

Gemeinde Wettenberg

Kommunales Elektromobilitätskonzept der Gemeinde Wettenberg



Impressum

Auftraggeber

Gemeinde Wettenberg
Sorguesplatz 2
35435 Wettenberg



Auftragnehmer



INOVAPLAN GmbH

Degenfeldstr. 3
D-76131 Karlsruhe

+49 (0) 721 / 9877 944 0
karlsruhe@inovaplan.de

info@inovaplan.de
www.inovaplan.de



Ramboll

Zur Gießerei 19-27c
D-76227 Karlsruhe

+49 (0) 721 / 9418 830
gerald.hamoeller@ramboll.de

www.ramboll.de

Bearbeiter

Dr.-Ing. Martin Kagerbauer (INOVAPLAN)
Dipl.-Ing. Knud Trubbach (Ramboll)
M.Sc. Jan Böhringer (INOVAPLAN)
M.A. Merle Schroer (INOVAPLAN)
M.Sc. Ann-Kathrin Kuppe (Ramboll)
Dipl.-Ing. Gerald Hamöller (Ramboll)

Karlsruhe, 14. September 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielsetzungen	1
2	Situationsanalyse.....	2
2.1	Strukturelle Rahmenbedingungen.....	2
2.1.1	Gemeinde Wettenberg.....	2
2.1.2	Bevölkerung.....	3
2.1.3	Wichtige Orte des öffentlichen Lebens.....	5
2.1.4	Beschäftigte und Pendler.....	6
2.1.5	Energieversorgung.....	9
2.1.7	Fazit zur Elektromobilität in Wettenberg.....	11
2.2	Verkehrliche Rahmenbedingungen	12
2.2.1	Mobilitäts-Eckwerte.....	12
2.2.2	Motorisierter Individualverkehr (MIV).....	13
2.2.3	Öffentlicher Verkehr	15
2.2.4	Radverkehr.....	22
2.2.5	Vorhandene Ladeinfrastruktur	22
2.2.6	Parkflächen	25
2.2.7	Private und kommunale Pkw-Flotte	26
2.2.8	Fazit zur Elektromobilität in Wettenberg.....	28
3	Überblick zur Elektromobilität.....	29
3.1	Status Quo zur Elektromobilität.....	29
3.2	Status Quo zur Ladeinfrastruktur	31
3.3	Anreizmaßnahmen Elektromobilität	34
3.3.1	Derzeitige Hemmnisse von Elektromobilität	34
3.3.2	Treiber von Elektromobilität.....	36
3.3.3	Geeignete Anreizmaßnahmen zur Förderung der Elektromobilität für die Gemeinde Wettenberg	37
3.4	Gesetzliche Rahmenbedingungen	41
4	Potenzialabschätzung	45
4.1	Potenzial der privaten Elektroautos	45

4.2	Potenzial der kommunalen Fahrzeugflotte	48
5	Betriebskonzept E-Busse	52
5.1	E-Bus Typen.....	52
5.1.1	Oberleitungsbus.....	52
5.1.2	Ladestrom	53
5.1.2.1	Laden mit Kabel	54
5.1.2.2	Laden mit Pantograph	54
5.1.2.3	Induktives Laden.....	56
5.1.2.4	Batteriekonfiguration	57
5.1.3	Wasserstoff.....	57
5.2	Variantenuntersuchung	59
5.2.1	Variante 1: Brechung der Buslinien an der Stadtgrenze	59
5.2.1.1	Betrieb und Fahrzeuge	60
5.2.1.2	Infrastruktur	63
5.2.1.3	Fahrgäste und Nachfrage	66
5.2.1.4	Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen	66
5.2.2	Variante 2: Fortführung der Durchbindung der Buslinien von Gießen bis Wettenberg	69
5.2.2.1	Betrieb und Fahrzeuge	70
5.2.2.2	Infrastruktur	71
5.2.2.3	Fahrgäste und Nachfrage	71
5.2.2.4	Wirtschaftlichkeit und Umwelt.....	72
5.2.3	Wettenberger „Bussi“ (Linie 82)	73
5.2.3.1	Betrieb und Fahrzeug	73
5.2.3.2	Infrastruktur	75
5.2.3.3	Fahrgäste und Nachfrage	75
5.2.3.4	Wirtschaftlichkeit und Umwelt.....	75
5.3	Empfehlung zur Vergabe.....	76
5.4	Förderung.....	76
5.5	Zusammenfassung	78
6	Ladeinfrastrukturkonzept.....	79
6.1	Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur	79

6.2	Empfehlungen für Standorte	81
7	Strombilanz	98
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Ortsplan Gemeinde Wettenberg (Quelle: Gemeinde Wettenberg).....	3
Abbildung 2	Bevölkerungsentwicklung 1990-2030	4
Abbildung 3	Altersstruktur der Bevölkerung im Zeitvergleich.....	4
Abbildung 4	Wichtige Orte des öffentlichen Lebens ³	5
Abbildung 5	Gewerbeflächen in der Gemeinde Wettenberg.....	6
Abbildung 6	Ein- und Auspendler (Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2016), Berechnungen der Hessen Agentur)	7
Abbildung 7	Pendlerströme und -verflechtungen der Gemeinde Wettenberg auf Gemeindeebene	9
Abbildung 8	Stromverbraucher der kommunalen Einrichtungen (2016)	10
Abbildung 9	MIV-Anbindung an die Region und Erreichbarkeit (Isochronen)	14
Abbildung 10	Ausschnitt Liniennetzplan Gießen 2016	15
Abbildung 11	Netzplan geplante Verkehrsführung	16
Abbildung 12	Schulen in Gießen mit Schülern aus Wettenberg.....	19
Abbildung 13	Kenngrößen für den Ist-Fall (Tageswerte Werktag)	20
Abbildung 14	Kosten für den Ist-Fall (€ p.a.).....	21
Abbildung 15	Verortung der öffentlichen Ladestationen im Umkreis von 25 Kilometer um Wettenberg ¹²	24
Abbildung 16	Übersicht über halb-öffentliche und öffentliche Parkflächen.....	25
Abbildung 17	Neuzulassungen von Elektro- und Hybridfahrzeugen in Deutschland im zeitlichen Verlauf	26
Abbildung 18	Potenzial privater Elektrofahrzeuge in Wettenberg.....	47
Abbildung 19	Kostenverläufe Benzin- und Elektrofahrzeuge mit Anschaffungsjahr 2017	50
Abbildung 20	Exemplarische Kostenzusammensetzung von Benzin-, Hybrid- und Elektrofahrzeugen in den Fahrzeugklassen klein/mittel/groß	50
Abbildung 21	Lastenrad im Einsatz	51
Abbildung 22	Ladestelle mit Schunk-Pantograph (Foto: samochodylektryczne.org).....	55
Abbildung 23	E-Bus der Kölner Verkehrsbetriebe zum Einsatz auf der Linie 133	55

Abbildung 24	Funktionsprinzip des induktiven Ladens (Grafik: Bombardier)	56
Abbildung 25	Wasserstofftankstelle und Betankung in Hürth	58
Abbildung 26	Wasserstoffbusse aus den Niederlanden und aus Hürth	58
Abbildung 27	Linienetzplan Variante 1	60
Abbildung 28	Kenngrößen der Variante 1 nach Fahrzeugtyp	62
Abbildung 29	Untersuchte Haltestellenpositionen	63
Abbildung 30	Haltestelle Gewerbegebiet Ost, in Fahrtrichtung Kreisel halten die Busse auf der Fahrbahn	64
Abbildung 31	Skizze für eine Haltestellen-Insel im Bereich Gewerbegebiet Ost	65
Abbildung 32	Eingangsgrößen zur Kostenrechnung	67
Abbildung 33	Kostenschätzung Variante 1	68
Abbildung 34	Linienetzplan Variante 2	70
Abbildung 35	Kenngrößen der Variante 2 nach Fahrzeugtyp	71
Abbildung 36	Kostenrechnung Variante 2	72
Abbildung 37	Bolloré Bluebus (links) und Renault Master Z.E (rechts)	74
Abbildung 38	Kostenrechnung „Bussi“	75
Abbildung 39	Schematische Darstellung des Bedarfs der öffentlichen Ladeinfrastruktur	80
Abbildung 40	Empfehlung für Standorte öffentlicher Ladeinfrastruktur	83
Abbildung 41	Täglicher Strommehrbedarf durch Elektrofahrzeuge in Wettenberg	98
Abbildung 42	Typische Tagesganglinie für den Strombedarf für das Jahr 2025	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Auspendler aus der Gemeinde Wettenberg auf Kreisebene.....	8
Tabelle 2	Einpendler nach Wettenberg auf Kreisebene	8
Tabelle 3	Einordnung der Gemeinde Wettenberg in das deutsche Mobilitätspanel	12
Tabelle 4	Eckwerte der Fahrpläne Linien 801 und 802 [Quelle: Fahrplan 2017].....	17
Tabelle 5	Übersicht über öffentliche Ladestationen von Wettenberg (Umkreis 25 Kilometer)	24
Tabelle 6	Kommunale Fahrzeugflotte	27
Tabelle 7	Überblick über Kostenkategorien Verbrenner und Elektroauto im Vergleich	31
Tabelle 8	Übersicht über die Lademodi	31
Tabelle 9	Schätzungen zu Kosten öffentlicher Ladeinfrastruktur	33
Tabelle 10	Parameterentwicklung in den drei Szenarien Pro, Contra, Mittel	46
Tabelle 11	Übersicht der Kenngrößen zur Potenzialabschätzung von Elektrofahrzeugen im privaten Bereich.....	47
Tabelle 12	Elektrische Alternativen zur bestehenden kommunalen Fahrzeugflotte.....	49
Tabelle 13	Investitionsschätzung Umsteigehaltestelle (Preisstand 2017), die Ladeinfrastruktur ist im Kostenmodell an anderer Stelle berücksichtigt.....	66

1 Hintergrund und Zielsetzungen

Elektromobilität gewinnt weltweit und zunehmend auch in Deutschland immer mehr an Bedeutung. Ein erhöhter Anteil der Elektromobilität kann einen großen Beitrag zur lokalen und globalen Reduktion von Verkehrsemissionen leisten. Nach Expertenmeinungen sind elektrische Antriebe die Antriebe der Zukunft. Im Gegensatz zu Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren muss für Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb allerdings eine neue Versorgungs- und Ladeinfrastruktur bereitgestellt werden. Die Installation von öffentlichen Ladesäulen ist ein wichtiger Schritt zur Etablierung der Technik. Das Problem der nicht flächendeckend verfügbaren Ladeinfrastruktur ist derzeit eines der größten Hemmnisse bezüglich der Nutzung von Elektromobilität. Zum heutigen Zeitpunkt, in einer noch frühen Marktphase mit einer moderaten Nachfrage, ist der Betrieb von öffentlichen Ladesäulen aufgrund der geringen Auslastung häufig nicht wirtschaftlich. Dennoch muss für einen Markthochlauf in eine adäquate und flächendeckende Infrastruktur investiert werden. Für Einsatzmöglichkeiten für Elektrofahrzeuge bietet sich auch der Einsatz von Elektrofahrzeugen in einer kommunalen Flotte an.

Gemeinsam mit der Stadt Gießen plant die Gemeinde Wettenberg die Förderung nachhaltiger Verkehrssysteme durch ein kommunales Elektromobilitätskonzept. Das Konzept soll dabei mögliche Wege zur sinnvollen Wandlung des vorhandenen Verkehrsangebots in Richtung Elektromobilität aufzeigen. Mit dessen Umsetzung soll im Sinne des Umwelt- und Klimaschutzes ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der heutigen CO₂-Emissionen geleistet werden. In der zu erarbeitenden Studie werden dazu konkrete Maßnahmenvorschläge zur Erhöhung der Anzahl an Elektrofahrzeugen im Untersuchungsgebiet und auch für eine Umstellung des ÖPNV in Hinblick auf Elektrobusse für den Zielhorizont 2020 erarbeitet.

Ziele dieses Elektromobilitätskonzepts sind:

- Bewusstseinschaffung in der Bevölkerung und bei lokalen Unternehmen und Institutionen für Elektromobilität
- Die Bürgerinnen und Bürger zu einem nachhaltigeren Mobilitätsverhalten zu bewegen
- Bedarfsgerechter Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektroautos für den Markthochlauf
- Beschreibung des bezifferten Bedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur in den nächsten Jahren
- Optimaler Einsatz öffentlicher Mittel
- Aussprechen von Empfehlungen zum flächendeckenden Aus- und Aufbau und zur Finanzierung der Ladeinfrastruktur, die eine Nachsteuerung bei sich ändernden Rahmenbedingungen und aktuellen Entwicklungen erlauben

2 Situationsanalyse

Als Grundlage für die Erstellung des Elektromobilitätskonzepts und für die Ausarbeitung regional angepasster Maßnahmen werden zunächst im Rahmen einer Situationsanalyse die vorherrschenden strukturellen wie verkehrlichen Rahmenbedingungen analysiert.

2.1 Strukturelle Rahmenbedingungen

Die Kenntnis der strukturellen Rahmenbedingungen ist wichtig, da nur so speziell auf die in der Gemeinde vorliegenden Bedürfnisse angepasste Maßnahmen entwickelt werden können. Dazu werden die Einwohner- und Beschäftigtenstrukturen sowie vorherrschende Entwicklungen analysiert.

2.1.1 Gemeinde Wettenberg

Die Gemeinde Wettenberg mit ihren drei Ortsteilen (vgl. Abbildung 1) Krofdorf-Gleiberg, Wißmar und Launsbach liegt in Hessen im Landkreis Gießen und verfügt über insgesamt ca. 12.500 Einwohner. Im Norden grenzt die Gemeinde an den Landkreis Markburg-Biedenkopf. Des Weiteren grenzt die Gemeinde Wettenberg an die Kommunen Lollar, Gießen, Heuchelheim und Biebertal des Landkreises Gießen. Die Gemeinde liegt zwischen dem Lahntal und dem Lahn-Dill-Bergland und ist wegen der ausgedehnten Wälder des Krofdorfer Forstes ein wichtiges Erholungsgebiet und Ausflugsziel für die Bewohner der angrenzenden Gebiete. Die drei Ortsteile verfügen jeweils über historische Siedlungskerne. Daran angrenzend sind viele Flächenanteile vorwiegend von Einfamilienhäusern und Gewerbeflächen bebaut. Insgesamt verfügen die Ortsteile über einen suburbanen bis ländlichen Charakter. Durch die Lage in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Stadt Gießen und dem Großraum Frankfurt bestehen starke Verflechtungen zum benachbarten Mittel- und Oberzentrum.

Die Gemeinde Wettenberg nimmt regelmäßig an Wettbewerben zu verschiedenen Themen teil, insbesondere im Bereich Umwelt/Natur und Nachhaltigkeit. Beispielsweise wurde Wettenberg 2007 als "Naturschutzkommune" von der Deutschen Umwelthilfe ausgezeichnet und im Jahr zuvor als "Klimaschutzkommune". 2009 wurde Wettenberg "Bundeshauptstadt im Klimaschutz". Im Oktober 2010 wurde Wettenberg erneut mit dem 2. Platz im Wettbewerb „Bundeshauptstadt im Klimaschutz 2010“ ausgezeichnet. Mehr Informationen zur Energieversorgung in der Gemeinde Wettenberg sind Kapitel 2.1.5 zu entnehmen.



Abbildung 1 Ortsplan Gemeinde Wetztenberg (Quelle: Gemeinde Wetztenberg)

2.1.2 Bevölkerung

Seit 1990 ist die Einwohnerzahl der Gemeinde Wetztenberg leicht gestiegen. Seit 1991 beträgt der Bevölkerungszuwachs ca. sieben Prozent. Im Jahr 2016 lebten 12.339 Einwohner in den drei Ortsteilen. Die Prognose des hessischen statistischen Landesamtes sagt bis 2020 eine stabile Entwicklung der Bevölkerung etwa auf dem Niveau von 2015 voraus. Bis 2030 wird eine leichte Abnahme der Bevölkerung von knapp zwei Prozent für die Gemeinde Wetztenberg prognostiziert.

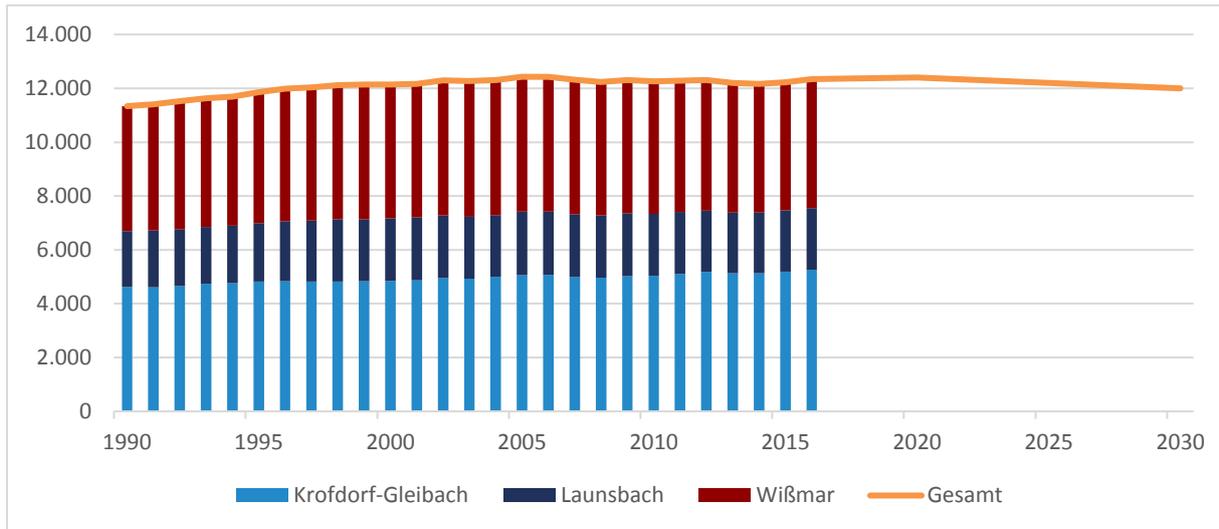


Abbildung 2 Bevölkerungsentwicklung 1990-2030¹

Die Abnahme der Bevölkerung bis zum Jahr 2030 ist unter anderem auf den demographischen Wandel zurückzuführen. Seit 2003 übersteigt die Zahl der Sterbefälle die Geburtenrate. Die allgemeinen demographischen Entwicklungen werden auch in Wettenberg zu einer Verschiebung der Bevölkerungsentwicklung führen. Ein höherer Anteil älterer Menschen wird einem zunehmend geringeren Anteil an Kindern und Jugendlichen gegenüberstehen. Wettenberg ist daher auf einen positiven Wanderungssaldo angewiesen, um die Verschiebung der Alterskohorten abzufedern. Der Anteil der Seniorinnen und Senioren an der Gesamtbevölkerung wird sich laut Prognose bis 2030 auf über 40 Prozent erhöhen.

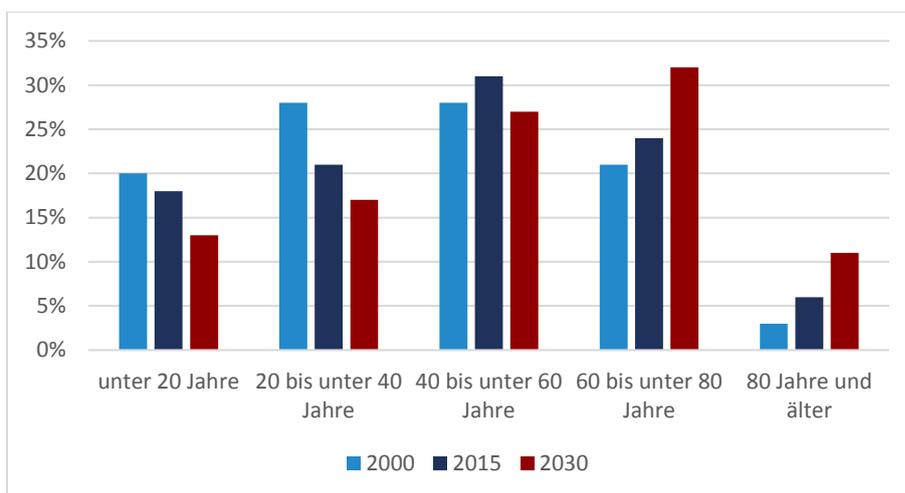


Abbildung 3 Altersstruktur der Bevölkerung im Zeitvergleich²

¹ Hessisches Statistisches Landesamt (2016), Bevölkerungsvorausschätzung der Hessen Agentur (2016).

² Hessisches Statistisches Landesamt (2016), Bevölkerungsvorausschätzung der Hessen Agentur (2016).

2.1.3 Wichtige Orte des öffentlichen Lebens

Die Gemeinde Wettenberg verfügt, gemessen an der Einwohnerzahl und Gemeindegröße, über eine gute bis sehr gute Ausstattung an Infrastruktureinrichtungen. Wichtige Orte des öffentlichen Lebens wie Schulen, öffentliche Versammlungsstätten, Sporteinrichtungen, Versorgungseinrichtungen, Sozialeinrichtungen und touristische Unterkünfte sind in Abbildung 4 verortet.



Abbildung 4 Wichtige Orte des öffentlichen Lebens³

2.1.4 Beschäftigte und Pendler

Innerhalb der Gemeinde Wettenberg sind etwa 3.000 Arbeitsplätze und vier größere Gewerbegebiete vorhanden. Zwei der Gewerbegebiete befinden sich in Krofdorf-Gleiberg und jeweils eines in den Ortsteilen Launsbach und Wißmar (vgl. Abbildung 5). Insgesamt sind ca. 1.020 Gewerbebetriebe gemeldet. Im Bereich der Gewerbegebiete befinden sich auch die größten Arbeitgeber Wettenbergs.

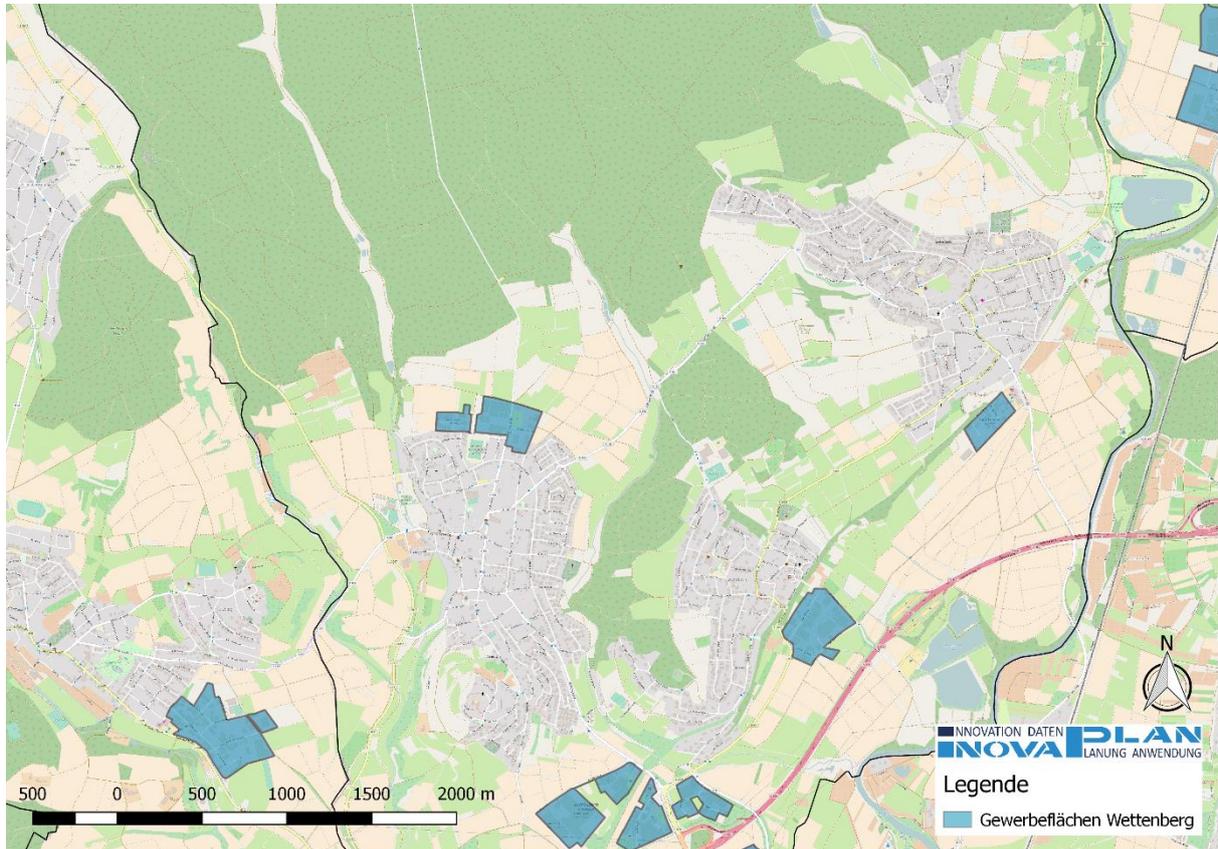


Abbildung 5 Gewerbeflächen in der Gemeinde Wettenberg³

Die Arbeitslosenzahlen in Wettenberg sind seit 2005 rückläufig und weisen ähnliche Verläufe wie die Arbeitslosenzahlen im Landkreis Gießen oder im Bundesland Hessen auf. Im selben Zeitraum stieg die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Regionalvergleich in Wettenberg jedoch stärker an, als im Landkreis Gießen und dem Land Hessen.

Die Gesamtzahl der Arbeitspendler wird in Ein- und Auspendler unterschieden. Bezogen auf den Ort haben Auspendler dabei ihren Arbeitsplatz nicht in ihrer Wohngemeinde. Wettenberg besitzt als ländlich kategorisierte Gemeinde einen Auspendlerüberschuss. Die Zahl der Auspendler liegt seit dem Jahr 2000 gleichmäßig bei knapp 3.500 Pendlern. Im zeitlichen Verlauf hat die Zahl der Einpendler dagegen in den letzten Jahren stark zugenommen und gleicht sich der Zahl der Auspendler an (vgl. Abbildung

³ Kartenmaterial: © OpenStreetMap-Mitwirkende

6). Im Jahr 2000 war die Zahl der Einpendler mit etwa 1.550 noch etwa halb so groß wie die Zahl der Auspendler. Im Jahr 2012 liegt sie mit knapp 3.000 Pendlern beinahe auf einem ähnlichen Niveau. Diese Entwicklung ist unter anderem auch auf eine erfolgreiche Gewerbeansiedlung zurückzuführen.

Insbesondere im absoluten Vergleich mit den 4.200 Arbeitnehmern⁴ in Wettenberg ist die Zahl von über 3.500 Auspendlern sehr hoch: Über 80 % der Arbeitnehmer mit Wohnort Wettenberg pendeln in eine andere Kommune.

Die hohe Zahl der Ein- und Auspendler deutet auf gute Rahmenbedingungen für Pendler von und nach Wettenberg hin. Dies ist vermutlich auf die sehr gute Anbindung an das Straßennetz, aber auch auf ein gutes ÖPNV-Angebot zurückzuführen. Zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten Pendlern kommen noch Schüler, Studenten, Beamte und Selbständige hinzu.

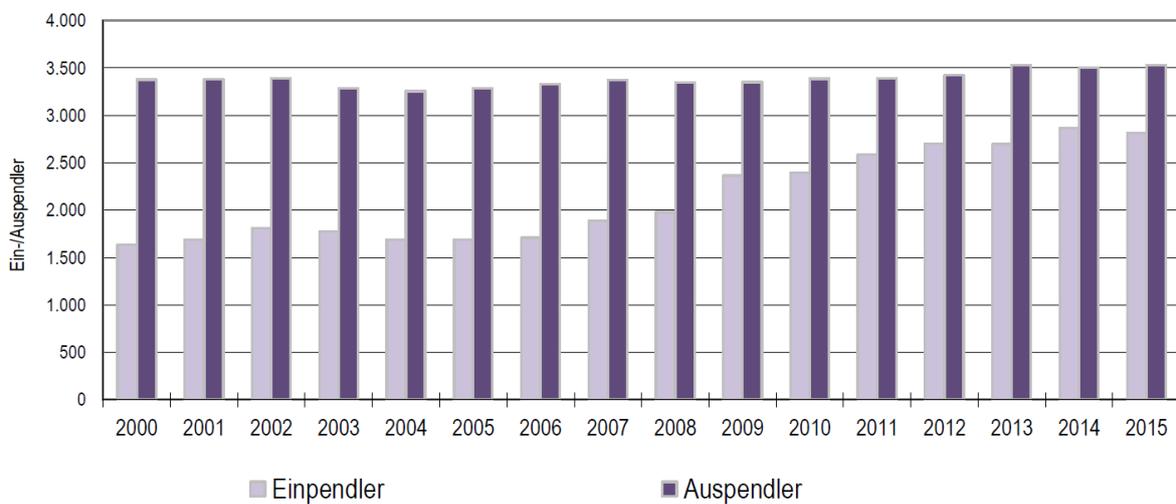


Abbildung 6 Ein- und Auspendler⁵ (Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2016), Berechnungen der Hessen Agentur)

Neben den absoluten Pendlerzahlen sind die räumlichen Verflechtungen von hoher Aussagekraft für die vorherrschende Verkehrsnachfrage, da aus diesen Daten sowohl Richtung als auch eine Größenordnung der vorherrschenden Verkehrsströme hervorgehen. Die zahlenmäßig größten Beziehungen sind in Abbildung 7 dargestellt. Insgesamt waren im Jahr 2016 3.576 Auspendler aus der Gemeinde Wettenberg und 2.925 Einpendler nach Wettenberg gemeldet. Aufgrund der geographischen Nähe und der guten verkehrlichen Anbindung bestehen vor allem sehr starke Pendlerverflechtungen in den Kreis Gießen (3.649 Ein- und Auspendler). Bereits in den etwas weiter entfernten Lahn-Dill-Kreis mit der Stadt Wetzlar nehmen die Pendlerverflechtungen (903 Ein- und Auspendler) ab. Weitere wichtige Verflechtungen bestehen zu Frankfurt, Marburg-Biedenkopf und zum Wetteraukreis.

