müssen in Zukunft alle neuen und grundlegend sanierten Wohngebäude mit mehr als zehn Parkplätzen mit der entsprechenden Vorverkabelung ausgestattet werden, die den nachträglichen Einbau von Ladestationen für alle Parkplätze ermöglicht.

Um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, sollten entsprechende Vorkehrungen getroffen und in die Bauplanungen mit einbezogen werden, um teure Ertüchtigungen und Umbauten zu einem späteren Zeitpunkt zu vermeiden. Informationen zum Thema finden Sie unter anderem in der Veröffentlichung „Rechtliche Rahmenbedingungen für Ladeinfrastruktur im Neubau und Bestand“ des „Schaufenster Elektromobilität“ der Bundesregierung.

Vorschläge zur Berücksichtigung der Elektromobilität bei Neubau und Sanierungen sind (vgl. auch Faktenblatt „Information für Bauherren“):

- Ausreichende und zukunftsorientierte Auslegung des Hausanschlusses
- Verlegung ausreichend dimensionierter Stromleitungen, ausreichende Dimensionierung des Verteilerschranks
- Vorverlegung von Leerrohren oder Stromleitungen für zukünftige Ladeinfrastruktur
- Vorrichtung für modulare Einsatzmöglichkeit von Ladestationen in Parkgaragen für Mieter (Ladestation könnte Bestandteil des Mietverhältnisses werden)
- Lastmanagement-Möglichkeiten mit einplanen

9. Informationsangebot zu E-Mobilität

Wie eingangs erwähnt, stehen wir noch am Anfang einer Mobilitätswende, bei der die E-Mobilität einen wichtigen Beitrag leisten kann. Für die meisten Bürger und Gewerbetreibende, aber auch für die Schulen ist es in dieser ersten Phase deshalb wichtig, zum Thema E-Mobilität aufzuklären und die Technologie erlebbar zu machen. Im Folgenden wird erläutert, welche Möglichkeiten es gibt, Informationen in die Breite der Bevölkerung zu streuen und die Bürger zu einem Umstieg zu bewegen.

9.1 Informationen für Bürger und Gewerbetreibende

Nicht nur für Kommunen und Städte ist die E-Mobilität mit vielen Fragen verbunden, sondern auch für Bürger und Gewerbetreibende (vgl. Ergebnisse der Gewerbeumfrage, 7.2). Deshalb ist es im ersten Schritt wichtig grundlegende Informationen zum Thema E-Mobilität bereitzustellen: wie die Technologie funktioniert und für welche Einsatzzwecke sich die Fahrzeuge eignen. Aber auch die Beantwortung kritischer Aspekte zur Ökologie oder ganz praktischer Informationen wie zur Installation einer eigenen Ladesäule. Es gilt zu zeigen, dass die E-Mobilität an Fahrt aufnimmt und für viele Einsatzzwecke bereits alltags-tauglich ist (vgl. Maßnahme 3, Kapitel 11.1).

Grundlage für erste Informationen bilden sogenannte „Faktenblätter“ zum Thema E-Mobilität, die während des Konzepts bereits inhaltlich ausgearbeitet wurden und Teil des Berichts zum Elektromobilitätskonzept sind.

Die Faktenblätter umfassen folgende Inhalte:

- Technische Grundlagen zum Thema E-Mobilität
- Fahrzeugmodelle und Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung
- Wirtschaftlichkeit und Förderung der E-Mobilität
- Ökologie und Nachhaltigkeit von E-Fahrzeugen
- Information über Vorgehensweise beim Aufbau einer Ladestation für BürgerInnen und Gewerbetreibende
- Informationsschreiben für Bauherren

Die Informationen können online auf der Website oder in Form von Printmedien, z.B. als Flyer verteilt werden. Zudem gilt es, konkrete Ansprechpartner zu definieren, auf die bei individuellen Fragen zugegangen werden kann.

Darüber hinaus sollten Veranstaltungen organisiert werden, in denen die E-Mobilität durch Testangebote erlebbar gemacht wird, d.h. durch Probefahren von Pedelecs, E-Bikes, E-Autos etc. Wichtig ist, dass der Spaßfaktor und das Erlebnis im Vordergrund stehen. Um einen größeren Zulauf zu erreichen, ist es sinnvoll, Standorte zu wählen, die bereits gut besucht sind, wie bspw. vor Einkaufszentren an Samstagen.

Auch sollte die E-Mobilität verstärkt in die Unternehmen getragen werden. Im Rahmen einer Informationskampagne und einer Gewerbeveranstaltung, die von den Städten z.B. bei der Gewerbeschau organisiert wird, könnten die Einsatzmöglichkeiten für E-Mobilität im Gewerbe aufgezeigt werden (vgl. Maßnahme 3 und 4, Kapitel 11.1). Die Umrüstung der Fuhrparks auf E-Fahrzeuge und der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Mitarbeiter, Kunden und Gäste sollten hierbei im Vordergrund stehen.

Um die E-Mobilität vor Ort weiter voranzubringen, muss der in diesem E-Mobilitätskonzept angestoßene Prozess weiter vorangetrieben werden. Ziel ist, mit den lokalen Akteuren in Kontakt zu bleiben und diese zur Umsetzung der Maßnahmen zu motivieren.

9.2 Schulen als Multiplikator

Die junge Generation gestaltet die Mobilität von Morgen. Insofern ist es wichtig, die Schulen als Multiplikator für die Gestaltung einer nachhaltigen Verkehrswende zu nutzen. Wichtig ist, den Schülern aufzuzeigen, wo es für sie selbst Ansatzpunkte gibt, sich umweltfreundlicher zu bewegen. Auch wenn aus Umweltgesichtspunkten an erster Stelle das zu Fuß gehen und das Fahrradfahren stehen, kann Elektromobilität für Schüler aus ländlichen Regionen mit schlechter ÖPNV-Anbindung, die weitere Strecken pendeln müssen und häufig mit dem Auto der Eltern gebracht werden, ein Pedelec eine vernünftige Alternative sein.

Wichtig ist in jedem Fall, das Thema Elektromobilität in das übergeordnete Thema einer nachhaltigen Mobilitätswende einzubetten: Welchen Beitrag kann Elektromobilität bei der Ausrichtung hin zu einem umweltfreundlicheren Verkehr leisten? Was sind die Pros und Contras? Um das Thema bei den Schülern zu verankern, wäre es sinnvoll, das Thema zum einen in den Unterricht zu integrieren, zum anderen aber auch Möglichkeiten zu bieten, die Technologie im Rahmen von Aktionstagen selber ausprobieren zu können. Gute Beispiele und Unterrichtsmaterialien zum Thema Nachhaltige Mobilität liefert z.B. die Homepage des Umweltministeriums Baden-Württembergs: <https://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/mobilitaet>.

Die Aktivitäten der Schulen in diesem Bereich sollen im Rahmen dieser Maßnahme weiter ausgebaut werden und auch als Beispiel für anderen Schulen dienen. Folgende Punkte sollen deshalb im Rahmen der Maßnahme angegangen werden (vgl. Maßnahme 8, Kapitel 11.1):

- Gestaltung von Unterrichtseinheiten zum Thema E-Mobilität. Die Unterrichtseinheiten sollen grundlegende Informationen zur Elektromobilität, deren Vor- und Nachteile sowie zukünftigen Herausforderungen vermitteln.
- Ausrichtung von Aktionstagen mit Infoständen zu E-Mobilität und der Möglichkeit zum Probefahren von Pedelecs, E-Bikes, E-Rollern zusammen mit lokalen Fahrradhändlern.
- Aufbau von sicheren Abstellanlagen für Pedelecs/E-Bikes/E-Roller mit Lademöglichkeit.

Weiterführende digitale Informationen unter, abgerufen am 12.03.2019:

- <https://www.me-vermitteln.de/unterrichtsmaterialien/unterrichtseinheiten/unterrichtsthema-elektromobilitaet>
- <http://www.3male.de/web/cms/de/3818672/schule/energieunterricht/elektromobilitaet/>
- <https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/physik/unterrichtseinheit/ue/elektromobilitaet-zukunft-schreibt-man-mit-e/>

10. Nachhaltige Mobilitätsangebote

10.1 E-Carsharing

Nach einer Studie des Bundesverband CarSharing e.V. zufolge kann ein Carsharing-Fahrzeug bis zu 20 private Pkw ersetzen. Zudem verändern die Mitglieder von Carsharingverbänden ihr Nutzungsverhalten, fahren selektiver und seltener und nutzen überdurchschnittlich viele andere Angebote des öffentlichen Verkehrs, und tragen somit zu einer nachhaltigeren Verkehrsgestaltung bei (BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. 2016). Beim Carsharing kann zwischen zwei Angebotsformen unterschieden werden, dem free floating und dem stationsbasierten Carsharing.

Free-floating-Systeme weisen in der Regel höhere Nutzerzahlen auf (215 Kunden pro Auto), dafür legen die Nutzer aber geringere Distanzen zurück. Durch die hohen Nutzerzahlen kann der niedrige Wirkungsgrad aber kompensiert werden (BUNDESVERBAND CARSHARING 2018A). Free-floating-Systeme ermöglichen Einweg-Strecken und können so in Großstädten als günstige Alternative zum Taxi genutzt werden. Allerdings kann sich durch eine hohe Anzahl an Carsharing-Fahrzeugen dieses Systems der Parkdruck im städtischen Raum noch erhöhen. Da das Angebot nicht alle Wegezwecke abdeckt, schaffen die Nutzer von free-floating-Angeboten daher tendenziell ihren privaten Pkw seltener ab (BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. 2018B).

Das stationsbasierte oder standortgebundene Carsharing weist mit durchschnittlich 53 Kunden pro Fahrzeug eine deutlich geringere Nutzerzahl auf (BUNDESVERBAND CARSHARING 2018A). Dafür sind die Wegstrecken in der Regel länger. Der Studie zufolge fördert das standortgebundene Carsharing stärker eine Veränderung des Mobilitätsverhaltens als das Nutzen der freefloating-Angebote. Beispielsweise schaffen mehr Nutzer ihre privaten Fahrzeuge ab, nutzen den ÖPNV häufiger und sind sensibler für Mobilität und die damit verbundenen Kosten (BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. 2016). In Kombination mit E-Mobilität kann so ein umwelt- und stadtverträglicher Verkehr gestaltet werden. Aufgrund der Notwendigkeit des Nachladens bei einem E-Fahrzeug kommt für das Elektro-Carsharing zunächst nur das stationsbasierte Carsharing in Frage.

Beim e-Carsharing können sich die Nutzer, ähnlich wie bei den anderen Angeboten des öffentlichen Verkehrs, langsam mit der neuen Technologie vertraut machen und sie sogar direkt selbst nutzen. Der auf den ersten Blick negativ erscheinende Aspekt der geringen Reichweite relativiert sich durch die durchschnittlich geringen Strecken, die mit Carsharing-Fahrzeugen zurückgelegt werden. Bei einem hohen Nutzungsgrad amortisiert sich zudem der hohe Anschaffungspreis der E-Fahrzeuge.

Carsharing ist ein sinnvoller Baustein der zukünftigen Mobilität. Insbesondere im ländlichen Raum als Zweit- oder Drittwagen-Alternative. Auch für junge Leute, die kein Auto unterhalten möchten, ist es eine nützliche Ergänzung zum Fahrrad, dem Bus und dem Elternauto. Mangelnde Park- und Stellplatzverfügbarkeit sowie auch zunehmend verbesserte ÖPNV-Angebote machen den Besitz des Statussymbols PKW in Städten „überflüssig“. Wird trotzdem mal ein PKW benötigt, kann Carsharing die optimale Lösung bieten. Carsharing ist ungebunden, bietet flexible Fahrzeugauswahl, hat keine Anschaffungskosten, kann zum Festpreis gebucht werden, bedarf keiner Wartung, Reinigung, Reparatur, Versicherung oder Steuerzahlung.

Im gesamten Gebiet gibt es derzeit vier Carsharing-Standorte. Weitere Standorte sind in Müllheim und in Staufen im Breisgau zu finden.

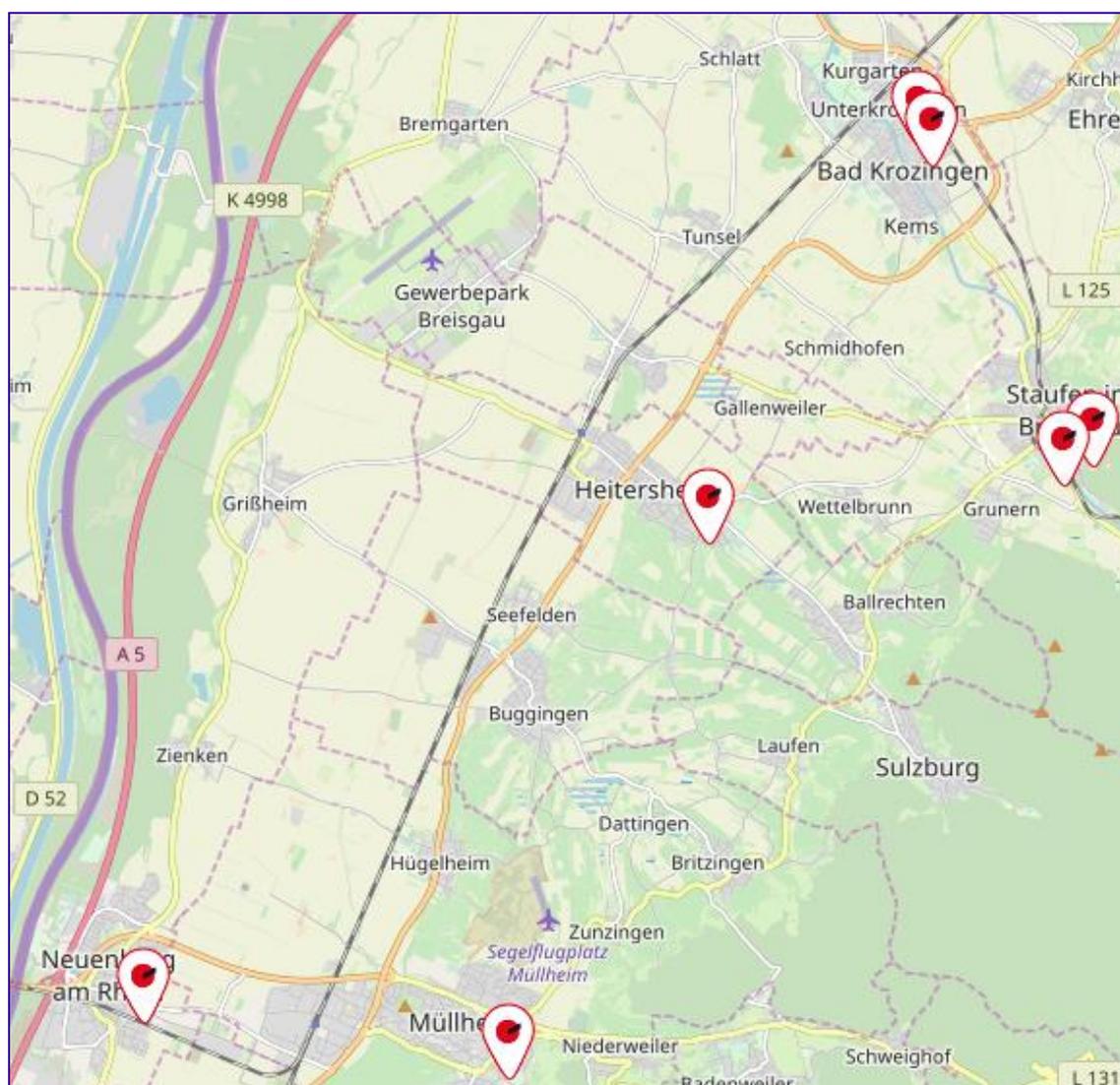
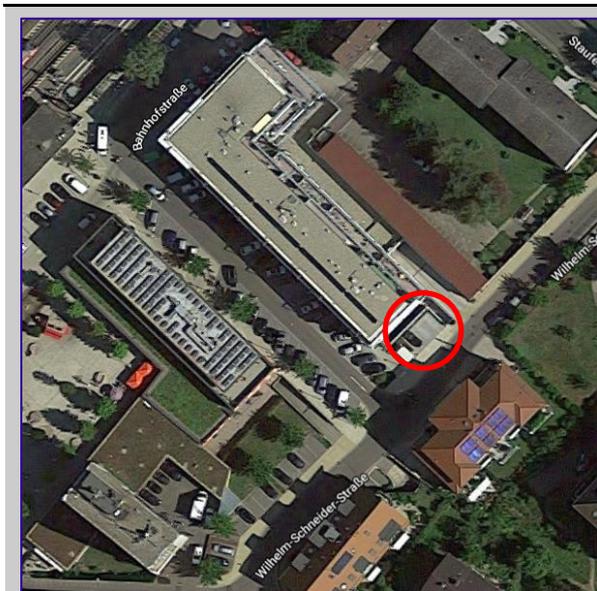


Abbildung 64: Carsharing-Standorte. Quelle: Stadtmobil Südbaden AG.

Die Stadt Heitersheim möchte perspektivisch eine Umrüstung des Stadtmobil Fahrzeugs im Rathaus-Innenhof erwirken. Das bestehende Fahrzeug von BMW (116d Automatik) wird zu 80 % Nutzung durch das Bauamt und den Abwasserverband genutzt. Die Stadt Heitersheim befindet sich derzeit in Verhandlung mit dem Anbieter my-e-car zu einem möglichen Austausch des PKW in ein E-Fahrzeug.

In Neuenburg am Rhein gibt es derzeit keine weiteren Überlegungen zur Etablierung eines langfristigen E-Car-Sharing Angebots. Das Vertragsverhältnis mit der Stadtmobil Südbaden AG für den Standort Rebstraße wurde gekündigt und endete zum 31.03.2019. Die Gründe für die Kündigung liegen darin, dass es so gut wie keine Nachfrage nach dem Angebot gab. Die Stadt Neuenburg am Rhein wird die Entwicklung von E-Car-Sharing jedoch intensiv beobachten und zu gegebener Zeit wieder ein entsprechendes Angebot etablieren.

Die Stadt Bad Krozingen sondiert aktuell Möglichkeiten zur Errichtung eines weiteren Carsharing-Parkplatzes. Für ein E-Carsharing wäre der Standort an der Mediathek, südlicher Parkplatz am Gebäude, Ecke Wilhelm-Schneider-Straße sehr gut geeignet. Die Stadt Bad Krozingen möchte diesbezüglich, perspektivisch Gespräche mit dem Anbieter my-e-car führen. Weiterhin ist angedacht die zwei bestehenden Carsharing-Fahrzeuge am Parkplatz Im Grün (Seat Mii) und Parkplatz am Bahnhof (Opel Combo) perspektivisch auf E-Fahrzeuge umzurüsten.



Möglicher E-Carsharing-Standort in Bad Krozingen:

-Wilhelm-Schneider-Straße, Südöstlicher Parkbereich der Mediathek.

-GPS: 47.919620, 7.699400

-Für diesen Standort wurde im Februar 2019 zudem ein Förderantrag für öffentliche Ladeinfrastruktur gestellt. In diesem Zusammenhang wurde geprüft, ob eine Kombination der öfftl. Ladesäule mit einem E-Car-Sharing-Parkplatz möglich ist.

Im Rahmen des dritten Förderaufrufes wird der Ladepunkt, der für das E-Carsharing vorbehalten werden soll, nicht gefördert. Der Parkplatz wird dauerhaft von einem Fahrzeug besetzt. Der Nutzer darf nur zum Tanken dort stehen und muss den Parkplatz anschließend wieder für andere potentielle Nutzer frei machen.

Abbildung 65: Potenzieller E-Carsharing-Standort Bad Krozingen. Quelle: GoogleMaps.

Carsharing in Parkgaragen und Wohnquartieren

Perspektivisch könnten Carsharing-Angebote in Parkgaragen oder Sharingkonzepte für Wohnquartiere zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Umsetzung von (E-) Carsharing in Parkgaragen ist jedoch in vielerlei Hinsicht noch problematisch. Zum einen aufgrund der fehlenden öffentlichen Sichtbarkeit und Wahrnehmung, das Abstellen von privaten Fahrzeugen auf Carsharing-Parkplätzen sowie Probleme mit der Funkverbindung. Zum anderen ziehen viele Parkgaragennutzer aus Gewohnheit ein (Kurz-)Parkticket, sodass es durchaus sein kann, dass der nachfolgende Nutzer die Parkgarage nicht mehr verlassen kann. Aus diesen Gründen sehen Carsharing-Anbieter derzeit noch davon ab Carsharing-Angebote in Parkhäusern etc. anzubieten.