⁴ Sozialversicherungspflichtige beschäftigte Arbeitnehmer am Wohnort Wettenberg am 30.6.2014, Hessisches Statistisches Landesamt (2016), Hessische Gemeindestatistik 2015

⁵ Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2016), Berechnungen der Hessen Agentur

Kreisebene	Absolute Anzahl der Auspendler aus Wettenberg	Anteil der Auspendler an allen Auspendlern aus Wettenberg
Gießen	2.315	65%
Lahn-Dill-Kreis	399	11%
Frankfurt am Main, Stadt	197	6%
Marburg-Biedenkopf	175	5%
Wetteraukreis	92	3%
Sonstige	398	11%

Tabelle 1 Auspendler aus der Gemeinde Wettenberg auf Kreisebene

Kreisebene	Absolute Anzahl der Einpendler nach Wettenberg	Anteil der Einpendler an allen Einpendlern nach Wettenberg
Gießen	1.334	46%
Lahn-Dill-Kreis	504	17%
Marburg-Biedenkopf	214	7%
Hamburg, Freie und Hansestadt ⁶	125	4%
Wetteraukreis	101	3%
Vogelsbergkreis	69	2%
Sonstige	578	20%

Tabelle 2 Einpendler nach Wettenberg auf Kreisebene

⁶ Dieser Wert erscheint unplausibel, ist aber so in der Statistik hinterlegt. Die Pendlerstatistik berücksichtigt aber immer den Sitz der Firma, auch wenn die Beschäftigten an anderen oder wechselnden Standorten arbeiten.

In Abbildung 7 sind die Auspendlerströme auf Gemeindeebene aufbereitet.

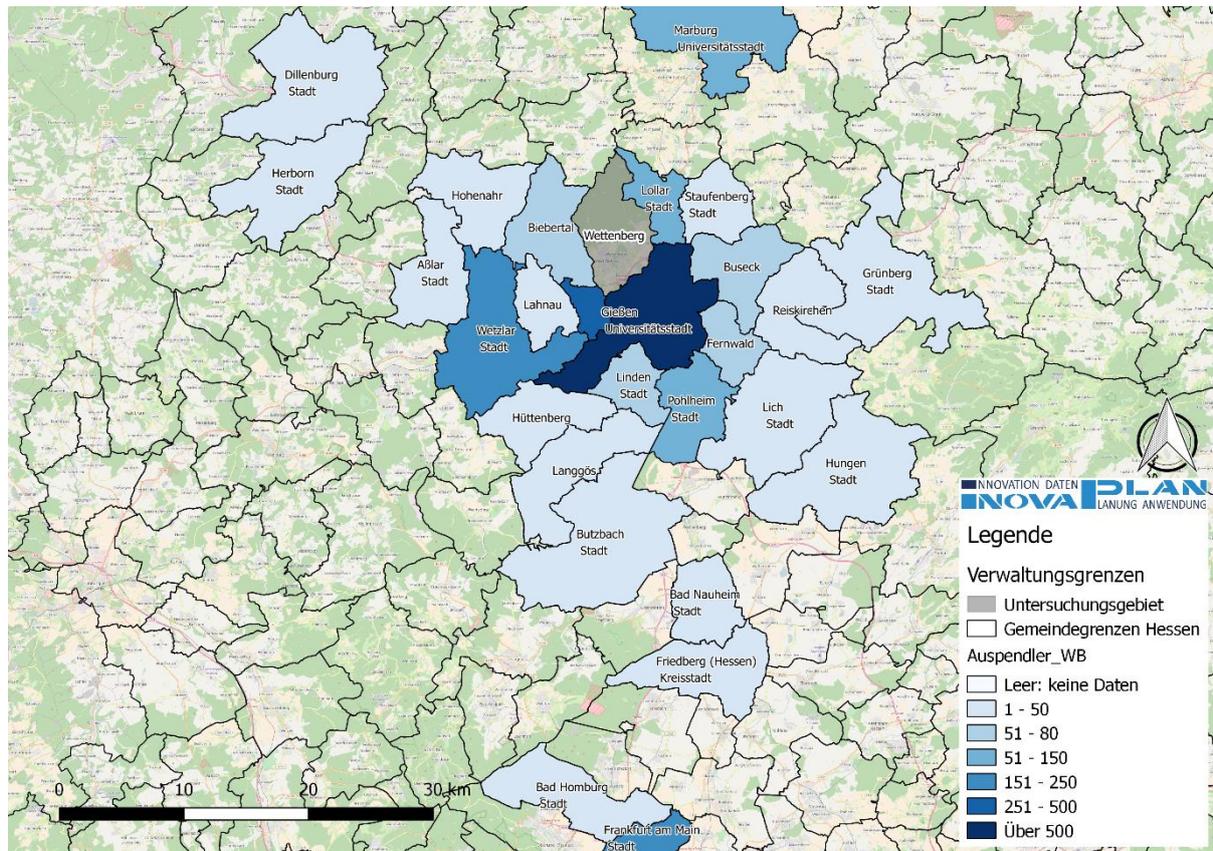


Abbildung 7 Pendlerströme und -verflechtungen der Gemeinde Wetterberg auf Gemeindeebene⁷

2.1.5 Energieversorgung

Der Gesamtenergieverbrauch der Gemeinde Wetterberg für alle Einrichtungen und Verbraucher der Stromversorgung und Heizenergie (Liegenschaften, Straßenbeleuchtung, Pumpenstrom, Ampelanlagen u. w.) liegt 2016 bei 2.855.160 kWh/2016 (2.825.971 kWh/2015) und verursacht Kosten in Höhe von 365.162,08 € (355.534,15 €/2015).

Die Wärmeversorgung der Liegenschaften der Gemeinde Wetterberg verursacht über die Hälfte des Gesamtenergieverbrauchs. Die Straßenbeleuchtung und die elektrische Versorgung der Liegenschaften verursachen zusammen knapp 40 Prozent des Stromverbrauchs. Isoliert betrachtet (unabhängig vom Wärmeverbrauch durch Erdgas) ist die Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Wetterberg mit 48 Prozent (672.849 kWh) der größte Energieverbraucher. Die öffentlichen Liegenschaften sind mit

⁷ Eigene Darstellung; Datengrundlage: Bundesagentur für Arbeit (Stichtag 30.06.2016); Kartenmaterial: © OpenStreetMap-Mitwirkende

487.153 kWh der zweitgrößte Verbraucher. Zu den größten Stromverbrauchern gehören außerdem das Freibad Wettenberg, der Friedhof Krofdorf und die Sporthallen.⁸

Die Gemeinde Wettenberg bezieht entsprechend dem Beschluss der Gemeindevertretung aus dem Jahre 2010 Strom aus regenerativen Quellen. Zurzeit wird die Gemeinde Wettenberg als Ergebnis einer europaweiten Ausschreibung von der ovag AG mit Strom versorgt.

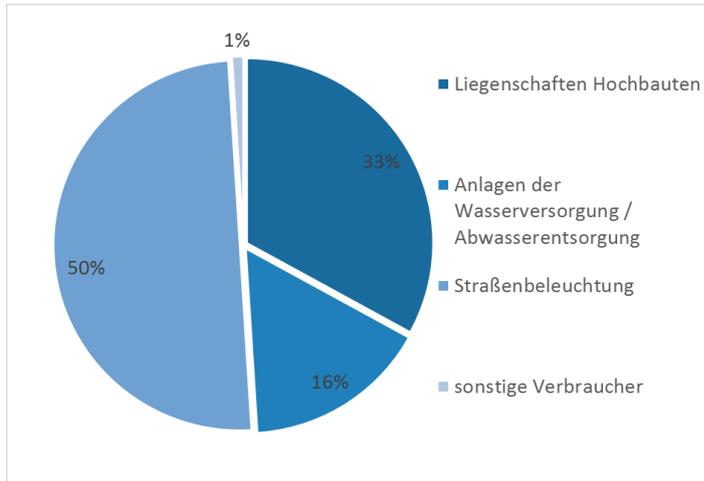


Abbildung 8 Stromverbraucher der kommunalen Einrichtungen (2016)

Der kommunale Klimaschutz ist der Gemeinde Wettenberg ein wichtiges Anliegen. Dies ist auch daran zu erkennen, dass in den letzten Jahren viele Anstrengungen unternommen wurden, um den Stromverbrauch in der Gemeinde Wettenberg kontinuierlich zu senken. Der daraus resultierende Verbrauchsrückgang der kommunalen Einrichtungen lässt sich auf das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen zurückführen. Dazu gehören neben technischen Entwicklungen unter anderem ein konsequent durchgeführtes Energiemanagement und zahlreiche Sanierungsmaßnahmen. Aber auch der seit dem Jahr 2000 aktive Wettenberger Energiebeirat trägt einen Teil zur Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs bei. Der Energiebeirat berät bei Fragen zu energiesparenden Maßnahmen, zur Umsetzung von regenerativen Energien und zur Förderung von Photovoltaikanlagen. Außerdem sensibilisiert er die Bürger für einen bewussteren Umgang mit Energie und dessen Auswirkungen auf die Umwelt.

⁸ Gemeinde Wettenberg: Energiebericht 2013

2.1.7 Fazit zur Elektromobilität in Wettenberg

Wettenberg weist sehr gute strukturelle Rahmenbedingungen für einen Einsatz von Elektrofahrzeugen auf. Im Folgenden werden die wesentlichen Aspekte der Situationsanalyse für die strukturellen Rahmenbedingungen zusammengefasst.

- Die Gemeinde Wettenberg weist eine sehr hohe Aktivität im Bereich des Umweltschutzes auf und eignet sich daher sehr gut als Profilregion für den Ausbau und die Förderung von Elektromobilität im ländlichen Raum.
- Wettenberg ist aufgrund seiner attraktiven Lage und guten Anbindung an benachbarte Zentren nicht im selben Maße vom demographischen Wandel und der Landflucht betroffen wie vergleichbare Kommunen in anderen Regionen.
- Wettenberg ist eine attraktive Wohngegend mit hoher Wohnqualität und vergleichbar niedrigen Immobilienpreisen. Dennoch ist für die Gemeinde ein attraktives Mobilitätsangebot von großer Bedeutung, um den positiven Wanderungssaldo zu erhalten.
- Gemessen an der Bevölkerung verfügt die Gemeinde über viele Ein- und Auspendler und eine gute Straßenanbindung an die Region. Die meisten Zielpunkte der auspendelnden Pendler befinden sich im Reichweitenradius für heutige Elektroautos.
- Die überwiegende Bebauung mit Ein- und Mehrfamilienhäusern lässt auf eigene Parkplätze mit Möglichkeit zur Ladung auf dem eigenen Grundstück schließen.
- In der Gemeinde sind zahlreiche Orte des öffentlichen Lebens in zentraler Lage vorhanden, die sich für potentielle Ladestationen für Elektroautos eignen würden.

2.2 Verkehrliche Rahmenbedingungen

2.2.1 Mobilitäts-Eckwerte

Das Mobilitätsverhalten ist unter anderem von der Siedlungsstruktur des Wohnortes und der Umgebung abhängig. Weitere Einflussgrößen sind das ÖV-Angebot – insbesondere das Vorhandensein von schienengebundenem ÖPNV – und die Topographie der Region. Für die Gemeinde Wettenberg stehen jedoch keine eigenen Erhebungen zur Verfügung, so dass für Mobilitätseckwerte der Bevölkerung auf Daten vergleichbarer Städte aus Datensätzen des Deutschen Mobilitätspanels (MOP) der Jahre 2010 - 2015 zurückgegriffen wurde. Für das MOP werden Personen zu ihrem Mobilitätsverhalten im Alltag und zu ihrer Pkw-Nutzung befragt. Die Auswertung der Daten erfolgte auf Haushaltsebene. Mit Hilfe dieser Informationen wurden Analogien angenommen und Rückschlüsse über das Mobilitätsverhalten in der Gemeinde Wettenberg gezogen.

Als wichtige Kriterien zur Auswahl ähnlichen Mobilitätsverhaltens dienten folgende Charakteristika:

Ähnlichkeitsmerkmale	Beschreibung Wettenberg	Beschreibung der Region um Wettenberg
Siedlungstyp	sonstige Gemeinde in verdichteten Kreisen innerhalb von verdichteten Räumen	Ober- / Mittelzentren in verdichteten Kreisen innerhalb von verdichteten Räumen
Kreistyp	verdichtete Kreise in verdichteten Räumen	
Regionstyp	verdichtete Räume mittlerer Dichte ohne große Oberzentren	
Einwohner	5.000 bis unter 20.000	2.000 bis unter 5.000 und 20.000 bis unter 50.000
Topographie	Bundesländer mit vergleichbarer Topografie: weder Küste noch Alpen	
Bahnhof/Schienehalt	kein schienengeführter ÖPNV	
Bus	Bus als ÖPNV-System	

Tabelle 3 Einordnung der Gemeinde Wettenberg in das deutsche Mobilitätspanel

Die nachfolgende Auflistung zeigt Mobilitätseckwerte für Gemeinden mit einer ähnlichen Siedlungsstruktur wie die Gemeinde Wettenberg auf:

- Der Modal Split wird vom Auto dominiert. Über zwei Drittel aller Wege werden mit dem Pkw zurückgelegt. Etwa ein Fünftel der Wege werden zu Fuß und knapp über zehn Prozent mit dem Rad zurückgelegt.
- Je Tag werden im Durchschnitt drei Wege mit dem Pkw zurückgelegt. Pro Person und Tag liegt die zurückgelegte Distanz mit dem Pkw bei ungefähr 50 Kilometern.
- Über neun von zehn Haushalten verfügen über mindestens einen Pkw. Über zwei Drittel aller Haushalte verfügen sogar über mehr als einen Pkw.
- Bei 95 Prozent befindet sich der Pkw im Besitz des Haushaltes.
- Über 70 Prozent aller Fahrzeuge sind Benziner (Super 95, Super E10, Super Plus). Etwa ein Viertel der Fahrzeuge werden mit Diesel betankt. Der Anteil an Gasfahrzeugen bewegt sich nur in einem kleinen einstelligen Prozentbereich.
- Knapp 94 Prozent der Pkw-Besitzer verfügen über eine eigene Garage oder einen eigenen Stellplatz. Nur 6 Prozent parken ihr Fahrzeug am Straßenrand.
- Die Parkplatzverfügbarkeit am Wohnort wird von knapp 90 Prozent der Anwohner als nicht schwierig eingeschätzt.
- Ähnliche Aussagen werden zur Parkplatzverfügbarkeit am Arbeits-/Ausbildungsplatz getroffen. Über 70 Prozent beurteilen die Situation als „nicht besonders schwierig“ oder „überhaupt nicht schwierig“.
- Weder Elektrofahrräder noch Carsharing-Mitgliedschaften sind in der Bevölkerung weit verbreitet.

2.2.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Die drei Ortsteile von Wettenberg sind über die Landstraßen L3093 und L3047 an die A480 und an die Region angebunden. Die Qualität der Erreichbarkeit wird durch sogenannte Isochronen dargestellt. Diese zeigen, ausgehend von einem definierten Raum, die mittleren Fahrtzeiten im Straßennetz. Abbildung 9 zeigt die Isochronen und damit die Erreichbarkeit Wettenbergs innerhalb von 90 Minuten mit dem Auto. Die angrenzenden Oberzentren wie Gießen oder Wetzlar sind in weniger als 20 Minuten erreichbar. Auffallend sind die verkehrliche Anbindung und die gute Erreichbarkeit über die vorhandenen Autobahnen in Richtung Großraum Frankfurt am Main.

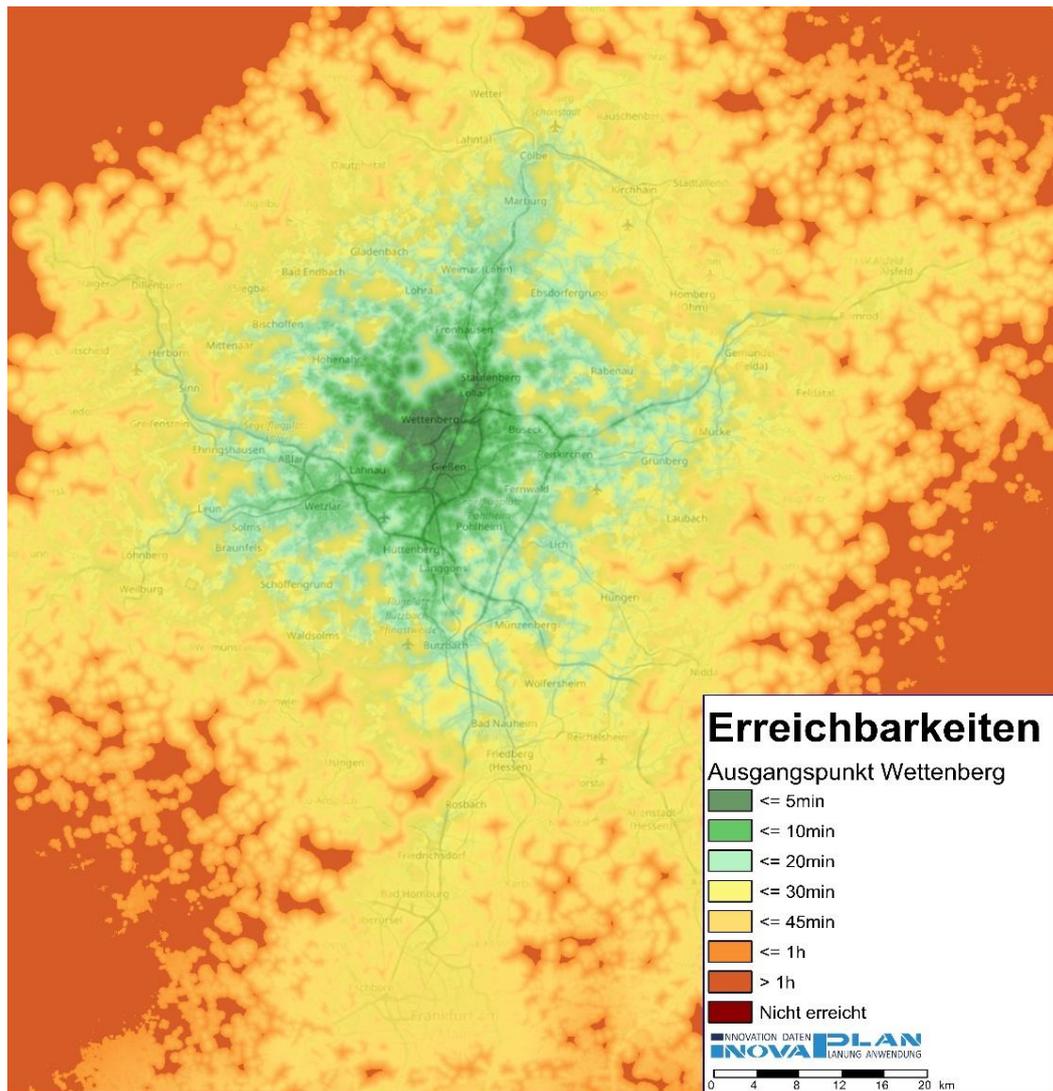


Abbildung 9 MIV-Anbindung an die Region und Erreichbarkeit (Isochronen)⁹

Die Nutzung von Carsharing verzeichnet in Deutschland in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten. Insbesondere in Kombination mit Elektromobilität haben sich in der Praxis auch in kleinen Kommunen (vgl. Kapitel 3.3.3) bereits einige Anwendungsfälle gezeigt. In der Gemeinde Wettenberg selbst ist heute kein Carsharing-Anbieter vorhanden. In Gießen sind dagegen über den Anbieter „Scouter“ 17 Fahrzeuge mit vier verschiedenen Buchungsklassen und Ausstattungsmerkmalen (Spezial, Größe S, Größe M, Größe L) an 9 Stationen verfügbar. Darunter ist auch ein Hybridfahrzeug. Bei „Scouter“ sind heute über 370 Carsharing-Nutzer registriert (Stand 11/2016). Eine Ausweitung des bereits bestehenden Carsharing-Angebots von Gießen auf Wettenberg ist daher grundsätzlich möglich.

⁹ Die Fahrtzeiten können je nach Verkehrsaufkommen abweichen. Die Abbildung zeigt Fahrtzeiten bei geringem Verkehrsaufkommen. Kartenmaterial: © OpenStreetMap-Mitwirkende

2.2.3 Öffentlicher Verkehr

Wettenberg ist mit drei Linien der Stadtwerke Gießen erschlossen. Aus Richtung Gießen trennt sich die Linienführung an der Stadtgrenze: Die Linie 801 fährt eine Schleife durch die östlichen Ortsteile Launsbach und Wißmar, die 802 fährt eine Schleife durch den westlichen Ortsteil Krofdorf-Gleiberg. Am späten Abend und frühen Morgen ersetzt die Linie 800 die Taglinien 801 und 802 und fährt eine „große Schleife“ durch alle Ortsteile, bedient dabei aber nicht alle Haltestellen.



Abbildung 10 Ausschnitt Liniennetzplan Gießen 2016

Die Linien 801 und 802 verkehren mit Gelenkbussen jeweils im 30-Minuten-Grundtakt. Auf der Stammstrecke im Stadtgebiet Gießen zwischen den Haltestellen Hochhäuser und Berliner Platz überlagern sich die Linien zu einem 15-Minuten-Takt. Der feste Grundtakt wird Montag-Freitag von 05.30 bis 19.30 gefahren. Der Betrieb der Linien erfolgt durch die Mit.Bus. Die Konzession wird in 2017 neu vergeben.

Standzeit	00:15	00:12
davon Wendezeit in der „Schleife“ Wettenberg	00:03	00:00
Umlaufdauer	01:30	01:30
Fahrplanwirkungsgrad	83%	87%

Tabelle 4 Eckwerte der Fahrpläne Linien 801 und 802 [Quelle: Fahrplan 2017]

Der Fahrplanwirkungsgrad beschreibt, wie hoch der Anteil der produktiven Fahrzeit (Fahrplan) zur gesamten Umlaufzeit inklusive Wende- und Standzeiten ist. Ein Fahrplanwirkungsgrad von unter 80 % ist tendenziell unwirtschaftlich, ein Wirkungsgrad über 90 % neigt zu Verspätungen, die häufig auch in den folgenden Umlauf eingetragen werden. Der Fahrplanwirkungsgrad für beide Linien ist daher optimal.

Für den Grundtakt sind auf jeder der beiden Linien somit drei Umläufe mit zusammen sechs Fahrzeugen erforderlich. In Gießen trennen sich die Linienverläufe 801 und 802 Richtung Süden wieder am Berliner Platz. An Sonn- und Feiertagen wird in Wettenberg derzeit ein zwei Stunden-Takt auf beiden Linien angeboten.

Die Linie 800 ersetzt die Grundlinien 801 und 802 vor deren Betriebsaufnahme bzw. nach Betriebschluss. Sie verkehrt einmal früh morgens (ab Hainweg 05.00 Uhr und spät abends ab Gießen-Markt- platz 22.24 Uhr und wieder um 22.36 Uhr, bedingt durch die Umlaufzeit nicht mit 60 Minuten Abstand). Diese Kurse bedienen in Wettenberg alle Ortsteile mit einer „großen Schleife“, fahren dabei aber nicht alle Haltestellen an. Für die Linie 800 wird ein Standardbus (12m) benötigt.

Mit den Linien 800-802 kann der Bahnhof Gießen nur mit Umsteigen am Marktplatz erreicht werden. Aus Richtung Wettenberg wird — eine Haltestelle vor dem Marktplatz — der Bahnhof Gl-Oswaldsgarten bedient. Hier kann zur Regionalbahnlinie RB41 umgestiegen werden, die halbstündlich Schwalmstadt-Treysa, Marburg und Gießen verbindet. Jeder zweite Zug der RB41 fährt bis Frankfurt, mit wenigen Unterwegshalten und somit der gleichen Reisezeit wie der RegionalExpress.

Die Fahrpläne der Busse sind nicht auf die Bahn abgestimmt, was die Nutzung der Kombination von Bussen und Regionalzügen deutlich erschwert. Nach Auskunft von Mit.Bus haben die Buslinien aus Wettenberg nur eine untergeordnete Bedeutung für Fernpendler. Diejenigen, die mit der Bahn fahren, nutzen bevorzugt die P+R-Anlage am Bahnhof Gießen. Offen ist, ob dies Ursache oder Wirkung des aktuellen Verkehrsangebots.

Schließlich gibt es den Ortsbus (Linie 82 „Bussi“), der in der Nebenverkehrszeit 09.00 Uhr bis 16.30 Uhr zur Lokalerschließung dient. Es fährt ein Kleinbus (Mercedes Sprinter) mit 2x3 Fahrtenpaaren im Stun- dentakt, mit einer zweistündigen Betriebspause in der Mittagszeit. Die Umlaufzeit beträgt 56 Minuten. Der Fahrplanwirkungsgrad von über 93 % ist aber unkritisch, weil der letzte Abschnitt (Schwimmbad–

Torstraße, 5 Minuten Fahrzeit) bedarfsabhängig bedient wird, d.h. mit Anruf spätestens 60 Minuten vor Abfahrt.

Bezüglich der Nachfrage liegen uns keine „amtlichen“ Erhebungsdaten vor. Unsere Beobachtungen an einem Tag (17. Mai 2017) zeigen, dass die Busse zu Schulbeginn bereits an der Stadtgrenze ausgelastet sind, während der Nebenverkehrszeit waren im Wettenberger Gemeindegebiet etwa 5-10 Fahrgäste in jedem Bus. Diese Größenordnung wurde von Mit.Bus grundsätzlich bestätigt.

Der Schülerverkehr besitzt einen sehr hohen Anteil an der Gesamtnachfrage. Die wichtigen Schulen in Gießen sind direkt mit den Linien 801 und 802 erreichbar (Gesamtschule GI-Ost nur mit Linie 801).

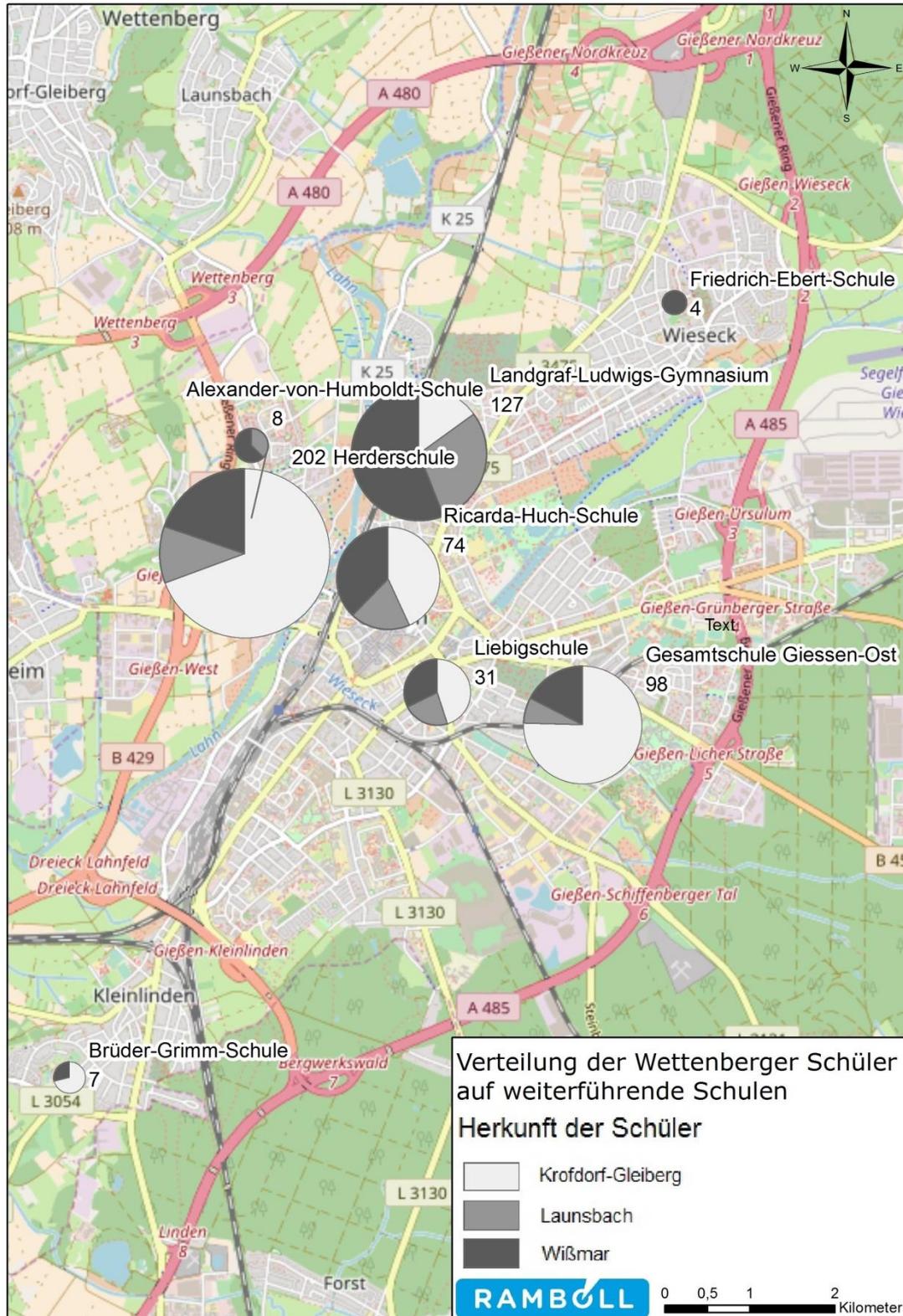


Abbildung 12 Schulen in Giessen mit Schülern aus Wettenberg

Kenngröße	Einheit	Ist		Sum
		Gelenk	Standard	
		800		
Laufleistung	Fzg-km		61,5	
Betriebszeit	Fzg-h		3,0	
Anz. Busse	[]		1	
		Einsetzer		
Laufleistung	Fzg-km		15,0	
Betriebszeit	Fzg-h		1,0	
Einsetzer gleicher Umlauf wie Linie 800, daher kein zusätzliches Fzg.				
		801		
Betriebszeit	h		16,3	
Umläufe	Fzg		3	
Strecke Umlauf	km		23,4	
Umlaufzeit	h		1,5	
Laufleistung	Fzg-km		764	
Betriebszeit	Fzg-h		49,0	
		802		
Betriebszeit	h		16,3	
Umläufe	Fzg		3	
Strecke Umlauf	km		19,0	
Umlaufzeit	h		1,5	
Laufleistung	Fzg-km		621	
Betriebszeit	Fzg-h		48,99	
Busse	Anz	6	1	7
Laufleistung	Fzg km	1385	77	1461
Betriebszeit	Std	98	4	102
Ø Fahrleistung	km/Bus	231	77	209



Abbildung 13 Kenngrößen für den Ist-Fall (Tageswerte Werktag)

Die Tabellen Kenngrößen zeigen die Eckwerte der Verkehrsbedienung: Angegeben und nach Fahrzeugtyp und Linien getrennt. Das untere Kästchen zeigt die Zusammenfassung aller Linien und rechts die Summe der Werte für alle Fahrzeugtypen.