Sharingkonzepte für Wohnquartiere bieten in vielerlei Hinsicht Vorteile. Immer mehr Unternehmen, insbesondere aus der Wohnungswirtschaft, interessieren sich für ganzheitliche Wohn- und inkludierte Mobilitätskonzepte. So könnten bspw. Investoren Wohnungen

mit dem plus an CO₂ freier Mobilität vermieten oder verkaufen, in dem die Gemeinschaftsnutzung von Carsharingfahrzeugen/ Poolfahrzeugen in der Wohnanlage mitvermietet oder mitverkauft wird. Neben einem Imagegewinn und einer Steigerung des Wohnwerts können Kosten für den Bau von Parkplätzen eingespart und eine generelle Flächenentlastung erwirkt werden. Der Nutzer profitiert zudem von den allgemeinen Vorteilen des Carsharings und der Carsharing-Anbieter kann neue Kundenkreise und Zielgruppen erschließen. Gerade in Wohnanlagen mit einem älteren Publikum würde es den Bewohnern die Möglichkeit bieten mobil zu bleiben, auch ohne den Besitz eines eigenen PKWs. Steigendes Umweltbewusstsein und die zunehmende Sharingkultur machen innovative Mobilitätskonzepte auch im Bestand durchweg interessant.

Für die Umsetzung entsprechender Konzepte ist die Zusammenarbeit zwischen Kommune, Car-Sharing-Anbieter und Investor/Wohnungswirtschaft notwendig. Insbesondere im Zuge von Erschließungen/Neubauprojekten sollten entsprechende Konzepte in die Planung miteinfließen.

10.2 E-Bürgerbus

Ein Großteil des städtischen ÖPNV-Angebots wird in vielen deutschen Großstädten mit Straßenbahnen abgedeckt. Da Straßenbahnen elektrisch betrieben werden, tragen sie schon so zu einem umweltverträglicheren und nachhaltigen Verkehr bei.

Die E-Mobilität steht im Busverkehr dagegen noch am Anfang. Bei einer Gesamtanzahl von ca. 40.000 Bussen in Deutschland belaufen sich die Zahlen für rein elektrisch betriebene auf derzeit 171, das sind knapp 0,4 % Marktanteil (PwC 2018). Im Busbestand dominieren unter den alternativen Antrieben derzeit noch die Hybride. Mit der Verbesserung der Produktpalette für rein elektrisch betriebene Busse und der Entwicklung neuer Ladekonzepte geht PwC aber davon aus, dass diese sich gegenüber den Hybriden langfristig durchsetzen werden. Auf der anderen Seite planen städtische Verkehrsbetriebe allein 2018 den Erwerb von 162 neuen E-Bussen, was fast einer Verdopplung des Bestandes gleichkäme. Schon jetzt ist für die kommenden Jahre die Anschaffung von weiteren 872 E-Bussen geplant. Die tatsächliche Anzahl dürfte dann aber weit höher ausfallen, da ein Großteil der Ausschreibungen für neue Busse noch aussteht (PwC 2018). So will bspw. Hamburg ab dem Jahr 2020 nur noch elektrisch betriebene Busse kaufen und Berlin die Busflotte bis 2030 komplett auf Elektroantrieb umstellen.

Durch die Elektrifizierung der Busflotten können Lärm- und Schadstoffemissionen erheblich reduziert werden, was sich positiv auf die Lebens- und Aufenthaltsqualität in Städten auswirkt. Ein weiterer Vorteil sind geringere Wartungskosten eines E-Busses im Vergleich zum Dieselbus. Hinzu kommt die hohe Energieeffizienz: Durch häufiges Bremsen im Stadtverkehr kann bei E-Bussen durch Rekuperation Energie zurückgewonnen werden, so dass das Fahren noch sparsamer wird.

Ein E-Bus kann bis zu 100 Fahrzeuge des motorisierten Individualverkehrs ersetzen. Sein Potenzial kann er jedoch nur entfalten, wenn sich die Verkehrsteilnehmer dafür entscheiden. Durch die Nutzung von E-Bussen im Stadtverkehr kann die Alltagstauglichkeit der E-Mobilität demonstriert werden: E-Mobilität wird sichtbar und spürbar, so dass Hemmnisse und Vorurteile abgebaut werden können (NATIONALE ORGANISATION WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENTHEKNOLOGIE O.J.).

Die Bundesregierung fördert über das Programm Saubere Luft die Anschaffung von Elektro-Linienbussen in NOx belasteten Städten. Das Förderprogramm wird im März 2019 um 180 Mio. € aufgestockt (insgesamt 300 Mio. €). Hierdurch kann die Preisdifferenz zwischen Diesel und Elektrobus zu ca. 80 % ausgeglichen werden. Ein elektrisch betriebener Bus kostete je nach Hersteller und Modell zwischen 380.000 und 700.000 € Derzeit sind in Deutschland ca. 100 elektrisch betriebene Busse unterwegs und es liegen offenbar 600 Förderbescheide vor.

Ebenfalls fördert das Land Baden-Württemberg über die „Landesinitiative III Marktwachstum Elektromobilität“ die Anschaffung von Elektro-Bussen mit bis zu 100.000 € und die Anschaffung von Hybrid-Bussen mit bis zu 60.000 € (max. 50 % der Mehr- bzw. Umrüstkosten). Voraussetzung ist der Sitz des Unternehmens in Baden-Württemberg und das die Fahrzeuge im Nah- und Fernverkehr betrieben werden. Die Förderung gilt jedoch nur für größerer Fahrzeugmodelle > M2. Weitere Informationen unter: <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/verkehrspolitik/elektromobilitaet/foerderung-elektromobilitaet/foerderung-e-bus/>

Im ländlich-städtisch geprägten Raum ist eine engmaschige Versorgung durch den ÖPNV meist nicht flächendeckend gegeben und rentabel. Ein Bürgerbus bietet das Potenzial, ÖPNV-Angebote zu ergänzen und Lücken zu schließen. In Bad Krozingen betreibt ein gemeinnütziger Verein, Bürgerbus Bad Krozingen e. V., den Bürgerbus, wo ehrenamtliche Bürger als Fahrer fungieren. Der Bürgerbus Bad Krozingen e. V. nahm 2004 seinen Betrieb auf. Mit drei Linien deckt der Bürgerbus den städtischen Bereich von Bad Krozingen ab (50 Haltestellen) und fördert somit massiv den ÖPNV durch optimale Anschlussverbindungen zum Bahnhof (vgl. Abbildung 66). In 2018 wurde ein neuer Bus angeschafft, ein modifizierter VW T6 Gas/Benzin Hybrid-Bus, mit welchem der Verein und die Stadt sehr zufrieden sind. Die Bürgerbusse fahren eine feste Linie mit einem sehr dichten Haltestellennetz, so dass die Bürger möglichst nicht mehr als 100-200 Meter von/zu einer Haltestelle zurücklegen müssen. Dadurch ermöglicht der Bürgerbus insbesondere mobilitätseingeschränkten Bürgern eine aktivere Teilnahme am öffentlichen Leben.

In Bad Krozingen können die drei Bürgerbusse perspektivisch auf E-Fahrzeuge umgerüstet werden. Dabei bieten die täglichen Kilometerleistungen von ca. 60 km pro Schicht (120 km/Tag) ein optimales Einsatzszenario. Diese Reichweite kann mit einem elektrisch betriebenen Minibussen erreicht werden (wenn der Fahrzeugstillstand während einer Fahrerpause/Mittagszeit für die Wiederaufladung genutzt wird). In Bad Krozingen bliebe derzeit jedoch, je nach Linie, max. 30 - 45 min Zeit zur schnellen Zwischenladung, weshalb nur eine kostenintensive Schnellladeeinrichtung in Frage kommen würde.

Als Fahrzeuge können Minibusse, vergleichbar der mit bis zu acht Fahrgastsitzen und einem maximal zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 Tonnen eingesetzt werden; so könnten die E-Bürgerbusse, wie derzeit, mit einem Führerschein Klasse B sowie einem Personenbeförderungsschein von den ehrenamtlichen Fahrern gefahren werden. Aktuell ist es noch äußerst problematisch vergleichbare Fahrzeugmodelle für die max. Besetzung von acht Fahrgästen zzgl. Fahrer sowie in der entsprechenden Gewichtsklasse auf dem Markt vorzufinden. Ein Vor-Ort-Test mit einem auf E umgerüsteten Nissan-Kleinbus blieb ohne Erfolg. Bei über acht Fahrgästen würde der Personenbeförderungsschein nicht ausreichen und der/die Fahrer (-in) müssten einen kostspieligen Busführerschein erwerben. Zudem sind die meisten bekannten Elektro-Umbauten nicht barrierefrei und verfügen nach wie vor über eine Eingangsstufe. Überdies ist die Beförderung von max. acht Fahrgästen aktuell ausreichend. Die Anschaffung eines größeren Fahrzeugmodells wäre erst bei einer

Überlastung ggf. denkbar. Bei einer solchen Anschaffung könnte jedoch eine Konkurrenzsituation zu lokalen/regionalen Busunternehmen entstehen und im Grunde dem Prinzip des kleinen, flexiblen und ergänzenden Angebot des Bürgerbusses entgegenstehen, abgesehen der Kosten.

Nichtsdestotrotz möchte die Stadt Bad Krozingen eine perspektivische Umrüstung auf E und wird weiterhin den Markt sondieren und zu gegebener Zeit eine Anschaffung anvisieren. Derzeit fördert die L-BANK, im Auftrag des Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, mit dem „Beratungsgutschein E-Bus“ die Beratung zum Thema „Umstieg auf elektrisch betriebene Busse“ durch ein ÖPNV-Consultingunternehmen mit einem Zuschuss von 2.500 € netto.

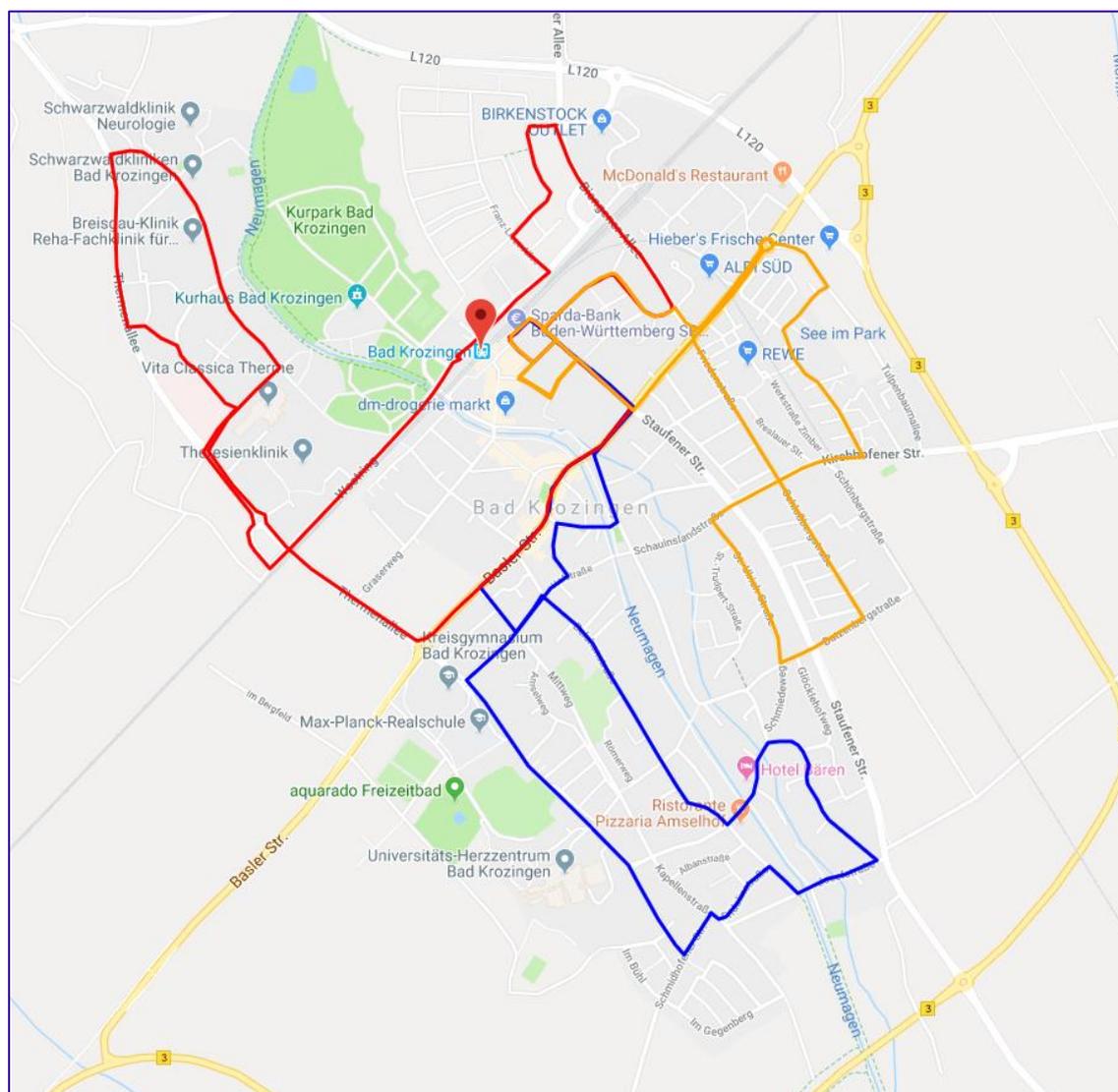


Abbildung 66: Bürgerbuslinien Bad Krozingen. Linie 1 (Blau), Linie 2 (Rot), Linie 3 (Gelb). Quelle: Bürgerbus Bad Krozingen e.V. 2019.

10.3 E-Mobilität im Fahrradverkehr

Die E-Mobilität im Fahrradverkehr hat in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erfahren. Im Jahr 2017 sind die Absatzzahlen um 17 % im Vergleich zum Vorjahr gestiegen

mit insgesamt 270.000 verkauften Elektrofahrrädern (STATISTA 2019). Sie haben damit einen Marktanteil von 19 % am Gesamtfahrradmarkt. Mittelfristig geht der Zweirad-Industrie-Verband davon aus, dass der Anteil an E-Bikes auf 23-25 % wachsen wird (FAHRRADPORTAL 2019).

Dank zunehmender Auswahl an Modellen und neuem Design, der Weiterentwicklung in der Antriebs- und Batterietechnologie sowie neuer Geschäftsmodelle rund ums E-Bike (Cargo, Bike-Sharing), ist dieses ein attraktives Verkehrsmittel für den Alltag geworden und ersetzt in vielen Fällen den Pkw. Aber auch im Tourismus nimmt die Nachfrage weiter zu. Besonders für Fahrten in den hügeligen Ausläufern des Schwarzwaldes, des Markgräflerlandes und den Weiten der Oberrheinebene oder einfach für die Erkundung der Region auf Radwanderwegen ist die Nutzung von Pedelecs¹³ sehr attraktiv.

Im Folgenden wird deshalb beschrieben, wo der Einsatz von Pedelecs die umweltfreundliche Mobilität des ÖPNV in den Städten unterstützen könnte und zum anderen wie man die E-Mobilität im Fahrradtourismus fördern könnte.

10.3.1 Ergänzung des ÖPNV-Angebots mit Pedelecs

In größeren Städten werden zunehmend Fahrradverleihsysteme zur Ergänzung des ÖPNV eingeführt und diese zum Teil mit Pedelecs erweitert. Ziel ist, die Anschlussmobilität von Bahnhöfen oder Bushaltestellen zu erleichtern und insbesondere Berufspendlern eine umweltfreundliche Alternative zum Auto zu bieten.

So existiert beispielsweise in der Region Stuttgart seit 2018 in Kooperation mit der Bahn-Tochter „Call a Bike“ das „RegioRadStuttgart“. Neben normalen Fahrrädern können hier seit September 2018 auch insgesamt 270 Pedelecs ausgeliehen werden, die nach dem sog. „free-floating“-System an jeder dafür vorgesehenen Pedelec-Station wieder zurückgegeben werden können (www.regioradstuttgart.de).

Auch die Stadt Lahr hat im Herbst 2018 ein Pedelec-Verleihsystem zusammen mit dem Anbieter „nextbike“ eingeführt. An insgesamt 10 Stationen können nun 54 Pedelecs ausgeliehen werden. Das Leasingssystem läuft zunächst für drei Jahre bis 2021. Nextbike stellt hierbei die Stationen, die Pedelecs als auch die Ladeständer und übernimmt den gesamten Service von der Wartung der Pedelecs und der Umverteilung auf die Stationen bis zum Betrieb des Ausleihsystems und der Abrechnung. Die Stadt Lahr stellte für die Verleihstationen die Flächen bereit und kümmerte sich um die nötigen Stromanschlüsse (STADTPLANUNGSAMT LAHR, 2018).

Auch an den Regionalbahnhöfen in Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein könnte ein öffentliches Pedelec-Verleihsystem aufgebaut werden. Ein stationsbasiertes System funktioniert am besten, wenn die Fahrräder zwischen zwei Stationen pendeln. Um die Kosten der öffentlichen Hand zu begrenzen, ist eine Finanzierung über die Nutzungsgebühr der Pedelecs sowie über Werbeeinnahmen möglich. Für eine hohe Auslastung des Systems ist eine gute Sichtbarkeit und Publikumswirksamkeit entscheidend.

¹³ Im Folgenden wird der Begriff „Pedelec“ statt Elektrofahrräder verwendet. Dieser beschreibt elektrische Fahrräder mit Tretunterstützung in der Regel mit Maximalgeschwindigkeit von 25 km/h.

Für den Aufbau eines überstädtischen Verleihsystems ist eine Zusammenarbeit aller Städte notwendig und wünschenswert, die im Einzugsbereich der Regionalbahnhöfe liegen. Zudem sollten insbesondere die lokalen Fahrradhändler in die Planungen mit einbezogen werden, sodass auch hier die Wertschöpfung in der Region bleibt.

Weiterhin ist es sinnvoll an den Regionalbahnhöfen neben von bspw. der Stadt anzumietenden abschließbaren Fahrradboxen zusätzlich für E-Bike-Nutzer abschließbare Lademöglichkeiten für E-Bike-Akkus anzubieten. Die Abstellanlagen sind bspw. für Pendler optimal geeignet, da diese zum einen Ihre hochwertigen E-Fahrräder sicher abstellen und zum anderen Ihre Akkus während der Arbeitszeit wieder aufladen können. Die Boxen sollten zu einem moderaten Preis und über einen längeren Zeitraum bei der Stadt angemietet werden können. Die Städte würden somit bewirken, dass zum einen weniger Strecke mit dem PKW zurückgelegt wird und zum anderen eine Verlagerung auf Fahrrad und ÖPNV begünstigt wird.

Ein gutes Projektbeispiel bietet die Stadt Vilsbiburg in Niederbayern.

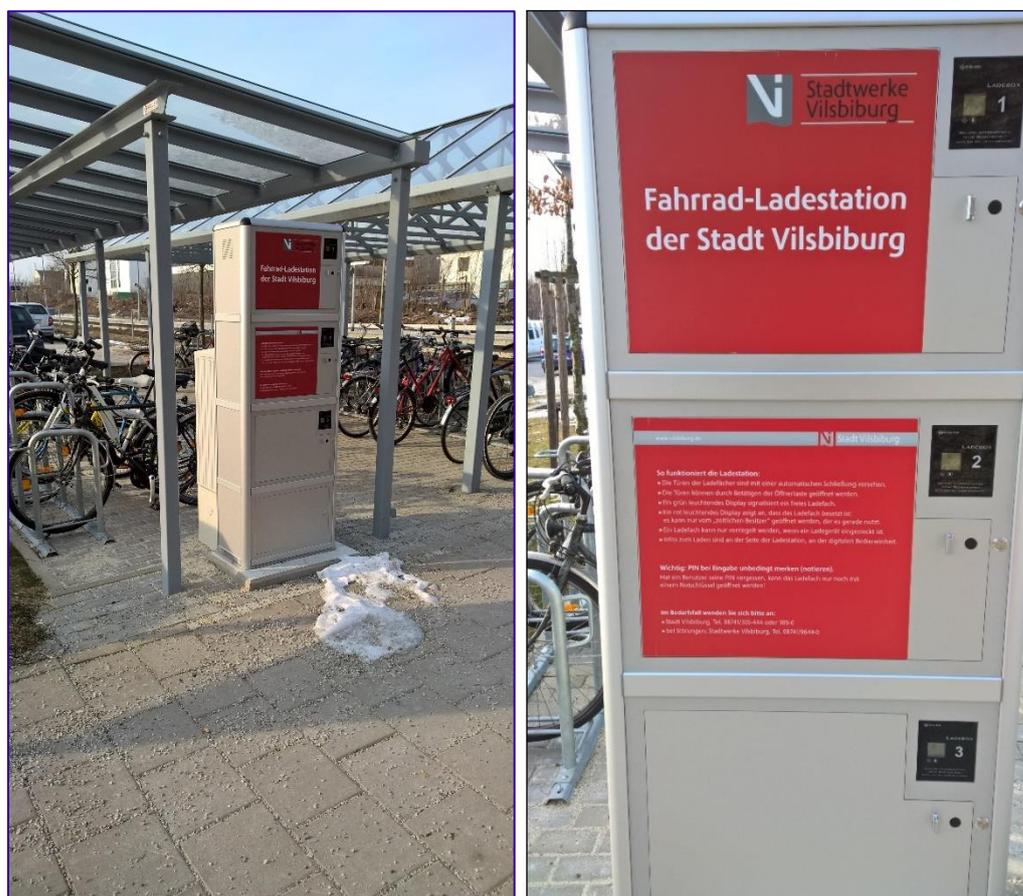


Abbildung 67: Abschließbare Lademöglichkeit für E-Bikes, Bahnhof Vilsbiburg. Quelle: BADENOVA 2018.