€ p.a.	Ist			
	Gelenk	Standard	E-Std	Summe
Typ				
Anzahl	6	1	0	7
Vorhaltung (bei E-Bus o. Batt.)	183 796	21 350		205 146
Batterie	./.	./.		
Förderung BMVI	-40%			
Unterhalt / Zeit	57 600	8 400		66 000
Unterhalt / km	205 640	9 846		215 486
Energie	150 803	6 059		156 862
bei Gasbus: pauschal *	105%	627 731	47 937	675 668
Fahrpersonal		1 261 003	51 480	1 312 483
Haltstellen"insel"				
Haltstellen"insel" Instandhaltung				
Ladefra Betriebshof				
Ladefra Haltestelle				
Förderung BMVI	-40% der Investitionskosten eMob			
Kapitaldienst Investition abzügl. Förderung				
Summe Fahrzeug, Personal und Infrastruktur				1 988 151
Mehrkosten ggü. Istfall				
ø € / Bus-km				4,12



Abbildung 14 Kosten für den Ist-Fall (€ p.a.)

Die berechneten Kosten ergeben sich aus den Eckdaten und den verwendeten Sätzen. Hier sind die Kosten für alle Linien zusammengerechnet.

Für die innerörtliche Verbindung steht das Wettenger "Bussi" (Linie 82) zur Verfügung (nicht in den Kenngrößen und Kosten oben enthalten). Gemeinsam mit dem Verkehrsunternehmen Weber und dem Verkehrsverbund Gießen (VVG) wurde diese, die Ortsteile verbindende Buslinie im Jahr 1999 geschaffen. Die Verteilung der Haltepunkte gewährleistet eine gleichmäßige Erreichbarkeit der Wohngebiete in allen Ortsteilen Wettenger.

Wichtige Zielpunkte sind vor allem Arbeitsplätze in den Gewerbegebieten, Grundschulen, Gesamtschule Gleiberger Land, Einzelhandel, soziale Einrichtungen, Ärzte, Freizeitanlagen (Schwimmbad Gleiberger Land, Wißmarer See, Sporthallen, Bürgerhäuser).

2.2.4 Radverkehr

Wettenberg hat sich bereits vor über 10 Jahren ein Radverkehrskonzept erarbeiten lassen. Die daraus abgeleiteten Maßnahmen wie der Ausbau des Radwegenetzes, der Bau von Radabstellanlagen, die Beschilderung sowie Lückenschlussmaßnahmen sind heute mittlerweile umgesetzt.

Innerhalb der Ortslagen sind keine straßenbegleitenden Radwege vorhanden. Zwischen den Ortsteilen Wißmar und Lollar besteht ein ausgewiesener Fahrradweg, der speziell von Arbeitnehmern aus Wißmar, die im Gewerbegebiet beschäftigt sind, genutzt wird. Parallel zu den ortsteilverbindenden Straßen sind häufig straßenbegleitende landwirtschaftliche Wege vorhanden. Allerdings besteht kein vollständiger Lückenschluss des Radwegenetzes.

Wettenberg liegt in unmittelbarer Lage zu einigen touristischen Radwanderwegen oder wird von diesen tangiert. Dazu zählen:

- Lahntalradweg (Marburg – Gießen – Wetzlar)
- Gießen-Umfahrung (Umfahrungsmöglichkeit von Gießen für den Lahnradtalweg (Launsbach – Gleiberg – Abendstern)
- Gleiberg-Route (Rundweg, Frankenbach – Wißmar – Krofdorf-Gleiberg – Heuchelheim)
- Regionalweg 44 (Heuchelheim – Gießen – Wißmar – Lollar)
- Regionalweg 32 (Gießen – Marburg über Wettenberg – Krumbach – Lohra)
- Hess. Radfernweg R6 (Wetzlar – Gießen – Buseck)
- Hess. Radfernweg R7 (Wetzlar – Gießen – Lauterbach)

Ähnlich im Aufschwung wie Carsharing sind auch BikeSharing-Angebote. Das flexible Ausleihen von E-Bikes und Pedelecs an Touristen oder (E-)Lastenräder an Gewerbe gegen Entrichtung einer Gebühr hat sich bereits in vielen Kommunen bewährt. Anbieter von öffentlich zugänglichen BikeSharing-Systemen sind heute weder in Wettenberg noch im nahe gelegenen Gießen vorhanden.

2.2.5 Vorhandene Ladeinfrastruktur

Eine flächendeckende Ladeinfrastruktur ist für eine regelmäßige Nutzung von E-Fahrzeugen von elementarer Bedeutung. Die Gemeinde Wettenberg verfügt bislang jedoch nur über zwei öffentliche Ladesäulen für Elektroautos. Die nächstgelegenen Ladepunkte befinden sich im benachbarten Gießen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über alle öffentlich zugänglichen Ladestationen im Umkreis von 25 Kilometern um die Gemeinde Wettenberg.

Nr.	Betreiber	Adresse	Anzahl und Stecker	Geeignet für
1	BELECTRIC Drive GmbH	Nassaustraße 18 35745 Herborn	2 x Typ2 (22kW)	E-Autos
2	Autohaus Hoch GmbH & Co	Bahnhofstrasse 16 - 18 35075 Gladenbach	1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos
3	Stadtwerke Marburg GmbH	Heinrich Naumann Weg 2 35102 Lohra	1 x Typ2 (11kW) 1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
4	Stadtwerke Marburg GmbH	Bahnhofstraße 44 35112 Fronhausen	1 x Typ2 (11kW) 1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
5	Stadtwerke Marburg GmbH	Dreihäuser Straße 14 35085 Ebsdorfergrund	1 x Typ2 (11kW) 1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
6	DEKRA Automobil GmbH	An der Hessenhalle 9 35398 Gießen	1 x Typ2 (11kW) 1 x Schuko (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
7	WAHL-GROUP (Autohaus)	Gottlieb-Daimler-Str. 1 35398 Gießen	2 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder
8	Stadtwerke Gießen	Lahnstraße 31 35398 Gießen	2 x Typ2 (22kW) 1 x Schuko (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
9	Stadtwerke Gießen	Ringallee 12 35390 Gießen	2 x Typ2 (22kW) 1 x Schuko (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
10	WAHL-GROUP (Autohaus)	An der Automeile 10 35394 Gießen	1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder
11	ovag Energie AG	An der Automeile (Riversplatz) 2 Gießen	1 x Typ2 (11kW) 1 x Typ2 (22kW) 1 x Schuko (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder
12	Asklepios Klinik Lich GmbH	Goethestraße 4 35423 Lich	1 x Typ2 (22kW)	E-Autos
13	EDEKA Adler	Am Wall 31 35423 Lich	1 x Typ2 (22kW)	E-Autos
14	LVM Versicherungsagentur Ulli M. Scholz	Oberstadt 53 35423 Lich	1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos
15	Walz Gebäudetechnik GmbH	Hungener Straße 62 35423 Lich	1 x Typ2 (22kW)	E-Autos
16	EDEKA Adler	Carl-Benz-Ring 6-8 35423 Lich	1 x Typ2 (22kW)	E-Autos
17	Sporthotel Grünberg	Am Tannenkopf 1 35305 Grünberg	1 x Typ2 (22kW) 1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos
18	Bender GmbH & Co. KG	Carl-Benz-Str. 8 35305 Grünberg	1 x Typ2 (3.7 kW)	E-Autos

19	Tesla Supercharger	Gottesrain 2 35325 Mücke	6 x Tesla Supercharger (120 kW)	E-Autos
20	RWE Effizienz GmbH	Sankt-Ulrich-Ring 13 (Rathaus) 35428 Langgöns	2 x Typ2 (22kW)	E-Autos
21	Stadtwerke Gießen	Ludwigstraße 31 35415 Pohlheim-Watzenborn	2 x Typ2 (22kW) 1 x Schuko (3.7 kW)	E-Autos E-Motorräder E-Fahrräder

Tabelle 5 Übersicht über öffentliche Ladestationen von Wettenberg (Umkreis 25 Kilometer)¹⁰

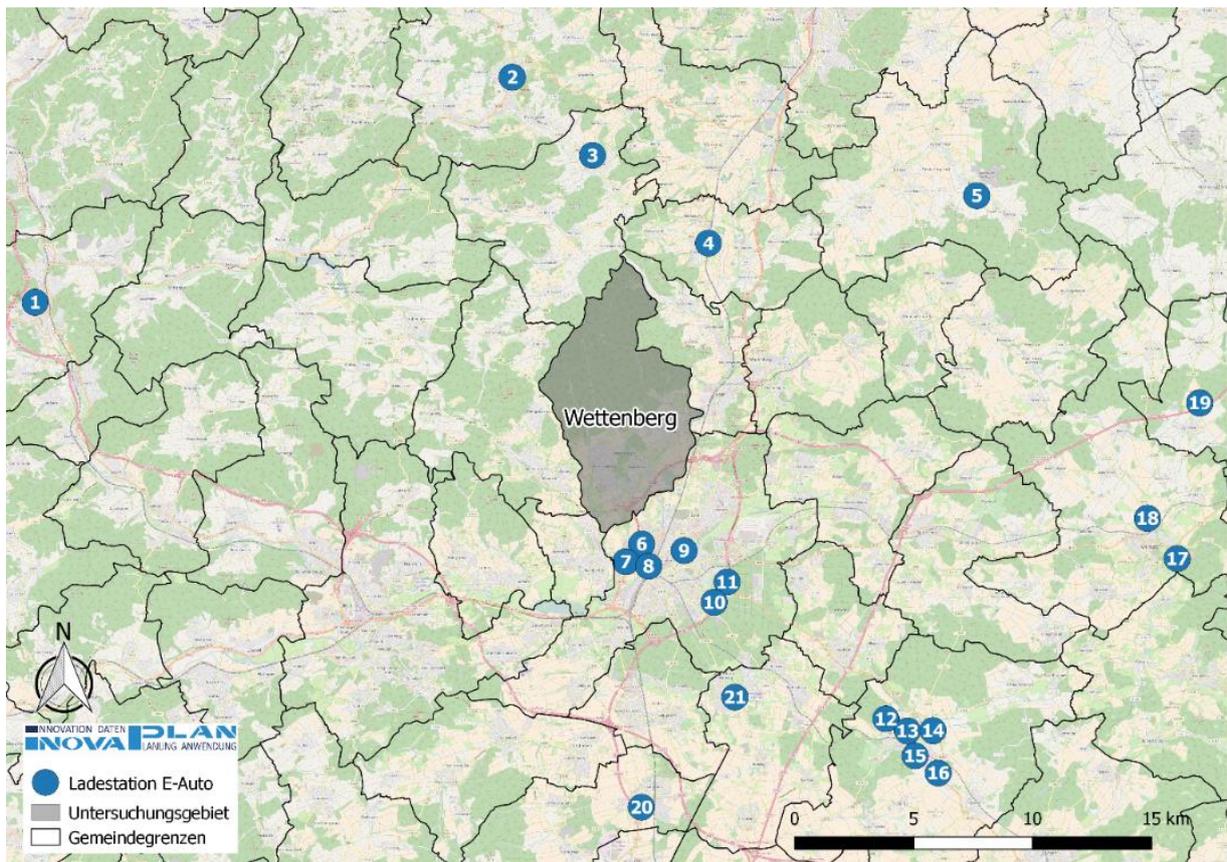


Abbildung 15 Verortung der öffentlichen Ladestationen im Umkreis von 25 Kilometer um Wettenberg¹²

¹⁰ Quelle: www.e-tankstellen-finder.com

2.2.6 Parkflächen

Aufgrund der heutigen Bebauung verfügen die meisten Anwohner in Wettenberg über einen privaten Parkplatz. Allerdings wird besonders im Bereich des Gleibergs und der Schulen von Seiten der Wettenberger Bürgerinnen und Bürger ein hoher Parkdruck angemerkt.¹¹

Große gewerbliche und öffentliche Parkflächen befinden sich in den Gewerbegebieten, im Bereich der Sporthallen und am Launsbacher See. Zudem ist auf der Gemarkung Wettenberg entlang der A480 ein größerer Autobahnparkplatz vorhanden („Parkplatz Silbersee“). Abbildung 16 zeigt eine Übersicht der öffentlichen Parkflächen.

In Wettenberg sind heute keine kostenpflichtigen Parkplätze oder Parkhäuser vorhanden.

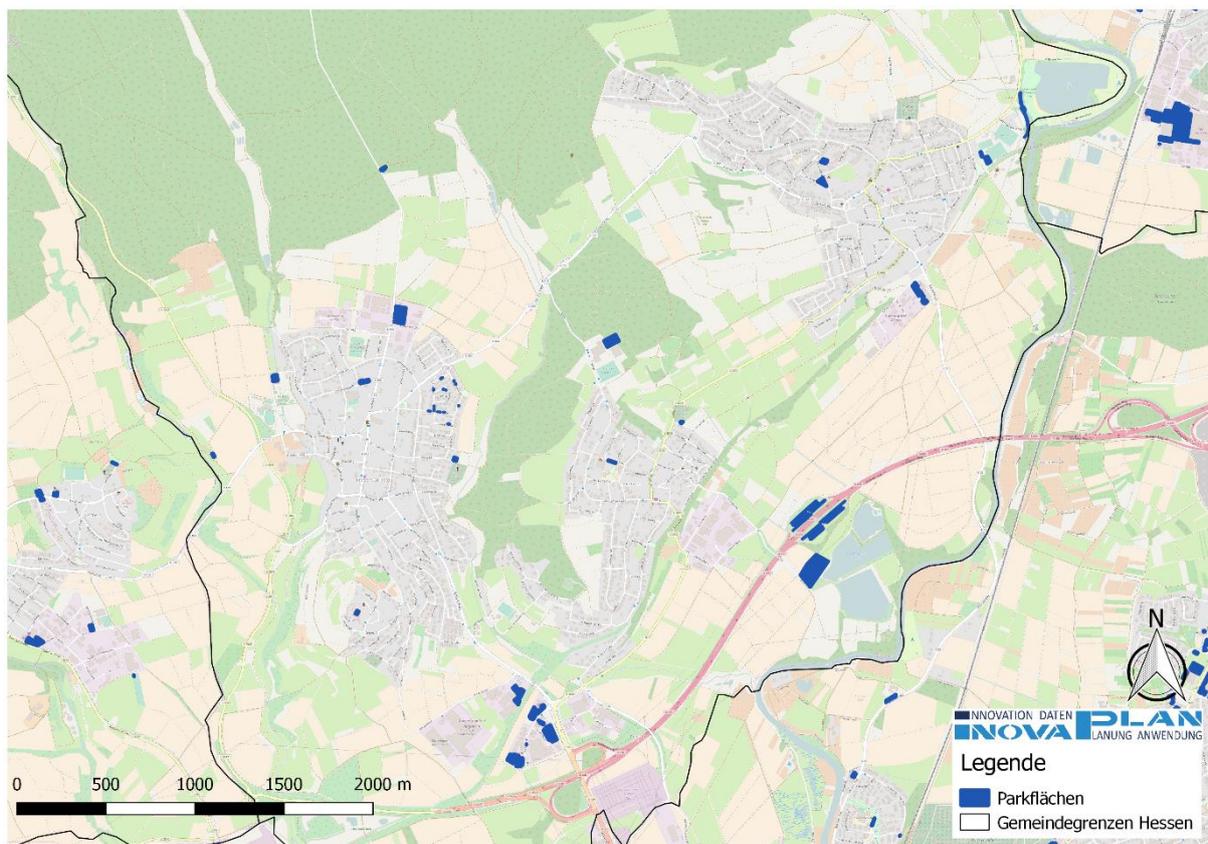


Abbildung 16 Übersicht über halb-öffentliche und öffentliche Parkflächen¹²

¹¹ Gemeinde Wettenberg: Integriertes Kommunales Entwicklungskonzept der Gemeinde Wettenberg (IKEK)

¹² Kartenmaterial: © OpenStreetMap-Mitwirkende

2.2.7 Private und kommunale Pkw-Flotte

Privater Kraftfahrzeugbestand

Auch wenn die Zahl der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen in Deutschland im internationalen Vergleich bislang gering ist, steigt die Anzahl kontinuierlich an (vgl. Abbildung 17). Gemessen an den im Mittel ca. 260.000 monatlichen Neuzulassungen (alle Pkw) haben Elektroautos lediglich einen geringen Anteil von 0,6 Prozent. Im gesamten Jahr 2016 wurden bundesweit etwa 11.400 Elektrofahrzeuge und 48.000 Hybridfahrzeuge neu zugelassen. Damit ist die Zahl der Neuzulassungen von Fahrzeugen mit einem elektrischen Antrieb auf einem neuen Höchststand. Der Anteil von Hybridfahrzeugen (PHEV¹³) übersteigt den Anteil der reinen Elektrofahrzeuge (BEV¹⁴) jedoch um ein Vielfaches.¹⁵

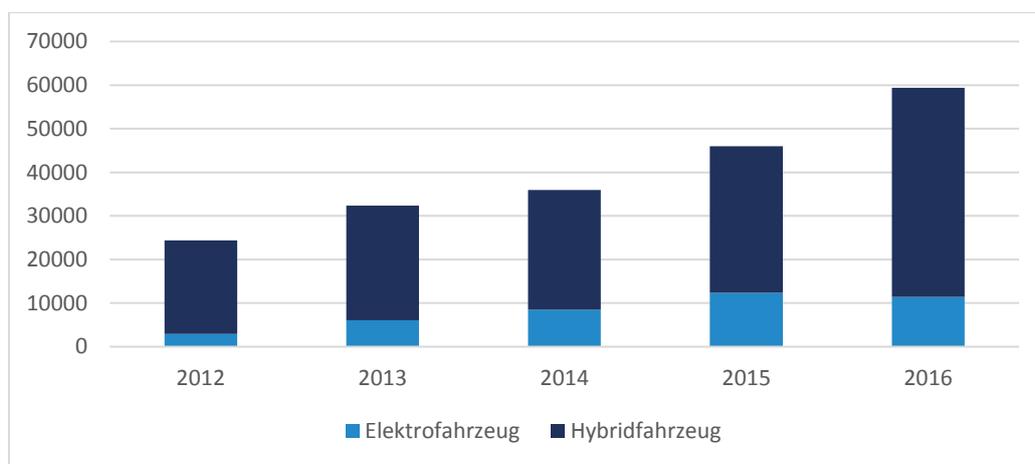


Abbildung 17 Neuzulassungen von Elektro- und Hybridfahrzeugen in Deutschland im zeitlichen Verlauf

Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Elektromobilitätskonzepts liegen keine gesonderten Auswertungen für die Anzahl von Elektro- oder Hybridfahrzeugen für die Gemeinde Wettenberg vor. Hochrechnungen der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen, gemessen am Anteil der Neuzulassungen in ganz Deutschland, erlauben eine ungefähre Abschätzung des heutigen Bestands in der Gemeinde Wettenberg. Aktuell sind nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes in der Gemeinde etwa 7.364 Pkw und 772 Krafträder gemeldet. Gemessen am Zulassungsanteil von aktuell ca. 0,5 Prozent an Elektrofahrzeugen und knapp 2 Prozent an Hybridfahrzeugen am Anteil aller Neuzulassungen, ergibt sich nach rein mathematischer Hochrechnung ein Bestand von etwa 5 Elektrofahrzeugen und ca. 20 Hybridfahrzeugen¹⁶.

¹³ PHEV: Plug-in-Hybrid („plug-in hybrid electric vehicle“)

¹⁴ BEV: Reines Elektroauto („battery electric vehicle“)

¹⁵ Kraftfahrtbundesamt (KBA). Keine Berücksichtigung von Besitzumschreibungen und Abmeldungen.

¹⁶ Stand März 2017

Kommunale Fahrzeugflotte

Die kommunale Fahrzeugflotte (vgl. Tabelle 6) der Gemeinde Wettenberg umfasst insgesamt 15 Fahrzeuge und verteilt sich auf die Einrichtungen der Sozialstation und des Betriebshofes. Das Durchschnittsalter der gesamten Flotte beträgt ca. 7 Jahre. Die durchschnittliche tägliche Fahrleistung schwankt dabei nur gering und beträgt im Mittel ca. 30 Kilometer. Die Jahresfahrleistung der einzelnen Fahrzeuge summiert sich auf Werte zwischen 6.000 und 16.500 Kilometern.

Einrichtung	Fahrzeug	Fahrzeugtyp	Baujahr	Durchschnittliche tägliche Fahrleistung [km]	Jahresfahrleistung [km]
Sozialstation	VW Polo	Kleinwagen	2014	20	7.300
Sozialstation	VW Polo	Kleinwagen	2016	20	7.300
Sozialstation	VW Polo	Kleinwagen	2007	22	8.030
Sozialstation	VW Polo	Kleinwagen	2016	17	6.205
Sozialstation	VW Polo	Kleinwagen	2016	28	10.220
Sozialstation	Renault Modus	Minivan	2008	21	7.665
Betriebshof	VW LT-35 Kipper	Nutzfahrzeug	2002	45	16.425
Betriebshof	Opel Movano Kipper	Nutzfahrzeug	2016	31	11.315
Betriebshof	VW Crafter Kipper	Nutzfahrzeug	2008	48	17.520
Betriebshof	Renault Trafic	Kompaktvan	2003	30	10.950
Betriebshof	Opel Zafira	Kompaktvan	2008	35	12.775
Betriebshof	Citroen Berlingo	Kleintransporter	2007	44	16.060
Betriebshof	Renault Kangoo	Kleintransporter	2009	25	9.125
Betriebshof	Fiat Doblo	Leichtes Nutzfahrzeug	2010	20	7.300
Betriebshof	Opel Movano Kipper	Nutzfahrzeug	2015	32	11.680

Tabelle 6 Kommunale Fahrzeugflotte

Darüber hinaus verwenden einige Mitarbeiter auch ihre Privatfahrzeuge für Dienstfahrten. Dies betrifft Tätigkeiten aus den Bereichen und Abteilungen der Gemeindeverwaltung, Straßenverkehrsbehörde, der Bauämter Hochbau und Tiefbau, Botendienste, Kinder und Jugendbüro, Umweltabteilung, Personal, Familie und Demographie und Finanzverwaltung. Mit Ausnahme der Fahrten zu Schulungen und Fortbildungen handelt es sich bei den meisten Fahrten um Fahrten innerhalb der Gemeinde Wettenberg selbst oder um Fahrten zu Baustellen in der näheren Umgebung. In Summe nutzten die Mitarbeiter der kommunalen Verwaltung ihre Privatfahrzeuge für etwa 24.000 Kilometer/Jahr für Dienstfahrten. Über 40 Prozent der Fahrzeugkilometer (ca. 10.000 Kilometer/Jahr) der als Dienstwagen genutzten Privatfahrzeuge kommen durch Fahrten des Bürgermeisters zustande.

2.2.8 Fazit zur Elektromobilität in Wettenberg

Wettenberg weist neben den guten strukturellen Rahmenbedingungen auch sehr gute verkehrliche Rahmenbedingungen für einen vermehrten Einsatz von Elektrofahrzeugen auf. Im Folgenden werden die wesentlichen Aspekte für die verkehrlichen Rahmenbedingungen zusammengefasst.

- Durch eine sehr gute Straßenanbindung ist die Gemeinde Wettenberg gut an die Region und die angrenzenden Oberzentren angebunden (Fahrzeit von unter 60 Minuten).
- Die Verkehrsmittelnutzung ist in Wettenberg stark auf den Pkw ausgerichtet. Entsprechend werden die meisten Wege mit dem Pkw zurückgelegt.
- Öffentlicher Verkehr und Radverkehr spielen für die Schüler eine bedeutende Rolle.
- Im benachbarten Gießen ist heute bereits ein Carsharing-Anbieter vorhanden. Eine schrittweise Ausweitung des Angebots auf Wettenberg ist dadurch grundsätzlich möglich.
- Aufgrund des topographischen Profils der Region, der Radverkehrsinfrastruktur der benachbarten Kommunen und der vorhandenen touristischen Radwanderwege bietet sich der Einsatz von Elektrofahrzeugen („Pedelecs“) im Bereich von Privat-, Arbeits- und Freizeitwegen an.
- Zudem eignet sich die Gemeinde wegen Ihrer kurzen Entfernungen und hügeligen Topographie auch für den Einsatz von Elektro-Lastenräder.
- Die meisten Haushalte mit Pkw verfügen über eigene Stellflächen und Garagen.
- Öffentliche Parkflächen befinden sich vor allem im Bereich der Gewerbegebiete und öffentlichen Einrichtungen.
- Die tägliche Fahrleistung und die Nutzungsprofile der kommunalen Fahrzeugflotte entsprechen dem Wegestreckenprofil für Elektrofahrzeuge. Insbesondere die Kleinwagen der Sozialstation eignen sich für den Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen.
- Auch die meisten Dienstfahrten der kommunalen Verwaltung, die bisher mit dem Privatfahrzeug zurückgelegt werden, werden von der Reichweite eines Elektrofahrzeugs abgedeckt.
- Die meisten Fahrzeuge aus der kommunalen Flotte, insbesondere die Kleinwagen, eignen sich aufgrund ihres Fahrprofils für die Nutzung von Elektrofahrzeugen.

3 Überblick zur Elektromobilität

3.1 Status Quo zur Elektromobilität

Überblick zum Markthochlauf

Die Elektromobilität in Deutschland befindet sich derzeit noch in einer sehr frühen Phase des Markthochlaufs. Dennoch sind die Marktanteile am gesamten Pkw-Bestand während der letzten Jahre deutlich gewachsen. Die weitere Entwicklung unterliegt zahlreichen Einflussfaktoren, deren zukünftiger Verlauf zum heutigen Zeitpunkt teilweise noch ungewiss ist. Dazu zählen, neben dem technischen Fortschritt (z.B. Akkutechnologie, Ladetechnik, Antriebstechnologie), auch politische Absichten, Zielsetzungen und Förderungen.

Die sogenannte „Reichweitenangst“, Anschaffungskosten sowie die Unsicherheit in Bezug auf die Lebensdauer und Haltbarkeit der Batterie sind heute aus Sicht der potentiellen Nutzer von Elektrofahrzeugen die größten Hemmnisse für die Anschaffung eines Elektroautos. Darüber hinaus spielen Aspekte der Gewohnheit eine Rolle; beispielsweise geht ein Großteil der potenziellen Nutzer davon aus, dass Fahrten mit einem E-Pkw aufwendiger geplant werden müssen und somit die vorhandene Flexibilität, die ein Verbrenner zurzeit bietet, verloren geht. Auch eine Befragung der heutigen Nutzer von Elektromobilität zeigt, dass die Befragten mit dem aktuellen Entwicklungsstand der Ladeinfrastruktur sehr unzufrieden sind. Darüber hinaus wurde in Umfragen angemerkt, dass die derzeitigen Zugangs- und Bezahlssysteme zu bürokratisch seien und das spontane Stromladen erschweren. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass davon auszugehen ist, dass diese Aspekte aufgrund der am 12. Mai 2017 ergänzten Vorgaben der Ladesäulenverordnung zukünftig in den Hintergrund treten werden. Die ergänzte Ladesäulenverordnung schreibt vor, dass der Ladesäulenbetreiber eine der vier folgenden Varianten für punktuellen Laden ermöglichen muss:

1. Laden ohne Authentifizierung, kostenlos
2. Laden ohne Authentifizierung, bargeldbasiert
3. Bargeldloses Laden, kartenbasiert
4. Bargeldloses Laden, webbasiert

Die Verordnung schafft somit eine Grundlage für ein diskriminierungsfreies Laden und gibt den Nutzern und Betreibern mit einheitlichen Standards für Stecker und Ladeleistung eine größere Verlässlichkeit. Für einen erfolgreichen Markthochlauf erscheint daher der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Kombination mit einem einfachen Zugangs- und Abrechnungssystem sinnvoll. Dabei ist es wichtig, dass der Ausbau zielgerichtet und abgestimmt erfolgt, beispielsweise indem auch bereits vorhandene Ladestationen und zukünftige Bedarfe in die weitere Planung einbezogen werden.

Der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur nimmt allmählich Fahrt auf. Mitte 2016 waren in Deutschland bereits knapp über 6.500 öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge verfügbar. Hessen bewegt sich im nationalen Vergleich mit 622 Ladepunkten leicht über dem deutschen Durchschnitt. Der Anteil der Schnellladepunkte lag in Deutschland unter 5% (230 Schnellladepunkte). Allerdings muss kritisch hinzugefügt werden, dass die heutigen Zugänge zu Lademöglichkeiten deutlich unter den Zielvorgaben liegen, welche die Nationale Plattform für Elektromobilität für das Jahr 2020 definiert hat. Demnach soll es in Deutschland im Jahr 2020 43.000 Ladepunkte, darunter 7.000 Schnellladepunkte, geben.

Reichweite

Die Reichweite eines Elektroautos ergibt sich aus der Kombination der maximal speicherbaren Energie der Batterie sowie dem Energieverbrauch, auf den verschiedene Faktoren Einfluss nehmen. In der Praxis schwankt die Reichweite entsprechend stark in Abhängigkeit von den äußeren Rahmenbedingungen und dem tatsächlichen Fahrverhalten sowie von Gewichtszuladung, zusätzlichem Leistungsbedarf von Nutzeraggregaten (Heizung, Radio, Entertainment, Komfortfunktionen) und Streckenprofil (Topographie, Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeiten). Die Batteriekapazität der meisten heutigen Fahrzeuge liegt zwischen 20 und 40 KWh. Der Hersteller Tesla bildet mit Kapazitäten mit bis zu 90 KWh eine Ausnahme.

In Zukunft werden sinkende Batteriekosten und steigende Energiedichten zu einer besseren Wirtschaftlichkeit und dadurch auch zu einer breiteren Marktdiffusion von Elektroautos führen. Eine Verbesserung der Batteriespeichertechnologien wird ebenfalls in absehbarer Zeit zu höheren Reichweiten und längeren Batterielebensdauern führen.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit eines Elektroautos hängt vom jeweiligen Einsatzszenario und weiteren Faktoren (z.B. Ladesituation, Fahrzeugtyp etc.) ab. Bislang fällt die Wirtschaftlichkeit von Elektroautos im Vergleich zu Verbrennern insbesondere aufgrund höherer Anschaffungskosten und höherem Wertverlust vergleichsweise schlecht aus. Hingegen sind aber die Verbrauchskosten (Strom statt Benzin/Diesel) je gefahrenem Kilometer niedriger. Die nachfolgende Tabelle 7 gibt einen Überblick über verschiedene Kostenkategorien im Vergleich von konventionellen Verbrennungsfahrzeugen gegenüber Elektroautos.

Kostenkategorie	Verbrenner	Elektroauto
Anschaffungspreis/Wertverlust	+	-
Kfz-Steuer	-	+
Versicherung	O	O
Kraftstoff-/Stromkosten	-	+
Wartung	-	+
Reparaturen	-	+
Reifen, Pflege	O	O

Tabelle 7 Überblick über Kostenkategorien Verbrenner und Elektroauto im Vergleich

3.2 Status Quo zur Ladeinfrastruktur

Technische Grundlagen

Elektrofahrzeuge können mit verschiedenen Modi geladen werden. Diese umfassen die Ladung mit Wechsel- und Gleichstrom mit jeweils unterschiedlichen Ladeleistungen. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die auf dem Markt vorhandenen Lademöglichkeiten.

Ladeverbindungen	AC-Laden Schuko	CEE Laden Schuko	AC-CEE Laden Wallbox (home & public)	AC-Laden „Intelligente Ladesäule“	Induktives Laden DC	Schnellladung
Lademodus	1	2	3		5	4
Abrechnungsverfahren	Nein		Nein	Ja	Ja	Ja
	AC					
Leistung	max. 1ph 16 A (3,7 kW) max. 3ph 16 A (11 kW) max. 3ph 32 A (22kW) SAE 2ph 80A		max. 1ph 16 A (3,7 kW) max. 3ph 63 A (43,5 kW) SAE 2ph 80A		2...5 kW	DC low 38 kW DC high 170 kW
Ladezeit	Einige Stunden, abhängig von der Kapazität des HV-Speichers im Fahrzeug					Mind. 30 min. für Vollladen je nach Leistung

Tabelle 8 Übersicht über die Lademodi

Wechselstromladepunkte (AC) mit einer Ladeleistung bis 3,7 kW (230 V, 10 bzw. 16 A, 1-Phase) sind für Normalladen ausgelegt. Zum Laden genügen einfache Haushaltssteckdosen (Schuko) oder Industriestecker (CEE). Der Ladevorgang dauert je nach Kapazität allerdings zwischen acht und 15 Stunden bis zur Vollladung. Entsprechend eignen sich in erster Linie vor allem private Stellplätze am Wohnort (Carpport, (Tief-)Garage) oder Arbeitsort, an denen eine Ladung über Nacht oder während der Arbeitszeit möglich ist.

Wechselstromladepunkte können auch leistungsfähiger gestaltet werden, wenn die Ladeleistung mit bis zu 22 kW (400 V, 32 A, 3-Phasen) größer ausgelegt wird. Eine Vollladung benötigt dann nur noch bis zu drei Stunden. Eine derartige Ladeinfrastruktur eignet sich entsprechend sowohl für den Privatbereich als auch den halböffentlichen und öffentlichen Bereich. Infrastruktureitig ist dazu eine Wallbox¹⁷ oder Ladesäule mit einem Ladestecker (z.B. Typ2) notwendig.

Für ein Zwischenladen bieten sich Standorte an, an denen die Nutzer mindestens 20 Minuten verweilen, wie etwa Parkplätze von Supermärkten oder Freizeiteinrichtungen. Gleichstromladepunkte (DC) mit einer Ladeleistung von 50 kW (500 V, 125 A und höher) eignen sich für Schnellladungen und den Einsatz an Stromtankstellen entlang von Autobahnen und Fernstraßen.

Schnellladung unter Gleichstrom stellt größere Anforderungen an die technische Infrastruktur als Wechselstromladepunkte.

Die in Deutschland am weitesten verbreiteten Ladestecker sind folgende:

- Typ-2-Wechselstromstecker (laut Ladesäulenverordnung Standard für Wechselstromladen)
- CCS-Stecker (laut Ladesäulenverordnung Standard für Wechselstromladen, kompatibel mit Gleichstrom)
- ChaDeMo (vor allem verbreitet unter japanischen Herstellern)

Preisentwicklung Ladeinfrastruktur

Ladeinfrastruktur für Gleichstrom ist aufgrund der höheren Anforderungen viel teurer als Wechselstromladeinfrastruktur. Insbesondere die Investitionen in Netzanschluss und Trafostationen sind kostenintensiver. Aktuelle Förderprojekte beziffern die Kosten für eine DC-Ladesäule je nach Standort zwischen 20.000 und 30.000 €. Je nach örtlichen Gegebenheiten können die Errichtungskosten aber auch deutlich höher liegen. Vor allem Schnellladesäulen werden in der Phase des Markthochlaufs aufgrund der hohen Investitionskosten und laufenden Kosten sowie der geringen Auslastung nicht wirtschaftlich betrieben werden können, weshalb für diese Übergangsphase finanzielle Förderungen notwendig sind.

¹⁷ Wallbox ist eine Bezeichnung für eine intelligente Wandladestation nach IEC 62196. Eine Wallbox arbeitet in der Regel mit 400 Volt und 16 bzw. 32 Ampere. Einige Wallboxes besitzen einen integrierten Stromzähler.

Die folgende Tabelle 9 bietet einen Überblick über die Kosten für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für das Jahr 2020.

Ladetechnik	Smarte Ladebox		Ladesäule		Ladesäule	
Spannungstyp	Wechselstrom (AC)		Wechselstrom (AC)		Gleichstrom (DC)	
Ladeleistung (kW)	> 3,7 kW		11 oder 22 kW		50 kW	
	2015	Prognose 2020	2015	Prognose 2020	2015	Prognose 2020
Hardware komplett, inkl. Kommunikation und Smart Meter	1.200 €	700 €	5.000 €	2.500 €	25.000 €	15.000 €
Netzanschlusskosten	0 – 2.000 €	0 – 2.000 €	2.000 €	2.000 €	5.000 €	5.000 €
Genehmigung/Planung/Standortsuche	500 €	500 €	1.000 €	1.000 €	1.500 €	1.500 €
Montage/Baukosten/Beschilderung	500 €	500 €	2.000 €	2.000 €	3.500 €	3.500 €
Investitionskosten	2.200 €	1.700 €	10.000 €	7.500 €	35.000 €	24.000 €
Laufende Kosten / Jahr	1.000 €	500 €	1.500 €	750 €	3.000 €	1.500 €

Tabelle 9 Schätzungen zu Kosten öffentlicher Ladeinfrastruktur¹⁸

Die meisten Elektroautos sind bislang noch nicht serienmäßig für schnelles Laden ausgerüstet. Ausnahmen bilden japanische Fabrikate und der Hersteller Tesla. Diese Hersteller rüsten die Fahrzeuge mit entsprechenden Anschlüssen von vorneherein aus. Die Hersteller der wenigen Autos mit der Möglichkeit zur CCS-Ladung, die auf dem Markt sind, verlangen für die entsprechende Ausstattung einen relativ hohen Aufpreis. Doch auch die Wechselstrom-Ladepazitäten der heute verfügbaren Fahrzeuge sind bislang noch begrenzt. Einige Elektroautos bieten alternativ eine serienmäßige Ladeoption für zweiphasiges AC-Laden an, so dass ihre Batterien in einer Stunde zum Beispiel 7,4 statt 3,7 kWh Strom aufnehmen können. Allerdings führt dies zu Problemen von Schiefasten im Stromnetz, da dabei eine AC-Phase ungenutzt bleibt. Insbesondere wenn mehrere Fahrzeuge diese Option nutzen würden, würden sich diese Probleme verstärken. Wichtig ist, dass Ladesäulen nachrüstbar sind, beispielsweise indem netzseitig und bei der Leitungsverlegung von vorneherein die Voraussetzungen für zukünftige Kapazitäten geschaffen werden.

Für den kommunalen Bereich reicht derzeit der Aufbau von AC-Ladesäulen mit zwei Ladepunkten mit einer Leistungsfähigkeit von je 22 kW aus, um den Markthochlauf der Elektromobilität mit einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur effektiv zu unterstützen. Der Aufbau von Ladesäulen in den Kom-

¹⁸ Nationale Plattform für Elektromobilität: Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland.

munen ist mit relativ geringen Kosten verbunden, wenn er an bereits bestehende Infrastrukturen anknüpft und damit keine aufwendigen Erdarbeiten erfordert. Beispielsweise kann an einer Laterne, die einphasigen Dauerstrom führt, ein Ladepunkt mit 3,7 KW Leistung entstehen oder neben dem Anschlussverteiler eine Stelle zum AC-Laden mit 22 KW oder an einen Ortsnetzverteiler ein AC- oder gar ein DC-Schnellladepunkt. Es sollte auch beachtet werden, dass die meisten Nutzer von Elektroautos ihre Autos derzeit bevorzugt zuhause oder am Arbeitsplatz laden.

3.3 Anreizmaßnahmen Elektromobilität

Das Durchschnittsalter eines Pkw beträgt in Deutschland 9,3 Jahre. Entsprechend ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Verbrennerfahrzeuge zunächst weiterhin gefahren werden und nicht direkt ersetzt werden, sobald sich die Bedingungen für Elektromobilität verbessert haben. Vielmehr sollte von einer sukzessiven Umstellung auf Elektromobilität ausgegangen werden.

In Bezug auf die Erwartungshaltungen gegenüber den Wachstumsraten der E-Flotte gilt es zu beachten, dass sich Elektroautos – anders als beispielsweise Pedelecs – zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes in einer sehr frühen Marktphase befinden. Im Folgenden werden Hemmnisse und Treiber beschrieben, die Einfluss auf den Markthochlauf von E-Autos nehmen. Anschließend werden Maßnahmenansätze empfohlen, welche die Kommune Wettenberg umsetzen kann, um den Markthochlauf zu unterstützen und zu fördern.

3.3.1 Derzeitige Hemmnisse von Elektromobilität

Derzeit gibt es signifikante Hemmnisse, die Verbraucher dazu veranlassen, sich gegen ein Elektroauto und damit für einen Verbrenner zu entscheiden. Jedoch ist der E-Auto- und Energiemarkt sehr dynamisch: es wird viel geforscht und entwickelt, neue Stakeholder befeuern die Entwicklungen zusätzlich. Entsprechend sind die beschriebenen Hemmnisse eher als temporär zu betrachten.

Investitionskosten

Ein E-Auto kostet derzeit in der Anschaffung deutlich mehr als ein Verbrennungsfahrzeug. Auf der anderen Seite wird zurzeit mit Hochdruck an kostengünstigeren und massentauglicheren Lösungen geforscht. Die Modellauswahl und damit auch die Preisspanne wachsen kontinuierlich. Es ist davon auszugehen, dass in fünf bis zehn Jahren der Kostenunterschied hinsichtlich der Investition marginal sein wird.

Reichweitenangst

Viele Verbraucher äußern die Sorge, unterwegs keine Batteriekapazität mehr zu haben, was gemeinhin mit dem Begriff der „Reichweitenangst“ umschrieben wird. Die Reichweite von E-Autos beträgt derzeit, je nach Modell, Außentemperatur und Wetter, zwischen 100 und bis zu 400 Kilometern. Insbe-

sondere bei günstigeren Modellen wird der Verbraucher, zumindest subjektiv, dadurch in seiner Flexibilität eingeschränkt und es bedarf bei längeren Strecken einer gewissen Vorausplanung, um elektrisch mobil zu sein. Auch in diesem Bereich wird viel geforscht; Fahrzeughersteller kündigen an, in Kürze Modelle auf den Markt zu bringen, welche eine deutlich größere Reichweite auch bei größeren Temperaturschwankungen haben und gleichzeitig weniger kosten sollen. Experten gehen davon aus, dass die Reichweitenproblematik mit den neuen Modellen beseitigt sein wird.

Ungewisse Lebensdauer der Batterie

Derzeit sind kaum Erfahrungswerte bezüglich der Lebensdauer einer Batterie vorhanden; entsprechend herrscht eine gewisse Verunsicherung auf Seiten der Verbraucher bezüglich der Langlebigkeit der Batterien. Allerdings kristallisiert sich nach und nach heraus, dass die E-Autobatterien länger halten als bisher angenommen. Ein Beispiel, wie dieser Verunsicherung zu begegnen ist, bietet Tesla; der Fahrzeughersteller sichert eine Garantie von acht Jahren für die Batterie seiner stärksten Variante (85 kWh).

Fehlende Lademöglichkeiten an zentralen Orten

Wenngleich die meisten E-Autos derzeit überwiegend Zuhause geladen werden, fehlen dennoch Lademöglichkeiten beispielsweise auf einer Reise. Insbesondere an Orten, die eine hohe Frequenz aufweisen, sind öffentlich zugängliche Lademöglichkeiten sinnvoll, da sich die E-Mobilisten dort ohnehin aufhalten können (beispielsweise in räumlicher Nähe zu Einkaufsmöglichkeiten oder Tourismuseinrichtungen).

Uneinheitliches Bezahlssystem

Eine unkomplizierte Bezahlmethode ist wichtig für eine alltagstaugliche Nutzung von Elektromobilität. Allerdings gibt es zurzeit eine Vielzahl von verschiedenen Zugangs- und Bezahlssystemen, was mitunter dazu führt, dass Besitzer von Elektroautos über diverse Bezahlkarten und Konten verfügen, um an verschiedenen Ladesäulen Strom tanken zu können. Dies ist umständlich und mitunter zeitaufwendig. Mit der Novellierung der Ladesäulenverordnung wurden jedoch definierte Standards für Zugangs- und Zahlungsverfahren vorgegeben, womit sich diese Problematik in Zukunft auflösen sollte.

Umstellung der Gewohnheiten

Erlerntes Verhalten zu ändern und Gewohnheiten aufzugeben bedeutet Aufwand. Insbesondere die Aufgabe der gewohnten Flexibilität zugunsten einer verstärkten Planung (beispielsweise das Heraussuchen von geeigneten Ladepunkten oder die Mitnahme von Adaptern und Kabeln) bedeuten eine Einschränkung und eine Änderung des gewohnten Mobilitätsverhaltens.

Aufwendige interne Prozessumstellungen in der Industrie

Die Prozesse der Fahrzeugindustrie sind insbesondere in Deutschland derzeit auf die Produktion von konventionellen Technologien ausgelegt; eine totale Umstellung auf Elektromobilität würde einen erheblichen Mehraufwand bedeuten, was mitunter mit Unsicherheiten einhergeht. Entsprechend sind einige Fahrzeughersteller zögerlich bezüglich der Etablierung von Elektromobilität.

3.3.2 Treiber von Elektromobilität

Es gibt viele positive Eigenschaften von E-Autos im Vergleich zu Verbrennern, weshalb verschiedene Stakeholder ein Interesse an einem Markthochlauf der Elektromobilität haben. Zunächst sind Städte und Kommunen zu nennen, deren Ziel es ist, mehr Lebensqualität für ihre Bürgerinnen und Bürger durch die Reduktion von Lärm- und Feinstaubemissionen herbeizuführen. Aufgrund einer besseren Umweltbilanz von E-Autos erhoffen sich private Elektromobilisten lokal niedrigere Schadstoffemissionen sowie ein subjektiv besseres Fahrgefühl. In Bezug auf die internationale politische Ebene leistet Elektromobilität einen Beitrag zur Unabhängigkeit von Ölimporten aus Krisenregionen der Welt. Entsprechend gibt es Förderprogramme sowohl von der EU als auch von der Bundesrepublik Deutschland.

Nicht zuletzt eröffnet sich mit der Elektromobilität ein neuer Markt, weshalb auch Privatunternehmen ein Interesse an einer Mitgestaltung sowie an einer Platzierung ihrer Produkte auf diesem Markt haben. Da bedeutende Wirtschaftsstrukturen von dieser Entwicklung betroffen sind, sind Nationen und Regionen aktiv, um ihre heimischen Unternehmen günstig zu positionieren. Im Folgenden werden weitere Treiber beschrieben, die sich insbesondere günstig auf die private Nutzung von E-Mobilität auswirken.

Fortschreitende Forschung

In Kürze werden sowohl günstigere als auch leistungsstärkere Batterien auf dem Markt erwartet, die auch bei extremeren Temperaturen das E-Auto zuverlässig mit Energie versorgen. Diese Aussicht ist zu berücksichtigen, wenn über die Zukunft von Elektromobilität verhandelt wird.

Niedrige laufende Kosten von E-Autos

Im Vergleich zu einem Verbrenner ist der Verschleiß von E-Autos sehr niedrig, entsprechend sind auch die Reparaturkosten überschaubar. Darüber hinaus werden auf E-Autos keine Steuern erhoben, der Strom kann an vielen Ladepunkten gratis getankt werden und teurer Kraftstoff für einen Verbrenner entfällt. Entsprechend sind die laufenden Kosten eines E-Autos im Vergleich zu einem Verbrenner niedriger (vgl. Tabelle 7).

Finanzielle Förderung

Die Zuschüsse des Bundes, mit dem bis 2019 jeder Kauf eines E-Autos mit 4.000 € gefördert wird, spielen eine Rolle bei dem Erwerb eines E-Autos (vgl. Kapitel 3.4).

Fahrerlebnis und -komfort

Elektromobilisten berichten von einem weitaus komfortableren Fahrerlebnis, da das E-Auto weitestgehend geräuschlos fährt und der Lärm eines Verbrenners entsprechend wegfällt. Darüber hinaus sei auch das Gefühl, die Umwelt nicht zu sehr zu belasten, ein weiterer Wohlgefühlgrund. Das innovative Image von E-Autos trägt darüber hinaus zu diesem Gefühl bei.

Umweltaspekte

Die Schonung der Umwelt und der Region auch für kommende Generationen wird von vielen Elektromobilisten als ein Grund genannt, auf einen Verbrenner zu verzichten. Darüber hinaus spielen auch gesundheitliche Aspekte eine Rolle, beispielsweise indem weniger Feinstaub in die Umwelt eingebracht werden und die Luft somit nicht zusätzlich belastet wird.

Selbst erzeugter Strom aus regenerativen Quellen

Viele E-Mobilisten nutzen vorzugsweise selbst oder regional erzeugten Strom, der aus regenerativen Quellen stammt. Entsprechend sind Photovoltaikanlagen mitunter eine Motivation, den selbst erzeugten Strom auch für die eigene Mobilität nutzen zu können.

Politische Förderung

Die Fördermaßnahmen seitens des Bundes haben viel bewirkt und insbesondere auf Seiten der Kommunen viele Projekte und Maßnahmen angestoßen. Neben einem deutlichen Zeichen für die Förderung von Elektromobilität betrifft dies auch ganz konkret den Ausbau von Ladeinfrastruktur.

Alltagstauglichkeit von E-Autos

Nicht zuletzt ist ein wichtiger Aspekt die Demonstration, dass Elektromobilität gut in den Alltag integriert werden kann und keine sonderlichen Einschränkungen hingenommen werden müssen. Dies zeigt sich in Regionen, wo Elektromobilität verbreiteter ist als in Deutschland, wie beispielsweise Skandinavien; dort gehören E-Fahrzeuge bereits zum Alltag und es wird täglich gezeigt, dass beispielsweise auch Familien ihren Alltag gut mit Hilfe von Elektromobilität bewältigen können.

3.3.3 Geeignete Anreizmaßnahmen zur Förderung der Elektromobilität für die Gemeinde Wettberg

Zunächst sei erwähnt, dass die eingeführten und aktualisierten Fördermaßnahmen bereits viel bewirkt haben. Mit deren Umsetzung ist davon auszugehen, dass einheitliche Standards, wie beispielsweise bestimmte Zugangs- und Bezahlssysteme, eine größere Verlässlichkeit für die Verbraucher herbeiführen und Unsicherheiten sukzessive beseitigt werden.

Insbesondere die technischen Entwicklungen beeinflussen das Angebot und entsprechend die Nachfrage nach E-Autos. Entsprechend liegt die Herbeiführung der massentauglicheren Marktreife von E-Autos derzeit in erster Linie bei der Industrie. Um Elektromobilität dennoch zu unterstützen, sollte von kommunaler Seite strukturell gefördert werden, beispielsweise in Form von Wettbewerbsförderung,

Öffentlichkeitsarbeit oder auch durch das Vorziehen beziehungsweise Einschränken von bestimmten Technologien, etwa durch kostenloses Parken in Premiumlage für E-Autos. Im Folgenden werden Maßnahmen beschrieben, mit deren Hilfe diese Ziele erreicht werden können.

Zuschüsse und Finanzierungsmodelle für heimische Wallboxen

In einem suburbanen bis ländlichen Gebiet wie Wettenberg ist es während der frühen Marktphase wenig sinnvoll, breit gestreut öffentliche Ladepunkte zu installieren. Eine Ladeinfrastruktur an Straßenlaternen ist entsprechend zunächst nicht nötig. Da die meisten E-Mobilisten ihr E-Auto ohnehin in erster Linie zu Hause laden, sollte stattdessen die Installation von heimischen Wallboxen¹⁹ unterstützt werden. Auch regionale oder überregionale Unternehmen können involviert werden, beispielsweise indem diese einen Teil der Investitionskosten übernehmen.

Kostenfreie, öffentlich zugängliche Lademöglichkeiten für Besucher und Einwohner

Besucher und auch Einwohner sollten die Möglichkeit bekommen, ihr E-Auto an Orten zu laden, an denen sie sich ohnehin für einen Zeitraum von mindestens 20 Minuten aufhalten. Insbesondere Standorte mit einer hohen Besucherfrequenz eignen sich, wie etwa das Zentrum, Supermärkte, Krankenhäuser oder Freizeit- und Tourismuseinrichtungen. Der Strom sollte zunächst kostenlos bezogen werden können um Hemmschwellen abzubauen. Auch die öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten können mit Werbung auf den Geräten teilfinanziert werden. Eine Abstimmung mit lokalen Einzelhändlern ist in diesem Kontext anzuraten.

Informationsweitergabe von Kommunen an digitale Systeme

Die Informationen über die öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten sollten in digitale Systeme eingespeist und regelmäßig aktualisiert werden, damit potenzielle Nutzer darauf zugreifen können. Dabei ist es auch wichtig, dass Aspekte wie die aktuelle Verfügbarkeit, die Art des Ladens (Schnell/Normalladen etc.), die Anzahl der Ladepunkte und auch die potenziellen Kosten eingesehen werden können.

Kostenloses Parken für E-Autos in Premiumlage

Um Elektromobilität strukturell zu fördern, sollte das Parken in Premiulagen für Elektroautos kostenfrei sein. Dies kann entweder durch das Vorhalten von Parkplätzen exklusiv für E-Autos oder durch den Wegfall von Parkgebühren erfolgen. Insbesondere in Zentren oder auch in Schulinähe kann diese Maßnahme auch dazu führen, dass die Luft weniger belastet wird, beispielsweise durch Dieselabgase.

Gemeinde Wettenberg als Vorreiter und Multiplikator

Indem die Kommune Wettenberg ihre kommunale Flotte sukzessive auf Elektromobilität (sowohl E-Pkw als auch Pedelec) umstellt, kann sie sowohl als Vorbild als auch als Multiplikator dienen; vorhandene Hemmschwellen und Vorbehalte gegenüber Elektromobilität werden zunächst bei den Mitarbeitern der Kommunalverwaltung abgebaut, diese geben ihre Erfahrungsberichte aus erster Hand direkt

¹⁹ Als Wallbox (Wandladestation) wird eine an oder in einer Wand befestigte Anschlussmöglichkeit bezeichnet.

an andere Bürgerinnen und Bürger weiter und erwägen ggf. selbst den Erwerb eines Elektroautos. Für diesen Effekt spricht beispielsweise das positive Fahrerlebnis mit Elektroautos oder die bessere Effizienz der Fahrzeuge. Darüber hinaus werden etwaige Problematiken oder Technikausfälle durch die Mitarbeiter schneller entdeckt und an die Kommune zwecks Behebung weitergeleitet.

Die Einsatzzwecke für kommunale Elektrofahrzeuge sind vielfältig. Andere Kommunen berichten von positiven Erfahrungen mit dem elektrischen Renault Kangoo Z.E., der beispielsweise als Handwerkerfahrzeug eingesetzt wird, da er vergleichsweise viel Stauraum bietet. Hochbautrupps fahren mit ihm zu den jeweiligen Einsatzorten. In dem betroffenen Landkreis wurden zwischen 10.000 und 11.000 Kilometer je Fahrzeug zurückgelegt und bislang gab es keine Einschränkungen bezüglich der Reichweite, obwohl der Landkreis vergleichsweise hügelig und auch flächig ist und daher mitunter auch längere Strecken zurückgelegt werden müssen.

Als Kriterien für den Beschaffungsprozess für Elektrofahrzeuge können beispielsweise folgende Merkmale angeführt werden:

- Die tägliche Fahrtstrecke beträgt in der Regel weniger als 80 Kilometer
- Die Fahrt endet in der Regel in Orten, an denen eine Lademöglichkeit besteht oder hergestellt werden kann (mittels Transmitterkabel)
- Ein Elektrofahrzeug mit der erforderlichen Größe und Ausstattung ist verfügbar

Ausnahmefälle, die dazu führen, dass ein konventionelles Verbrennerfahrzeug angeschafft wird, müssen begründet werden.

Der Bund fördert anteilig die Beschaffung von Elektrofahrzeugen im kommunalen Kontext²⁰. Diesem Kontext dient das Informationsportal „Starterset Elektromobilität“²¹ für Kommunen und relevante Akteure in Form von praktischen Handlungsempfehlungen als Leitlinie.

Förderung von E-Lastenrädern

Spätestens seitdem das Unternehmen DHL seine Lieferungen vermehrt mit Hilfe von Elektrofahrzeugen ausliefert, rückt auch der E-Lastentransport stärker in den Fokus. Auch in ländlichen Gebieten kann der Lastentransport mit E-Lastenrädern erfolgen, wie Praxisbeispiele aus anderen Kommunen oder Ländern (Dänemark, Holland) zeigen. Es werden sogar ganze Wocheneinkäufe für Familien mit dem E-Lastenrad erledigt. Voraussetzung ist, dass sich die Einkaufsmöglichkeiten in räumlicher Nähe zum Wohnort befinden, beispielsweise im gleichen Ort. Diese Entwicklung kann mit Zuschussungen gefördert werden. Als Vorbild kann ein Projekt aus der Region Hannover dienen, wo E-Lastenräder mit

²⁰ <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet.html?nn=12830>

²¹ <http://www.starterset-elektromobilitaet.de/>

bis zu 1.000 € gefördert werden. Die geförderten Lastenräder müssen mindestens eine Lasten-Zuladung von 40 Kilogramm (plus Fahrergewicht) ermöglichen. Als Vorbild für die Richtlinie zur Förderung kann ebenfalls das Beispiel aus Hannover²² herangezogen werden.

Weitere unterstützende Maßnahmen können mit Hilfe von hochwertigen Fahrradabstellanlagen, einer geeigneten Fahrradinfrastruktur oder durch kostenfreies Laden erfolgen.