Abbildung 68: Abschließbare Fahrradboxen für E-Bikes, Bahnhof Vilsbiburg. Quelle: BADENOVA 2018.

10.3.2 E-Mobilität im Fahrradtourismus

Die Region rund um Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein ist aufgrund ihrer landschaftlichen Attraktivität eine Region, die sehr gut für den Fahrradtourismus geeignet ist. Um die Fahrradmobilität der Touristen in der Region weiter zu erhöhen, könnten Fahrradverleihsysteme mit Pedelecs ausgeweitet und etabliert werden. In allen drei Städten bestand die Möglichkeit E-Bikes zu leihen (vgl. 3.1). In Bad Krozingen sind perspektivisch mehrere Standorte für den Verleih von E-Fahrrädern angedacht.

Eine Etablierung/Erweiterung könnte auch in Kooperation mit lokalen Fahrradhändlern und „movelo - Der Experte für eBike Mobilität“ angedacht werden

Eine andere Möglichkeit den Fahrradtourismus zu fördern, ist das Laden von Pedelecs am Rande typischer Radwege einfacher zu gestalten. Eine Möglichkeit wäre, öffentliche Ladestationen zu installieren, was jedoch mit sehr hohen Kosten verbunden ist. Da die Ladung von E-Bike Akkus problemlos an der typischen SCHUKO-Steckdose möglich ist, bietet sich deshalb die Alternative an, Lademöglichkeiten bei Hotels und Gaststätten bereitzustellen und entsprechend zu vermarkten. Dabei profitieren alle Beteiligten: Die Region wird attraktiver, der Gastwirt erhöht seinen Kundenzulauf und der Tourist kann seine geplante Route ohne Bedenken fahren. Um das Angebot öffentlich zu machen, sollte ein entsprechender Flyer mit Logo erstellt und beworben werden. Sinnvoll wäre, die Maßnahme gemeinsam mit allen Städten anzugehen und die „nette Steckdose“ über die Homepage der Städte und in Kooperation mit der Schwarzwald Tourismus GmbH (<https://www.schwarzwald-tourismus.info/entdecken/Rad-und-MTB/Tourenrad-Genussrad/e-bike>)

10.4 Kurstadt Bad Krozingen: Kliniken und Kurgebiet Bad Krozingen

Die Stadt Bad Krozingen nimmt als Kurort mit zahlreichen spezialisierten Fachkliniken wie bspw. das Universitäts-Herzzentrum, diversen überregional bekannten Rehaeinrichtungen und der Therme Vita Classica eine besondere Rolle ein. Gesundheit hat in der Stadt Bad Krozingen schon eine lange Tradition und die E-Mobilität (sowie nachhaltige Mobilitätsangebote) könnten in unterschiedlichen Bereichen einen Beitrag dazu leisten diese zu stärken. Neben lokalen Emissionsvorteilen der E-Mobilität (vgl. 2.5.6) können auch insbesondere die durch Verbrennerfahrzeuge verursachten Immissionen durch E-Fahrzeuge stark reduziert werden. E-Fahrzeuge sind bei niedrigen Geschwindigkeiten sehr leise, weshalb sie meist durch künstliche Geräusche (Warngeräuschgenerator) für Fußgänger und Radfahrer hörbar gemacht werden. Ein Verbrenner-PKW verursacht im Vorbeifahren ca. 70-90 db(A). Zum Vergleich werden bei E-Fahrzeugen bei einer Geschwindigkeit von 10 kmh 50 db(A) und bei 20 kmh 56 db(A) vorgeschrieben. Somit könnten im Kurgebiet durch steigende E-Fahrzeugzahlen Emissionen und Immissionen deutlich reduziert werden. Aber auch zu therapeutischen Zwecken kann E-Mobilität eine Unterstützung bieten. Für das Kurgebiet könnten folgende Maßnahmen zukünftig in Betracht gezogen werden:

- Installation öffentl. Ladeinfrastruktur für Besucher, Patienten, Gäste, Touristen an der Vita Classica Therme, den Kliniken und Rehaeinrichtungen, Hotels, Gästehäusern und Pensionen
- Einrichtung halböffentlicher Ladeinfrastruktur für Mitarbeiter und den betriebseigenen Fuhrpark sowie Lieferanten
- Unterstützung der Mitarbeiter bei der Verkehrsmittelwahl (bspw. durch Job-Ticket, JobRad, Umkleiden/Duschen etc.)
- Etablierung bzw. Ausweitung des Pedelec-Verleihsystems der Kur und Bäder GmbH: Kompensation der letzten Meile (bspw. Weg vom Bahnhof zu den Kliniken, Rehaeinrichtungen, Hotels und Pensionen) von PKW/Taxi durch Pedelecs.
- Therapiemöglichkeiten und Unterstützungsangebote bei Rehabilitationsmaßnahmen durch Pedelecs. Bei (noch) fehlender Muskelkraft können Fahrräder durch Unterstützung des Elektroantriebs eine Entlastung bieten und gesundheitsförderliche Outdoor-Fahrten ermöglichen.
- Elektrifizierung der durch das Kurgebiet führenden Bürgerbuslinie 2, vgl. 10.2

Im Rahmen des Konzeptes wurden die Einrichtungen über aktuelle Förderprogramme und Veranstaltungen fortlaufend informiert und kontaktiert:

- Einladung zur Teilnahme an der Onlineumfrage für Gewerbebetriebe
- Einladung zur Teilnahme am Akteurs-Workshop I im Juni 2018
- Informationsschreiben über das Bundesförderprogramm zur Förderung von Fahrzeugen/ Ladeinfrastruktur (06/2018)
- Informationsschreiben über den 3. Förderruf zur Antragseinreichung vom 19.11.2018 gemäß der Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland des BMVI und Angebot zur beratenden Unterstützung.
- Vor-Ort-Termin mit der Geschäftsführung der Kur und Bäder GmbH zur Sondierung möglicher Maßnahmen und dem Aufbau von halb-öffentlicher Ladeinfrastruktur u.a. an der Vita Classica Therme
- Des Weiteren werde alle Einrichtungen zu einer Informationsveranstaltung für Gewerbebetriebe im Gewerbepark Breisgau im Sommer 2019 eingeladen werden

11. Handlungskonzept mit konkreten Maßnahmenvorschlägen

In diesem Kapitel werden neben dem Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur weitere Maßnahmen vorgeschlagen, welche zur Förderung der E-Mobilität beitragen können. Die nachfolgende Tabelle 17 gibt einen Überblick der erstellten Steckbriefe. Für Maßnahme 12 und 13 wurde kein separater Steckbrief erstellt.

Tabelle 17: Übersicht der erstellten Maßnahmensteckbriefe

| Nr. | Maßnahmen | Steckbrieferstellung |
|-----|--|----------------------|
| 1 | Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur | x |
| 2 | Finanzielle Förderung von Wallboxen | x |
| 3 | Informationsangebot zu E-Mobilität | x |
| 4 | E-Mobilitätsveranstaltung für Gewerbe | x |
| 5 | Aktionstag E-Mobilität für Bürger | x |
| 6 | E-Mobilität in Neubau und Sanierungsgebieten | x |
| 7 | „Die nette Steckdose“ | x |
| 8 | E-Mobilitätsprojekte an Schulen | x |
| 9 | Umrüstung städtischer Fuhrpark | x |
| 10 | Pedelec-Verleih | x |
| 11 | Erweiterung/Aufbau E-Carsharing | x |
| 12 | Ausnahmeregelungen für E-Fahrzeuge | vgl. Kapitel 2.5.2 |
| 13 | E-Bürgerbus | vgl. Kapitel 10.2 |

Für jede priorisierte Maßnahme/Maßnahmenvorschlag werden detaillierte und systematisch aufgebaute Steckbriefe mit folgenden Angaben verfasst:

- Beschreibung, Priorisierung und Ziele der Maßnahme
- Handlungsschritte und Erfolgsindikatoren
- Zeitraum für die Durchführung
- Akteure, Verantwortliche und Zielgruppen

11.1 Maßnahmensteckbriefe

| 1 Aufbau öffentlicher Ladinfrastruktur | | Bewertung | |
|--|---------------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | hoch |
| Status | Förderantragsstellung Feb. 2019 | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

- > Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur mit bis zu 22 kW Ladeleistung, an den von den Städten priorisierten Standorten

Hintergrund und Beschreibung

Im Rahmen der Maßnahme soll der Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur entsprechend der im Konzept priorisierten Standorte umgesetzt werden.

Bei der Planung von Ladeinfrastruktur im ländlich (-städtisch) geprägten Raum ist zu beachten, dass die meisten Ladevorgänge vermutlich zu Hause oder beim Arbeitgeber stattfinden werden (ca. 85 - 90 %). Das öffentliche Laden hat folglich nur einen Anteil von ca. 10 -15 % und dient vor allem dem:

- > **Durchgangsverkehr** (Schnellladen an Hauptverkehrsachsen)
- > **Tourismus** (Normalladen an touristisch attraktiven Standorten)
- > **Gelegenheitsladen** (Normalladen an Points of Interest (POI) – Einkäufe, Arztbesuche etc.)

Der Fokus dieser Maßnahme liegt auf dem Aufbau von Ladeinfrastruktur von bis zu 22 kW. Ab einer Ladeleistung von mehr als 22 kW spricht man i. d. R. von Schnellladung. Für Standorte öffentlicher Ladesäulen, welche im Verantwortungsbereich der Städte liegen, kommen Schnellladesäulen jedoch nur teilweise in Frage. Auf Grund hoher Kosten ist eine sehr hohe Frequenzierung notwendig, um diese wirtschaftlich betreiben zu können. Dies ist im ländlichen Raum vorerst nicht zu erwarten. Potenzielle Standorte für Schnellladeinfrastruktur können bspw. an Autobahnraststätten oder zubringernahen Standorten installiert werden (vgl. Kapitel 5.2.2).

Kriterien für die Standortwahl für öffentliche Ladesäulen:

- > Dichte an „Points of Interests“ (Einzelhandel, Bildungseinrichtungen, Ärztezentren, etc.)
- > Frequenzierung und Verweildauer, Parkmöglichkeit, Eigentumsverhältnisse, Erreichbarkeit und Sichtbarkeit, Lückenschluss zu ÖPNV-Angeboten
- > Technische Voraussetzungen wie bspw. Netzanschlussmöglichkeit, Leistungswerte, Leitungsverläufe, Lage zur Trafostation, Datentechnische Anbindung
- > Qualitative Bewertung und Einschätzung durch Experten/Ortskenntnis

Im Rahmen der **Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur** für E-Fahrzeuge wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur der Aufbau von Schnelllade- und Normalladestationen von 2017 bis 2020 gefördert. Im Rahmen des dritten Förderaufrufs wurden im Februar 2019 für die Städte Bad Krozingen, Neuenburg am Rhein und Heitersheim Förderanträge für insgesamt 22 Ladepunkte mit je 22 kW gestellt. Die Förderhöhe für Normalladepunkte von 3,7 bis einschließlich 22 kW beläuft sich auf:

- > max. 40 % der Kosten bis höchstens 2.500 €
- > Netzanschluss Niederspannungsnetz: bis max. 5.000 €

Folgender Ablaufplan gibt eine Orientierung über nötige Arbeitsschritte und beteiligte Akteure (vgl. 5.2.3).

| Projektplan Ladesäulen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|
| Nr. | Dezember | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | KW 46 | | | | | KW 47 | | | | | KW 48 | | | | | KW 49 | | | | | KW 50 | | | | | KW 51 | | | | | KW 52 (Weihnachten) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So | | | | | | |
| Organisation & Projektmanagement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiefbauer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Genehmigungsbehörde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elektroinstallateur | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Folierer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Netzbetreiber | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eigentümer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Betreiber Back-End | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beauftragter für Wartung & Instandhaltung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | |
|-------------------|---|----------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung einer Koordinationsstelle bei der Kommune | ■ | | | | | | | |
| 2 | Interne Abstimmung, Akteurssondierung, Kooperationen | ■ | | | | | | | |
| 3 | Konzeptionierung und Standortdefinition inkl. Netzanschlussmöglichkeiten | ■ | | | | | | | |
| 4 | Fördermittelakquise (bei Förderantragsstellung ist ggf. mit einer Verschiebung des Zeitplans von bis zu sechs Monaten zu rechnen) | | ■ | | | | | | |
| 5 | Detailplanung des Ladesäulenstandorts, Einholen finaler Angebote, Definition des Projektzeitraums | | ■ | ■ | | | | | |
| 6 | Ggf. Ausschreibung des Bauvorhabens | | | ■ | | | | | |
| 7 | Nach Beauftragung: Bautechnische Umsetzung & Inbetriebnahme | | | | ■ | | | | |
| 8 | Begleitende Öffentlichkeitsarbeit, werbewirksame Maßnahmen | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 9 | Auswertung und zukünftige Abschätzung der Frequentierung | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

| Kosten / Finanzierung |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Investitionskosten für eine LIS inkl. Netzanschluss: ca. 13.000 - 17.000 € (ohne Förderung!) > Betriebskosten für LIS (ca. 1.500 €/Jahr) > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation des Projekts |

| Risiken und Hemmnisse |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > Geringe Auslastung der Ladepunkte > Unwirtschaftlichkeit > Vandalismus |

| Erfolgsindikatoren |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Anzahl an Ladungen und geladenen Kilowattstunden > Steigende Anzahl an E-Fahrzeugen |

| Akteure |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > Stadtverwaltung > Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreiber, Tiefbauer > Mobilitätsdienstleister > Elektriker |

| 2 Förderung von Wallboxen | | Bewertung | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------|---------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | niedrig |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | mittel |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | niedrig |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | mittel |

Ziel der Maßnahme

- > Förderung der E-Mobilität durch städtische Bezuschussung privater Lademöglichkeiten

Hintergrund und Beschreibung

Mindestens 85 % der zukünftigen Ladevorgänge werden zu Hause oder beim Arbeitgeber stattfinden. Lange Standzeiten über Nacht und beim Arbeitgeber von $\geq 6 - 8$ Stunden führen zu einem hohen Bedarf von Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung (3,7 kW). Als Impuls für den Umstieg auf ein E-Fahrzeug dient die finanzielle Bezuschussung von privaten Ladestationen. Diese Ladestationen sind meist an einer Wand montiert und werden deshalb auch „Wallboxen“ genannt. Um einheitliche Rahmenbedingungen zu schaffen, sollte die Förderhöhe der Hardwarekosten einer Ladestation durch alle drei Städte gleichermaßen benannt werden. Von den einzelnen Städten zu definieren bleibt noch das Volumen des Fördertopfes, die Antragsberechtigungen (nur Privatpersonen oder auch Gewerbe) sowie der Förderzeitraum. Ziel sollte es sein, eine möglichst einfache und unbürokratische Antragstellung zu gewährleisten. Eine Vorlage für die Förderrichtlinien/ Antragsformular findet sich in Kapitel 6.1.

| Handlungsschritte | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | |
|-------------------|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung einer Koordinationsstelle bei der Stadt | | | | | | | | |
| 2 | Ausgestaltung des Förderprogramms (Förderbedingungen/-höhe, Antragsberechtigte, Beachtung rechtlicher Rahmenbedingungen etc.) | | | | | | | | |
| 3 | Finalisierung der Förderrichtlinien und des Antragsformulars | | | | | | | | |
| 4 | Bereitstellung von Informationen auf der Homepage der Städte, ggf. Gestaltung eines Flyers, Bewerbung über Lokalpresse | | | | | | | | |
| 5 | Bearbeitung der Anträge | | | | | | | | |
| 6 | Ggf. Anpassung des Förderprogramms | | | | | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Kosten für Förderung der Wallboxen
- > Personalkosten Verwaltung für Koordination/Kommunikation

Risiken und Hemmnisse

- > Hoher Aufwand für Abarbeitung/Prüfung
- > Schwer einschätzbare Antragsquote

Erfolgsindikatoren

- > Anzahl der Anträge
- > Nachfragen von Interessenten
- > Steigende Anzahl an Ladestationen

Akteure

- > Stadtverwaltung

| 3 Sukzessive Umrüstung des städtischen Fuhrparks auf Elektrofahrzeuge | | Bewertung | |
|---|---------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | gering |
| Zeithorizont | Mittelfristig (4-7 Jahre) | Monetärer Aufwand | hoch |
| Status | Begonnen | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

Umrüstung ausgewählter Fahrzeuge des städtischen Fuhrparks auf E-Fahrzeuge

- > Welche Fahrzeuge können durch E-Fahrzeuge ersetzt werden?
- > Umrüstung von Fahrzeugen als Pilotprojekt
- > Vorbildfunktion der Stadt wahrnehmen

Hintergrund und Beschreibung

Durch meist planbare Routen und kurze Fahrtwege bieten sich städtische Fuhrparks sehr gut für die Nutzung von Elektrofahrzeugen an. Die Reichweite aktueller E-Fahrzeugmodelle genügt in den meisten Fällen für die Zurücklegung der täglichen Strecken. Auch ökonomische Rahmenbedingungen kommen den Städten auf Dauer entgegen. So sind E-Fahrzeuge, die bis zum Jahr 2020 beschafft werden, zehn Jahre steuerfrei. Auch sind die Betriebskosten im Vergleich zum Verbrenner gering (geringer Wartungsaufwand, geringe Treibstoffkosten). Durch die Anschaffung von E-Fahrzeugen kann die Stadt ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und das Thema Elektromobilität in die Wahrnehmung bringen. Bei der Verwendung von Ökostrom wird zudem das Klima geschont. Kriterien für eine mögliche Umrüstung auf ein E-Fahrzeug können sein:

- > Baujahr des zu ersetzenden Fahrzeugs
- > Nutzungsart/ Einsatzzweck des Fahrzeugs
- > Kilometerleistung/ Betriebsstunden pro Tag
- > Notwendigkeit von Langstreckenfahrten: Ausweichfahrzeug (Redundanz) für Kurz- und Langstrecke vorhanden?
- > Turnus des Fahrzeugs (wann wäre sowieso eine Neuanschaffung geplant?)

Typische Fahrzeugmodelle

- > Transporter/Kastenwagen: Streetscooter Work Pickup, Renault Kangoo, Nissan NV200
- > PKW: Renault Zoe, Smart forfour, Nissan Leaf, Opel Ampera e, Golf GTE, e-Golf

Zunächst sollten die Fahrzeuge ersetzt werden, die ein älteres Baujahr und eine möglichst geringe Kilometerleistung haben, die sich ggf. im Leasing befinden, die Kurzstrecken fahren und bei denen die Nutzungsart durch ein E-Fahrzeug nicht oder nur unwesentlich eingeschränkt wird. Im Optimalfall werden die Fahrzeuge im ohnehin fälligen Turnus ersetzt. Im Folgenden ist eine Bewertungsmatrix zu finden, anhand der eine erste Tendenz für einen Umstieg auf E-Mobilität errechnet werden kann.