E-Schulbus, E-Bürgerauto

Informationsvermittlung bezüglich Elektromobilität kann auch durch Erleben erfolgen, etwa durch das Einsetzen von E-Fahrzeugen für den Schülerverkehr oder auch im Kontext von Bürgerbussen/Bürgerautos. Die Beschaffung von Elektrofahrzeugen und der für deren Betrieb notwendigen Ladeinfrastruktur ist förderfähig²³, sofern diese öffentlich zugänglich gemacht wird. Die Förderung erfolgt als Investitionszuschuss, der sich auf Grundlage der jeweiligen Investitionsmehrkosten berechnet, welche zur Erreichung der Ziele des Fördervorhabens erforderlich sind. Allerdings gilt es zu beachten, dass pro Antrag mindestens 5 Fahrzeuge beschafft werden sollten. Inwieweit in diesem Kontext sowohl E-Schülerbusse als auch E-Bürgerautos zusammengenommen bewertet werden, ist dabei offen.

Übernahme von Garantien für die Lebensdauer von Batterien

Um der Verunsicherung auf Verbraucherseite bezüglich der Langlebigkeit der Batterien von Elektroautos zu begegnen, können von kommunaler Seite Garantien für den Ausfall von Batterien vor Ablauf eines definierten Zeitraums angeboten werden. Da sich herauskristallisiert, dass die Batterien eine bessere Haltbarkeit haben als angenommen, stellt diese Maßnahme ein eher geringes Risiko für die Kommunen dar und baut gleichzeitig die Hemmschwellen ab, in Elektroautos zu investieren. Eine Kooperation mit Versicherungen ist anzuraten.

Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung

Um der größten Hemmschwelle – der fehlenden Information bezüglich Elektroautos – zu begegnen, sollte die Kommune Wettenberg Informations- und Bildungsangebote bereitstellen und veröffentlichen. Beispielsweise zeigt der Vergleich der Kosten von Verbrenner- und Elektrofahrzeugen über einen längeren Zeitraum hinweg auf, dass ein Elektrofahrzeug bei regelmäßigen Fahrten kosteneffizienter ist. Der Kostenrechner des Öko-Instituts e.V.²⁴ bietet sowohl für privat als auch gewerblich genutzte Fahrzeuge ein geeignetes Werkzeug, um die Kostenwahrheiten zu verdeutlichen.

Darüber hinaus sollten Praxisbeispiele aus dem Alltag von Elektromobilisten veröffentlicht werden, etwa in einer regionalen Zeitung und auch online in sozialen Medien. Informationsveranstaltungen, auf denen Bürgerinnen und Bürger Elektrofahrzeuge testen können, sollten die Maßnahmen ergänzen.

²² www.hannover.de/content/download/655358/15600825/file/170316+F%C3%B6rderrichtlinie+LaRaLaPed.pdf

²³ <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet-foerderaufuf.html>

²⁴ http://schaufenster-elektromobilitaet.org/de/content/service/tco_rechner/TCO-Rechner.html

Auch Gewinnspiele zu dem Thema erzeugen Aufmerksamkeit und Offenheit gegenüber der Elektromobilität. Als Preise könnten beispielsweise der Verleih eines E-Autos und/oder eines Pedelecs von zwei bis fünf Tagen verlost werden. Diesbezüglich empfiehlt sich eine Kooperation mit regionalen Herstellern oder Händlern von Elektrofahrzeugen (Pedelec und E-Auto).

Anbieten von günstigem Strom aus regionalen und regenerativen Quellen

Es werden nur Ladesäulen gefördert, die mit Strom aus regenerativen Quellen beliefert werden. Darüber hinaus ist dieser Strom auch für die Bürgerinnen und Bürger kostengünstiger und damit auch die Nutzung von Elektromobilität. Eine günstige Stromversorgung, die darüber hinaus die Umwelt schont und die Region strukturell stärkt, ist ein weiterer Anreiz, diesen für die tägliche Mobilität zu nutzen.

Hinsichtlich möglicher Engpässe in der Stromversorgung sei erwähnt, dass Netzbetreiber anderer Regionen in Deutschland davon ausgehen, dass der zusätzlich benötigte Strom durch die Umstellung auf Elektromobilität im Grundrauschen untergehen wird. Darüber hinaus ist geplant, Spitzenverbrauchszeiten mit Hilfe von intelligenten Lastenmanagementsystemen oder auch Zwischenspeichern im Haus oder im Auto auszugleichen. Dabei kann auch der E-Pkw als Pufferspeicher dienen, indem er nur dann geladen wird, wenn der Strompreis günstig ist; vorzugsweise in der Nacht, wenn der Stromverbrauch allgemein sehr niedrig ist. Bezüglich der Technologie gibt es erste Versuchsreihen. Voraussetzung für deren Implementierung ist einerseits eine entsprechende Ausstattung der Netze sowie andererseits ein flexibler Strompreis.

In einer Studie des Fraunhofer ISE, Fraunhofer ISI sowie des IFEU-Instituts aus dem Jahr 2015 wurde anhand einer Verteilnetzsimulation festgestellt, dass die Netze keine bzw. nur sehr selten Engpässe bei der zusätzlichen Versorgung von Elektrofahrzeugen aufweist. Darüber hinaus könne, laut der Studie, eine einfache Blindleistungsregelung der Elektrofahrzeuge jegliche ladungsbedingten Effekte im Netz kompensieren.

3.4 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Um eine breitere gesellschaftliche Akzeptanz und damit die Elektromobilität allgemein zu fördern, unterliegen Elektrofahrzeuge begünstigenden Bestimmungen im Bereich des Steuerrechts und weiteren finanziellen Förderungen. Um den Ausbau der Ladeinfrastruktur voranzutreiben, wurden ähnliche Steuerungsmaßnahmen eingeführt.

Die Erläuterungen auf den nachfolgenden Seiten basieren auf den Ergebnissen und Erfahrungen der Begleit- und Wirkungsforschung des Förderprogramms „Schaufenster Elektromobilität“ der Bundesregierung. Das Ziel dieses Förderprogramms ist es, die deutschen Kompetenzen in den Bereichen Elektrofahrzeug, Energieversorgung und Verkehrssystem in ausgewählten Demonstrations- und Pilotvorhaben zu bündeln und sichtbar zu machen. Zu diesem Zweck wurden in verschiedenen Regionen in Deutschland zwischen 2012 und 2016 90 verschiedene Verbundprojekte unterstützt. Darüber hinaus

wurden Ergebnisprotokolle erarbeitet, von denen ausgewählte Inhalte der folgenden Aufstellung zu entnehmen sind.

Förderungen

Kaufanreize für Elektrofahrzeuge

Um steigende Absatzzahlen von Elektrofahrzeugen zu fördern, wurde im Juli 2016 der Erwerb von Elektrofahrzeugen durch den Bund mit einem Umweltbonus bezuschusst. Rein elektrisch betriebene Fahrzeuge werden seitdem mit 4.000 € bezuschusst. Plug-in-Hybride mit weniger als 50 Gramm CO₂-Emissionen pro Kilometer werden mit 3.000 € bezuschusst. Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften und Vereine. Die Förderung endet, sobald der Fördertopf von 600 Mio. € aufgebraucht ist, spätestens aber Ende 2019. Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes sind danach keine finanziellen Kaufanreize vorgesehen.

Investitionsförderung für die Ladeinfrastruktur

Eine geeignete Stellschraube, um einen breiten Markthochlauf der Elektromobilität zu erreichen, ist eine Versorgungssicherheit mit Ladesäulen, die folgende Merkmale aufweisen:

- ausreichend
- gut erreichbar
- leistungsfähig
- unkompliziert
- buchbar
- abrechenbar

Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) verfügen derzeit nur teilweise über elektromobilitätsbezogenen Geschäftsmodelle und haben auch keinen Handlungsdruck zur Förderung der Elektromobilität, da das Kerngeschäft der Energiewende den Ausbau von Ladeinfrastruktur in den Hintergrund rücken lässt.

In den Jahren 2017 bis 2020 sollen insgesamt 300 Millionen € in den Aufbau von 10.000 AC-Normalladepunkten (100 Mio. €) und 5.000 DC-Schnellladesäulen (200 Mio. €) durch den Bund bereitgestellt werden. Seit dem 1. März 2017 sind die Fördertöpfe offen, der erste Fördercall wurde sehr gut angenommen und hat viele Projekte initiiert. Die Förderung umfasst neben der Errichtung der Ladesäule auch den Netzanschluss und die Montage. Voraussetzung für die Förderung ist unter anderem, dass die Ladesäulen öffentlich zugänglich sind und mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden.

Elektromobilitätsgesetz

Das Elektromobilitätsgesetz (EmoG) räumt Kommunen nicht nur die Möglichkeit ein, Elektroautos bei der Parkplatznutzung durch Erlass oder Reduzierung der Parkgebühren zu privilegieren, sondern ihnen auch ausgewiesene Parkplätze an Ladesäulen zu reservieren, einschließlich der Sanktionierung und des Abschleppens von Falschparkern.

Kraftfahrzeugsteuer

Elektrofahrzeuge mit einer Zulassung bis 31. Dezember 2015 sind zehn Jahre ab Zulassungsdatum von der Kfz-Steuer befreit. Für Elektrofahrzeuge mit erstmaliger Zulassung ab dem 1. Januar 2016 bis 31. Dezember 2020 entfiel die Kraftfahrzeugsteuer zunächst für fünf Jahre. Mit dem am 17. November 2016 in Kraft getretenen „Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr“ wird die fünfjährige Steuerbefreiung rückwirkend zum 1. Januar 2016 auf zehn Jahre verlängert. Zudem gilt die Befreiung ebenfalls für umgerüstete Fahrzeuge. Bei Erstzulassungen oder Umrüstungen ab dem 1. Januar 2021 entfallen diese Sonderregelungen.

Langfristig wird der steigende Anteil an Elektrofahrzeugen das Steueraufkommen durch die Befreiung von der Kraftfahrzeugsteuer insgesamt verringern. Daher ist davon auszugehen, dass mittel- bis langfristig eine Überarbeitung der gesamten Kraftfahrzeugsteuer erforderlich wird.

Absetzung für Abnutzung gewerblich genutzter Elektrofahrzeuge

Die Aufwendung für die Anschaffung von gewerblich genutzten Elektrofahrzeugen umfasst nach dem Einkommenssteuergesetz die üblichen Jahresbeträge über den Zeitraum der betrieblichen Nutzung (Absetzung für Abnutzung, Afa). Der Abschreibungszeitraum bemisst sich nach den tatsächlichen Nutzungsdauern (z.B. 6 Jahre).

Firmenwagenbesteuerung für Elektrofahrzeuge

Privat nutzbare Firmenwagen stellen einen geldwerten Vorteil für den Arbeitnehmer dar. Der geldwerte Vorteil wird nach Wert des Fahrzeuges (Brutto-Neuwagenlistenpreis) und nach Entfernung zwischen Wohn- und Arbeitsort nach üblichen, von den Finanzierungsbehörden vorgegeben Verfahren berechnet und versteuert. Als Nachteilsausgleich für den höheren Neuwagenpreis für Elektro- und Hybridfahrzeuge gegenüber konventionellen Fahrzeugen wurde ein Minderungsbeitrag pro Kilowattstunde eingeführt. Dieser liegt im Jahr 2016 bei 350€/kWh der Batteriekapazität mit einem Minderungshöchstbeitrag von 8.500 € und sinkt jedes Jahr um 50€ pro kWh der Batteriekapazität.

Firmenwagen

Die Kosten für das Laden eines Firmenwagens beim Arbeitnehmer (charge@home) können rückerstattet werden. Die Stromkosten müssen allerdings messtechnisch erfasst werden. Die Installation der Ladeinfrastruktur am Wohnort durch den Arbeitgeber ist voll abzugsfähig.

Laden privater Fahrzeuge beim Auftraggeber

Private Elektroautos werden zurzeit vorwiegend für Arbeitswege eingesetzt. Am Arbeitsplatz werden die Fahrzeuge geladen (charge@work). Seit dem am 1. Januar 2017 in Kraft getretenen Gesetz zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr sind betriebliche Ladevorrichtungen, die zeitweise auch zur privaten Nutzung überlassen werden, von der Steuer befreit (§ 3 Nummer 46 EStG). Die "Tankfüllung" wird dabei nicht, wie bei Dienstwagen oder Essengutscheinen, als geldwerter Vorteil versteuert. Der steuerfreie Vorteil schließt auch das Laden des Firmenwagens ein. Die Steuerbefreiung für Unternehmen ist sowohl in Hinblick auf den Betrag als auch auf die Anzahl der Ladesäulen unbegrenzt. Die betroffenen Fahrzeuge sind sowohl reine Elektrofahrzeuge als auch Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge. Darüber hinaus kann der Arbeitgeber auch eine Ladestation für den privaten Wohnort überlassen oder fördern (§ 40 Absatz 2 Satz 1 Nummer 6 EStG). Diese Regelung gilt zunächst bis zum 31. Dezember 2020.

Ladeinfrastruktur im Bestand

Die Errichtung von Ladeinfrastruktur in Bestandsimmobilien ist von elementarer Bedeutung für die Förderung von Elektromobilität. Allerdings muss die Initiative vom Eigentümer ausgehen, da der Mieter nicht ohne Zustimmung des Vermieters berechtigt ist, Ladeinfrastruktur baulich zu installieren. In Wohnungseigentümergeinschaften ist die vollständige Zustimmung der Eigentümergemeinschaft notwendig. Diese bürokratische Hürde hemmt derzeit den Ausbau der privaten Ladeinfrastruktur im Bestand. Dieser Handlungsbedarf wurde von der Bundesregierung erkannt, weshalb derzeit eine Änderung im Miet- und Wohnungseigentumsrecht in Erwägung gezogen wird, um die Phase des Markthochlaufs nicht auszubremsen.

Ladeinfrastruktur im Neubau

Die Einrichtung von Ladeinfrastruktur oder Vorhaltung von Leerrohren zur späteren Installation von Ladesäulen ist derzeit nicht genehmigungspflichtig. Weder in der Stellplatzsatzung noch in der Muster-Garagenverordnung sind zum heutigen Zeitpunkt Vorgaben zu einer verpflichtenden Ladeinfrastruktur vorgegeben.

Derzeit gibt es Erwägungen, die Beschaffenheit der Stellplätze im Bauordnungsrecht so zu definieren, dass Vorrichtungen für Ladeinfrastruktur (z.B. Leerrohre) vorhanden sein müssen. Schnellladesäulen sind gesondert zu betrachten, da die rechtliche Zulässigkeit von den Eigenheiten des fraglichen Gebiets, insbesondere dem Vorliegen eines Bebauungsplans, abhängt.

Technische Regeln und Unbedenklichkeit von LIS in Gebäuden

Unter Beachtung der geltenden Normen, Richtlinien und Prüfverfahren bestehen derzeit keine Bedenken gegenüber einer Ladeinfrastruktur und dem Ladevorgang in geschlossenen Räumen und Tiefgaragen.

Ladesäulenverordnung

Die Ladesäulenverordnung (LSV) definiert die technischen Mindestanforderungen für den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobilität. Beispielsweise wird der Typ 2-Stecker als Standardstecker oder die Meldepflicht aller öffentlichen Ladepunkte an die Bundesnetzagentur geregelt. Am 12. Mai 2017 ist eine novellierte Ladesäulenverordnung in Kraft getreten. Darin wurden beispielsweise die Zugangs- und Zahlungsvarianten vorgegeben, um definierte Standards und damit mehr Verlässlichkeit für Verbraucher und Anbieter zu generieren.

Strommarktgesetz

Mit der Einordnung des Ladepunktbetreibers als Letztverbraucher wurde klargestellt, dass ein Ladepunktbetreiber kein Stromlieferant bzw. Energieversorger ist, also nicht wie bisher eine Genehmigung als Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit allen damit verbundenen Pflichten braucht, um einen Ladepunkt zu betreiben. Der Ladepunktbetreiber hat das Recht auf Anschluss an das vorgelagerte Energieversorgungsnetz. Auch die Auswahl des Stromlieferanten liegt beim Ladepunktbetreiber und nicht beim Fahrzeugnutzer. Damit hat der Ladepunktbetreiber keine stromsteuerrechtlichen Pflichten mehr zu erfüllen

4 Potenzialabschätzung

Zielsetzung der Bundesregierung ist, dass bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs sind. Darüber hinaus hat sich die „Nationale Plattform Elektromobilität“ das Ziel gesetzt, Deutschland zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Um diese ambitionierten Ziele zu erreichen, wurden verschiedene Maßnahmenpakete entwickelt. Beispielsweise wird mit dem „Förderprogramm zur batterieelektrischen Elektromobilität“ der Aufbau von Elektromobilität in Kommunen mit jährlich bis zu 30 Mio. € gefördert. Voraussetzung für eine vermehrte Nutzung von Elektromobilität ist das Schaffen von sinnvollen und erfolgsversprechenden Strukturen und Rahmenbedingungen. Dazu zählen, neben kommunalen Elektrofahrzeugen, auch der Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur.

Um den benötigten Umfang einschätzen zu können, wird zunächst – basierend auf relevanten aktuellen Trends und Entwicklungen – die zukünftig zu erwartende Fahrzeugzahl der Gemeinde Wettenberg im Rahmen einer Potenzialabschätzung abgeleitet.

4.1 Potenzial der privaten Elektroautos

Der Markthochlauf von Elektrofahrzeugen ist von einer Vielzahl äußerer Rahmenbedingungen abhängig. Dazu gehört unter anderem die Entwicklung der Strom- und Rohölpreise, aber ebenso die Kostenentwicklungen und technologischen Fortschritte bei den Elektrofahrzeugen. Prognosen sind gerade für kleinräumige Gebiete, wie die Gemeinde Wettenberg, mit großen Unsicherheiten behaftet.

Für die vorliegende Potenzialabschätzung wurden Ergebnisse einer Veröffentlichung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung²⁵ auf die strukturellen und verkehrlichen Rahmenbedingungen der Gemeinde Wettenberg angepasst. In der Studie werden drei maßgebende Szenarien für die Entwicklung der Elektromobilität in der Bundesrepublik festgelegt, die in den Parametern *Strompreise*, *Kraftstoffpreise* und *Batteriepreise* Variationen aufweisen:

- Szenario *Pro-Elektrofahrzeuge*
- Mittleres Szenario
- Szenario *Contra-Elektrofahrzeug*

In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die Entwicklungen der Parameter im Vergleich zur heutigen Situation aufgezeigt. Im Szenario Pro-Elektrofahrzeuge steigen die Preise für die Kraftstoffe Benzin und Diesel, während die Kosten für Strom und Batterien sinken. Konträr dazu sinken im Szenario Contra-Elektrofahrzeuge die Kraftstoffpreise und der Strompreis steigt, auch in diesem Szenario sinken die

²⁵ Gnann, Till (2015): „Market Diffusion of Plug-in Electric Vehicles and their Charging Infrastructure“

Batterieprie. Im mittleren Szenario sind die Tendenzen vergleichbar zum Pro-Szenario, jedoch weniger stark ausgeprägt.

Entwicklung im Jahr 2020 im Vergleich zum Basisjahr 2013	Pro-Elektrofahrzeuge-Szenario	Mittleres Szenario	Contra-Elektrofahrzeuge-Szenario
Dieselpreis	↗	↗	↘
Benzinpreis	↗	↗	↘
Strompreis Privat	↘	↗	↗
Batterieprie	↘	↘	↘

Tabelle 10 Parameterentwicklung in den drei Szenarien Pro, Contra, Mittel

Die Studie bezieht ihre Ergebnisse zum Markthochlauf der Elektromobilität auf die gesamte Bundesrepublik Deutschland. Um daraus Aussagen über die Entwicklung der privaten Elektroautos in der Gemeinde Wettenberg abzuleiten, wurde anhand relevanter Kenngrößen ein Umrechnungsfaktor für die Ergebnisse der Szenarien bestimmt.

Als relevante Kenngrößen wurden dabei allgemeine Eckwerte zum Mobilitätsverhalten wie durchschnittliche Anzahl, Länge oder Dauer der Wege pro Person und Tag sowie der Anteil der Personen, die mindestens einmal am Tag das Haus verlassen, genommen. Weitere relevante Kenngrößen zur Abschätzung der Anzahl privater Elektroautos sind der Pkw-Besitz in den Haushalten und die Parkplatzsituation zuhause. Nach einer aktuellen Studie²⁶ amortisieren sich Elektrofahrzeuge vor allem für Vollzeitbeschäftigte in kleineren und mittleren Städten, deren jährliche Fahrleistung im Bereich von 15.000 km und 30.000 km pro Jahr liegt, weshalb diese Kenngrößen ebenfalls in die Potenzialabschätzung einfließen. Durch den Anteil der Wettenberger Pkw an der bundesdeutschen Privat-Pkw-Flotte konnten Werte für die Gemeinde Wettenberg der drei Szenarien Pro-Elektrofahrzeuge, Contra-Elektrofahrzeuge und mittleres Szenario ausgewiesen werden.

²⁶ Gnann, Till (2015): „Market Diffusion of Plug-in Electric Vehicles and their Charging Infrastructure“

	Wettenberg	BRD
Mobilitätsquote	93,07 %	91,66 %
Wegeanzahl	3,49	3,40
Verkehrsleistung Km/Pers.+Tag	42,71	42,69
Verkehrsdauer Min/Pers.+Tag	82,37	83,14
Anteil Bewohner von Städten < 100.000 EW	100,00 %	68,41 %
Pkw-Besitz (mind. ein Pkw im Haushalt)	93,56 %	77,83 %
Anteil Privatparker (Garage/ privater Stellplatz)	93,90 %	82,35 %
Anteil Fahrleistung im Potenzialbereich (15.000 km/a - 30.000 km/a)	35,54 %	27,03 %
Anteil Vollzeitbeschäftigte	31,69 %	33,39 %
Bestand privater Pkw	7.364	40.398.778

Tabelle 11 Übersicht der Kenngrößen zur Potenzialabschätzung von Elektrofahrzeugen im privaten Bereich

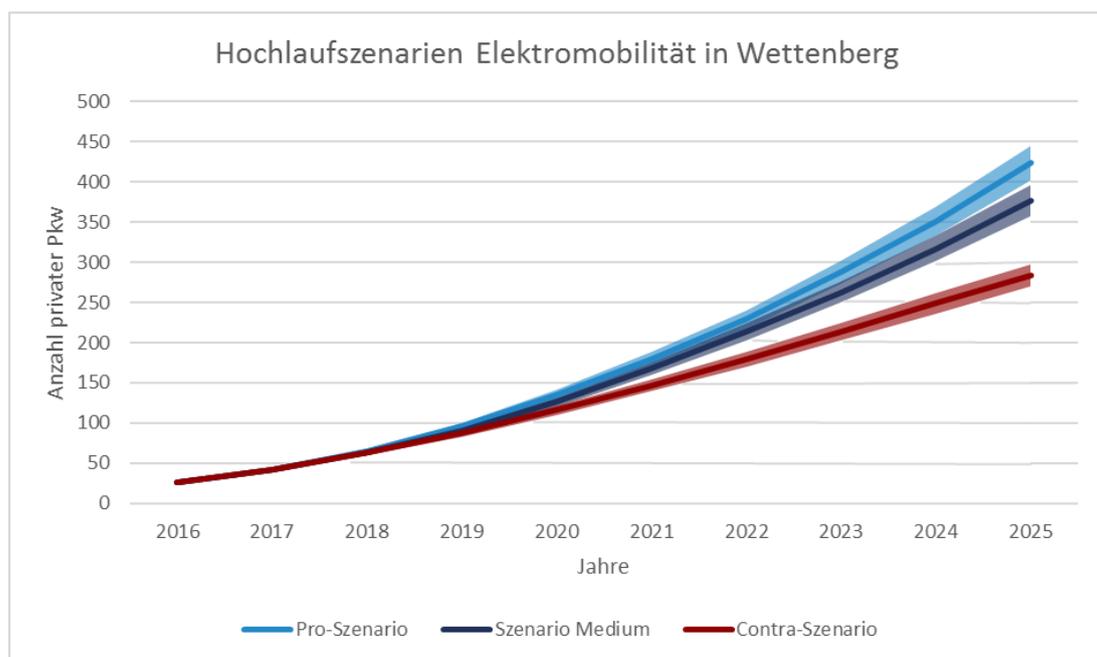


Abbildung 18 Potenzial privater Elektrofahrzeuge in Wettenberg

Alle drei Szenarien zeigen ein Wachstum an privaten Elektrofahrzeugen in Wetttenberg auf. Im Pro-Szenario werden bis zu 450 Elektrofahrzeuge (60 % PHEV, 40 % BEV) für Wetttenberg prognostiziert, im mittleren Szenario sind es bis zu 400 Hybrid- und Elektrofahrzeuge (65 % PHEV, 35 % BEV), im Contra-Szenario liegt die Prognose mit 300 Elektrofahrzeugen (70 % PHEV, 30 % BEV) deutlich darunter. Relativ zum Bestand von 7.364 privaten Fahrzeugen ergeben sich so Anteile im Bereich von 2 % im Contra-Szenario bis zu 6 % im Pro-Szenario innerhalb der privaten Pkw in Wetttenberg.

4.2 Potenzial der kommunalen Fahrzeugflotte

Die kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Wetttenberg besteht aus 15 Fahrzeugen, die sich aus fünf Kleinwagen und einem Minivan für die Sozialstation und 9 Kompaktbaus, Kleintransportern und Nutzfahrzeugen der zwei Betriebshöfe in Wetttenberg zusammensetzt (vgl. Kapitel 2.2.7).

Von den 15 Fahrzeugen erreichen lediglich drei eine jährliche Fahrleistung im Bereich von 15.000 km bis 30.000 km im Jahr, der im vorherigen Kapitel als geeigneter Potenzialbereich für eine wirtschaftliche Nutzung privater Elektrofahrzeuge betrachtet wurde. Bei der Integration von Elektrofahrzeugen in eine Fahrzeugflotte spielen jedoch weitere Faktoren wie Umwelt- und Klimaschutz durch Emissionsreduzierung in Verbindung mit einer kommunalen Vorbildfunktion eine entscheidende Rolle.

Ideal für den Betrieb von Elektrofahrzeugen sind gleichmäßige und planbare Fahrprofile mit ausreichenden Standzeiten zum Laden sowie vorwiegend Fahrten im Stadtverkehr oder auf Kurzstrecken. Die durchschnittliche tägliche Fahrleistung aller kommunalen Fahrzeuge entspricht mit maximal 50 km und abendlichem Fahrtende an den Betriebshöfen bzw. der Sozialstation genau diesem Profil, falls an diesen Orten entsprechende Ladeinfrastruktur installiert wird (vgl. Kapitel 6.2 „Empfehlung für Standorte“). Da die Fahrzeuge über Nacht vergleichsweise lange Standzeiten haben, genügt Ladeinfrastruktur für Normalladen (AC 3,7 kW), die Anzahl der Ladesäulen wird entsprechend im Ladeinfrastrukturkonzept ergänzt. Für alle vorhandenen Fahrzeugtypen in der kommunalen Fahrzeugflotte existieren auf dem Markt elektrische Alternativen (vgl. Tabelle 12).

Fahrzeugtyp heute	Fahrzeugbeispiele Elektro	Elektrische Reichweite	Verbrauch
Kleinwagen VW Polo	VW e-Cup!	160 km	11,7 kWh/100 km
	Renault ZOE Z.E.	400 km	14,6 kWh/100 km
Minivan Renault Modus	Nissan Leaf	150 km	15 kWh/100 km
	Citroen Berlingo electric	170 km	21 kWh/100 km
Kompaktvan Renault Trafic Opel Zafira	Renault Kangoo Z.E.	116 km	15,5 kWh/100 km
	Citroen Berlingo electric	170 km	21 kWh/100 km
	Renault Kangoo Z.E.	116 km	15,5 kWh/100 km
Kleintransporter Citroen Berlingo Renault Kangoo	Citroen Berlingo electric	170 km	21 kWh/100 km
	Renault Kangoo Z.E.	116 km	15,5 kWh/100 km
	Renault Kangoo	116 km	15,5 kWh/100 km
Leichtes Nutzfahrzeug Fiat Doblo	Renault Kangoo Z.E.	116 km	15,5 kWh/100 km
	Nissan E-NV200	163 km	16,5 kWh/100 km
Nutzfahrzeug VW LT-35 Kipper Opel Movano Kipper VW Crafter Kipper	IVECO Daily Electric	280 km	n.a.
	German E-Cars Plantos	120 km	35,5 kWh/100 km

Tabelle 12 Elektrische Alternativen zur bestehenden kommunalen Fahrzeugflotte

Zwei der Fahrzeuge werden regelmäßig auf Fahrten zu Seminaren und Fortbildungen mit Strecken über 250 km genutzt. Für den Imagegewinn und die Vorbildfunktion wäre so bis auf diese zwei Fahrzeuge eine rein elektrische kommunale Fahrzeugflotte umsetzbar. Die Gemeinde Wettenberg könnte dies durch entsprechende Beschaffungskriterien (Verbrennungsmotor ausschließlich, falls elektrische Alternative nicht passend zu Fahrprofil) forcieren. Die Initialkosten eines Elektrofahrzeugs sind höher als die eines konventionellen Fahrzeugs, jedoch liegen bei aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen Fixkosten wie Kfz-Steuer oder variable Kosten wie Kraftstoffkosten oder Instandhaltung eines Elektrofahrzeugs unter denen eines konventionellen Fahrzeugs. Dadurch entstehen der Gemeinde keine Mehrkosten durch die Nutzung elektrischer Fahrzeuge, es ist sogar eine Entlastung möglich. Abbildung 19 zeigt für drei Fahrzeugtypen typische Kostenverläufe²⁷ für Benzin- und Elektrofahrzeuge. In Abbildung 20 sind zudem exemplarische Kostenzusammensetzungen für verschiedene Fahrzeugtypen dargestellt. Die Kosten beziehen sich dabei auf eine jährliche Fahrleistung von 8.000 Kilometer.

²⁷ Die Eingangsgrößen der Kostenparameter basieren auf den TCO-Rechner, der im Rahmen der Begleit- und Wirkungsforschung des „Schau- fenster Elektromobilität“ durch den Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) erstellt wurde. (www.schau- fenster-elektromobilitaet.org/de/content/service/tco_rechner/TCO-Rechner.html)

Potenzialabschätzung

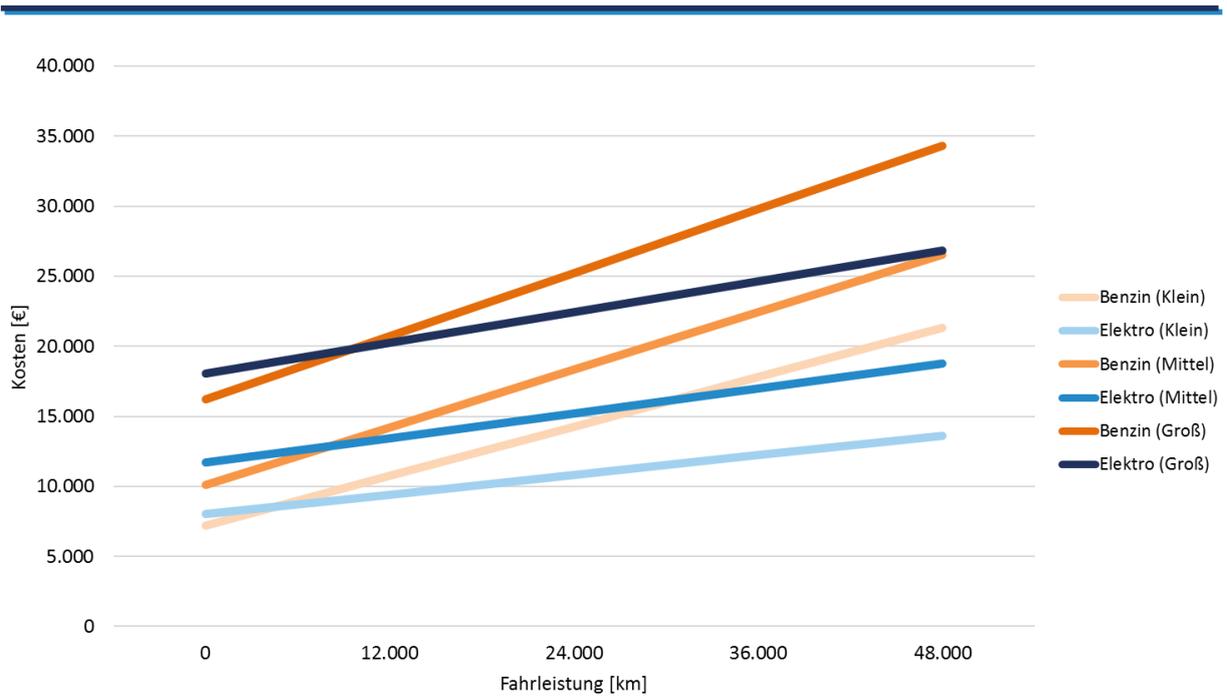


Abbildung 19 Kostenverläufe Benzin- und Elektrofahrzeuge mit Anschaffungsjahr 2017

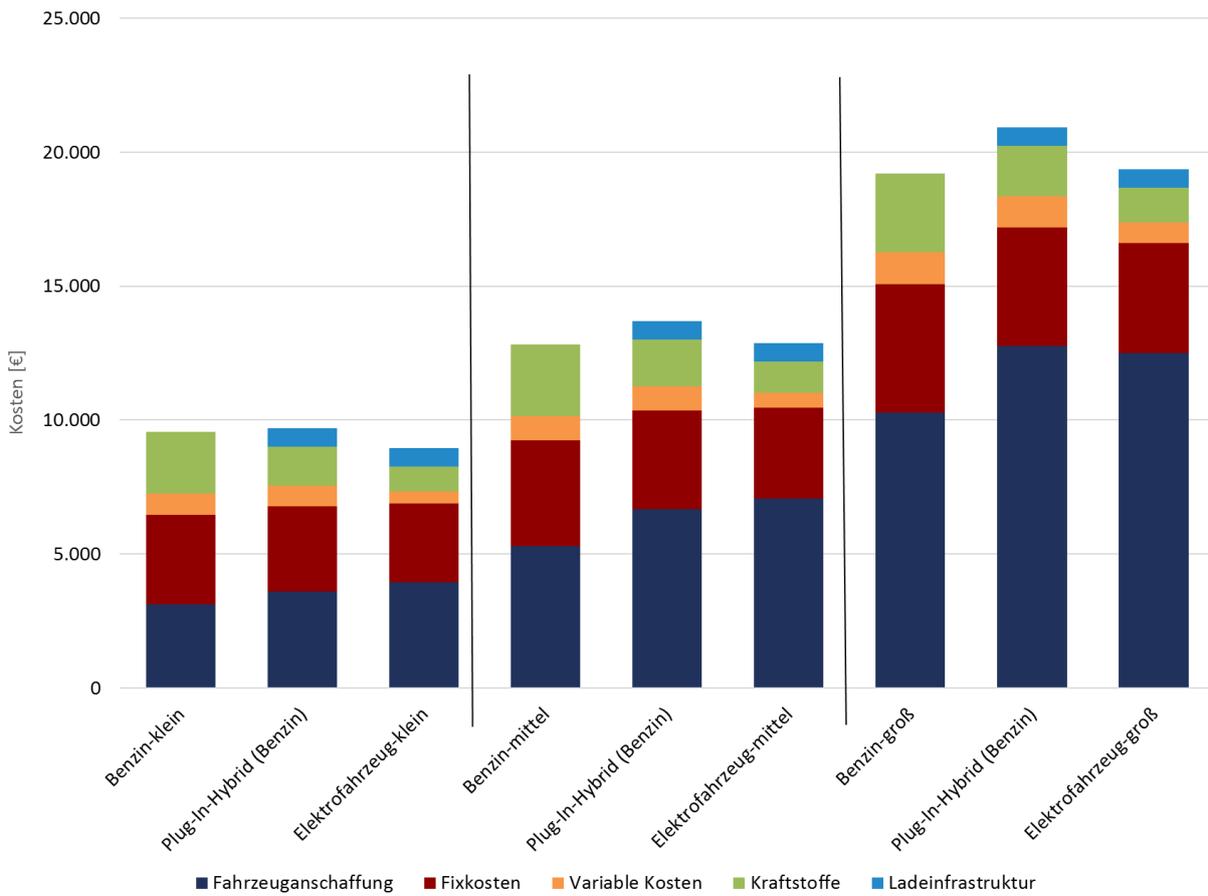


Abbildung 20 Exemplarische Kostenzusammensetzung von Benzin-, Hybrid- und Elektrofahrzeugen in den Fahrzeugklassen klein/mittel/groß

Eine weitere Möglichkeit zur Ergänzung der kommunalen Fahrzeugflotte ist die Nutzung von Pedelecs für kürzere Dienstfahrten oder der Einsatz von Elektrolasterrädern im leichten Nutzfahrzeugbereich. Die verschiedenen Elektrofahräder können die Ladeinfrastruktur der Elektroautos mitbenutzen und sind sowohl in der Anschaffung als auch im Unterhalt besonders günstig.



Abbildung 21 Lastenrad im Einsatz

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass der Bund bei der Fahrzeugbeschaffung einer kommunalen Elektroflotte und dem Aufbau der für den Betrieb notwendigen Ladeinfrastruktur, sofern sie öffentlich zugänglich gemacht wird, unterstützt. Die Förderung erfolgt als Investitionszuschuss, der sich auf Grundlage der jeweiligen Investitionsmehrkosten berechnet, die zur Erreichung der Umweltziele des Fördervorhabens erforderlich sind. Pro Antrag sollten in der Regel nicht weniger als 5 Fahrzeuge beschafft werden. Die Förderrichtlinie gilt bis zum 21.12.2019.²⁸

Auch das Land Hessen (Fördergeber: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung) fördert Pilot- und Demonstrationsprojekte, welche die Praxis- und Alltagstauglichkeit von Elektromobilität nachweisen und Vorhaben zur Unterstützung und Beschleunigung der Marktdurchdringung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen vorantreiben. Für eine klimaneutrale Mobilität soll der Strom dazu aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Die Zuwendung erfolgt als anteiliger Zuschuss zu den zuwendungsfähigen Projektausgaben von bis zu 50 %. Gefördert werden nur Projekte mit einem Gesamtausgabenvolumen von mindestens 10.000 Euro. Projektskizzen müssen bis zum 26.10.2017 vorliegen.²⁹

Eine teilweise und sukzessive Umstellung der kommunalen Elektroflotte auf elektrische Antriebe ist aufgrund der Ladeprofile und Kostenzusammensetzung grundsätzlich möglich. Vor allem die Kleinwagen, welche bei der Sozialstation zum Einsatz kommen, eignen sich besonders gut für eine Umstellung. Aber auch für die Fahrzeuge anderer Fahrzeugklassen existieren bereits heute kongruente Alternativen. Für einige Dienstwege, welche bisher mit kommunalen Fahrzeugen durchgeführt werden, ist auch der Einsatz von Elektrofahrädern denkbar.

²⁸ <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-elektromobilitaet.html?nn=12830>

²⁹ <https://www.innovationsfoerderung-hessen.de/elektromobilitaet>

5 Betriebskonzept E-Busse

Gemäß Auftrag war eine Umstellung der Linien 800-802 auf Elektrofahrzeuge für zwei Varianten zu untersuchen:

- Variante 1: Brechung der Buslinien an der Stadtgrenze,
- Variante 2: Fortführung der Durchbindung der Buslinien von Gießen bis Wettenberg.

Für alle Varianten werden die Auswirkungen hinsichtlich der Themenfelder

- Betrieb und Fahrzeuge,
- Infrastruktur,
- Fahrgäste und Nachfrage,
- Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen

zusammengetragen und bewertet.

In der Untersuchung wird davon ausgegangen, dass in beiden Varianten das Laden der Fahrzeuge grundsätzlich auf dem SWG-Betriebshof erfolgt. Um die technischen Anforderungen an die Varianten richtig einzuschätzen, werden die technischen Möglichkeiten im Vorfeld diskutiert.

Darüber hinaus wird eine Umstellung der Linie 82 „Bussi“ auf elektrischen Antrieb untersucht.

5.1 E-Bus Typen

In Deutschland waren 2015 nur etwa 360 Hybridbusse im Einsatz. Rein elektrische Busse (E-Busse) sind gegenwärtig im Übergang von der Versuchsphase zum Regelbetrieb. Dabei ist noch offen, welche Lösungen sich durchsetzen bzw. auch weiterhin nebeneinander bestehen werden. Erfreulicherweise gibt es teilweise unternehmensübergreifende technische Festlegungen, etwa bei der Ladeinfrastruktur. Das ist sehr wichtig, damit man bei Ersatz- und Neubeschaffungen nicht an einen Lieferanten gebunden ist. Verlässliche Normierungen befinden sich jedoch derzeit noch in den Kinderschuhen.

5.1.1 Oberleitungsbus

Der Oberleitungsbus (O-Bus), international auch Trolleybus genannt, erschien lange als ein Relikt aus der Vergangenheit, das vorrangig in der Schweiz und Österreich, in Osteuropa, vereinzelt aber auch in Deutschland (Solingen, Esslingen, Eberswalde) im Einsatz ist. Inzwischen setzen europaweit wieder Städte auf den modernen Trolleybus, z.B. Lyon. Der Oberleitungsbus besitzt den Nachteil, dass umfangreiche elektrische Infrastruktur aus zweipoliger Oberleitung, Unterwerken etc. benötigt wird. Darüber hinaus kann der O-Bus bisher nur unter dieser Infrastruktur vollelektrisch fahren.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „BOB Solingen - Mit dem Batterie-Oberleitungs-Bus (BOB) und der intelligenten Ladeinfrastruktur zum emissionsfreien ÖPNV“ soll ein neuartiger O-Bus-Typ als rollende Batterie in der Lage sein, auch ohne ständige Verbindung zur Oberleitung unterwegs zu sein. Hierbei wird die Dieselbuslinie 695 auf rein elektrischen Betrieb mit Batterie-Oberleitungs-Bussen umgestellt. Ziel ist es, den eigenproduzierten Strom in Solingen zu verbrauchen. So soll der O-Bus nicht nur Fahrstrom beziehen, sondern auch Batterien aufladen und auf nicht-elektrifizierten Strecken (etwa $\frac{2}{3}$ des Linienwegs) unterwegs sein kann. Gleichzeitig sollen Oberleitungsmasten als Ladestationen für den MIV umgerüstet werden. Das Projekt mit einer Laufzeit von 5 Jahren wird mit 15 Mio. Euro vom BMVI gefördert. Projektstart war im April 2017. Abschließende Ergebnisse sind im Jahr 2022 zu erwarten.

Oberleitungsbusse werden auch von der NOW GmbH gefördert. Die NOW GmbH (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) ist verantwortlich für die Koordination und Steuerung des Programms Modellregionen Elektromobilität des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung werden z.B. folgende Studien durchgeführt:

- das Forschungsprojekt „AOSA plus – Automatisches Oberleitungsstromabnehmersystem für Busse“ (2016-2019),
- eine Studie zur Ermittlung von „Potentialen des Hybrid-Oberleitungsbusse (HO-Busse)) als effiziente Möglichkeit für die Nutzung erneuerbarer Energien im ÖPNV“ (2015),
- eine Studie „Machbarkeit von HO-Bussen am Beispiel Marburg und Trier“ (laufend).

Folglich könnten HO-Bus mittelfristig wieder eine tragende Rolle im ÖPNV spielen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung für Wetzlar werden sie jedoch nicht weiter betrachtet, da dies eine Umstellung des Stadtverkehrs in Wetzlar voraussetzen würde.

5.1.2 Ladestrom

Bundesweit werden derzeit erst 24 rein batteriebetriebene Busse eingesetzt, d.h. ohne Hybride.

Fahrzeuge mit wieder aufladbarer Batterie werden unterschieden nach „Volllader“, d.h. der Akku reicht über den ganzen Betriebstag, und „Nachlader“, die Batterie wird vor allem an den Endhaltestellen und in Betriebspausen nachgeladen. Dies spart Fahrzeugkosten und Gewicht, stellt aber höhere Anforderungen an die Disposition und ist mit zusätzlichen Investitionen in die Infrastruktur verbunden.

Wenn die Aufladung ausschließlich über Nacht erfolgt, ist die Ladetechnik zweitrangig, weil der Bus auf dem Betriebsgelände nach Abstellung nicht genutzt wird. Beim Nachladen tagsüber macht die Technik dagegen im Betriebsalltag einen wesentlichen Unterschied.

Nachteil der Vollladung sind geringe Laufleistungsgarantien der Hersteller. Diese liegen im ebenen Gelände in der Regel bei 200-250 Kilometern pro Tag, diese Reichweite sollte aber im Betriebsalltag nicht

ausgereizt werden. Auf topografisch bewegten Strecken nehmen die garantierten Laufleistungen deutlich ab. Sicherheit kann nur eine detaillierte Lastanalyse liefern.

Nachladen ist gegenüber dem Vollladen während der Betriebspause mit höheren Stromstärken von 150 bis 300 kW verbunden: Das stellt besondere Anforderungen an die Ladeinfrastruktur, zudem werden die Akkus stärker beansprucht und ihre Lebensdauer verkürzt. Das gilt insbesondere für das Schnellladen, wobei es erforderlich sein kann, die Akkus zu kühlen. Auch kann es notwendig werden, zur Vermeidung hoher Stromstärken Zwischenspeicher einzubauen. Diese benötigen Platz, erfordern Investitions- und Unterhaltungskosten und verursachen überdies einen weiteren Speicherungsverlust.

Auch wenn die Industrie hierzu forscht, ist es gerade für einen kleineren Anwender empfehlenswert, nicht an die technischen Grenzen zu gehen, sondern entweder Volllader einzusetzen oder zum Nachladen längere Wendezeiten zu nutzen, um die negativen Auswirkungen und hohen Anforderungen zu minimieren.

5.1.2.1 Laden mit Kabel

Das Übernachten (Vollladen) im Betriebshof erfolgt z. B. bei den Kölner Verkehrsbetrieben mit 50 kW. Das Vollladen im Betriebshof belastet somit nur geringfügig das vorhandene Stromnetz.

Nachladen mit Kabel ist die technisch einfachste Form, weil eine Ladesäule ausreicht. Nachteil ist, dass der Fahrer zum Starten und Beenden des Ladevorgangs aussteigen muss. Säule und Kabelführung sind so anzubringen, dass der übrige Verkehr einschließlich Fußgänger und Radfahrer nicht beeinträchtigt oder gefährdet wird.

5.1.2.2 Laden mit Pantograph

Laden mit Pantograph ist die derzeit am häufigsten angewandte Form des Nachladens. An der Haltestelle ist eine Ladestation mit Ausleger über dem Fahrzeug, der Pantograph kann stationär befestigt sein, damit sinkt das Fahrzeuggewicht. Es gibt aber auch Anbieter, welche den Pantographen „klassisch“ auf dem Wagendach anbringen.



Abbildung 22 Ladestelle mit Schunk-Pantograph (Foto: samochodyelektryczne.org)

In jedem Fall sorgt eine ausgeklügelte Sensorik und Positionierung dafür, dass der Kontakt weitgehend automatisch hergestellt wird und das Laden unmittelbar nach dem Erreichen der Halteposition gestartet werden kann. Bei dieser Form des Nachladens ist zwar eine feste Installationssäule erforderlich, die Verkehrsflächen sind davon abgesehen jedoch uneingeschränkt nutzbar.



Abbildung 23 E-Bus der Kölner Verkehrsbetriebe zum Einsatz auf der Linie 133

Die Kölner Verkehrsbetriebe (KVB) testen derzeit die Umstellung der gesamten Linie 133 auf einen E-Busbetrieb mit Nachladung per Pantograph. Die Nachladung an den Endhaltestellen erfolgt mit 240 kW über ein Zeitfenster von mindestens 14 Minuten zur Vollladung an einem Linienende bzw. sieben Minuten je Linienende. Diese Zeitfenster sind betrieblich herzustellen. Dabei sind Zeitpuffer zu berücksichtigen, um verspätete Abfahrten bereits am Startpunkt nicht in den weiteren Umlauf einzutragen. Die KVB definiert 44 Minuten Wendezeit als Summe beider Richtungen auf der Linie 133 als gerade ausreichend.

Das Laden mit Pantograph könnte für Wettenberg bedeuten, dass die örtliche Herstellerfirma dadurch einen Anwendungsfall am Produktionsstandort vorweisen kann. Im Vorfeld wäre aber zu klären, ob diese Infrastruktur in Zusammenarbeit mit dem Hersteller (ggf. mit separater Förderung) bereitgestellt werden kann.

Bei einer Ausschreibung wäre hingegen sicherzustellen, dass die technischen Anforderungen so offen formuliert sind, dass keine Anbieter bzw. technische Lösungen ausgeschlossen werden.

5.1.2.3 Induktives Laden

Beim induktiven Nachladen hält der Bus über einer in der Fahrbahn versenkten Magnetspule, die entsprechende Magnete am Fahrzeugboden erregt und so die Batterie auflädt. Damit gibt es keine „sichtbaren“ Einbauten. Zudem findet kein „Andocken“ statt wie beim Pantographen, d.h. das Nachladen kann unmittelbar nach dem Halten erfolgen.

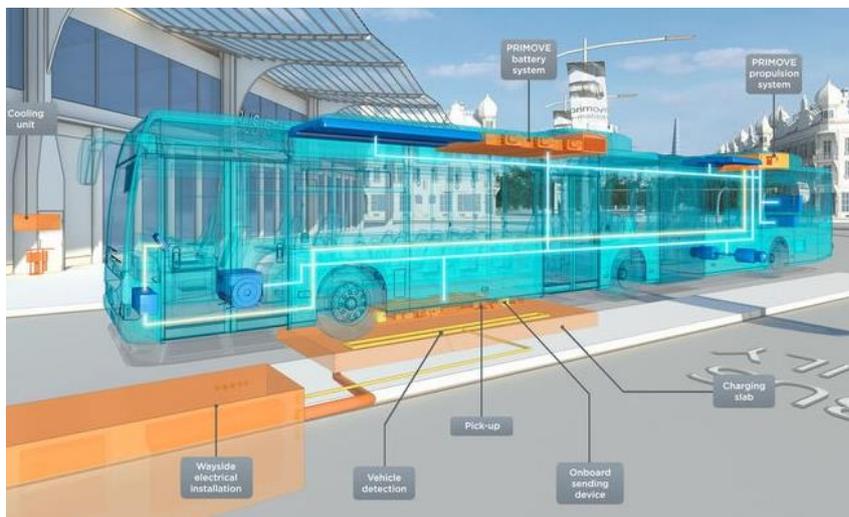


Abbildung 24 Funktionsprinzip des induktiven Ladens (Grafik: Bombardier)

Dieses System erfordert eine relativ aufwendige Infrastruktur, darüber hinaus sollte der Abstand der beiden Spulen möglichst gering sein, d.h. der Wagenboden sehr tief liegen bzw. die fahrzeugseitigen Spulen absenkbar sein. Trotzdem bleibt in Abhängigkeit vom Abstand immer ein Übertragungsverlust. Daher wird das System in erster Linie dort empfohlen, wo die Busse in hoher Frequenz verkehren.

Auch wenn kleinere Anbieter an induktiver Übertragung arbeiten, ist Bombardier mit seinem als „primove“ bezeichneten System der Marktführer, zwei Versuchslinien in Berlin und Braunschweig wenden diese Technik an.

Auch bei Fahrzeugen mit induktivem Laden wird für die Nachladung in der Regel ein Kabel verwendet.

5.1.2.4 Batteriekonfiguration

Busse werden derzeit von den meisten Herstellern mit einer feststehenden Konfiguration der Batterie angeboten, d. h. es gibt derzeit nur wenige Wahlmöglichkeiten, welche Kapazitäten benötigt werden, ein Optimieren an den örtlichen Bedingungen ist nicht möglich. Darüber hinaus fahren die meisten batteriebetriebenen Fahrzeuge noch Forschungs- oder Testbetrieb.

Für Ende 2018 hat Mercedes-Benz mit dem Citaro E-Cell angekündigt, mit dieser eingeschränkten Konfiguration zu brechen. Das Fahrzeug soll nach dem individuellen Anforderungsprofil des Kunden „maßgeschneidert“ werden. Noch ist offen, ob dies wirtschaftlicher sein wird als eine Standardlösung, noch ob dieser Zeitplan zu halten ist.

5.1.3 Wasserstoff

Wasserstoff als Energieträger in Verbindung mit der „kalten“ Umwandlung in einer Brennstoffzelle löst das Problem der geringen Energiedichte. Allerdings ist diese Lösung technisch aufwendig: Dies gilt sowohl für die Erzeugung, die Technik im Fahrzeug, die Vorhaltung und das Herstellen sowie den Transport des Wasserstoffs, der mit sehr hohem Druck gespeichert werden muss.

Sehr detailliert wurden die Anforderungen an die Wasserstoffnutzung bei Brennstoffzellen in Bussen im europäischen Forschungsprojekt NewBusFuel (www.newbusfuel.eu) untersucht und interessante Hilfestellungen für die Einführung von Brennstoffzellenbussen im ÖPNV erarbeitet (Projektstart war 2015). Die Verkehrsbetriebe aus Hamburg, Potsdam, Stuttgart und Wuppertal sind Projektpartner.

Sinnvoll kann Brennstoffzellenantrieb gegenwärtig insbesondere dann sein:

- wenn im Umfeld des Verkehrsbetriebs Wasserstoff als Nebenprodukt bei industriellen Prozessen anfällt,
- wenn der Betrieb experimentierfreudig ist
- und eine Affinität für technisch hoch anspruchsvolle Herausforderungen hat.



Abbildung 25 Wasserstofftankstelle und Betankung in Hürth

In NRW ist der Wasserstoff häufig als Nebenprodukt verfügbar, die Erzeugung entfällt dann. Ansonsten ist der Platzbedarf für die Wasserstofferzeugung sehr hoch und ist häufig nur Verbindung mit einer sonstigen Energiespeicherung der Stadtwerke sinnvoll.

Die Betankung selbst ist heute nicht mehr aufwendig. Allerdings ist der Platzbedarf von Wasserstofftankstellen recht hoch. Die Betankungsdauer liegt mit unter 10 Minuten nur geringfügig über der Betankungsdauer von Dieselfahrzeugen.



Abbildung 26 Wasserstoffbusse aus den Niederlanden und aus Hürth

Für Brennstoffzellenbusse gibt es mehrere Anbieter, deren jeweils verkaufte Stückzahlen in Deutschland jedoch gering sind. In Asien nimmt der Markt jedoch gerade Fahrt auf, sodass von signifikanten Kostensenkungen für die Brennstoffzellen in den nächsten Jahren auszugehen ist.

Der französische Konzern Alstom, der primär energietechnische Anlagen und Schienenfahrzeuge produziert, ist gerade dabei, Komplettlösungen für wasserstoff-basierte Antriebe anzubieten, d.h. neben Triebwagen auch Busse mit der dazugehörigen Wartung und Infrastruktur als Paketlösung. Durch Zusammenfassung von Bahn und Bus entstehen Synergien. Die in Gießen vertretene Hessische Landesbahn wird diese Triebwagen auf ihrer Stammstrecke Frankfurt–Königstein testen. Mittelfristig können sich hier Synergien zur Wasserstofflogistik ergeben, die auch für den Stadtverkehr nutzbar sind.

5.2 Variantenuntersuchung

Für die Elektromobilität im ÖPNV hat die Gemeinde Wettenberg zwei Varianten skizziert.

5.2.1 Variante 1: Brechung der Buslinien an der Stadtgrenze

Die Rahmenbedingungen der zu untersuchenden Variante wurden vom Auftraggeber wie folgt definiert:

- Die Linien 801 und 802 werden im Stadtgebiet mit Gelenkbussen (18 m), die mit Erdgas oder Diesel angetrieben werden, gefahren.
- Die Linien in der Gemeinde Wettenberg werden hingegen ausschließlich mit elektrisch betriebenen Solobussen (12 m) bedient. Die Fahrgäste müssen an einer Umsteigehaltestelle das Fahrzeug wechseln.
- Hierzu werden die Linien 801 und 802 an der Stadtgrenze geteilt. Die Fahrgäste müssen an einer Umsteigehaltestelle das Fahrzeug wechseln.



Abbildung 27 Linienetzplan Variante 1

5.2.1.1 Betrieb und Fahrzeuge

Die derzeit fahrenden Gelenkbusse sind während der Hauptverkehrszeit (HVZ) in Lastrichtung bereits an der Stadtgrenze Gießen gut ausgelastet. Damit ist diese Variante gemäß Leistungsbeschreibung nur durchführbar, wenn

- in der Hauptverkehrszeit (HVZ) als Zubringer ein elektrischer Gelenkbus bzw. zwei elektrische 12m-Busse (die dann nicht voll ausgelastet werden könnten) eingesetzt werden oder
- einen 12m-Bus bis nahe an die zulässige Höchstgrenze ausgelastet wird.

Wir gehen in der weiteren Untersuchung davon aus, dass letzteres möglich ist: Zwei 12m-Busse zum Umsteigen auf einen Gelenkbus wäre wirtschaftlich kaum vertretbar, desgleichen das Umsteigen zwischen zwei Gelenkbussen, da hierdurch keine Einsparung von Platzkapazitäten in Gemeindegebiet möglich wären.

Daraus folgen hohe Anforderungen an die Umsteigehaltestelle, die das punktuell auftretende hohe Fahrgastaufkommen zu bewältigen hat.

Für diese Variante werden drei „elektrische“ Umläufe benötigt, wenn zwischen den Linien 801/802 getauscht wird. Der Mehrbedarf von einem Bus gegenüber der jetzigen, durchgehenden Bedienung ist auf die Wendeschleife und die Umsteigezeit zurückzuführen.

Es werden zwei Gelenkbusse weniger als im Status Quo benötigt. Die drei E-Busse fahren jeweils eine Verkehrsleistung von knapp 200 km pro Tag. Diese ist bei der bewegten Topographie in Wettenberg und der derzeit verfügbaren Technik knapp an bzw. über der Leistungsgrenze. Daher sehen wir die Einrichtung einer Ladestelle an der Umsteigehaltestelle vor. Hier besteht aufgrund der Wendezeit von etwa 15 Minuten ausreichend Zeit zur Nachladung.

Kenngröße	Einheit	Var. 1			Sum
		Gelenk	Standard	E-Std	
		800			
Laufleistung	Fzg-km		61,5		
Betriebszeit	Fzg-h		3,0		
Anz. Busse	[]		1		
		Einsetzer			
Laufleistung	Fzg-km		15,0		
Betriebszeit	Fzg-h		1,0		
Einsetzer gleicher Umlauf wie Linie 800, daher kein zusätzliches Fzg.					
		801			
Betriebszeit	h	16,3			16,3
Umläufe	Fzg	2			1,5
Strecke Umlauf	km	13,6			9,8
Umlaufzeit	h	1,0			0,8
Laufleistung	Fzg-km	444			320
Betriebszeit	Fzg-h	32,7			24,495
		802			
Betriebszeit	h	16,3			16,3
Umläufe	Fzg	2			1,5
Strecke Umlauf	km	14,4			4,6
Umlaufzeit	h	1,0			0,8
Laufleistung	Fzg-km	470			150
Betriebszeit	Fzg-h	32,66			24,495
Linientausch E-Busse 801/802					
Busse	Anz	4	1	3	8
Laufleistung	Fzg km	914	77	470	1461
Betriebszeit	Std	65	4	49	118
Ø Fahrleistung	km/Bus	229	77	157	183

RAMBOLL

Abbildung 28 Kenngrößen der Variante 1 nach Fahrzeugtyp

Aufgrund der niedrigen Stückzahl gehen wir davon aus, dass bei Ausfall eines E-Busses der Umlauf durch einen Erdgasbus ersetzt wird. Der Bedarf an Reservefahrzeugen wird daher nicht betrachtet, da kein Unterschied zur aktuellen Situation (Ist-Fall) besteht. Sind elektrische Reservefahrzeuge nötig (z.B. durch eine getrennte Ausschreibung der Verkehrsleistung) wird ein weiteres Gefäß benötigt. Die Wirtschaftlichkeit sinkt.