Hinweis: Trotz allem sind Umstellungen auf E-Fahrzeuge immer individuell zu prüfen. Es gibt viele Besonderheiten und spezifische Anforderungen an Fahrzeuge der Fuhrparks in städtischen Flotten. E-Fahrzeuge weisen z.B. teilweise reduzierte Zuladungen auf oder können nicht im Anhängerbetrieb genutzt werden.

| Bewertungsmatrix: Schnelltest für Umrüstung des Fuhrparks auf E-Mobilität | | | |
|---|--------------|--------------|----------------------|
| Nutzung | Bereitschaft | unregelmäßig | regelmäßig / planbar |
| Punkte | 1 | 2 | 3 |

| Typ | Andere (Nutzfahrzeuge, Feuerwehr, LKW etc.) | Transporter (auch Pritsche) | PKW |
|-------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|
| Punkte | 0 | 4 | 5 |
| km Fahrleistung pro Tag | mehr als 100 km | weniger als 100 km | weniger als 50 km |
| Punkte | 1 | 3 | 5 |
| Fahrzeugalter | jünger als 5 Jahre | 5 bis 10 Jahre alt | älter als 10 Jahre |
| Punkte | 1 | 2 | 4 |
| Turnus | in mehr als 5 Jahren | in 2-5 Jahren | in weniger als 2 Jahren |
| Punkte | 1 | 2 | 3 |
| Summe | | | |

Auswertung:

- > **Über 10 Punkte:** Fahrzeug sollte so bald wie möglich durch E-Fahrzeug ersetzt werden
- > **6-10 Punkte:** Fahrzeug sollte bei nächstem Turnus erneut auf Umrüstung überprüft werden
- > **Bis 5 Punkte:** Fahrzeug eignet sich aktuell nicht für eine Umrüstung auf E-Mobilität

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Definition des Verantwortlichen/Schulung des Fuhrparkverantwortlichen bzgl. E-Mobilität | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | Prüfung des aktuellen Fahrzeugbestands auf eine möglichen Nutzung von E-Fahrzeugen, insbesondere bei bevorstehenden Neubeschaffungen oder auslaufenden Leasingverträgen | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Auswahl in Frage kommender, lieferbarer Fahrzeuge und Überprüfung möglicher Fördermittel | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 4 | Einholen von Angeboten für entsprechendes Fahrzeug | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 5 | Beschaffung des Fahrzeugs/ Evtl. Testphase mit dem Fahrzeug vereinbaren | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 6 | Testphase (Ist Alltagstauglichkeit gegeben?) | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 7 | Nutzung des neuen E-Fahrzeugs medienwirksam veröffentlichen | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 8 | Erfahrungsberichte der Nutzung dokumentieren | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | |

| Kosten / Finanzierung |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > Investitionskosten inkl. Förderung > Personalkosten/ Verwaltungskosten |

| Risiken und Hemmnisse |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Im Haushalt ist kein Budget eingeplant > Reichweite/Einsatzzweck des Fuhrparks > Auslaufen des Förderprogramms > Wirtschaftlichkeit |

| Erfolgsindikatoren |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > Senkung der Emissionen und Reduzierung von Immissionen in der Stadt > Öffentlichkeitswirksamkeit (Vorbildfunktion) |

| Akteure |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > Stadtverwaltung > Autohäuser |

| 4 E-Mobilität in Neubau- und Sanierungsgebieten | | Bewertung | |
|---|-------------------------|----------------------|---------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | niedrig |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | niedrig |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | mittel |

Ziel der Maßnahme

- > Integration der Elektromobilität in die Bauleitplanung bzw. städtebaulichen Verträgen
- > Nutzung von Synergien und Vermeidung unnötiger Tiefbauarbeiten
- > Aufklärung von Bauherren und Investoren über sinnvolle Vorkehrungen für Elektromobilität
- > Erstellung eines Informationsschreibens für Bauherren über die Berücksichtigung des zukünftigen Ausbaus von Ladeinfrastruktur in Neubaugebieten, bei Neubauten und Sanierungen

Hintergrund und Beschreibung

Die Installation von Ladeinfrastruktur stellt sowohl im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Bereich eine neue Herausforderung für Netzbetreiber und Tiefbauer dar. An den sinnvoll identifizierten öffentlichen Standorten ist häufig die notwendige Netzinfrastruktur nicht vorhanden, um Ladeinfrastruktur zu installieren. Oft müssen deshalb aufwendige Baumaßnahmen ergriffen werden, um ein solches Projekt zu realisieren. Hierzu zählen bspw. die Errichtung einer neuen Trafos oder der Ausbau von Leitungen, mit dem das Aufreißen von Straßen verbunden ist.

Diesem Problem sollte so früh wie möglich entgegengetreten werden, indem bei der Konzeption von Neubaugebieten oder Sanierungsvorhaben entsprechende Überlegungen bereits mit einfließen. Hierzu sollte zum einen die Bauleitplanung um Vorgaben für die Elektromobilität ergänzt werden, zum anderen sollte die Stadt Informationsmaterial für Bauherren und Investoren in Form eines Informationsschreibens zur Verfügung stellen.

Im Folgenden sind einige Vorschläge zur Förderung der Elektromobilität in Neubau-/Sanierungsgebieten aufgelistet:

- > Vorverlegung von Leerrohren oder Stromleitungen für zukünftige Ladeinfrastruktur
- > Ausweisen von Parkplätzen für E-Fahrzeuge in Neubaugebieten
- > Quote für E-Fahrzeug-Parkplätze und Ladestationen in Parkgaragen
- > Evtl. Einrichtung von „Ladehubs“ in Neubaugebieten (Stellfläche für E-Fahrzeug-Nutzer aus der näheren Umgebung)
- > Definition von Regeln für das Parken auf E-Fahrzeug-Stellplätzen

Es sollte im Einzelfall geprüft werden, ob die Verlegung von Leerrohren oder die direkte Verlegung von Stromleitungen sinnvoller erscheint. Im Falle der Verlegung von Stromleitungen sollte die zukunftssichere Auslegung der Stromleitungen beachtet werden, da davon auszugehen ist, dass die Ladeleistungen zukünftig noch weiter steigen werden.

Des Weiteren muss im Falle der Bereitstellung öffentlicher Parkplätze für Elektrofahrzeuge abgewogen werden, in wie weit dies möglich ist, ohne den konventionellen Parkraum zu sehr einzuschränken. Bauherren sollten über die Anforderungen der Elektromobilität frühzeitig informiert werden.

| Handlungsschritte | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
|-------------------|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Definition des verantwortlichen Projektleiters | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | Definition von Kriterien für Leerrohrverlegung/ Leitungsverlegung, Quoten für Parkplätze etc. | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 3 | Klärung der Zuständigkeiten für die Berücksichtigung des zukünftigen Ausbaus von Ladeinfrastruktur | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 4 | Erstellung eines Leitfadens zur Berücksichtigung der Kriterien für den zukünftigen Ladeinfrastruktur-Ausbau | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 5 | Umsetzung der festgelegten Kriterien anhand von Pilotprojekten | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 6 | Kommunikation der neuen Vorgaben, Abstimmung der relevanten Akteure | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 7 | Erfahrungsbericht erstellen | | | | | | | ■ | | | | | |
| 8 | Ergebnisse medienwirksam veröffentlichen | | | | | | | | | ■ | ■ | | |

Kosten / Finanzierung

- > Personalkosten der Stadtverwaltung und Netzbetreiber für Koordination und Kommunikation des Projekts
- > Aufwand für Erstellung der Kriterien und des Leitfadens (evtl. externer Berater)

Risiken und Hemmnisse

- > Schwierige Planbarkeit bzgl. zukünftiger Anforderungen an Ladeinfrastruktur (Ladeleistung etc.)
- > Zunächst erhöhte Kosten

Erfolgsindikatoren

- > Hohe Einsparungen im Falle der Installation von Ladeinfrastruktur durch Vermeidung unnötiger Tiefbauarbeiten und Elektroinstallationen

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Netzbetreiber/ Energieversorger
- > Bauunternehmer, Elektroinstallateure

| 5 Gewerbeveranstaltung | | Bewertung | |
|------------------------|-------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | gering |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | gering |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

Ausrichtung einer Informationsveranstaltung für Gewerbebetriebe

- > Vorstellung der im Elektromobilitätskonzepts durchgeführten Onlineumfrage
- > Aktuelle und zukünftige Entwicklung der Elektromobilität im Gewerbebereich
- > Darstellung zentraler Problem-/Fragestellungen für Gewerbebetriebe
- > Aufzeigen von Lösungsansätzen

Hintergrund und Beschreibung

Die Gewerbeumfrage im Rahmen des Elektromobilitätskonzepts hat gezeigt, dass in den Städten bereits viele Gewerbebetriebe im Bereich Elektromobilität aktiv sind. Alle Befragten können sich vorstellen Elektromobilität in ihr Unternehmen zu integrieren. Über 70 % der Teilnehmer haben jedoch keine konkrete Vorstellung wie das funktionieren könnte. Demnach besteht ein hoher Beratungsbedarf. Durch die Ausrichtung einer Informationsveranstaltung können Gewerbebetriebe umfassend mit Elektromobilitätshemen vertraut gemacht werden. Vorgestellt werden können die Gewerbeumfrage, die aktuelle Entwicklung im Bereich Elektromobilität, zentrale Problem-/Fragestellungen sowie mögliche Lösungsansätze. Unternehmen werden sich aus unterschiedlichen Gründen vermehrt mit dem Thema Elektromobilität auseinandersetzen müssen:

- > Unternehmensimage und emotionale Bindung zum Kunden
- > Fuhrparkflotte
- > Mitarbeitermobilität und Kunden
- > Wirtschaftlichkeit (bspw. schnelle Amortisation durch höhere Jahresfahrleistungen)
- > Steuerliche Vorteile (KFZ-Steuerbefreiung, Absenkung Dienstwagenbesteuerung auf 0,5 %)
- > Umweltaspekte

Die Veranstaltung könnte zudem Elektromobilität durch Probefahrten mit E-Fahrzeugen und Ausstellung von Hardware erlebbar machen und dem Erfahrungsaustausch dienen. Angesprochen werden sollen dabei sowohl die Gewerbebetriebe in den Städten Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein als auch die Unternehmen im räumlich angrenzenden Gewerbepark Breisgau. Nachfolgende Beispiele für Aktionen oder Aktivitäten können im Rahmen der Veranstaltung realisiert werden:

- > Kurzvorträge
- > Informationsstand zum Thema Elektromobilität
- > Plakate und Broschüren mit Tipps und Informationen
- > Probefahrten mit E-Fahrzeugen
- > Angebot von Beratungsgesprächen/-terminen

Als Partner bieten sich Energieversorger und Netzbetreiber, lokale Elektriker und Mobilitätsdienstleister wie bspw. das in Neuenburg am Rhein ansässige Unternehmen Invention2go an.

| Handlungsschritte | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
|-------------------|--|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung eines Projektverantwortlichen | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ideensammlung, Terminierung und Räumlichkeiten | | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Aktionsplanung, Partner, Akteure etc. | | ■ | | | | | | | | | | |
| 4 | Einladungsschreiben mit Programmpunkten | | ■ | | | | | | | | | | |
| 5 | Ausarbeitung der Programmpunkte | | | ■ | | | | | | | | | |
| 6 | Durchführung der Informationsveranstaltung | | | | ■ | | | | | | | | |
| 7 | Evaluation und Optimierung der Veranstaltung | | | | ■ | | | | | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation
- > Kosten für externen Dienstleister

Risiken und Hemmnisse

- > Keine Bereitschaft zur Teilnahme bei den Gewerbebetrieben
- > Mangelnde Nachfrage und Teilnehmerzahl

Erfolgsindikatoren

- > Anzahl an teilnehmenden Gewerbebetrieben

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Gewerbebetriebe
- > Mobilitätsdienstleister
- > Netzbetreiber, Energieversorger
- > Elektriker

| 6 Aktionstag E-Mobilität für Bürger | | Bewertung | |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | gering |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | gering |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

Ausrichtung einer Informationsveranstaltung für Bürger

- > Die Bürgerschaft mit Hilfe von Veranstaltungen zur Nutzung von E-Mobilität motivieren
- > Attraktive Informationsveranstaltungen bieten (Referenten einladen, Thementage initiieren, Infobroschüren organisieren, Ansprechpartner bieten)

Hintergrund und Beschreibung

Neben der Reichweitenangst, mangelnder Ladeinfrastruktur und hohen Anschaffungskosten für E-Fahrzeuge sind insbesondere grundsätzliche Berührungspunkte zur Elektromobilität maßgebend für den schleppen Anstieg der E-Fahrzeug-Zulassungszahlen.

Um die Nutzung der Elektromobilität weiter voranzutreiben, kann die Stadt mit Unterstützung eines Interessen-Netzwerkes (bspw. Arbeitskreise, Gewerbevereine) dafür sorgen, dass ausreichend und effektive Informationen für Bürger (und Gewerbe) zur Verfügung gestellt werden. Die Etablierung regelmäßiger Veranstaltungen zu entsprechenden Themen, wird mit der Zeit das Bewusstsein stärken, sich bereits vor Ende der Nutzungszeiten konventionell betriebener Fahrzeuge ausreichend über neue und effiziente Antriebstechnologien zu informieren. Von entscheidender Bedeutung ist der Abbau von nach wie vor existierenden Hemmnissen und Berührungspunkten, vor allem durch Angebote, welche die Elektromobilität erlebbar machen.

Hier bietet sich die Zusammenarbeit zwischen der Stadt, lokalen Fahrzeughändlern, Fahrradgeschäften und Mobilitätsdienstleistern zur Organisation einer Elektromobilitätsveranstaltung an. Um ein möglichst breites und zahlreiches Publikum anzusprechen, sollten solche Veranstaltungen immer in Kombination mit bereits terminierten und/oder thematisch anderen Ereignissen (bspw. verkaufsoffene Sonntage, Flohmärkte, Energietage oder an anderen Aktionstagen) stattfinden.

- > Aktionsstand mit Informationsbereitstellung (bspw. Flyer & Broschüren, Plakate Wallboxförderprogramm vgl. Maßnahme 2 und 3)
- > Angebot von Beratungsgesprächen/-terminen
- > Elektromobilitätselemente zum Anfassen (Ladesäule, Wallbox etc.)
- > Ausstellung verschiedener E-Fahrzeugmodelle
- > 2-Rad-Parcours mit Pedelecs
- > Besichtigung einer Ladesäule, Durchführung und Erläuterung des Ladevorgangs
- > Gewinnspiel-Tombola: Bspw. für eine Testwoche mit einem E-Fahrzeug

Als Partner für einen Aktionstag Elektromobilität bieten sich der lokale Energieversorger und Netzbetreiber, Elektriker, Autohäuser, Fahrradhändler und Mobilitätsdienstleister wie bspw. das in Neuenburg am Rhein ansässige Unternehmen Invention2go an.

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung eines Projektverantwortlichen | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ideensammlung & Terminierung | | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Aktionsplanung, Partner, Akteure etc. | | ■ | | | | | | | | | | |
| 4 | Öffentlichkeitswirksame Werbung | | ■ | | | | | | | | | | |
| 5 | Durchführung der Informationsveranstaltung | | | ■ | | | | | | | | | |
| 6 | Evaluation und Optimierung der Veranstaltung | | | | ■ | | | | | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation
- > Ggf. Kosten für externen Dienstleister

Risiken und Hemmnisse

- > Kein Interesse der Bürgerschaft das Angebot wahrzunehmen

Erfolgsindikatoren

- > Anzahl an Beratungsgesprächen, Teilnahme am Wallboxförderprogramm
- > Die Veranstaltung erfährt eine positive Eigendynamik
- > Lokaler Absatz von E-Fahrzeugen steigt

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Auto- und Fahrradhändler
- > Mobilitätsdienstleister
- > Netzbetreiber, Energieversorger
- > Elektriker

| 7 Informationsangebot zu Elektromobilität für Bürger & Gewerbe | | Bewertung | |
|--|-------------------------|----------------------|---------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | niedrig |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

- > Erstellung und Veröffentlichung von Informationen für BürgerInnen und Gewerbetreibende zum Thema E-Mobilität
- > Erleichterung des Einstiegs in die E-Mobilität
- > Erste Anlaufstelle bei Nachfragen von Interessenten bzgl. E-Mobilität schaffen
- > Veranstaltungen mit niederschweligen Testangeboten organisieren

Hintergrund und Beschreibung

Im Rahmen der Maßnahme soll ein Informationsangebot für interessierte Bürgerinnen und Bürger sowie Gewerbetreibende erstellt werden. Grundlage für erste Informationen bilden sogenannte „Faktenblätter“ zum Thema E-Mobilität, die während des Konzepts bereits inhaltlich ausgearbeitet wurden und Teil des Berichts zum Elektromobilitätskonzept sind.

Die Faktenblätter umfassen folgende Inhalte:

- > Technische Grundlagen zum Thema E-Mobilität
- > Fahrzeugmodelle und Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung
- > Wirtschaftlichkeit und Förderung der E-Mobilität
- > Ökologie und Nachhaltigkeit von E-Fahrzeugen
- > Information über Vorgehensweise beim Aufbau einer Ladestation für BürgerInnen und Gewerbetreibende
- > Informationsschreiben für Bauherren

Die Informationen können sowohl online auf der Website oder in Form von Printmedien, z. B. als Flyer verteilt werden. Zudem gilt es, konkrete Ansprechpartner zu definieren, auf die bei individuellen Fragen zugegangen werden kann. Überdies müssen die in den Faktenblätter eingefügten Bilder durch Copyright konforme Darstellungen/ Logos durch die Stadt oder das ggf. zu beauftragende Grafikstudio ersetzt werden. Sinnvoll ist eine gemeinsame Erstellung und Veröffentlichung der Faktenblätter durch die drei Städte.

Darüber hinaus sollten Veranstaltungen organisiert werden, in denen die E-Mobilität durch Testangebote erlebbar gemacht wird, d. h. durch Probefahren von Pedelecs, E-Bikes, E-Autos etc. Wichtig ist, dass der Spaßfaktor und das Erlebnis im Vordergrund stehen. Um einen größeren Zulauf zu erreichen, ist es sinnvoll, Standorte zu wählen, die bereits gut besucht sind, wie vor Einkaufszentren an Samstagen.

Auch sollte die E-Mobilität verstärkt in die Unternehmen getragen werden. Im Rahmen einer Informationskampagne, die von der Stadt z. B. bei der Gewerbeschau organisiert wird, könnten die Einsatzmöglichkeiten für E-Mobilität im Gewerbe aufgezeigt werden. Die Umrüstung der Fuhrparks auf E-Fahrzeuge und der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Mitarbeiter, Kunden und Gäste sollten hierbei im Vordergrund stehen.

| Handlungsschritte | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
|-------------------|--|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Benennung einer Koordinationsstelle bei der Stadt | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Finalisierung der Inhalte/ Layouts der Faktenblätter durch die Stadt/ Grafikstudio | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Verteilen des Informationsangebots | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Stetige Aktualisierung der Inhalte | | | | | | | | | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Kosten für Printmedien
- > Kosten für Grafikstudio
- > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation des Projekts

Risiken und Hemmnisse

- > Informationsangebot wird nicht angenommen

Erfolgsindikatoren

- > Steigende Anzahl an E-Fahrzeugen
- > Steigende Anzahl an Ladestationen

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Grafikstudio

| 8 Nette Steckdose | | Bewertung | |
|-------------------|-------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | gering |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | gering |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

Unterstützung des E-Bike-Tourismus in der Region durch die Bereitstellung von Lademöglichkeiten bei Hotels und Gastronomiebetrieben.

- > Voraussetzungen für komfortable Fortbewegung mit E-Bikes schaffen
- > Reichweitenangst für lange Radtouren mindern

Hintergrund und Beschreibung

Am Beispiel der „netten Toilette“ (www.die-nette-toilette.de) kann ein ähnliches Netzwerk für die Nutzung von E-Bikes/Pedelecs aufgebaut werden.

Um die Region für den E-Bike Tourismus attraktiver zu gestalten, müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um komfortabel auch weitere Strecken bewältigen zu können. Hierzu sollte die Möglichkeit der Ladung des Akkus am Rande typischer Radwege gewährleistet werden.

Eine Möglichkeit wäre, öffentliche Ladestationen zu installieren, was jedoch mit sehr hohen Kosten verbunden ist. Da die Ladung von E-Bike Akkus problemlos an der typischen SCHUKO-Steckdose möglich ist, bietet sich deshalb die Alternative an, Lademöglichkeiten bei Hotels und Gaststätten bereitzustellen und entsprechend zu vermarkten. Dabei profitieren alle Beteiligten: Die Region wird attraktiver, der Gastwirt erhöht seinen Kundenzulauf und der Tourist kann seine geplante Route ohne Bedenken fahren. Die Kosten für eine Ladung sind zu vernachlässigen, denn „eine vollständige Ladung kostet weniger als 10 Cent“ (www.e-bikeinfo.de/pedelecs/e-bike-technik/reichweiten-und-akku-test). Der Gast könnte über einen Hinweis darauf aufmerksam gemacht werden, den Gastwirt für die Lademöglichkeit über das Trinkgeld zu entschädigen. Für die Umsetzung gilt es, Rahmenbedingungen zu definieren, so dass eine zuverlässige Ladung möglich ist und der Tourist nicht ungeplant vor verschlossenen Türen steht. Das könnten unter anderem Folgende sein:

- > Öffnungszeiten des Restaurants (Zugang auch außerhalb der Öffnungszeiten?)
- > Klärung des Zugangs der Lademöglichkeit:
 - o Abstellmöglichkeit vorhanden?
 - o Ladung innen/außen (überdacht) (manche E-Bikes haben fest verbaute Akkus)
- > Gewährleistung einer sicheren Ladung
 - o technisch
 - o genügend Steckdosen
 - o Überwachung der Ladung (Diebstahl vermeiden)

Um das Angebot öffentlich zu machen, sollte ein entsprechender Flyer mit Logo erstellt und beworben werden. In einem weiteren Schritt wäre die Verknüpfung des Systems mit einem regionalen Fahrradverleih möglich. Anhand von Best-Practice Beispielen können bereits gemachte Erfahrungen ausgetauscht werden, z.B. www.ebike-schwarzwald.de.

Sinnvoll wäre, die Maßnahme gemeinsam mit allen drei Städten (und idealerweise mit benachbarten Städten) anzugehen und die „nette Steckdose“ über das Portal des Naturpark Südschwarzwald: <https://www.ebike-schwarzwald.de/karte.php> und über die Schwarzwald Tourismus GmbH zu vermarkten.

<https://www.touren-schwarzwald.info/de/ausflugsziele/#cat=E-Bike-Ladestation&filter=b-destination-1,r-fullyTranslatedLangus-5381,sb-sortedBy-0&zc=8,7.52563,48.29416>

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Definition des verantwortlichen Projektleiters/Abstimmung innerhalb der Städte | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | Definition der Rahmenbedingungen für die Ladung von E-Bikes im Gastronomie-/Hotel-Gewerbe | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 3 | Kontaktaufnahme mit Best-Practice Bsp., z.B. www.ebike-schwarzwald.de | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 4 | Kontaktaufnahme mit Hotels/Restaurants (Wer will mitmachen?) | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 5 | Erstellung eines Flyers/Logos und Vermarktung | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 6 | Testphase | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 7 | Ergebnisse medienwirksam veröffentlichen/begleiten | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation des Projekts

Risiken und Hemmnisse

- > Keine Bereitschaft zur Teilnahme im Gastronomie-/Hotel-Gewerbe
- > Mangelnde Nachfrage

Erfolgsindikatoren

- > Anzahl an teilnehmenden Hotels/Gaststätten
- > Anzahl an Pedelec-/E-Bike-Touristen

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Gastronomie-/Hotel-Gewerbe
- > Touristen

| 9 Pedelec-Verleih | | Bewertung | |
|-------------------|-------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | hoch |
| Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

Ziel der Maßnahme

Ausweitung des Pedelec-Verleihs in der Region zur Erhöhung des Fahrradverkehrs

- > Ausweitung des Pedelec-Verleihs für Touristen im halböffentlichen Bereich
- > Aufbau eines Pedelec-Verleihs an den Regionalbahnhöfen
- > Erleichterung der Mobilität zu Zeiten mit schwächerem ÖPNV-Angebot

Hintergrund und Beschreibung

Die Region Südlicher Oberrhein/Markgräflerland ist aufgrund der landschaftlichen Attraktivität eine Region, die sehr gut für den Fahrradtourismus geeignet ist. Um die Fahrradmobilität der Touristen in der Region weiter zu erhöhen, könnten Fahrradverleihsysteme mit Pedelecs ausgeweitet werden. In allen drei Städten besteht schon die Möglichkeit E-Bikes zu leihen oder zu erwerben. In Neuenburg am Rhein bei Jürgens Bike Shop. In Heitersheim bei Wolfis Bike Shop und bei 2nd Hand Bikes Deters und in Bad Krozingen bei Radsport Weber und dem Fahrradhaus Hauser-Zanger. Zusätzlich ist an der Therme Vita Classica eine E-Bike-Ladestation installiert wo geladen werden kann. Ebenfalls besteht hier die Möglichkeit über die Kur und Bäder GmbH E-Bikes und Akkus zu leihen und auch geführte (E-Bike) Radtouren in die Region zu buchen. Der Fahrrad und E-Bike-Verleih befindet sich direkt im Kurpark am Fahrradkiosk hinter der Tourist-Information. Überdies ermöglicht die Stadt Neuenburg am Rhein die Bereitstellung von sechs E-Bikes am Rathaus zur Nutzung durch die Bürgerschaft und Feriengäste. Des Weiteren die Bereitstellung von zwei E-Bike-Kindertransportern für Kitas und Privatpersonen sowie Bereitstellung eines E-Lastenfahrrads für Hausmeisterdienste und Privatpersonen.

Ein derartiger Verleih könnte auch auf interessierte Hotel-/Gastronomiebetriebe ausgeweitet werden. Gleichzeitig könnte das Ziel dieser Maßnahme sein, ein stationsbasiertes öffentliches Pedelec-Verleihsystem an den Bahnhöfen aufzubauen, um bspw. in Bad Krozingen den Weg ins Kurgebiet, in Neuenburg am Rhein u.a. den Weg zur Landesgartenschau 2022/ zum Rhein und in Heitersheim den Weg zum Malteserschloss per Fahrrad zu ermöglichen. Ein stationsbasiertes System funktioniert am besten, wenn die Fahrräder zwischen zwei Stationen pendeln.

Für den halböffentlichen Bereich, bietet es sich an, das System mit „movelo“ anzudenken. Im öffentlichen Bereich sind die derzeitigen Marktführer „nextbike“ und „Call a bike“. Praxisbeispiele bieten die Städte Offenburg und Lahr, die mit „nextbike“ bereits ein öffentliches Pedelec-Verleihsystem auf Leasing-Basis aufgebaut haben. Dort werden die Stationen, Pedelecs und Ladeständer von „nextbike“ gestellt. Gleichzeitig übernimmt der Anbieter den kompletten Service (Pflege, Wartung, Abrechnung, Umverteilung der Räder auf die Stationen etc.). Die Städte kommen nur für die Bereitstellung der Flächen und die Stromanschlüsse auf.

Um die Kosten der öffentlichen Hand zu begrenzen, ist eine Finanzierung über die Nutzungsgebühr der Pedelecs sowie über Werbeeinnahmen möglich. Für eine hohe Auslastung des Systems ist eine gute Sichtbarkeit und Publikumswirksamkeit entscheidend. Das Ministerium für Verkehr in Baden-Württemberg fördert derzeit die Anschaffung von E-Bikes/ Pedelecs/ E-Rollern an ÖPNV-Haltepunkten mit bis zu 1.500 € für Kommunen. Für den Aufbau dieses Verleihsystems ist eine Zusammenarbeit der Städte notwendig, die im Einzugsbereich der Regionalbahnhöfe liegen (dementsprechend die gesamte Region).

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Definition des verantwortlichen Projektleiters/Abstimmung innerhalb der Städte | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 2 | Kontaktaufnahme mit lokalen Fahrradhändlern und Best-Practice-Beispielen (Lahr, Offenburg) | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 3 | Kontaktaufnahme mit Anbietern von Pedelec-Verleihsystemen, Angebote einholen | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 4 | Aufbau eines stationsbasierten öffentlichen Pedelec-Verleihsystems | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 5 | Öffentlichkeitsarbeit, Bewerbung des Angebots | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Kosten für Aufbau und Betrieb des Pedelec-Verleihsystems
- > Personalkosten Stadtverwaltung für Koordination und Kommunikation des Projekts

Risiken und Hemmnisse

- > Aufbau des Pedelec-Verleihsystems ist zu teuer
- > Geringe Auslastung der Pedelecs

Erfolgsindikatoren

- > Anzahl an Verleih-Stationen und Pedelecs
- > Auslastung der Pedelecs

Akteure

- > Stadt-/Gemeindeverwaltungen
- > Pedelec-Anbieter
- > Bürger, Touristen

| | | | | |
|-----------|--|-------------------------|----------------------|--------|
| 10 | E-Mobilitätsprojekte an Schulen | | Bewertung | |
| | Treiber | Stadt, Schulen | Personeller Aufwand | gering |
| | Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | gering |
| | Status | Noch nicht begonnen | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | | Wahrnehmung | hoch |

| |
|---|
| Ziel der Maßnahme |
| <ul style="list-style-type: none"> > Schüler und Lehrer über das Thema E-Mobilität informieren > Testangebote bereitstellen und E-Mobilität erlebbar machen > Schule als Multiplikator nutzen |

| |
|--|
| Hintergrund und Beschreibung |
| <p>Viele Schüler werden von ihren Eltern mit dem Auto gebracht und abgeholt, so dass der Verkehr morgens und zur Mittagszeit stark vom Schülerverkehr beeinflusst wird. Die junge Generation gestaltet die Mobilität von Morgen. Insofern ist es wichtig, die Schulen als Multiplikator für die Gestaltung einer nachhaltigen Verkehrswende zu nutzen. Wichtig ist, den Schülern aufzuzeigen, wo es für sie selbst Ansatzpunkte gibt, sich umweltfreundlicher zu bewegen. Auch wenn aus Umweltgesichtspunkten an erster Stelle das zu Fuß gehen und das Fahrradfahren stehen, kann Elektromobilität für Schüler aus ländlichen Regionen mit schlechter ÖPNV-Anbindung, die weitere Strecken pendeln müssen und häufig mit dem Auto der Eltern gebracht werden, ein Pedelec eine vernünftige Alternative sein. Wichtig ist, das Thema Elektromobilität in das übergeordnete Thema einer nachhaltigen Mobilitätswende einzubetten: Welchen Beitrag kann Elektromobilität bei der Ausrichtung hin zu einem umweltfreundlicheren Verkehr leisten? Was sind die Pros und Contras? Um das Thema bei den Schülern zu verankern, wäre es sinnvoll, das Thema zum einen in den Unterricht zu integrieren, zum anderen aber auch Möglichkeiten zu bieten, die Technologie im Rahmen von Aktionstagen selber ausprobieren zu können. Gute Beispiele liefert z.B. die Homepage des Umweltministeriums Baden-Württembergs, wo entsprechendes Informationsmaterial bereitgestellt wird: https://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/mobilitaet</p> <p>Die Aktivitäten der Schulen in diesem Bereich sollen im Rahmen dieser Maßnahme weiter ausgebaut werden und auch als Beispiel für andere Schulen dienen. Folgende Punkte sollen deshalb im Rahmen dieser Maßnahme angegangen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Gestaltung von Unterrichtseinheiten zum Thema E-Mobilität > Einrichtung von Mobilitäts-Teams an Schulen > Ausrichtung von Aktionstagen mit Infoständen zu E-Mobilität und der Möglichkeit zum Probefahren von Pedelecs, E-Bikes, E-Rollern zusammen mit lokalen Fahrradhändlern > Aufbau von sicheren Abstellanlagen für Pedelecs/E-Bikes/E-Roller mit Lademöglichkeit |

| Handlungsschritte | | Zeitplan | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | |
| | | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Information der Schulen über das E-Mobilitätskonzept und Aufzeigen von Möglichkeiten | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Definition der Verantwortlichen in den Schulen/ der Stadt | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 3 | Prüfung der Möglichkeit der Integration des Themas in Unterrichtseinheiten bzw. der Ausrichtung von Projekttagen zum Thema E-Mobilität | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Erstellung eines Gesamtkonzepts in Zusammenarbeit mit interessierten Schulen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Durchführen von Unterrichtseinheiten und Projekttagen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Kosten / Finanzierung

- > Personalkosten/ Verwaltungskosten für Konzepterarbeitung
- > Kapazitäten von Lehrern und Schülern

Risiken und Hemmnisse

- > Lehrpläne bieten keine Möglichkeit zur Integration des Themas
- > Mangelndes Engagement, fehlendes Interesse der Lehrer/Schüler

Erfolgsindikatoren

- > Mehr E-Bike Verkehr
- > Vermeidung von „Eltern-Taxis“

Akteure

- > Stadtverwaltung
- > Schulen
- > Elternvertreter

| 11 Aufbau Elektro-Carsharing | | Bewertung | |
|------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|
| Treiber | Stadt, E-Carsharing-Anbieter | Personeller Aufwand | mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig (1-3 Jahre) | Monetärer Aufwand | hoch |
| Status | Bereits begonnen | Verkehrlicher Nutzen | mittel |
| | | Ökologischer Nutzen | mittel |
| | | Wahrnehmung | hoch |

| Ziel der Maßnahme |
|--|
| <p>Aufbau von E-Carsharing bzw. Substitution von konventionell betriebenen Carsharing-Fahrzeugen</p> <ul style="list-style-type: none"> > Alternative zum Zweitwagen schaffen, Ergänzung des Mobilitätsangebots > E-Mobilität in die öffentliche Wahrnehmung bringen |

| Hintergrund und Beschreibung |
|---|
| <p>Carsharing ist ein sinnvoller Baustein der zukünftigen Mobilität, insbesondere im ländlichen Raum als Zweit- oder Drittwagen sowie als sinnvolle Ergänzung zum Fahrrad, dem Bus und dem Elternauto. Carsharing bietet Vorteile u.a. keine Anschaffungskosten, Effiziente Nutzung der Fahrzeuge, Festpreis ohne sich um Wartung, Reinigung, Reparaturen und einen Parkplatz kümmern zu müssen etc. Zudem kann ein Carsharing Fahrzeug bis zu 20 private Fahrzeuge ersetzen und mindert somit den Flächenverbrauch in Städten und schont die Umwelt.</p> <p>In Bad Krozingen soll in der Wilhelm-Schneider-Straße, am süd-östlichen Ende der Mediathek ein E-Carsharing Standort entstehen. Gespräche mit einem E-Carsharing-Anbieter sind am Laufen.</p> <p>Die Stadt Heitersheim möchte eine Umrüstung des Stadtmobil Fahrzeugs im Rathaus-Innenhof erwirken. Das bestehende Fahrzeug von BMW (116d Automatik) wird zu 80 % Nutzung durch das Bauamt und den Abwasserverband genutzt. Die Stadt befindet sich derzeit in Verhandlung mit dem Anbieter my-e-car zu einem möglichen Austausch des PKW in ein E-Fahrzeug.</p> |

| Handlungsschritte | Zeitplan | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--|--|--|--|
| | Jahr 1 | | | | Jahr 2 | | | | Jahr 3 | | | | | | | |
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | | | | |
| 1 Absprache/ Verhandlung mit potenziellem Betreiber | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Standortdefinition/ Fahrzeugauswahl | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Bautechnische Umsetzung der Ladeinfrastruktur | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 4 Testphase E-Carsharing | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 5 Ggf. Anschaffung weiterer E-Fahrzeuge und Standorte | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | |

| Kosten / Finanzierung |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Kosten für die Anschaffung der E-Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur > Personalkosten für Koordination und Kommunikation des Projekts |

| Risiken und Hemmnisse |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> > E-Carsharing wird nicht angenommen, zu geringe Auslastung der Fahrzeuge > Anschaffung eines zweiten Fahrzeugs ist zu teuer |

| Erfolgsindikatoren |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Anzahl an Buchungen des E-Fahrzeugs > Öffentliche Wahrnehmung des E-Fahrzeugs |

| Akteure |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> > Stadtverwaltung > E-Carsharing-Anbieter |

11.2 Information und Kommunikation

Von besonderer Bedeutung ist es, Informationen zum Thema E-Mobilität zugänglich zu machen und zu verbreiten, sowie auf das Thema in der Öffentlichkeit aufmerksam zu machen. Es sollte deshalb versucht werden, das Thema konsequent und in regelmäßigen Abständen in die Wahrnehmung zu bringen. Dies kann anhand von Informationsmaterialien, Umfragen, Aktionstagen und weiterer Maßnahmen geschehen.

So ist in einem ersten Schritt für Juni 2019 eine Pressekonferenz geplant, bei welcher die Inhalte des Konzeptes der Öffentlichkeit präsentiert werden sollen. Zudem wird im Juli 2019 eine Gewerbeveranstaltung zum Thema Ladelösungen für Gewerbe stattfinden, zu welcher die Gewerbebetriebe der drei am Konzept beteiligten Städte sowie die Unternehmen des angrenzenden Gewerbepark Breisgau eingeladen werden.

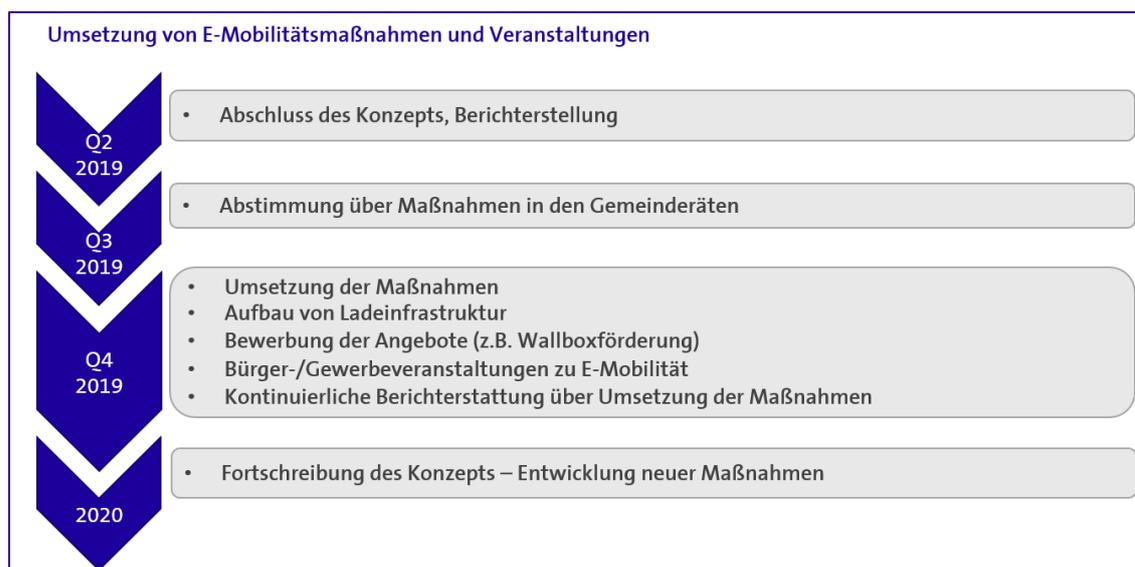


Abbildung 69: Umsetzung von E-Mobilitätsmaßnahmen und Veranstaltungen

Die wesentliche Aufgabe der Städte ist es, die Umsetzung der E-Mobilitätsmaßnahmen zu initiieren und die verschiedenen Akteure zusammenzuführen. Der Verbund sollte auf Akteure zugehen und diese zum Mitwirken motivieren oder auch längerfristige Prozesse durch dauerhafte Präsenz „am Leben erhalten“. Die städtischen Verwaltungen verfolgen in ihrem Handeln keine konkreten Eigeninteressen, sondern orientieren ihr Handeln am Nutzen für das Allgemeinwohl. Dies verschafft ihnen die Möglichkeit, als relativ neutral angesehener Akteur zwischen verschiedenen Interessenslagen zu vermitteln. Dies ist sehr wichtig, da die Umsetzung der Maßnahmen nur zum Teil durch die Städte als letzte Instanz erfolgen kann.

Sehr wichtig ist zum einen, dass die notwendigen Strukturen innerhalb des Verwaltungsapparats geschaffen und die Zuständigkeiten klar definiert werden, um eine effiziente Umsetzung der Maßnahmen zu ermöglichen. Zum anderen sollte nicht zu viel Zeit vergehen, bis die ersten Maßnahmen angegangen werden, um keinen Verzögerungseffekt zu generieren. Zusätzlicher Aufwand für die Verwaltung und die Finanzierung der Maßnahmen können große Hemmnisse darstellen. Deshalb ist es ein erster wichtiger Schritte die definierten öfftl. Ladesäulenstandorte zeitnah in die Umsetzung zu bringen.