5.2.1.2 Infrastruktur

Die Linien 801 und 802 sollen im Abschnitt Hochhäuser – Gewerbepark Ost (Ostseite) auf getrennten Linienwegen verlaufen. Eine Umsteigehaltestelle muss gefunden werden, die von beiden Linien zur Teilung angefahren werden kann.

In der folgenden Grafik sind alle Standorte dargestellt, die bei einer gemeinsamen Ortsbesichtigung mit Vertretern der Mit-Bus als realistisch definiert wurden. Darüber hinaus wurde die Haltestelle „Wilhelm-Leuschner-Straße“ betrachtet.



Abbildung 29 Untersuchte Haltestellenpositionen

Die Schleife in der Paul-Schneider-Straße und die Haltestelle „Westschule“ wird zukünftig nicht mehr bedient. Es fährt nur noch eine Linie in dem Abschnitt. Auf diesem Abschnitt kann daher keine gemeinsame Haltestelle für beide Buslinien eingerichtet werden.

Südlich davon, im Bereich der Haltestelle „Hochhäuser“ gibt es keine geeignete Wendestelle, weder für die Gelenkbusse Richtung Gießen noch für die Standardbusse Richtung Wettenberg.

Nach eingehender Ortsbesichtigung erscheint daher eine Umsteigehaltestelle im Bereich „Launsbach Gewerbepark Ost“ als Vorzugslösung. Hier fahren alle Linien vorbei und die Gelenkbusse von/nach

Gießen können am Kreisel sehr gut wenden. Dieser Standort bietet auch die Erfüllung der Anforderungen der Fahrgäste, betrieblichen Ansprüche (z.B. Wendestellen) und räumliche Möglichkeiten für infrastrukturelle Anpassungen.

Haltestellenausführungen unterscheiden sich im Wesentlichen durch

- eine konventionelle Anlage am Straßenrand oder
- eine Anlage als Haltestelleninsel.

Konventionelle Haltestelle

Die Busse aus Richtung Gießen halten derzeit unmittelbar vor dem Kreisel auf der Fahrbahn, die Richtungsfahrbahn ist während des Halts blockiert. Für eine Umsteigehaltestelle müsste hier eine Haltestellenbucht neu eingerichtet werden. Hierfür bestehen ausreichende Platzverhältnisse, die dafür benötigte Fläche wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt.



Abbildung 30 Haltestelle Gewerbegebiet Ost, in Fahrtrichtung Kreisel halten die Busse auf der Fahrbahn

Auch die Haltebucht in Fahrtrichtung Süd müsste verlängert werden, so können bei gleichbleibenden Ein- und Ausfahrtbedingungen ein Gelenk- und zwei Standardbusse (12m) hintereinanderstehen.

Die Busse von/nach Wettenberg halten zum Ausstieg in Fahrtrichtung Süd, wenden in der Schleife „Im Ostpark“ (etwa 500m zusätzlicher Weg) und stellen sich dann vor Ankunft des Busses aus Gießen in der vorderen Position der Haltestelle in Fahrtrichtung Nord auf. Damit wäre auch das Gewerbegebiet von Wettenberg aus direkt mit dem Bus erschlossen.

Diese Lösung hat aber gravierende Nachteile: Alle Fahrgäste müssen sich entlang der Busse bewegen, ein gewisses Gedränge ist dabei nicht zu vermeiden. Zudem sind die Platzverhältnisse beengt, im Wartebereich für die Fahrgäste verläuft zusätzlich ein Radweg.

Haltestelleninsel

Im Bereich der jetzigen Haltestelle (Fahrtrichtung Nord) wird eine Haltebucht gebaut, sodass ein Gelenkbus längere Zeit abseits von der Fahrbahn halten kann. Diese Haltebucht ist für einen Gelenkbus (18m) auszulegen.

Die Gelenkbusse aus Gießen fahren diese Haltestelle an und warten dort bis zur Abfahrt, wenden am Kreisel und fahren wieder zurück. Die gegenüberliegende Haltestelle kann aufgehoben werden. Für die Busse aus Wettenberg wird aus dem Kreisel unmittelbar nach dem Krofdorfer Weg eine Ausfahrt geschaffen, über die sie die Haltestelleninsel anfahren. Sie halten immer gleichzeitig mit dem Gelenkbus (Türen gegenüber). Damit ist das Umsteigen durch kurze Wege und kurze Zeiten optimal. Anschließend wenden die Busse kurz und fahren auf dem Krofdorfer Weg zurück zum Kreisel und weiter Richtung Wettenberg.

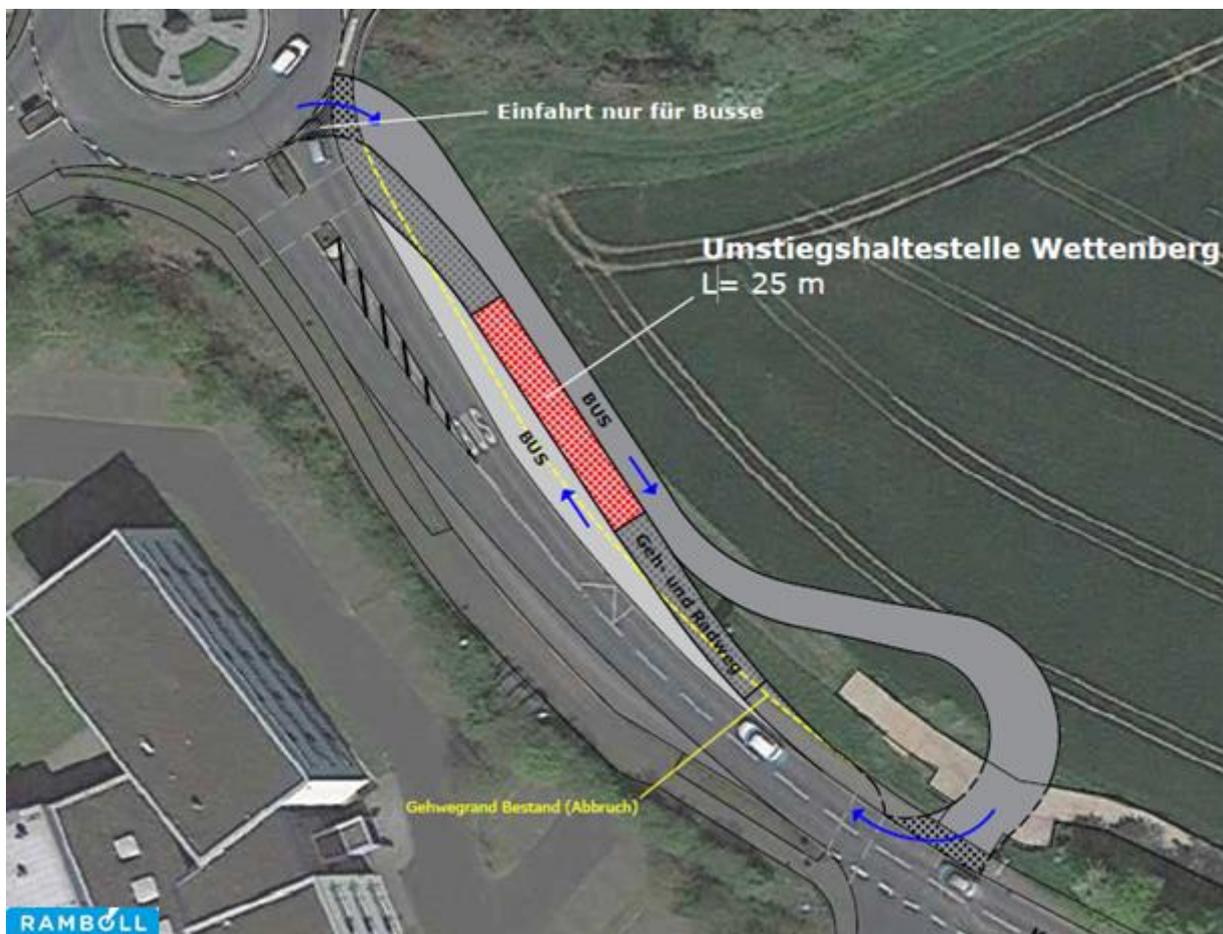


Abbildung 31 Skizze für eine Haltestellen-Insel im Bereich Gewerbegebiet Ost

Die notwendigen Investitionen in die Umsteigehaltestelle sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Maßnahme	Kostensatz		Menge	Investition
Busspur (Fahrbahn)				
Rückbau Fahrbahn (inkl. Bord)	50	€/m ²	200	10.000 €
Busspur Fahrbahn Asphalt	120	€/m ²	600	72.000 €
Ein- und Ausfahrtbereich (gepflastert)	150	€/m ²	50	7.500 €
Bussteig / Zuwegung				
Bussteig	300	€/m ²	90	27.000 €
Ausstattung	25.000	€/Stk.	1	25.000 €
Gehweg	80	€/m ²	150	12.000 €
Summe				153.500 €

Tabelle 13 Investitionsschätzung Umsteigehaltestelle (Preisstand 2017), die Ladeinfrastruktur ist im Kostenmodell an anderer Stelle berücksichtigt.

Bei der abschließenden Bewertung ist ein Sicherheitszuschlag für Unvorhergesehenes in Höhe von 25% enthalten und auf 200 T€ aufgerundet.

5.2.1.3 Fahrgäste und Nachfrage

Für die bundeseinheitliche Überprüfung von Nachfragewirkungen im öffentlichen Nahverkehr gibt es ein Berechnungsverfahren für die Auswirkungen von Änderungen im Verkehrsangebot. Elastizitätsansätze gehen von einem Fahrgastverlust von mindestens 20 % der wahlfreien Fahrgäste (d.h. solche mit Alternative zum ÖPNV) bei einer Verdopplung der Umsteigenotwendigkeit aus. Bei der Brechung vorher durchgehender Linien kann dieser Verlust deutlich höher liegen. Schüler gelten hingegen als sogenannte "Captives", deren ÖPNV-Nutzung von Angebotsänderungen nicht beeinflusst wird.

Dies ist natürlich verkürzt, auch Schüler haben Alternativen: Fahrrad, Moped und Pkw (als Mitfahrer).

Auch eine Überprüfung mit der Formel zur Standardisierten Bewertung bestätigt: Für wahlfreie Fahrgäste ergibt sich mit den Eingangsgrößen zu Modal Split, Reisezeiten und Umsteigezuschlag ein Rückgang des Aufkommens um etwa ein Drittel.

5.2.1.4 Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen

Die Ermittlung der betrieblichen Kenngrößen für den Ist-Fall und die Varianten erfolgte mit einem vereinfachten Rechenmodell. Die Kostensätze sind dem aktuellen Leitfaden zur Standardisierten Bewertung von Verkehrsinvestitionen im schienengebunden öffentlichen Personennahverkehr (Version 2016) entnommen, ergänzt durch Annahmen zum Anschaffungspreis der Fahrzeuge.

St. Bew. Tab A1-13	Beschaffung	Unterhalt /p.a.	Unterhalt/km	spez. Verbrauch	Nutzung	Vorhaltung
Dieselbus	[€]	[€]	[€]	[l/km]	[a]	[€ p.a.]
18m Gelenkbus	330 000	9 600	0,45	0,44	12	30 633
12m Standardbus	230 000	8 400	0,39	0,32	12	21 350
Sprinter	45 000	3 000	0,20	0,16	8	6 064

St. Bew. Tab A1-16	€	CO ₂ (kg)	[€ CO ₂]	kWh/l-Äkq	€/l Äkq
El [pro kWh]	0,12	0,414	0,0096	10,4	70%
Diesel [pro l]	0,75	2,774	0,0657		
Personal	39,00	€/h			

E-Busse	Beschaffung	davon Batt.	Unterhalt/p.a.	Unterhalt/km	Nutzungsdauer	Vorh. Fzg	Vorh. Batt
	[€]	[€]	[€ p.a.]	[€ p.a.]	Fzg [a]	Batt [a]	[€ p.a.]
12m Standardbus	490 000	160 000	5 544	0,2574	16	8	23 731
Renault Master ZE	45 000	30 000	2 999	0,15	8	8	6 064



Abbildung 32 Eingangsgrößen zur Kostenrechnung

Die Werte mit schwarzen Ziffern sind der standardisierten Bewertung entnommen, die Werte in blau ergänzt.

Diese Werte berücksichtigen keine Gasbusse. Für die Beurteilung der Mehrkosten von E-Bussen in den Varianten ist es jedoch erforderlich, hier für den Istfall die Kosten für Gasbusse abzubilden. Hierzu gibt es stark abweichende Angaben in Studien und durch die Hersteller. Einheitlich ist aber, dass der Gasbus bei der Beschaffung, insbesondere aber in der Instandhaltung höhere Kosten verursacht, die durch niedrigere Energiekosten teilkompensiert werden.

Vereinfachend werden daher die Betriebskosten für Gasbusse (ohne Fahrer) um ca. 5% über denen von Dieselbussen angenommen.

Die Werte für die E-Busse entstammen den Herstellerangaben sowie Erfahrungswerten aus anderen Betrieben. Zur Validierung der Kosten für die E-Busse wurden zusätzlich die Angebotspreise des Herstellers Bolloré gerechnet, die eine leistungsorientierte Pauschale von Batteriewartung und Austausch beinhalten. Diese Werte liegen etwa 10% über dem modellierten Preis, damit erscheint das Berechnungsmodell robust, da es sich bei den Preisen von Bolloré um einen Listenpreis (nicht Marktpreis) handelt.

Einbezogen wurden jeweils nur die für Wettenberg relevanten Fahrten. Für die Einsetzer (damit sind die Schülerfahrten der Linien 801 und 802 bezeichnet) wird nicht betrachtet, wie sie am restlichen Tag verwendet werden. Diese Vereinfachung ist sachgerecht, da immer der Bedarf während der Spitzenstunde kostentreibend ist.

Nach Fahrzeugtypen getrennt, sind im Folgenden die Kosten der Variante aufsummiert. Von werktags auf Jahreswerte wurde für alle Varianten einheitlich ein Faktor von 330 angewendet.

€ p.a. Typ Anzahl	Var. 1				
	Gelenk	Standard	E-Std	Summe	
	4	1	3	8	
Vorhaltung (bei E-Bus o. Batt.)	122 530	21 350	71 192	215 073	
Batterie	./.	./.	64 680	64 680	
Förderung BMVI	-40%		-54 349	-54 349	
Unterhalt / Zeit	38 400	8 400	16 632	63 432	
Unterhalt / km	135 800	9 846	39 940	185 586	
Energie	99 587	6 059	26 068	131 714	
bei Gasbus: pauschal *	105%	416 133	47 937	164 164	628 235
Fahrpersonal		840 668	51 480	630 501	1 522 650
Haltstellen"insel"				12 944	
Haltstellen"insel" Instandhaltung				20 000	
Ladefra Betriebshof				2 517	
Ladefra Haltestelle				5 034	
Förderung BMVI	-40%			-8 198	
Kapitaldienst Investition abzügl. Förderung				32 297	
Summe Fahrzeug, Personal und Infrastruktur				2 203 181	
Mehrkosten ggü. Istfall				215 031	
				11%	
ø € / Bus-km				4,57	



Abbildung 33 Kostenschätzung Variante 1

Die Mehrkosten für Variante 1 gegenüber dem Ist-Fall betragen abzüglich der möglichen BMVI-Förderung 215 Tsd. €; dies sind 11 % Mehrkosten gegenüber dem Status Quo.

Dabei hängen die Mehrkosten von Variante 1 nur indirekt mit dem elektrischen Antrieb zusammen: 90% werden durch das zusätzliche Fahrpersonal verursacht. Der Mehraufwand für ein zusätzliches Fahrzeug ist begrenzt, da 2 Gelenk- durch 3 Standardbusse ersetzt werden.

Die Entlastung der Umwelt durch den Busbetrieb bei Variante 1 beträgt im Idealfall 34% (179 t CO₂ p.a.), wenn die elektrischen Busse ausschließlich mit regenerativer Energie geladen werden.

Demgegenüber stehen jedoch die zusätzlichen Belastungen durch auf den PKW verlagerte Fahrten: Grob überschlagen wären dies ca. 50 t CO₂ p.a., wenn in jedem Bus in Lastrichtung durchschnittlich fünf wahlfreie Fahrgäste sitzen und von diesen 33% auf den Pkw wechseln.

Die elektrischen Busse fahren Umlaufbedingt in Wetttenberg immer abwechselnd die Schleife der 801 und der 802. Damit entstünden neu Direktverbindungen zwischen den Ortsteilen, wenn auch mit jeweils etwa 15 Minuten Aufenthalt an der Umsteigehaltestelle „Gewerbegebiet Ost“. Diese Verbindungen sind aber kaum dazu geeignet, die Linie 82 zu ersetzen.

Darüber hinaus sind Investitionen in ortsfeste Infrastruktur notwendig. Diese wären verloren, wenn in naher Zukunft nach dem Bau entschieden werden würde, durchgehende Elektrobusse von Gießen einzusetzen.

Betrieblich entsteht durch einen Umstieg mit Anschlussicherung ein „Zwangspunkt“, da die Fahrten in beiden Richtungen abgestimmt werden müssen. Bei der konventionellen Lösung muss zusätzlich die 2x250m Wendefahrt der Busse aus/nach Wetttenberg über die Schleife „Im Ostpark“ berücksichtigt werden.

Beim Halten der Busse ohne „Haltestelleninsel“, also hintereinander, wäre der Umsteigevorgang noch ungünstiger: die Platzverhältnisse sind beengt und die Umsteigewege sind länger.

Eine Weiterverfolgung der Variante 1 ist nicht empfehlenswert. Der notwendige Umstieg wird auch bei optimaler Lösung schwer vermittelbar sein (Fahrgastverlust). Außerdem werden zwei Fahrzeuge mit Fahrer zusätzlich benötigt, wodurch die Lösung auch wirtschaftlich nur schwer darstellbar ist. Investitionen für eine Umsteigehaltestelle, die bei einem späteren, durchgehenden Betrieb nicht mehr genutzt wird, erscheinen nicht sinnvoll.

5.2.2 Variante 2: Fortführung der Durchbindung der Buslinien von Gießen bis Wetttenberg

Wenn die Gas-Gelenkbusse der Linien 801 und 802, die nach 19:00 Uhr (d.h. nach Übergang vom 30 auf 60-Minutentakt) von und nach Wetttenberg fahren, sowie die Linie 800 durch elektrisch betriebene Standardbusse ersetzt werden: Das ergibt einen Mehrbedarf von 4 E-Bussen, dafür kann ein Gas-Standardbus eingespart werden. Da dies offenkundig extrem unwirtschaftlich ist, wurde der Übergang auf E-Betrieb auf den Wechsel von den Linien 801/802 zur 800 gelegt.



Abbildung 34 Linienetzplan Variante 2

5.2.2.1 Betrieb und Fahrzeuge

Aufgrund der geringen mittleren Fahrleistung der E-Busse von 50 km/Tag können ausschließlich Voll-lader eingesetzt werden.

Weil auf den Linien 800-802 drei der vier Busse nur abends eingesetzt werden, stehen diese tagsüber für andere Leistungen in Gießen zur Verfügung. Damit ließe sich die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Dies ist im Rechenmodell nicht berücksichtigt, es wird von linienreinem Betrieb und den damit verbundenen, geringen Laufleistungen ausgegangen.

5.2.2.2 Infrastruktur

Auf Infrastruktur außerhalb des Betriebshofs kann verzichtet werden, nur im Betriebshof sind Ladestellen erforderlich, es reichen Plug-ins aus.

Kenngröße	Einheit	Var. 2		Sum
		Gelenk	E-Std	
		800		
Laufleistung	Fzg-km		61,5	
Betriebszeit	Fzg-h		3,0	
Anz. Busse	[]		0	
		Einsetzer		
Laufleistung	Fzg-km		15,0	
Betriebszeit	Fzg-h		1,0	
Einsetzer gleicher Umlauf wie Linie 800, daher kein zusätzliches Fzg.				
		801		
Betriebszeit	h	15,0	2,0	
Umläufe	Fzg	3	2	
Strecke Umlauf	km	23,4	23,4	
Umlaufzeit	h	1,5	2	
Laufleistung	Fzg-km	702	61	
Betriebszeit	Fzg-h	45,0	4,0	
		802		
Betriebszeit	h	15,0	2,0	
Umläufe	Fzg	3	2	
Strecke Umlauf	km	19,0	19,0	
Umlaufzeit	h	1,5	2	
Laufleistung	Fzg-km	570	52	
Betriebszeit	Fzg-h	45	4	
Busse	Anz	6	4	10
Laufleistung	Fzg km	1272	189	1461
Betriebszeit	Std	90	12	102
Ø Fahrleistung	km/Bus	212	47	146

Abbildung 35 Kenngrößen der Variante 2 nach Fahrzeugtyp

5.2.2.3 Fahrgäste und Nachfrage

Da es keine Fahrplanänderung gibt und die E-Busse aufgrund der wegfallenden Vibrationen und geringerer Lärmentwicklung komfortabler sind als solche mit Verbrennungsmotor, ist mit einem geringen Anwachsen der Fahrgastzahlen zu rechnen. Belastbare Erfahrungswerte für diesen Effekt gibt es noch nicht. Daher werden hierfür keine Nachfrageänderungen berücksichtigt.

5.2.2.4 Wirtschaftlichkeit und Umwelt

€ p.a. Typ Anzahl	Var. 2			Summe
	Gelenk 6	Standard 0	E-Std 4	
Vorhaltung (bei E-Bus o. Batt.)	183 796		94 923	278 719
Batterie	/.		86 240	86 240
Förderung BMVI	-40%		-72 465	-72 465
Unterhalt / Zeit	57 600		22 176	79 776
Unterhalt / km	188 892		16 080	204 972
Energie	138 521		10 495	149 016
bei Gasbus: pauschal *	105%	597 249	157 448	754 697
Fahrpersonal		1 158 300	154 440	1 312 740
Haltstellen"insel"				
Haltstellen"insel" Instandhaltung				
Ladefra Betriebshof				2 517
Ladefra Haltestelle				
Förderung BMVI	-40%			-1 007
Kapitaldienst Investition abzügl. Förderung				1 510
Summe Fahrzeug, Personal und Infrastruktur				2 068 947
Mehrkosten ggü. Istfall				80 797
				4%
ø € / Bus-km				4,29



Abbildung 36 Kostenrechnung Variante 2

Variante 2 ist trotz der erhöhten Anzahl Fahrzeuge unter Einbeziehung der Förderung nur etwa 4% teurer als der derzeitige Betrieb. Aufgrund des hohen Anteils Kapitalkosten für die elektrischen Busse ist die Förderung entsprechend hoch.

Die mittlere werktägliche Laufleistung der E-Busse liegt bei 50 km, entsprechend gering ist die Entlastung der Umwelt: 40% der Fpl-km werden gegenüber Variante 1 elektrisch betrieben. Dementsprechend niedriger ist die CO₂-Reduktion, gegenüber dem Ist-Fall 12% (64 t CO₂).

Auch die Produktion und Entsorgung der Batterien führt zu Umweltbelastungen. Diese sind derzeit aber sehr schwer zu quantifizieren und daher nicht berechnet.

3 der 4 Busse werden jedoch nur abends gebraucht, daher stünden Sie zumindest während der HVZ morgens für andere Dienste zur Verfügung. Wenn es sich umlauftechnisch darstellen lässt, könnte sich die Wirtschaftlichkeit (und der Umweltnutzen) dieser Variante deutlich verbessern.

Als Einstieg ließe sich diese Variante auch so „abspecken“, dass nur auf der Linie 800 (Einsetzer und Früh- bzw. Spätfahrten) ein E-Bus fährt. Diese Untervariante wäre annähernd kostenneutral.

Variante 2 ist mit überschaubarem Mehraufwand darstellbar. Allerdings haben die E-Busse eine geringe Fahrleistung, entsprechend weniger spürbar ist der Entlastungseffekt. In Wetttenberg würden weiterhin tagsüber ausschließlich Gasbusse fahren.

Für die Fahrgäste ergibt sich ein Gewinn am Komfort, die Kapazitäten in der Frühspitze bleiben im Unterschied zu Variante 1 auch in Wetttenberg erhalten.

Positiv ist weiter, dass nur geräuscharme Busse am frühen Morgen und in den Abendstunden durch die Wetttenberger Ortsteile fahren.

5.2.3 Wetttenberger „Bussi“ (Linie 82)

Die Linie 82 wird gesondert betrachtet, weil sie unabhängig von den anderen Linien betrieben wird und das Fahrzeug den Betriebshof in Gießen nicht nutzt.

5.2.3.1 Betrieb und Fahrzeug

Von deutschen Anbietern gibt es nach unserer Erkenntnis in dieser Klasse derzeit keine elektrischen Standardprodukte. Eine nachträgliche Umrüstung von Verbrennungsmotorfahrzeugen erscheint als nicht zielführend und mit großen Unsicherheiten behaftet.

Mercedes-Benz plant, ab 2019 den Vito (max. 1+8-Sitze) in einer elektrischen Variante anzubieten. Dieses Fahrzeug ist eher als Großraum-Limousine zu bezeichnen, was mit erschwelter Zugänglichkeit für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste verbunden ist (keine Stehhöhe im Fahrgastraum). Das Problem bleibt auch bestehen, wenn durch Verzicht auf die vordere Sitzbank eine Aufstellfläche für Rollstühle geschaffen werden kann. Daher wird dieses Fahrzeug nicht geprüft, zudem gibt es derzeit zu Preisen und Leistung keine Angaben.

Marktgängig sind kleine, elektrische Busse jedoch in Frankreich. Diese Fahrzeuge („navettes“) werden vielerorts in oft verwinkelten Kernbereichen der Städte eingesetzt, sie orientieren sich in Design und Auslegung an Stadtbussen.



Abbildung 37 Bolloré Bluebus (links) und Renault Master Z.E (rechts)

Der dargestellte Bolloré Bluebus hat zwar eine Kapazität von 22 Personen, dabei handelt es sich aber überwiegend um Stehplätze, da die Busse in den Kernstädten oft sehr kurze Distanzen fahren. Für den Bedarf in Wettengel wäre die Einrichtung so zu ändern, dass bequemere Sitze und Aufstellflächen vorhanden sind, damit wäre die Größe passend. Besonders vorteilhaft bei diesem Fahrzeug ist der tiefe Einstieg.

Konstruktionsbedingt beträgt die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h, sodass zwischen den Ortsteilen geringfügige Fahrzeitverlängerungen auftreten können. Der enge Fahrplan wird dadurch beeinträchtigt. Auf der anderen Seite ist ein derartiges Fahrzeug ein „Hingucker“, d.h. es würde die kommunale Elektromobilität in Wettengel gut sichtbar machen.

Ein weiteres Fahrzeug kommt ebenfalls aus Frankreich, es ist der Renault Master Z.E. („Zero Emission“). Dieses Fahrzeug entspricht in Design, Größe und Ausstattung weitgehend dem derzeit auf der Linie 82 eingesetzten Mercedes Sprinter.

Allerdings steht die Markteinführung noch bevor, sodass vom Hersteller noch keine Angaben zu Preis und Reichweite gemacht werden. Das Fahrzeug soll mit der gleichen Batterie wie der wesentlich kleinere Kombi „Kangoo“ ausgestattet werden, damit liegt die nutzbare Reichweite voraussichtlich bei unter 100 km. Nähere Angaben können nach Herstelleraussage im Herbst 2017 erteilt werden. Zu erwarten ist, dass der Bus aufgrund des niedrigen Grundpreises als Diesel (45.000 €) und der kleineren Batterie vergleichsweise preiswert ist.

Aufgrund der nur 82 Fahrplan-Kilometer und der Betriebszeit von 2x3 Stunden mit einer 2-stündigen Betriebspause über Mittag, die zum Nachladen genutzt werden kann, ist die Linie 82 geradezu ideal für die Umstellung auf elektrischen Betrieb.

Der Bus von Bolloré hat eine für den Anwendungsfall überdimensionierte Batterie, diese Ausstattung ist aber nicht skalierbar. Demgegenüber erfordert die knapp bemessene Batterie des Renault Master Z.E. eine Nachladung, wofür sich die Betriebspause mittags gut eignet.

5.2.3.2 Infrastruktur

Für beide Fahrzeuge reicht eine Plug-in-Ladesäule beim Betreiber, die bei Bolloré im Preis enthalten ist. Bei der Wahl eines dem Renault vergleichbaren Fahrzeugs ist das Nachladen während der Mittagspause erforderlich, hierfür bietet sich der Standort Mehrzweckhalle/Schwimmbad an.

5.2.3.3 Fahrgäste und Nachfrage

Da es nur geringe Fahrplanänderungen gibt, ist wie bei Variante 2 nur mit geringen Auswirkungen auf die Nachfrage zu rechnen. Ein dem Bolloré vergleichbares Fahrzeug macht das „Bussi“ jedoch sichtbar, damit kann eine weitere Erhöhung der Fahrgastzahl eintreten.