Die Erarbeitung und Entwicklung der Maßnahmen in einem breit kommunizierten, partizipativen Prozess bildet die Basis, um Umsetzungsmaßnahmen auf den Weg zu bringen.

| Ablauf des Partizipationsprozesses | | |
|------------------------------------|---|----------------------------|
| Stadt | Akteure/Fachleute | |
| 1 | Stadtspezifische Sondierungsgespräche <ul style="list-style-type: none"> Informationsaustausch zum Thema Elektromobilität Festlegung von individuellen Themenschwerpunkten | Projektstart - Projektende |
| 2 | Auftaktveranstaltung <ul style="list-style-type: none"> Vorstellung des Projekts Festlegung interkommunaler Themenschwerpunkten | 31. Jan. 2018 |
| 3 | Elektromobilitäts-Workshop I mit lokalen Akteuren <ul style="list-style-type: none"> Bündelung von lokalem Know-How (Energieversorger, Mobilitätsdienstleister etc.) Entwicklung von Maßnahmenideen | 5. Juni 2018 |
| 4 | Informations- und Unterstützungsangebot (intern und extern) <ul style="list-style-type: none"> Informationsbereitstellung, Unterstützung Förderanträge Ausarbeitung konkreter Maßnahmen | Juli - Februar 2019 |
| 5 | Arbeitstreffen mit Projektleitern <ul style="list-style-type: none"> Informationsaustausch zum Thema Elektromobilität Festlegung von individuellen Themenschwerpunkten | 5. Oktober 2018 |
| 6 | Vortrag Deutsch-Französische Energietour | 18. Oktober 2018 |
| 7 | Elektromobilitäts-Workshop II mit städt. Entscheidungsträgern <ul style="list-style-type: none"> Priorisierung des Maßnahmenkatalogs Zielentwicklung | 7. November 2018 |
| 8 | Ausarbeitung der Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> Vertiefte Ausarbeitung der Maßnahmen Unterstützung bei der Fördermittelakquise | Okt. - Feb. 2019 |
| 9 | Gemeinsame Abschlussveranstaltung <ul style="list-style-type: none"> Präsentation der Ergebnisse Beschluss zur Umsetzung des Konzepts | 28. März 2019 |

Abbildung 70: Schematischer Ablaufprozess

Um eine nachhaltige Akzeptanz der Bürger gegenüber den vorgeschlagenen Maßnahmen auch während der Umsetzungsphase zu etablieren, sollte die Öffentlichkeit über die Entwicklungsschritte und Ergebnisse fortlaufend informiert werden. Daher sollte regelmäßig über den Fortschritt und die Umsetzung der Maßnahmen berichtet werden. Dies kann bspw. auf Basis der Flyervorlagen/Faktenblätter geschehen. Die Faktenblätter werden den Städten digital zur Verfügung gestellt und wurden exemplarisch mit dem Logo der drei Städte versehen, sofern eine gemeinsame Erstellung der Flyer erfolgen soll. Zu definieren sind die jeweiligen Ansprechpartner/Kontaktperson und ggf. der LINK für einen möglichen Download oder die Einsicht der Flyer auf der städtischen Homepage. Ebenfalls gilt es die entsprechenden Abbildungen durch Copyright konforme Bilder zu ersetzen.

Darüber hinaus empfiehlt sich für eine öffentlichkeitswirksame und transparente Informationspolitik die Nutzung aller zur Verfügung stehenden lokalen Medien. Im Vordergrund steht hierbei vor allem die fortlaufende Involvierung der Lokalredakteure. Hierdurch sollen nicht zuletzt auch die umliegenden Städte und Gemeinden auf konkret umgesetzte Maßnahmen aufmerksam gemacht werden.

Um die Bürger gezielt vor Ort zu informieren, können die lokalen Mitteilungsblätter sowie die Internetseiten der Städte genutzt werden. Auf der Homepage sollte ein Newsletter regelmäßig Informationen zu aktuellen Projektfortschritten und wichtigen Terminen an interessierte Bürger kommunizieren. Ebenfalls können im Eingangsbereich der Rathäuser und an wichtigen zentralen Plätzen immer wieder neue Informationen ausgehängt werden. Die Bürger können sich bei Interesse neue Informationen auch automatisch per Mailabonnement zustellen lassen.

Die Berichterstattung über die Fortschritte der Maßnahmen soll dabei für einen transparenten Umsetzungsprozess sorgen und gleichzeitig die Bürgerschaft zum Mitmachen motivieren.

Technische Grundlagen



Steckertypen

In Europa haben sich die Standards **Typ 2** für AC-Ladung (gem. Norm EN62196-2) und **CCS (Combo2)** für DC-Ladung (gem. Norm EN62196-3) durchgesetzt. Neben den europäischen Standards gibt es in Europa noch den asiatischen **CHAdeMO**-Standard (Chademo 2018) für DC-Ladung.





Von links: Typ 2, CCS (Combo2), CHAdeMO

Gut zu wissen!

Die Ladeleistung und somit die Betankungsdauer ist nicht ausschließlich von der Ladeleistung der Ladestation abhängig, sondern genauso von der Ladeelektronik des Elektroautos. Aktuell können die wenigsten Fahrzeuge mit 22 kW (AC) laden. Die Ladeelektronik ist in vielen Fällen auf 11 kW (AC) oder 30 kW (DC) beschränkt.

Information bei:
 Stadt Bad Krozingen
 Basler Straße 30
 79189 Bad Krozingen
Kontaktperson:
 07633 407-0
 stadtb@bad-krozingen.de

Link: Veröffentlichung der Flyer auf Homepage

Elektromobilität

Faktenblatt #1
Technische Grundlagen



www.bad.krozingen.de

Technische Grundlagen



Wie funktioniert Elektromobilität?

Wichtige Komponenten der Elektrofahrzeuge

Der Elektromotor

Als Antrieb für Fahrzeuge hat der Elektromotor grundlegende Vorteile gegenüber dem Verbrennungsmotor. Er ist leiser, vibrationsärmer, emissionsärmer, effizienter, leistungsstärker, wartungsärmer, platzsparender und von seiner Konstruktion einfacher, zudem auch preiswerter. Elektromotoren können bereits in kleinsten Umdrehungszahlen ihr maximales Drehmoment bereitstellen. Auf ein Getriebe (inklusive Kupplung) kann i.d.R. verzichtet werden.

Die Batterie

Die Batterie stellt die Energie für den Antrieb des Elektrofahrzeugs bereit. Dies ist meist eine Lithium-Ionen-Batterie. Für die mobile Anwendung ist vor allem die Energiedichte der Batterien relevant. Sie liegt deutlich unter der Energiedichte von Benzin und Diesel (sowohl vom Volumen als auch vom Gewicht). Des Weiteren sind Batterien komplexe Bauteile. Sie sind anfällig gegenüber thermischen Einflüssen, haben eine begrenzte Lebens- und Speicherdauer und sind teuer in der Produktion. Zur Herstellung kommen viel Energie, seltene Erden und schwer zu recycelnde Materialverbindungen zum Einsatz, wodurch Batterien eine signifikante Auswirkung auf die Ökobilanz von Elektrofahrzeugen haben.

Arten von Elektrofahrzeugen

Das reine Elektroauto (BEV = Battery Electric Vehicle)

Reine Elektrofahrzeuge sind mit einem Elektromotor ausgestattet und beziehen die Antriebsenergie aus einer Batterie im Fahrzeug. Die Batterie wird über das Stromnetz aufgeladen und kann zurückgewonnene Bremsenergie speichern (Fachbegriff: Rekuperation).

Range Extender (REEV = Range Extended Electric Vehicle)

Elektrofahrzeuge, die zusätzlich zur Batterie einen kleinen Verbrennungsmotor („Range Extender“ = Reichweitenverlängerer) verbaut haben, nennt man REEV. Dieser Zusatzmotor liefert Strom für die Batterie, treibt das Fahrzeug jedoch nicht direkt an (im Gegensatz zum HEV). Bei niedrigem Batteriestatus wird der Range Extender automatisch aktiviert und hält den Akkustatus während der Fahrt auf einem konstanten Niveau.

Hybridfahrzeug (HEV = Hybrid Electric Vehicle)

Ein Hybridfahrzeug vereint das elektrische mit dem konventionellen Antriebssystem (HEV = „Hybrid Electric Vehicle“). Diese Fahrzeuge sind sowohl mit einem Elektromotor als auch mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet. Die eingebaute Batterie wird ausschließlich über die zurückgewonnene Bremsenergie oder den Verbrennungsmotor geladen.

Plug-In-Hybridfahrzeug (PHEV = Plug-In-Hybrid Electric Vehicle)

Ein PHEV ist technologisch mit einem HEV vergleichbar, mit dem Hauptunterschied, dass die Batterie auch über das Stromnetz aufgeladen werden kann.

Ladeinfrastruktur

Wallbox

- Primär für die Nutzung im Innenbereich (private Garage, Tiefgarage, etc.)
- Wandmontage
- In der Regel Wechselstrom (AC)
- Typische AC Ladeleistungen: 3,7 kW / 11 kW / 22 kW

Ladesäule

- Primär für die Nutzung im Außenbereich (öffentliche Parkplätze, etc.)
- Bodenaufstellung
- Wechselstrom (AC) und Gleichstrom (DC)
- Typische AC Ladeleistungen: 11 kW / 22 kW / 44 kW
- Typische DC Ladeleistung: 30 kW

Beispiel: Bei einer Batteriekapazität von 23 kWh und einer Ladeleistung von 11 kW beträgt die Ladedauer 2 Std. und 16 min.

Abbildung 71: Flyervorlage zu Technische Grundlagen

12. Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------------|---|
| AC | Alternate Current |
| ADAC | Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. |
| AFID | Alternative Fuels Infrastructure Directive |
| BEV | Battery Electric Vehicle |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur |
| BNetzA | Bundesnetzagentur |
| CO₂ | Kohlenstoffdioxid |
| DC | Direct Current |
| DLR | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt |
| KIT | Karlsruher Institut für Technologie |
| EEG | Erneuerbare-Energien-Gesetz |
| EmoG | Elektromobilitätskonzept |
| FI | Fehlerstrom-Schutzschalter |
| HEV | Hybrid Electric Vehicle |
| IFEU | Institut für Energie- und Umweltforschung |
| KBA | Kraftfahrtbundesamt |
| KfW | Kreditanstalt für Wiederaufbau |
| KFZ | Kraftfahrzeug |
| kW | Kilowatt |
| kWh | Kilowattstunde |
| LCA | Lebenszyklusanalyse |
| LIS | Ladesäuleninfrastruktur |
| LSV | Ladesäulenverordnung |
| M2G | meter2grid-Consult, Beratungsunternehmen |
| MIV | Motorisierter Individualverkehr |
| MW | Megawatt |
| MWh | Megawattstunde |
| NO_x | Stickoxid |
| NPE | Nationale Plattform Elektromobilität |
| OCP | Open Charge Point Protocol, Freier Ladepunkt Kommunikationsstandard |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |

| | |
|-------------|--|
| ÖPNV | Öffentlicher Personennahverkehr |
| PHEV | Plug-In Hybrid Electric Vehicle |
| PKW | Personenkraftwagen |
| POI | Point of Interest |
| PV | Photovoltaik |
| PwC | PricewaterhouseCoopers, Unternehmensberatung |
| UG | Untersuchungsgebiet |
| V2G | Vehicle to grid, Fahrzeug zu Stromnetz |
| VDE | Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik |

13. Literaturverzeichnis

ADAC (2018A): Was kosten die neuen Antriebsformen? Kostenvergleich E-Fahrzeuge + Plug-in-Hybride gegen Benziner und Diesel aus April-Ausgabe 2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.adac.de/_mmm/pdf/E-AutosVergleich_260562.pdf

ADAC (2018B): Kostenvergleich: Wenige E-Autos rentabel. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/e_auto_kostenvergleich.aspx

ADAC (2018C): ADAC Pannenstatistik 2018 vom 19.04.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.adac.de/der-adac/motorwelt/reportagen-berichte/sicher-mobil/adac-pannenstatistik-2018/>

ADAC (2018D): Prima fürs Klima. ADAC Motorwelt 4/2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.adac.de/_ext/motorwelt/ADAC-Motorwelt-4-2018.pdf

ADAC (2018E): Neue Elektroautos 2019. Abgerufen am 14.03.2019 unter <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/kaufen/neue-elektroautos/>

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN (2019): Gesamtkosten und Treibhausgasemissionen von Elektro- und Diesel-PKW im Vergleich. Abgerufen am 06.02.2019 unter <http://www.forschungsradar.de/grafiken/grafiken-zu-studien/einzelansicht/news/gesamtkosten-und-treibhausgasemissionen-von-elektro-und-diesel-pkw-im-vergleich.html>

BAKKER, S. UND TRIP, J. J. (2015): An analysis of the standardization process of electric vehicle recharging systems. In *E-Mobility in Europe* (pp. 55-71). Springer, Cham.

BDEW (2018): Strompreis Haushalte 2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bdew.de/presse/pressemappen/entwicklung-der-strompreise/#Strompreise%20f%C3%BCr%20Haushaltskunden>

BECKER; BÜTTNER; HELD (2018): VERTEILNETZBETREIBER 2030: Abgerufen am 24.08.2018 unter https://www.beckerbuettnnerheld.de/fileadmin/user_upload/documents/press/Studie_VNB_2030.pdf

BMW (2013): Umwelterklärung BMW i3. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bmwgroup.com/content/dam/bmw-group-websites/bmwgroup_com/responsibility/downloads/de/2015/Umwelterklaerung_BMW_i3.pdf

BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE - BAFA (2018): Elektromobilität (Umweltbonus). Abgerufen am 01.07.2018 unter http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html

BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2017): Abgerufen am 24.08.2018 unter <https://www.zeit.de/mobilitaet/2017-07/pendler-rekord-arbeitnehmer-stress>

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ BMJV (2015): Gesetz zur Bevoorzugung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge. BGBl. I S. 898, 5.6.2015. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.gesetze-im-internet.de/emog/EmoG.pdf>

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ BMJV (2017a): Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile, mit Änderungen vom 1. Juni 2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.gesetze-im-internet.de/lsv/LSV.pdf>

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ BMJV (2017b): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG), mit Änderungen vom 31. Aug. 2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter http://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/EnWG.pdf

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2017): Wie klimafreundlich sind Elektroautos? Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_klimabilanz_2017_bf.pdf

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2017a): Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html>

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2017b): Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland, mit Änderungen. 28.06.2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=6

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2016): Abschlussbericht: Bewertung der Praxistauglichkeit und Umweltwirkungen von Elektrofahrzeugen. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-389565.html>

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE - BMWi (2017a): Rahmenbedingungen und Anreize für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html>

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE - BMWi (2017b): IKT für Elektromobilität III – Innovationen in der Elektromobilität. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html>

BUNDESNETZAGENTUR BNETZA (2016): Anzeige von Ladepunkten. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulen/Anzeige_Ladepunkte_node.html

BUNDESNETZAGENTUR BNETZA (2018). Ladesäulenkarte: Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html

BUNDESREGIERUNG (2016a): Elektromobilität - Einigung auf Kaufprämie für E-Autos. 27.04.2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/04/2016-04-27-foerderung-fuer-elektroautos-beschlossen.html>

BUNDESREGIERUNG (2016b): Gesetz in Kraft getreten - Weitere Steuervorteile für Elektroautos. 21.11.2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/05/2016-05-18-elektromobilitaet.html>

BUNDESREGIERUNG (2018): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode. Ein neuer Aufbruch für Europa, eine neue Dynamik für Deutschland, ein neuer Zusammenhalt für unser Land. 14.03.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2018/03/2018-03-14-koalitionsvertrag.pdf?__blob=publicationFile&v=3

BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. (2016): CarSharing fact sheet Nr. 3. Berlin. Abgerufen am 11.09.2018 unter http://www.car-sharing.info/sites/default/files/uploads/bcs_factsheet_3.pdf

BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. (2018A): Zahlen und Fakten. Abgerufen am 17.09.2018 unter <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-daten-zum-carsharing-deutschland>

BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. (2018B): Was ist CarSharing? Abgerufen am 11.09.2018 unter <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/ist-carsharing/ist-carsharing>

BUNDESVERBAND CARSHARING E.V. (2018C): Elektromobilität und Carsharing. Abgerufen am 18.09.2018 unter <https://carsharing.de/themen/elektromobilitat/elektromobilitat-carsharing>

CENTER OF AUTOMOTIVE MANAGEMENT CAM (2018a): Branchenstudie 2018. Analyse der Markt- und Innovationstrends in Deutschland und internationalen Kernmärkten.

CENTER OF AUTOMOTIVE MANAGEMENT CAM (2018b): Absatztrends in wichtigen globalen Automobilmärkten - 1. Quartal 2018. Pressemeldung vom 17. April 2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter http://auto-institut.de/index_htm_files/Pressemitteilung%20Elektro_1.%20Quartal%202018_v1.0_SB.pdf

CHADEMO (2018). What is CHAdEMO: Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.chademo.com/about-us/what-is-chademo/>

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT UND RAUMFAHRT E.V. (DLR) & KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (2016): LADEN2020. Konzept zum Aufbau einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur in Deutschland von heute bis 2020. Karlsruhe.

ELECTRICDRIVE (2018a). CEUC: Neuer Schnellladekorridor für Zentral- & Osteuropa, in electricdrive.net am 26.04.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.electrive.net/2018/04/26/ceuc-neuer-schnellladekorridor-in-zentral-osteuropa/>

ELECTRICDRIVE (2018b): Göttingen nimmt erstes Hybridbus-Trio in Betrieb, am 16.4.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.electrive.net/2018/04/16/goettingen-nimmt-erstes-hybridbus-trio-in-betrieb/>

ELECTRICDRIVE (2018c): In Kiel sollen noch dieses Jahr 29 Hybridbusse pendeln, am 16.4.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.electrive.net/2018/04/16/in-kiel-sollen-noch-dieses-jahr-29-hybridbusse-pendeln/>

ELECTRICDRIVE (2018d). Ladeinfrastruktur: So lädt Deutschland bis 2025. Abgerufen am 17.09.2018 unter <https://www.electrive.net/2018/02/26/ladeinfrastruktur-so-laedt-deutschland-bis-2025/>

Electrive.net (2018): Sozialstation Südlicher Breisgau setzt auf Elektroautos. Abgerufen am 21.01.2019 unter: <https://www.electrive.net/2018/08/22/sozialstation-suedlicher-breisgau-setzt-auf-elektroautos/>

ELECTRIFY BW (2018): Abgerufen am 24.08.2018 unter <https://electrify-bw.de/stromspeicher-trifft-mobilitaet/>

ELEKTROAUTO-NEWS.NET (2018): Elektroauto Vorteile – Vorteile des Elektroantriebs. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.elektroauto-news.net/elektroauto-vorteile-vorteile-des-elektroantriebs>

E-MOBIL BW GMBH - LANDESAGENTUR FÜR NEUE MOBILITÄTSLÖSUNGEN UND AUTOMOTIVE BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Leitfaden zum Elektromobilitätsgesetz. Stuttgart.

ENTSORGUNG.DE (2014): Autoverschrottungen 2014 in Deutschland - Entsorgungsstatistik für das 1. Halbjahr 2014. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.entsorgung.de/autoverschrottungen-2014.xhtml>

E-STATIONS.DE (2018): Elektroautos in der Übersicht. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.e-stations.de/elektroautos/liste>

EU (2014): Richtlinie 2014/94/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe. Im Amtsblatt der Europäischen Union vom 28.10.2014. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=DE>

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2018): Questions & Answers on Energy Performance in Buildings Directive. European Commission, News vom 17.4.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://ec.europa.eu/info/news/questions-answers-energy-performance-buildings-directive-2018-apr-17_en

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE (2011): Towards E-Mobility: The Challenges Ahead. https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/emobility_full_text_fia.pdf

FRAUNHOFER ISI (2016): Auswirkungen von Elektromobilität und Photovoltaik auf die Finanzierung deutscher Niederspannungsnetze. Abgerufen am 24.08.2018: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2016/SEF_Endbericht.pdf

GREENGEAR.DE (2018): Elektroauto Preise: Wie viel kosten die batteriebetriebenen Elektroautos im Jahr 2018? Abgerufen am 27.4.2018 unter <https://www.greengear.de/elektroauto-preise-uebersicht-kosten-vergleich-kaufen-2018/>

HANDELSBLATT (2017a): Elektromobilität als Herzensangelegenheit. In Handelsblatt-Journal, Mai 2017, Seite 10-12. Abgerufen am 01.07.2018 unter http://auto-institut.de/index_htm_files/P6200067_HBJ-Automobil%2010.pdf

HANDELSBLATT (2017b): Eine Million E-Autos bis 2020 Merkel nennt Regierungsziel unrealistisch, 15.05.2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/eine-million-e-autos-bis-2020-merkel-nennt-regierungsziel-unrealistisch/19806768.html>

HEIER; HUTTERER; HABER (2018): Anwendung der Lastgangrechnung am Beispiel der Elektromobilität. Abgerufen am 24.08.2018 unter https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Events/Eninnov2018/files/kf/Session_G3/KF_Heier.pdf

INSIDEEVS.COM (2018): Nearly 90,000 Electric Buses Were Sold In China In 2017, am 19.4.2018. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://insideevs.com/nearly-90000-electric-buses-were-sold-in-china-in-2017-yutong-delivered-twice-more-than-byd/>

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG - IFEU (2017): Einfluss der Herkunft des getankten Stroms. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.emobil-umwelt.de/index.php/umweltbilanzen/einflussgroessen/strommix>

KRAFTFAHRTBUNDESAMT KBA (2016): Fahrzeugzulassungen (FZ) Besitzumschreibungen und Außerbetriebsetzungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter Jahr 2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2016/fz16_2016_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3

KRAFTFAHRTBUNDESAMT KBA (2018a): CO₂-Emissions und Kraftstoffverbrauchs Typprüfwerte von Kraftfahrzeugen zur Personenbeförderung mit höchstens neun Sitzplätzen und Wohnmobilen (Klasse M1: Pkw, Wohnmobile) Stand: 15. März 2018 SV 2.2.2. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Fahrzeugtechnik/SV/sv222_m1_kraft_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=18

KRAFTFAHRTBUNDESAMT KBA (2018b): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2018. Abgerufen am 17.09.2018 unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html

KRAFTFAHRTBUNDESAMT KBA (2018c): Neuzulassungen von Pkw in den Jahren 2007 bis 2016 nach ausgewählten Kraftstoffarten Stand: 31. Dez. 2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/n_umwelt_z.html?nn=652326

KRAFTFAHRTBUNDESAMT KBA (2018d): Bestand am 1. Januar 2018 nach Umwelt-Merkmalen. Abgerufen am 17.09.2018 unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt_node.html

MINISTERIUM FÜR VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): LADEINFRASTRUKTUR. Abgerufen am 07.01.2018 unter: <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/verkehrspolitik/elektromobilitaet/ladeinfrastruktur/>.

MENNEKES (2018): Charge up in Control Flyer Lastmanagement. Abgerufen am 24.08.2018 unter https://www.chargeupyourday.de/fileadmin/06_service/02_broschueren/00_pdf_dateien/Charge_up_in_Control.pdf

NATIONALE ORGANISATION WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENTechnologie (o.J.): Starterset Elektromobilität- Baustein ÖPNV. Abgerufen am 13.09.2018 unter <http://www.starterset-elektromobilitaet.de/Bausteine/OEPNV>

NATIONALE PLATTFORM ELEKTROMOBILITÄT NPE (2015): Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland. Statusbericht und Handlungsempfehlungen 2015 AG. Berlin.

NATIONALE PLATTFORM ELEKTROMOBILITÄT (NPE) (2017): Abgerufen am 24.08.2018 unter <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/themen/ladeinfrastruktur/>

NATIONALE PLATTFORM ELEKTROMOBILITÄT NPE (2018a): Informieren Sie sich über die Themen. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/themen/umwelt/#tabs>

NATIONALE PLATTFORM ELEKTROMOBILITÄT NPE (2018b): Abgerufen am 10.09.2018 unter <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/themen/ladeinfrastruktur/>.

ÖKOINSTITUT (2017): Handlungsbedarf und -optionen zur Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Klimavorteil-E-Mob-Endbericht.pdf>

OLIVER WYMAN (2018): Der E-Mobilitäts-Blackout Studie. Abgerufen am 24.08.2018 unter https://www.oliverwyman.de/content/dam/oliver-wyman/v2-de/publications/2018/Jan/2018_OliverWyman_E-MobilityBlackout.pdf

OPEN CHARGE ALLIANCE (2018): Download OCPP 2.0 now. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.openchargealliance.org/protocols/ocpp/ocpp-20/>

PRICE WATERHOUSE COOPERS (2018): E-Bus-Radar. Abgerufen am 05.08.2018 unter <https://www.pwc.de/de/offentliche-unternehmen/e-bus-radar.html>

ROMARE, L.; DAHLLÖF, L. (2018): The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries. IVL Swedish Environmental Research Institute, Mai 2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede95a9/1496136143435/C243.pdf>

SCHAUFENSTER ELEKTROMOBILITÄT (2016): Elektrofahrzeuge im Alltag. Interessante Nutzungsszenarien. Pflegedienste. Abgerufen am 21.01.2019 unter: https://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit_und_wirkungsfor-schung/EP_25_Sinnvolle_Nutzerszenarien_Pflegedienst_Online.pdf

SCHWEDES, O.; KETTNER, S.; TIEDTKE, B. (2012): E-mobility in Germany: With hope for a sustainable development or Fig leaf for particular interests? Environmental Science & Policy, 30, 72 – 80. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/PDF-Dateien/E-mobility__in__Germany.pdf

SPIEGEL ONLINE (2017a): Grüne wollen jedes Elektroauto mit 6000 Euro fördern. 27.08.2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/gruene-wollen-jedes-elektroauto-mit-6000-euro-foerdern-und-verkehrswende-erreichen-a-1164792.html>

SPIEGEL ONLINE (2018): So pendelt Deutschland. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/verkehr-so-pendelt-deutschland-zu-arbeit-a-1187172.html>

STADTMOBIL SÜDBADEN AG (2019): Unsere Standorte und Fahrzeugstationen Abgerufen am 14.02.2019 unter <https://www.stadtmobil-suedbaden.de/fuhrpark-standorte/fahrzeugstationen/>

STATISTA (2018): Neuzulassungen Elektro-PKW. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/244000/umfrage/neuzulassungen-von-elektroautos-in-deutschland/>

STATISTA GMBH 2018: Anzahl der Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Deutschland im Zeitraum 1. Quartal 2017 bis 3. Quartal 2018 (Stand: 1. August 2018) Abgerufen am 10.09.2018 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/460234/umfrage/ladestationen-fuer-elektroautos-in-deutschland-monatlich/>

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Kfz und Verkehrsbelastung. Abgerufen am 07.01.2019 unter <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/>

TESLA (2018): Aufladen - einfach und überall. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.tesla.com/de_DE/charging

UMWELTBUNDESAMT (2016): Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen. Umweltbundesamt Texte 27/2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_27_2016_umweltbilanz_von_elektrofahrzeugen.pdf

UMWELTBUNDESAMT (2017a): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990-2016. In Climate Change 15/2017. Mai 2017. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22_climate-change_15-2017_strommix.pdf

UMWELTBUNDESAMT (2017b): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2016. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-10-26_climate-change_23-2017_emissionsbilanz-ee-2016.pdf

VDE (2016): Der Technische Leitfaden, Ladeinfrastruktur Elektromobilität, Version 2. Abgerufen am 01.07.2018 unter <https://www.vde.com/resource/blob/988408/750e290498bf9f75f50bb86d520caba7/leitfaden-elektromobilitaet-2016--data.pdf>

VW (2014): Der e-Golf, das Umweltprädikat. Volkswagen AG, Konzernforschung. Stand 1.2014. Abgerufen am 01.07.2018 unter https://www.rosier.de/fileadmin/01_Fahrzeuge/Neuwagen_Pkw/Neuheiten/VW/Golf/vw_e_golf.pdf

WERWITZKE, C. (2018): Coup testet E-Roller im „kleinen“ Tübingen. Abgerufen am 25.08.2018 unter <https://www.electrive.net/2018/06/25/coup-testet-e-roller-sharing-im-kleinen-tuebingen/>

14. Anhang

14.1 Pendlerbewegungen

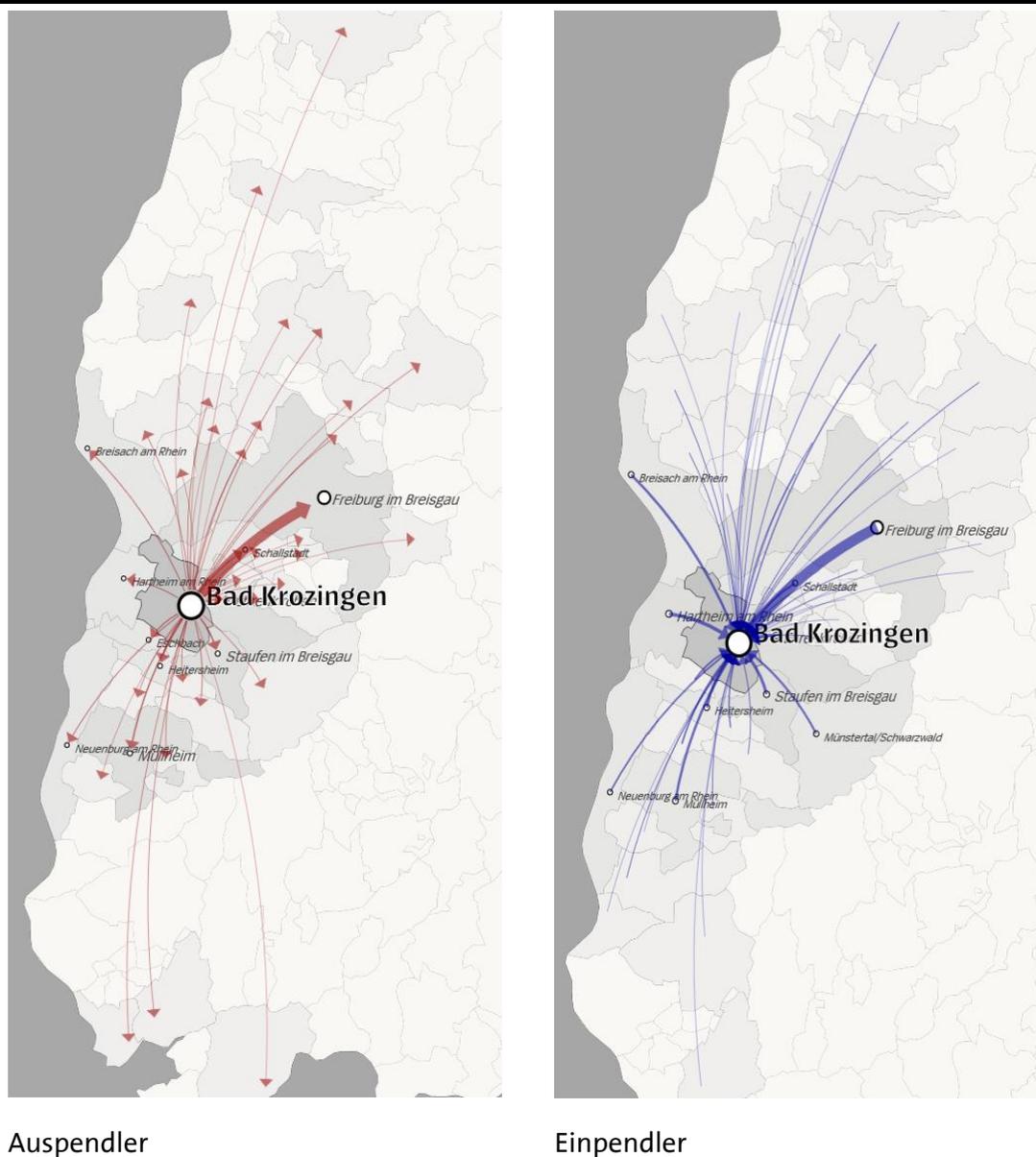


Abbildung 72: Pendlerbewegungen Bad Krozingen. SPIEGEL 2018.

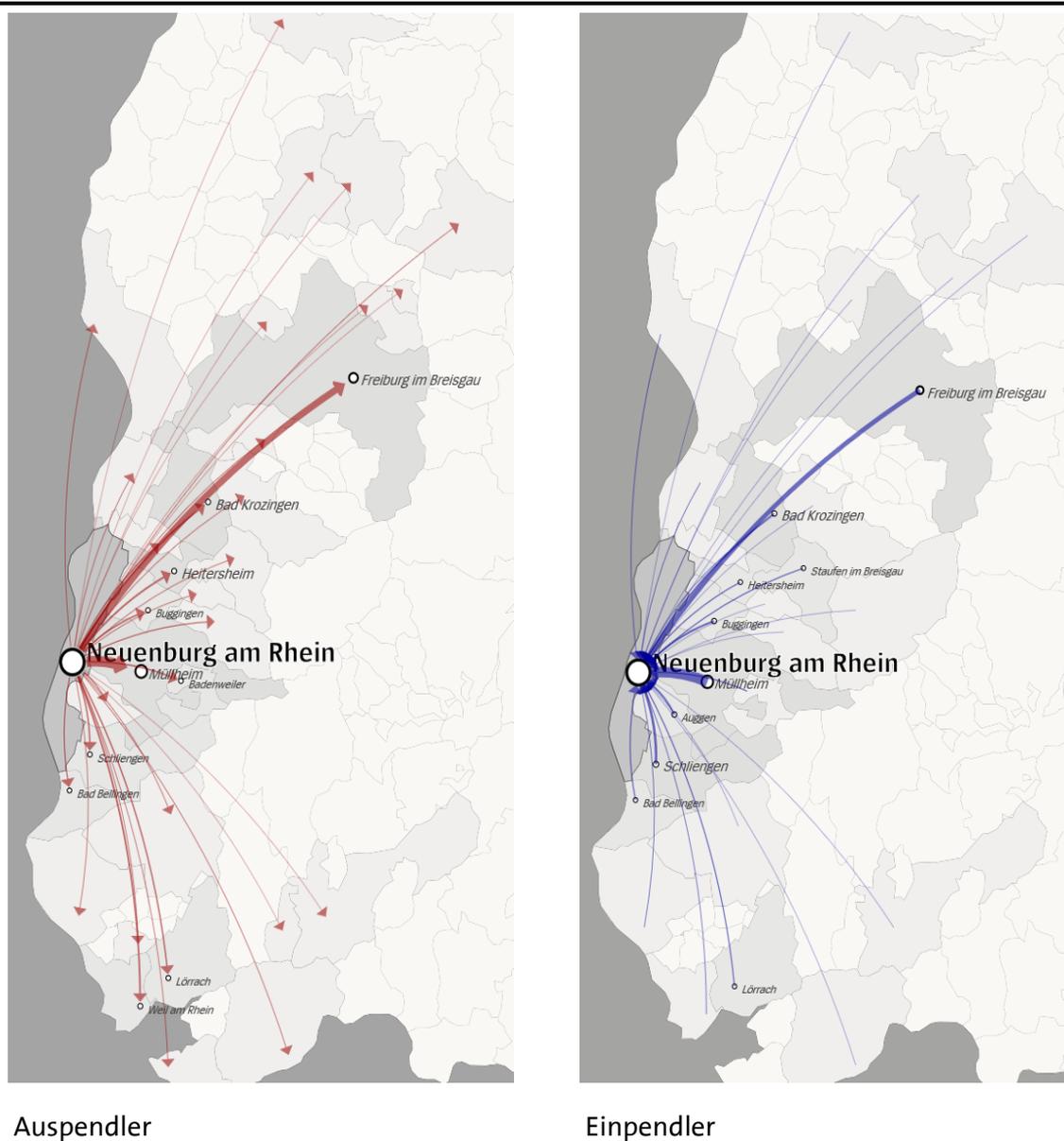
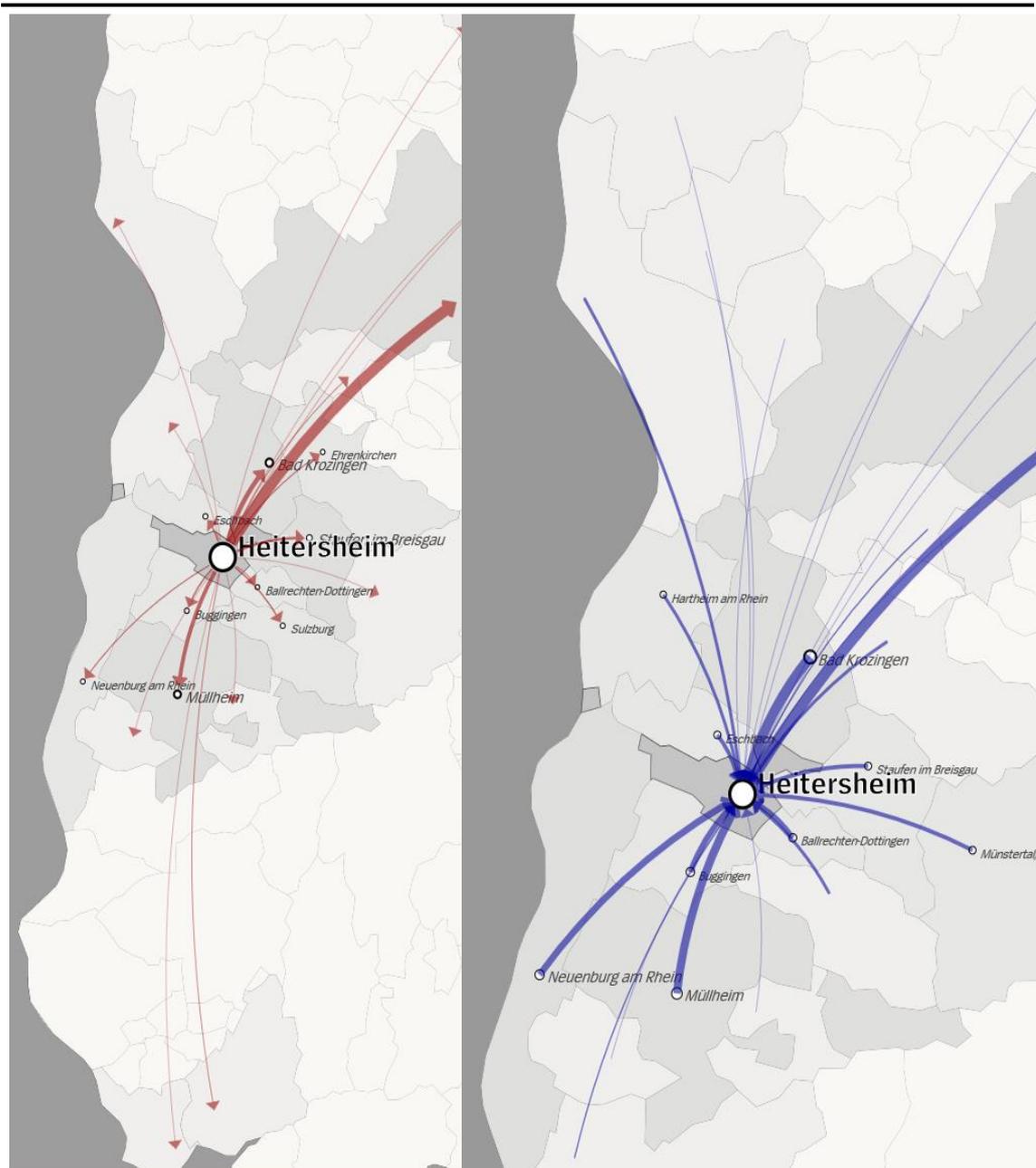


Abbildung 73: Pendlerbewegung Neuenburg am Rhein. SPIEGEL 2018.



Auspendler

Einpender

Abbildung 74: Pendlerbewegung Heitersheim. SPIEGEL 2018.

14.2 Protokoll Elektromobilitäts-Workshop I

Protokoll des Workshops

Potenziale für E-Mobilität in Bad Krozingen, Neuenburg am Rhein, Heitersheim

am 05. Juni 2018 in Bad Krozingen

Akteursbeteiligung zum Elektromobilitätskonzept

„Elektromobil in die Zukunft“



| | | |
|------------------------------|--|-------------------|
| Datum des Treffens: | 05.06.2018 | Autor: M. Stammer |
| Zeit: | 18:00 - 21.00 Uhr | Datum: 07.06.2018 |
| Ort: | Albaneum, Joseph-Vomstein-Straße 6, 79189 Bad Krozingen | |
| Moderation: | Klaus Hoppe (Hoppe Consulting) | |
| Fachliche Begleitung: | Martin Rist, Johannes Scheuerle, Mona Stammer (badenova) Lukas Smoluch, (bnNETZE GmbH) Heinz Handtrack (Stadt Ludwigsburg) | |
| Verteilung: | An alle Teilnehmer | |

| | Name | Vorname | Funktion |
|----|----------------|------------|---|
| 1 | Faißt | Alexander | Stadt Neuenburg am Rhein |
| 2 | Fischer | Christina | Stadtwerke Müllheim-Staufen |
| 3 | Gekeler | Martin | Stadt Heitersheim |
| 4 | Handtrack | Heinz | Stadt Ludwigsburg |
| 5 | Hoppe | Klaus | Klaus Hoppe Consulting |
| 6 | Kieber | Volker | Bürgermeister Bad Krozingen |
| 7 | Kopp | Paul | Stadt Bad Krozingen Dezernat Bauen und Stadtentwicklung |
| 8 | Krzikowsky | Yvonne | Reblandkurier - WZO Verlag |
| 9 | Lange | Eckart | AKK Bad Krozingen |
| 10 | Löffler | Martin | Bürgermeister Heitersheim |
| 11 | Mattes | Sascha | Invention2Go GmbH |
| 12 | Mayer | Martin | Autohaus Mayer GmbH Heitersheim |
| 13 | Müller | Hans-Peter | Badische Zeitung |
| 14 | Ortner | Ulf | Gemeinderat/Grüne Bad Krozingen |
| 15 | Riesterer | Markus | Gewerbepark Breisgau |
| 16 | Riße-Hasenkamp | Nicke | Stadt Bad Krozingen WiFo |
| 17 | Rist | Martin | badenova AG & Co.KG |
| 18 | Sandmann | Davina | Stadt Bad Krozingen Pressereferentin |
| 19 | Scheuerle | Johannes | badenova AG & Co.KG |
| 20 | Schuster | Joachim | Bürgermeister Neuenburg am Rhein |
| 21 | Sellner | Michael | AKK Staufen |
| 22 | Smoluch | Lukas | bnNETZE |
| 23 | Stammer | Mona | badenova AG & Co.KG |
| 24 | Thomann | Christian | Stadt Bad Krozingen |
| 25 | v. Detten | Stephanie | Stadt Bad Krozingen |
| 26 | Zimmermann | Michael | AKK Bad Krozingen |

Tagesordnung

| Zeit | Programmpunkt |
|-----------|--|
| 18:00 Uhr | Eintreffen der Teilnehmer und Aperero |
| 18:15 Uhr | Begrüßung und Einführung <ul style="list-style-type: none"> > Begrüßung (Bürgermeister Volker Kieber, Bad Krozingen) > Vorstellung des Ablaufs (Klaus Hoppe, Hoppe Consulting) > Einführung ins Projekt (Martin Rist, badenova) |
| 18:40 Uhr | Impulsvortrag <ul style="list-style-type: none"> > E-Mobilität in Kommunen (Heinz Handtrack, Stadt Ludwigsburg) |
| 19:20 Uhr | Impulsvortrag <ul style="list-style-type: none"> > Stromnetze (Lukas Smoluch, bnNETZE GmbH) |
| 19:40 Uhr | Pause |
| 19:50 Uhr | Diskussion an Thementischen <ul style="list-style-type: none"> > Vorstellung der Workshop-Themen (Martin Rist, badenova) > Aufteilung und Arbeit an den Thementischen <ul style="list-style-type: none"> > E-Mobilität im Gewerbe > Städtische Handlungsmöglichkeiten > Bürgersensibilisierung für E-Mobilität |
| 20:45 Uhr | Zusammenführung der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> > Klaus Hoppe, Hoppe Consulting |
| 20:55 Uhr | Abschluss & weiteres Vorgehen <ul style="list-style-type: none"> > Martin Rist, badenova |
| 21:00 Uhr | Ende der Veranstaltung |

TOP 1 – Begrüßung & Einführung

Bürgermeister Volker Kieber begrüßte die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops im Abaneum in Bad Krozingen und zeigte sich erfreut über die große Teilnehmerzahl. Er betonte die Relevanz des Themas Elektromobilität und wies auf die Vorreiterrolle der drei Städte Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein hin, die als erste Städte der Region das Thema Elektromobilität aus einer interkommunalen Perspektive angehen. Es sei wichtig sich zu vernetzen und Synergien zu nutzen sowie nicht in „wildem Aktionismus“ zu verfallen, sondern die Potenziale der Städte strukturiert und mit Verstand zu untersuchen. Auch Moderator Klaus Hoppe hieß die Workshop-Teilnehmer herzlich Willkommen. Er stellte den Ablauf des Abends vor und übergab anschließend das Wort an Martin Rist, der stellvertretend für den Projektleiter Manuel Gehring einen Einblick in das Themenfeld und den Konzeptaufbau gewährte.

Projektüberblick

Herr Rist stellte nach einer kurzen Einführung zum Thema Elektromobilität, die Ziele des Konzepts vor. Diese sehen vor, die Potenziale der Elektromobilität in der Region zu identifizieren und umsetzungsorientierte Maßnahmen abzuleiten. Entscheidend für den Durchbruch der Elektromobilität ist vor allem, das Thema stärker in die öffentliche Wahrnehmung zu bringen und deutlich zu machen, dass die Technologie heute auch schon im ländlichen Raum funktioniert. Langfristig kann durch einen Umstieg auf Elektromobilität die Klimabilanz der Städte verbessert und durch vermehrte Angebote im Bereich Elektromobilität die Region als Wirtschafts-, Arbeits-, Wohn- und Tourismusstandort gestärkt werden.

Im Folgenden wurde der aktuelle Stand des Konzepts aufgezeigt. Nach Sondierungsgesprächen mit den Bürgermeisterinnen der beteiligten Städte, die den groben Rahmen des Konzepts vorgaben, wurde zu einer Auftaktveranstaltung eingeladen. Daraufhin wurden von den Städten zur Verfügung gestellte und selbst recherchierte Daten aufbereitet und derzeit ein Mobilitätskataster erstellt sowie Standortsondierungen für öffentliche Ladeinfrastruktur durchgeführt.

Ziel des Workshops war es nun, sich zu vorgegebenen Schwerpunkt-Themen auszutauschen und wichtige lokale Informationen der Akteure aufzunehmen, so dass im Nachgang sinnvolle Maßnahmen daraus entwickelt werden können. Die Akteure in der Region spielen eine entscheidende Rolle für den Erfolg des Konzepts. Nur wenn die gemeinsam definierten Maßnahmen auch einen sog. Treiber finden, gelangen sie – nach der Fertigstellung des Konzepts durch die badenova – auch in die Umsetzung. Der Workshop soll auch als Plattform für die Vernetzung von Akteuren der Region dienen um potenzielle Synergien optimal nutzen zu können.

TOP 2 – Impulsvortrag

Im nächsten Schritt gab Hr. Handtrack, seit 2014 bei der Stadt Ludwigsburg im Referat für Nachhaltige Stadtentwicklung angestellt, einen Einblick in die Herangehensweise und den aktuellen Stand zum Thema Elektromobilität in Ludwigsburg. Durch ein jahrelanges Beschäftigungsverhältnis mit einem großen deutschen Automobilhersteller und die Mitarbeit bei „Schaufenster Elektromobilität“¹⁴ verfügt Herr Handtrack über themenspezifisches Wissen und konnte den Teilnehmern die Elektromobilität an ausgewählten Beispielen näher bringen.

Ludwigsburg hat als große Kreisstadt mit knapp 93.000 Einwohner beachtliche Schritte in Richtung Elektromobilität gewagt und Projekte erfolgreich in die Umsetzung gebracht. Zuerst erfolgte eine teilweise Umstellung der städtischen Flotte auf E-Fahrzeuge; auch die drei Bürgermeister der Stadt sind mittlerweile begeisterte E-Autofahrer. Für Hr. Handtrack ist es von elementarer Bedeutung, dass die gesamte Stadtverwaltung bis ganz an die Spitze eine Vorreiterrolle für Elektromobilität einnimmt und diese für die Bürger sichtbar nach außen trägt. Die Stadt verfügt außerdem über ein Car-Sharing-Modell mit E-Autos von stadtmobil, sowie über ein Verleihsystem für (E-)Fahrräder. Bald sollen noch Taxistellplätze mit Schnellladesäulen mit bis zu 50 kW und das kostenlose Parken für E-Fahrzeuge in der Innenstadt auf den Weg gebracht werden.

¹⁴ *Schaufenster Elektromobilität: Förderprogramm der Bundesregierung, Ausweisung von groß angelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben (Beispiel: Stuttgart, Karlsruhe) mit dem Ziel der Bündelung von Kompetenzen im Bereich Elektromobilität.*

Als Achillesverse der Elektromobilität betitelt er die Ladesäulen samt Infrastruktur im öffentlichen Raum. Denn hier werden sie nur zum Laden für zwischendurch benötigt, die Gefahr, dass sie nicht ausgelastet und damit nicht wirtschaftlich sind, hemmt viele potenzielle Betreiber beim Ausbau der Infrastruktur. Doch für ihn steht außer Frage, dass Ladesäulen sehr präsent im Stadtbild sein müssen, da die Elektromobilität nur so den nötigen Zuspruch und die Aufmerksamkeit der Bürger oder auch der Touristen bekommt. Die Stadt Ludwigsburg hat deshalb schon jetzt 35 öffentliche Ladesäulen im Stadtgebiet installiert. Geplant ist der Aufbau von mindestens 100 Ladesäulen bis zum Jahr 2019.

Einen weiteren Tipp gab Hr. Handtrack zum Thema Öffentlichkeitsarbeit. Die Entwicklung einer eigenen Dachmarke für die Elektrifizierung der Stadt (Beispiel: „Ludwigsburg elektrisiert“, „Offenburg emobilisiert“) ist wichtig für die Identifizierung der Bürger mit dem Projekt, aber auch entscheidend für das touristische Potenzial einer Gemeinde, da sie so länger in den Köpfen der Besucher bleibt. Zudem sei es wichtig auch gesetzgeberische Maßnahmen im Bereich der Bauordnung durchzuführen. In Ludwigsburg müssen beispielsweise bei neugebauten Tiefgaragen Leerrohre verlegt werden um eine spätere Nachrüstung mit Ladesäulen zu vereinfachen.

Am Ende des Vortrags beantwortete Hr. Handtrack noch einige Fragen. Auf Nachfrage des Bad Krozinger Bürgermeisters Volker Kieber wie eine gewollte Reduzierung der Gesamtfahrzeuganzahl mit dem Pushen der Elektromobilität einhergeht, verweist Hr. Handtrack am Ende darauf, dass man den Blick auf das ganzheitliche Mobilitäts- und Verkehrsverhalten der Bürgerinnen und Bürger richten muss. Dieses werde sich perspektivisch stark vom heutigen unterscheiden. Junge Menschen machen weniger häufig ihren Führerschein und der Wunsch der Nutzung von verschiedenen Verkehrsmitteln nimmt zu, um nur einige Neuerscheinungen anzuführen. Elektromobilität sei ein großer Bestandteil dieser nachhaltigen Mobilitäts- und Verkehrswende.

TOP 3 – Impulsvortrag

Im Anschluss gab Hr. Smoluch von bnNETZE, einer 100%-Tochter der badenova, Einblick in die Stromnetzinfrastruktur und wie die bnNETZE als Betreiber von Strom-, Gas- und Wassernetzen mit Elektromobilität umgeht.

Zur Veranschaulichung stellt er ein Stromlastenprofil eines normalen Werktages vor. Es zeigt, dass es, wenn viele Haushalte eigene Ladevorrichtungen installieren würden, zu Problemen und Engpässen in der Stromversorgung kommen könnte. Um dem vorzubeugen, sind Ladeeinheiten, die sogenannten Wallboxen, ab einer Leistung von 3,7 kW meldepflichtig. Wenn also beispielsweise in einer bestimmten Straße viele Wallboxen installiert werden, kann der Stromnetzbetreiber reagieren und das Netz ausbauen. Doch durch intelligentes Stromnetzmanagement könnte sogar ein Ausbau des Stromnetzes überflüssig werden. Alles in allem gibt Hr. Smoluch Entwarnung. Es muss sich niemand Sorgen machen, dass demnächst das Licht ausgeht. Die Stromnetzbetreiber haben Zeit sich auf die durch Elektromobilität und dem damit einhergehenden höheren Stromverbrauch geänderten Planungsprämissen vorzubereiten.

TOP 4 – Diskussion an Thementischen

Bevor die Teilnehmer sich zum Ideenaustausch auf die einzelnen Tische aufteilten, stellte Herr Rist die Themen vor, die in Kleingruppen diskutiert werden sollen. Hierzu zählten das Thema „E-Mobilität im Gewerbe“, „E-Mobilität an Schulen“, „Städtische Handlungsmöglichkeiten“ und „Bürgersensibilisierung für E-Mobilität“.

Für den Bereich E-Mobilität im Gewerbe wurde bereits eine Online-Umfrage in Bad Krozingen, Heitersheim und Neuenburg am Rhein, sowie bereits im vorigen Jahr für den Gewerbepark Breisgau, durchgeführt. Beide Umfragen gaben Auskunft über die aktuelle Anzahl der E-Fahrzeuge, aber auch die allgemeine Sichtweise zur E-Mobilität der Gewerbetreibenden. Die deutliche Mehrheit kann sich beispielsweise vorstellen, zukünftig E-Mobilität zu nutzen. Auch zeigte sich, dass die meisten Mitarbeiter Arbeitswege von weniger als 15 km zurücklegen, wofür Pedelecs oder E-Autos als Alternative zum Verbrenner sehr gut geeignet wären.

Auch die städtischen Handlungsmöglichkeiten sollen genauer diskutiert werden. Unter den Aspekten des Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur und den Möglichkeiten des Elektromobilitätsgesetz (EmoG), soll die Rolle der Stadt im Themenfeld Elektromobilität definiert werden.

Ein weiterer Thementisch sollte sich der Bürgersensibilisierung für E-Mobilität annehmen. Die Bürger der Gemeinden haben bisher nur wenige Berührungspunkte mit E-Mobilität. Auch hier sind die hohen Anschaffungskosten und geringen Reichweiten als hemmende Faktoren für eine Kaufentscheidung zu nennen. Es gilt Strategien zu entwickeln um Bürgerinnen und Bürger gezielt beim Einstieg in die Elektromobilität zu unterstützen, sie aufzuklären und zu informieren.

Im Anschluss an den fachlichen Input teilten sich die Anwesenden in Kleingruppen auf und diskutierten unter reger Beteiligung über die jeweiligen Themen.

Auch Schulen sind ein guter Multiplikator und mit Aktionen wie E-Mobilitätstagen könnte man das Thema hier nachhaltig treiben. Jedoch fiel der geplante Thementisch leider aus, da weder Rektoren, Lehrer oder sonstige in Schulinteressen involvierte/interessierte Personen anwesend waren.

TOP 5 – Zusammenführung und Präsentation der Ergebnisse

Die Vorstellung der Ergebnisse erfolgte in einer gemeinsamen Abschlussrunde, bei der die Teilnehmer und Teilnehmerinnen von Tisch zu Tisch wanderten. Ein Bearbeiter der jeweiligen Gruppe stellte die Ergebnisse vor und das Plenum ergänzte oder kommentierte.

> E-Mobilität im Gewerbe

Der Thementisch „Gewerbe“ setzte ganz auf Aktion. Promotionen-Aktionen und Gewerbeschauen seien nötig um das Thema E-Mobilität in die Köpfe der Bürgerinnen und Bürger zu bringen. Außerdem entwickelten sie die Idee einer „Wirtschaftsförderungsmappe“ in der „Hard-Facts“ über E-Mobilität aufklären sollen. Aus Sicht der Stadt schlagen die Teilnehmenden vor, dass diese den Gewerbetreibenden vorschreiben Ladeplätze für ihre Mitarbeiter vorzuhalten. Dennoch war sich die Gruppe einig, dass auch der Einfluss der Stadt begrenzt sei und es kleinen Gewerben unter den heutigen Bedingungen nur schwer möglich sein wird, ihre Mobilität komplett zu elektrifizieren. Ein weiterer Vorschlag sieht vor Elektromobile Betriebsausflüge zu organisieren. So kann gleichzeitig eine Sensibilisierung stattfinden, aber auch das Interesse für E-Mobilität geweckt werden.



> Städtische Handlungsmöglichkeiten

Die Teilnehmer des Thementischs rund um die städtischen Handlungsmöglichkeiten waren sich einig, dass die Öffentlichkeitsarbeit eine der wichtigsten Maßnahmen sein wird. Wichtige Informationen über Elektromobilität, wie beispielsweise Vor- und Nachteile, Förderprogramme etc., müssen kurz und konkret auf der stadteigenen Homepage oder Social-Media Seite aufgeführt sein. Des Weiteren wurde über diverse Kampagnen, wie zum Beispiel eine mögliche „Zweitwagen-Kampagne“ diskutiert, bei der herausgefunden werden soll, ob Autohalter nicht vielleicht auf ein Zweitwagen verzichten können und wenn nicht, ob ein E-Fahrzeug ein geeigneter Zweitwagen wäre. Als direkte Handlungsmöglichkeiten identifizierten die Teilnehmer das Kriterium „E-Mobilität“ in Vergaben von Bauplätzen und der Stellplatzausweisung stärker zu gewichten und die Verlegung von Leerrohren in städtebauliche Verträge zu integrieren. Durch den Mix aus viel Werbung, ein paar Pilotprojekten und städtischen Vorgaben soll der Durchbruch der E-Mobilität gelingen. Den Teilnehmenden war außerdem klar, dass der städtische Fuhrpark als Vorbildfunktion in Sachen E-Mobilität voran gehen muss.



> Bürgersensibilisierung für E-Mobilität

Die Gruppe identifizierte die Gewohnheit der Bürgerinnen und Bürger rund um das konventionelle Auto als Hauptproblem beim Einstieg in die Elektromobilität. Ihnen sei nicht klar, dass sich durch E-Auto auch bares Geld sparen lässt, ein Gruppenmitglied verweist hierbei auf die geringeren Wartungskosten und zahlreiche Möglichkeiten des kostenlosen Ladens für E-Autos in der Umgebung. Die Teilnehmer schlagen ähnlich wie die anderen Gruppen auch, Aktionstage, oder noch besser – Wochen, rund die E-Mobilität vor. Dies soll hauptsächlich die Ängste der Bürgerinnen und Bürger abbauen und aufzeigen, dass Elektroautos nicht so alltagsuntauglich sind, wie manche behaupten möchten.

Wichtig sei es auch, dass man bei der Öffentlichkeitsarbeit ehrlich ist und die Elektromobilität nicht in den Himmel lobt, sondern diese differenziert betrachtet. Das sollte natürlich in einer Art und Weise geschehen, die die Bürgerinnen und Bürger nicht entmutigt, sondern über Probleme aber auch Chancen und Nutzen aufklärt.

TOP 6 – Abschluss und weiteres Vorgehen

Martin Rist bedankte sich bei den Teilnehmern für die rege Diskussion und die gewonnenen Informationen. Badenova wird sich nun tiefergehenden mit den Maßnahmenvorschlägen auseinandersetzen und mit einigen Akteuren nochmal in Kontakt treten. Im September wird es dann einen weiteren Workshop Termin geben, dessen Ziel die stadtspezifische Priorisierung des Maßnahmenkatalogs sein soll. Zum Abschluss des Konzepts wird es voraussichtlich in einer Gemeinderatssitzung eine öffentliche Präsentation der Ergebnisse geben.

ANHANG:

Zusammenfassung der Aufschriebe

Gruppe 1: E-Mobilität im Gewerbe

- Fuhrpark
 - o Fuhrparksharing: Regelungen für Privatgebrauch, freie Nutzung außerhalb der Arbeitszeit, aber hoher organisatorischer Aufwand
- Voraussetzungen für Fahrräder etc. schaffen durch Duschen, Fahrradabstellplätze
- Sensibilisierung
 - o Verbrenner vs. E-Fahrzeuge
 - o Elektromobile Betriebsausflüge
- Stadt und Gewerbetreibende als Vorbilder
- Anreize für Ausstattung von Mitarbeiter-Parkplätzen mit Ladesäuleninfrastruktur schaffen
- Aufklärung
 - o Test- und Probefahrten, zeigen das E-Fahrzeuge eine Alternative sind
 - o Ängste nehmen
 - o Aufklärungsmappe als Teil eines Informationspakets für neue Gewerbetreibende
- Promo-Veranstaltung für Gewerbe (Gewerbeverband)
- Elektromobile Betriebsausflüge – Erfahrung von E-Mobilität mit unterschiedlichen Fahrzeugen (vom E-Bike, über E-Roller bis hin zum E-Auto)

Gruppe 2: Städtische Handlungsmöglichkeiten

- Info für Gewerbebetriebe
- Einfamilienhäuser mit Zweitwagen → Zweitwagen-Kampagne
- Produktspektrum?
 - o Elektrifizierte Zulieferung, dafür im städtischen Bereich ausgewiesene Postfächer, Lagerfläche
- Städtebauliche Verträge, Bauplatzvergabe, städtische Grundstücke
 - o Gewichtung der Vergabekriterien zu Gunsten E-Mobilität umstellen
- Städtischer Fuhrpark umrüsten, Vorbildfunktion
- Öffentlichkeitsarbeit
 - o Auf Homepage Information bereitstellen
 - o Förderprogramme einfach darstellen
- Car-Sharing → Mix aus konventionellen und E-Fahrzeugen
- Kostenloses Parkraumangebot für E-Fahrzeuge → keine Zeitbefristung in Parkzonen
- Stellplatzreduzierung bei Tiefgaragen Nutzung durch E-Mobilität

Gruppe 3: Bürgersensibilisierung für E-Mobilität

- Ehrliche Kommunikation
- Hemmnisse
 - o „Angst vor etwas Neuem“
 - o Das Gefühl zu fahren
 - o Lieferzeit
 - o Bezahlbarkeit

- Halbweisheiten und falsche Information verhindern Zugang
- Bauherren informieren
 - Lademöglichkeiten vorhalten
- Multiplikatoren identifizieren
- Aktionstag mit Probefahrten und Erfahrungsberichten
- Info an Gewerbe und Mitarbeiter über Möglichkeiten der E-Mobilität
- Einfacher Zugang zu E-Mobilität (App etc.)

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

| Ihr Kontakt | |
|--|---|
| Manuel Gehring Projektleiter Stabsstelle Energiedienstleistungen manuel.gehring@badenova.de | Manuel Baur Leiter Stabsstelle Energiedienstleistungen manuel.baur@badenova.de |