5.2.3.4 Wirtschaftlichkeit und Umwelt

Die Sollkosten für die Linie 82 sind bezüglich des Renault Master Z.E. geschätzt, weil hierfür zurzeit weder Preise noch technische Daten vorliegen.

Die Mehrkosten für den elektrischen Betrieb sind jedoch überschaubar, weil bei der Linie 82 die Personalkosten einen besonders hohen Anteil ausmachen. Das gilt besonders, wenn ein dem Renault vergleichbares Fahrzeug kleiner, kostengünstiger Batterie eingesetzt wird. Unter Berücksichtigung einer Förderung von 40% der Investitionen wäre diese Lösung sogar etwas günstiger als der jetzige Betrieb.

"Bussi" (Linie 82) Ist	Bolloré	Renault	
Vorhaltung	6 064	24 255	6 064
Batterie	./.	11 875	4 043
Ladesäule			2 517
Förderung BMV		-14 452	-5 049
Unterhalt / Zeit	5 000	5 544	3 659
Unterhalt / km	5 000	8 716	5 753
Energie	6 466	2 362	2 362
Personal	77 220	77 220	77 220
	99 750	115 520	96 567
€/Fpl-km	3,55	4,11	3,43

RAMBOLL

Abbildung 38 Kostenrechnung „Bussi“

Die Umweltentlastung durch Ersatz des Dieselbetriebs für die Linie 82 liegt bei etwa 12 t CO₂ im Jahr.

Die Umstellung des „Bussi“ (Linie 82) auf E-Betrieb ist sinnvoll und in jeder Hinsicht darstellbar. Um die Schwelle für die Beantragung der Fördermittel zu erreichen, muss die Beschaffung in Verbindung mit der Umstellung des kommunalen Fuhrparks erfolgen.

5.3 Empfehlung zur Vergabe

Wir empfehlen, zur Beschaffung eine systemoffene Funktionsbeschreibung zu erstellen, welche Lieferung, Einbau und u.U. Wartung aller Komponenten in einem Los enthält. Damit liegt die Verantwortung bei den Lieferanten und der Besteller muss sich nicht mit Schnittstellen zwischen den Komponenten beschäftigen.

Die Anbieter können dann kalkulieren, ob eine weitere Optimierung für den konkreten Anwendungsfall möglich ist, etwa durch Abstimmung der Batteriegrößen und der Ladetechnik. Dabei können die Anbieter auch den Einfluss der Ladezyklen auf die Haltbarkeit der Batterien berücksichtigen.

Für die ortsfesten Anlagen ist im Voraus zu regeln, in welcher Form Einbau, Netzanschluss und ggf. Betrieb gestaltet werden soll. Das kann über ein vorgeschaltetes Markterkundungsverfahren oder ein Verhandlungsverfahren geschehen.

5.4 Förderung

Die NOW GmbH (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) ist verantwortlich für die Koordination und Steuerung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) und des Programms Modellregionen Elektromobilität des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Im Rahmen dessen werden derzeit große Förderprogramme aufgelegt.

Die Förderrichtlinie des BMVI beinhaltet die drei Säulen

- Beschaffung von Elektrofahrzeugen und für deren Betrieb notwendige Ladeinfrastruktur für Kommunen und gewerbliche Flotten (ein neuer Aufruf ist für das 4. Quartal 2017 geplant),
- Konzepte sowie
- Forschung und Entwicklung zur Unterstützung des Markthochlaufs in den Bereichen
 - ÖPNV,
 - Güter- und Wirtschaftsverkehr,
 - Vernetzung LIS und Fahrzeug,
 - Systemlösungen und Dienstleistungen.

Bei der Beschaffung sieht die Richtlinie einen Schwellenwert von mindestens fünf Fahrzeugen vor, damit wäre die Variante 2 einschließlich „Bussi“ prinzipiell förderfähig; Variante 1 nur dann, wenn ein zusätzlicher Bus als Instandhaltungs- und Betriebsreserve mit beschafft wird.

Alternativ ist auch die Förderung des Kleinbusses für die Linie 82 alleine denkbar, wenn er gemeinsam mit den kommunalen Fahrzeugen beschafft wird (kommunaler Fahrzeugpool), und so die Mindestförderungsschwelle erreicht wird.

„Zulässig ist eine maximale Beihilfeintensität von bis zu 40%. Die Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung lässt für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) höhere Förderquoten zu, wenn das Vorhaben anderenfalls nicht durchgeführt werden kann.“

„Beihilfefähig sind die Mehrausgaben, die zur Erreichung der Umweltziele dieses Fördervorhabens erforderlich sind. Dies sind:

- Differenzausgaben für die Beschaffung von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb gegenüber von Fahrzeugen der gleichen Kategorie mit konventionellem Antrieb³⁰.
- Ausgaben für die Beschaffung der für den Betrieb der Fahrzeuge notwendigen Ladeinfrastruktur.“

Zu berücksichtigen ist dabei: es „...muss der Betrieb der Fahrzeuge weitestgehend mit erneuerbarer Energie erfolgen, wobei die Einbindung lokal erzeugter erneuerbarer Energie wünschenswert wäre.“ Diese Voraussetzung beinhaltet, dass bei dem anzuwendenden Strom-Mix kaum Emissionen auftreten. Dem kommt entgegen, dass „intelligent“ vollgeladen werden kann, wenn nachts hohe Anteile an regenerativer Energie anfällt.

Zusätzlich kann über das Land Hessen eine Förderung beantragt werden, die Umstellung auf elektrischen Betrieb erfüllt die Fördervoraussetzungen gemäß der Richtlinie des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung vom 27. August 2015 (V 1-D-015-1-20-53).

Im Ergebnisprotokoll der 88. Umweltministerkonferenz am 05. Mai 2017 fordert die Konferenz von der Bundesregierung ein Sofortprogramm mit dem Namen „Faktor 100“ für die Elektrifizierung von Stadtbussen und deren entsprechender Infrastruktur. „Faktor 100“ trägt dem Ansatz Rechnung, dass die Senkung von Treibhausgasemissionen, Lärm- und Feinstaubbelastung von nur einem Elektrobus dem Entlastungspotenzial von 100 Elektro-Pkw entspricht. Mit einer angestrebten Förderquote von 80% und einem jährlichen Fördervolumen von 100 Mio. € pro Jahr (in der Anlaufphase 2018 schon 50 Mio. € pro Jahr) würden die Mehrkosten von Variante 1 gegenüber 40% Förderung von 12% auf 9% senken und wirtschaftliche Bewertung von elektrischen Stadtbuss-Beschaffungen noch deutlich verbessern

Die Förderungen der EU im Rahmen des EFRE-Fonds etc. beziehen sich in der Regel auf Kommunen oder Zusammenschlüsse von Kommunen von über 50.000 Einwohnern in der EU. Dies trifft auf Wetztenberg alleine nicht zu, als Zusammenschluss der oberen Lahnregion (EMOLA) sind aber auch EU-Förderungen darstellbar.

³⁰ Unter konventionellem Antrieb wird bei Bussen in der Regel der Dieselantrieb verstanden.

Im Rahmen der „Green Bus Declaration“ verkündete DG MOVE (Abteilung für Mobilität der Europäischen Kommission) am 13. Juli 2017, dass eine Beschaffungsinitiative für 2.000 Busse mit sauberen, alternativen Antrieben bis 2019 geplant ist.

5.5 Zusammenfassung

Variante 1 ist mit ca. 12% Mehraufwand nicht empfehlenswert: Das zusätzliche Umsteigen wird auch bei optimaler Lösung schwer vermittelbar sein, mit entsprechendem Fahrgastverlust zumindest bei den Nutzern mit Alternativen um Bus. Zudem kann es in der Spitze zu Engpässen kommen, weil die Kapazitäten in Wettenberg eingeschränkt werden.

Es wird ein zusätzliches Fahrzeug mit Fahrpersonal benötigt, vor allem durch die Personalkosten erhöht sich der Aufwand. Investitionen für die benötigte Umsteigehaltestelle, die bei einem späteren, durchgehenden Betrieb nicht mehr genutzt wird, wären verloren.

Variante 2 ist mit einem Mehraufwand von ca. 5% verbunden, für die Fahrgäste morgens und abends ergibt sich ein höherer Komfort. Die E-Busse haben nur eine geringe Fahrleistung, entsprechend weniger ausgeprägt ist der Entlastungseffekt. In Wettenberg würden tagsüber ausschließlich Gasbusse fahren. Allerdings fahren am frühen Morgen und abends ausschließlich leise E-Busse durch die Ortsteile Wettensbergs.

Als Untervariante kann sie auch als Einstiegs- bzw. Testphase gestaltet werden, mit einem E-Bus nur für die Fahrten der Linie 800.

Die Umstellung des „Bussi“ (Linie 82) auf E-Betrieb ist auf jeden Fall sinnvoll, sollte aber in Verbindung mit der Umstellung des übrigen kommunalen Fuhrparks erfolgen.

Wir empfehlen zu prüfen, die Linien 801 und/oder 802 komplett auf E-Busse umzustellen. Die Untersuchung dieser Varianten war jedoch nicht Bestandteil des Auftrags. Dadurch wäre ein maximaler Umwelteffekt erreichbar, Fahrgäste würden nicht negativ tangiert und das derzeitige effiziente Betriebskonzept, das mit Gas-Bussen gefahren wird, bliebe wahrscheinlich erhalten.

6 Ladeinfrastrukturkonzept

6.1 Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur

Der Bedarf der öffentlichen Ladeinfrastruktur leitet sich von dem Ladeverhalten bestimmter Nutzergruppen ab und richtet sich vordringlich an diejenigen Nutzer, die nicht zu Hause laden können. Da die überwiegende Mehrheit der Einwohner der Gemeinde Wettenberg über einen eigenen Parkplatz oder Stellplatz verfügt (vgl. Kapitel 2.2.1), handelt es sich hauptsächlich um Nutzergruppen, welche nicht Zuhause über eine eigene Ladeinfrastruktur verfügen oder aus bestimmten Gründen in der Gemeinde Wettenberg unterwegs sind. Zu diesen Nutzergruppen zählen

- Wettenberger Bürgerinnen und Bürger, die über keinen eigenen Stellplatz/Garage und damit auch über keine eigene Ladeinfrastruktur am Wohnort verfügen („Nachtlader“),
- Beschäftigte, die mit dem Elektroauto nach Wettenberg pendeln und beim Arbeitgeber über keinen Firmenparkplatz mit Ladeinfrastruktur verfügen,
- Nutzer einer potentiellen kommunalen E-Fahrzeugflotte,
- E-Carsharing-Nutzer auf der Durchreise oder zu Besuch in der Gemeinde Wettenberg,
- Private und geschäftliche Tagesgäste mit der Notwendigkeit zum öffentlichen Laden,
- Übernachtungsgäste mit längeren Aufenthaltszeiten und
- Durchreisende ohne längere Aufenthaltszeit.

Das Ziel des Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur sollte sein, eine Grundabdeckung in der Fläche von Langsam- und Schnellladesäulen für die oben genannten Nutzergruppen bereitzustellen. Daher muss, um Handlungsempfehlungen abzuleiten zu können, der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur beziffert werden.

Grundlage für eine Ableitung des Ladebedarfs ist die Formulierung von plausiblen Rahmenbedingungen. Aus den Analysen zu den Mobilitätseckwerten (vgl. Kapitel 2.2.1) geht hervor, dass in der Gemeinde Wettenberg die überwiegende Mehrzahl der Einwohner über eine eigene Garage oder Stellplatz mit einer potentiellen Lademöglichkeit verfügen. Unter der Annahme, dass neun von zehn Fahrzeugen zuhause geladen werden können, sind aufbauend auf den Potenzialabschätzungen (vgl. Kapitel 4.1) im Jahr 2025 zwischen 25 und 45 Fahrzeuge auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen. Des Weiteren wird angenommen, dass ein Anteil aus Einpendlern in die Gemeinde, der gemäß aktueller und vergleichbarer Studien mit etwa 30% angenommen werden kann, die öffentliche Ladeinfrastruktur in Anspruch nehmen wird. Den übrigen Einpendlern stehen halb-öffentliche und private Ladepunkte am Arbeitsplatz, die durch den Arbeitgeber gestellt werden, zur Verfügung. Zusätzlicher Ladebedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur entsteht durch Durchgangsverkehr und zusätzlichen Zielverkehr (z.B. Freizeitverkehr, Einkaufsverkehr etc.).

Für einen Ladepunkt wurde eine dreifache Belegung am Tag angenommen. Dies bedeutet, dass durchschnittlich an jedem Ladepunkt drei Ladevorgänge am Tag vorgenommen werden. Diese Annahme wird unter Berücksichtigung des zukünftigen Bedarfs als sinnvoll erachtet, auch wenn die gegenwärtige Auslastung geringer ist. Bei der Abschätzung wurde auch berücksichtigt, dass nur ein Teil der Elektrofahrzeuge rein elektrisch betrieben wird und Hybridfahrzeuge nicht zwangsläufig geladen werden müssen, da diese stets auf den Verbrenner zurückgreifen können.

Die schematische Vorgehensweise der Ermittlung des Bedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur ist in Abbildung 39 dargestellt.

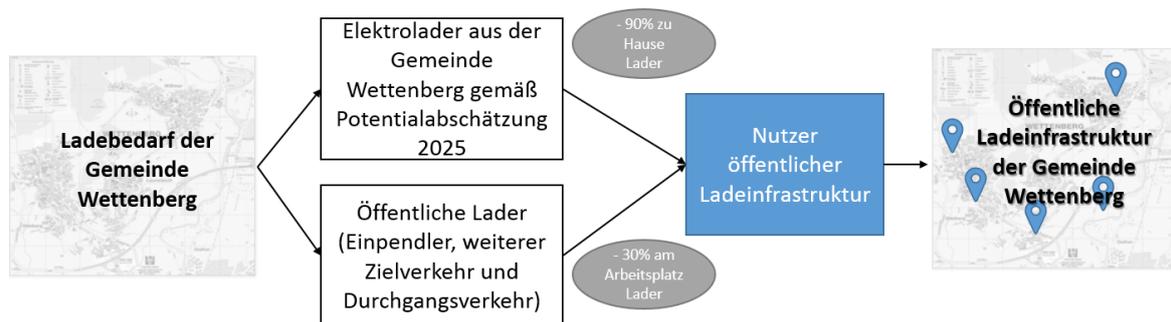


Abbildung 39 Schematische Darstellung des Bedarfs der öffentlichen Ladeinfrastruktur

Ausgehend von den oben getroffenen Annahmen lässt sich der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur für den Alltagsverkehr und Fernverkehr für das Jahr 2025 für die Gemeinde Wettenberg auf **ca. 6 bis 10 Ladepunkte** beziffern. Je nach Nachfrageniveau können auch mehr Ladepunkte benötigt werden, um ein Laden ohne Wartezeiten sicherzustellen. Deshalb sind aus Gründen des Komforts für die Nutzer und zur proaktiven Förderung der Elektromobilität auch geringe Überkapazitäten zu empfehlen.

Um den Bedarf abzudecken ist die Einrichtung von Wechselstromladesäulen bis zu einer Ladeleistung von 22 KW ausreichend. Öffentliche Gleichstromladesäulen sind aus heutiger Sicht in Wettenberg weder benötigt noch wirtschaftlich zu betreiben.

6.2 Empfehlungen für Standorte

Aufbauend auf der Analyse der Nutzergruppen lassen sich für die Gemeinde Wettenberg verschiedene Orte ableiten, welche sich als bevorzugte Standorte für Ladeinfrastruktur erweisen.

Dazu zählen

- Gewerbegebiete und Orte mit vielen Arbeitsplätzen,
- Öffentliche Parkplätze im Bereich hoher Wohnraumdichte und hohem Anteil von Wohnungen ohne eigene Garage oder Parkfläche,
- Schulen, Ausbildungsstätten und Kindergärten
- Einzelhandelseinrichtungen und Einkaufszentren,
- Freizeiteinrichtungen,
- Touristische Einrichtungen (Hotels, Gaststätten),
- Medizinische Einrichtungen (z.B. Ärzte- und Krankenhäuser) und
- Mobilitätspunkte (z.B. Bahnhof, Bushaltestellen).

Anhand der Vorüberlegungen aus der Situationsanalyse (vgl. Kapitel 2) wurde eine Auswahl potenzieller Standorte für Ladeinfrastruktur erstellt. Diese wurden nach folgenden Kriterien bewertet. Zudem werden für die Realisierung des Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur drei Prioritätsstufen vorgeschlagen.

- **Frequenz:** Sowohl aus Nutzersicht als auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sollen sich Ladesäulen an stark frequentierten Orten befinden.
- **Parkdauer:** Der Ladevorgang benötigt je nach Ladeleistung unterschiedlich viel Zeit. Daher muss bei der Standortauswahl die Parkdauer bzw. Verweildauer der Nutzer beachtet werden. Zudem beeinflusst die voraussichtliche Parkdauer den Ladetyp der Ladeinfrastruktur (Normalladen unter Wechselstrom oder Schnellladen unter Gleichstrom).
- **Nutzergruppe:** Für eine hohe Nutzungshäufigkeit muss sich die Ladesäule im Bereich hoher Nutzeraktivität befinden. Dies kann beispielsweise durch attraktive Standorte in Innenstadtlagen oder Gewerbegebiete sichergestellt werden.
- **Anzahl Ladepunkte:** Für jede Ladestation muss festgelegt werden, wie viele Ladepunkte zur Verfügung gestellt werden. Da die zusätzlichen Kosten für jeden weiteren Ladepunkt gering ausfallen, sind für öffentliche zugängliche Ladeinfrastruktur in der Regel mehrere Ladepunkte je Ladestation zu empfehlen.

- **Priorität:** Vor dem Hintergrund der Hochlaufphase der Elektromobilität ist für die Wirtschaftlichkeit und Nachsteuerung sinnvoll, den Ausbau der Ladeinfrastruktur in Ausbaustufen vorzunehmen. Dazu wurden drei Ausbaustufen definiert:
 - **Ausbaustufe 1:** Stufe 1 betrifft zentrale Standorte für Ladeinfrastruktur mit hoher Priorität und einem Verwaltungssitz der Gemeinde, deren Konzeption und Planung zeitnah erfolgen sollte. Die Umsetzung kann kurz- bis mittelfristig geschehen.
 - **Ausbaustufe 2:** Stufe 2 umfasst eine Erweiterung der ersten Ausbaustufe. Die Umsetzung ist mittel- bis langfristig möglich. Betroffen sind Standorte mit Verwaltungssitz der Gemeinde und Mobilitätsschnittstellen sowie öffentlichen Parkflächen mit hoher Nachfrage.
 - **Ausbaustufe 3:** Stufe 3 beinhaltet das ergänzende Netz an Ladepunkten. Diese Ladepunkte umfassen die Standorte, welche sich nicht im Eigentum der öffentlichen Hand befinden. Dazu zählen Standorte auf Gewerbeflächen, Dienstleister und Parkplätze großer Einzelhändler. Fokus liegt auf der Kooperation, Kommunikation und Unterstützung der potentiellen Betreiber und der Gemeinde.

Für den Ausbau mit relativ geringen Kosten der öffentlichen Ladeinfrastruktur in den Kommunen eignen sich Standorte, an denen bereits Infrastrukturen vorhanden sind und für deren Installation keine aufwendigen Erdarbeiten erforderlich sind. Beispielsweise kann bereits an einer Laterne, die einphasigen Dauerstrom führt, ein Ladepunkt mit 3,7 kW Leistung entstehen. Anschlussverteiler eignen sich zur Installation von 22 kW (3 x 63A) Ladepunkten. Schnellladepunkte (AC mit 44 kW oder DC mit > 100 kW) können mit relativ geringem Aufwand an Ortsnetzverteilern angebunden werden.

Die Kosten für die Installation einer einfachen Ladesäule (z.B. Wallbox in einer Garage) bei vorhandenem Stromanschluss liegen üblicherweise bei unter 2.200 €. Die jährlichen Betriebskosten liegen in der Regel bei derartigen Systemen bei unter 100 €. Tendenziell gilt: je leistungsfähiger der Ladepunkt, desto teurer die Investitionskosten. Eine DC-Ladesäule kostet bereits um die 25.000 €³¹. Den größten Kostenpunkt in Bezug auf die Errichtung von Ladesäulen stellen hingegen Erdarbeiten für die Verkabelung dar, deren Kosten die der Ladesäulen selbst um ein Vielfaches übersteigen. Aufgrund des technischen Fortschritts und steigender Skaleneffekte ist davon auszugehen, dass die Kosten für Ladeinfrastruktur in Zukunft signifikant sinken werden. Prognosen zufolge werden sich die Errichtungskosten und die laufenden Kosten auf Dauer halbieren (vgl. Kapitel 3.2).

Für das Elektromobilitätskonzept wurden aufgrund der vorliegenden Datengrundlage 14 Standorte identifiziert, welche sich für öffentliche Ladeinfrastruktur als geeignet erweisen. In der Praxis können allerdings auch weitere Standorte, auch wenn sie in diesem Ladeinfrastrukturkonzept nicht berücksichtigt wurden, erfolgreich betrieben werden.

³¹ Die Kosten sollen nur der groben Orientierung dienen. Die tatsächlichen Kosten können je nach Aufwand der Inbetriebnahme schwanken.

Abbildung 40 zeigt eine Übersicht der empfohlenen Standorte für öffentliche Ladeinfrastruktur.

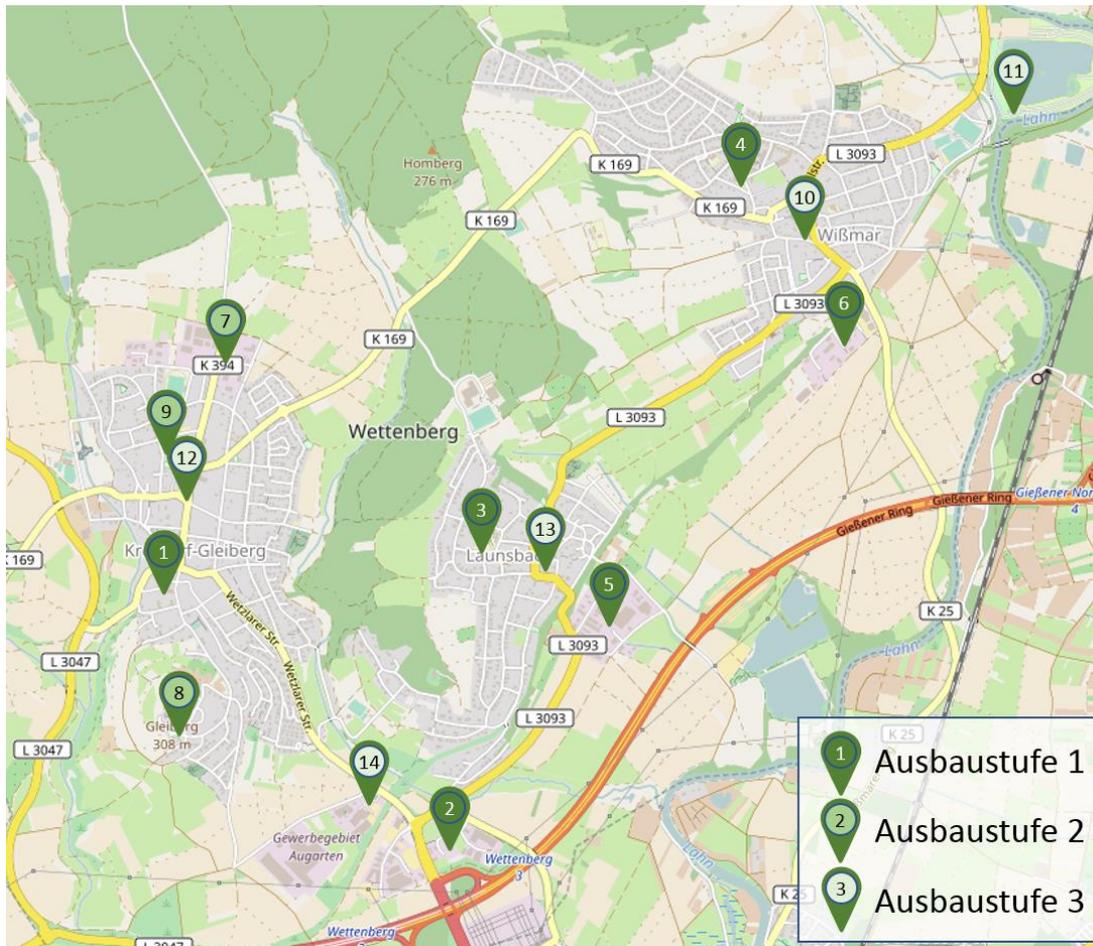
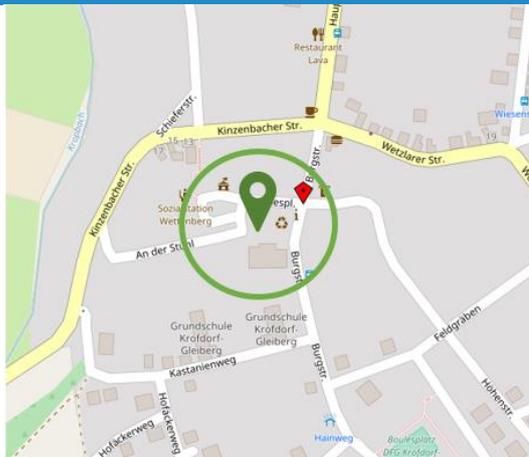


Abbildung 40 Empfehlung für Standorte öffentlicher Ladeinfrastruktur

Zu jedem Standort wurde ein Steckbrief erstellt, der die Kriterien aus der Empfehlung berücksichtigt. Zudem kann es sich als sinnvoll erweisen, dass mehrere Ladepunkte je Standort eine jederzeitige Lademöglichkeit sicherstellen.

Nr. 1 Rathaus und Sozialstation Krofdorf-Gleiberg

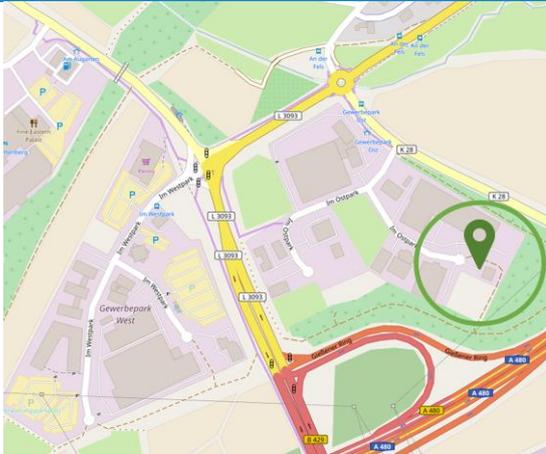


Frequenz	hoch
Parkdauer	kurz bis lang
Anzahl Ladepunkte	2
Nutzergruppen	Beschäftigte Kommunale Flotte Anwohner

Im Ortsteil Krofdorf-Gleiberg wird als Standort für eine Ladesäule der Sorguesplatz favorisiert. Neben dem Rathaus und der Sozialstation befinden sich mehrere Versorgungseinrichtungen und Beschäftigungsmöglichkeiten in der Umgebung. Die Zentralität des Standorts unterstreicht die hohe Priorität des Standorts. Die benötigten eigentumsrechtlichen Grundlagen sind vorhanden.

Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	1

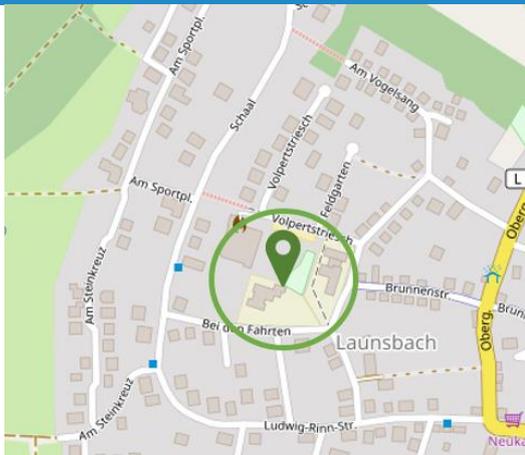
Nr. 2 Gewerbegebiet Krofdorf Gleiberg



Frequenz	mittel
Parkdauer	mittel bis lang
Anzahl Ladepunkte	2
Nutzergruppen	Beschäftigte
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	1

Die Lage im Gewerbegebiet in Krofdorf-Gleiberg ist aufgrund der direkten Anbindung an die A480 ein Standort zweiter Priorität für Ladestationen. Die Beschäftigten, die mit dem Elektroauto zur Arbeit fahren, würden über einen Parkplatz mit Ladeinfrastruktur verfügen und könnten ihr Auto während den Arbeitszeiten laden.

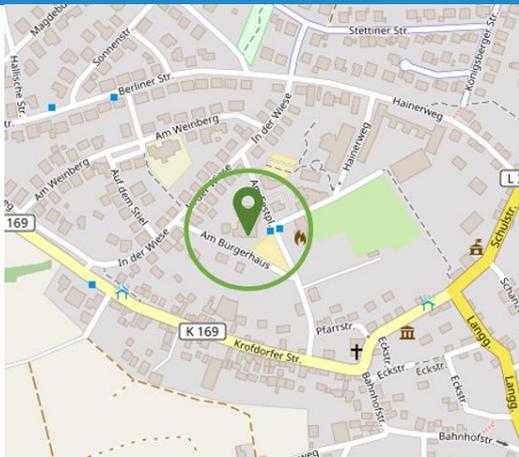
Nr. 3 Bürgerhaus Launsbach



Aufgrund der zentralen Lage eignet sich das Bürgerhaus in Launsbach als prioritärer Standort. Das Bürgerhaus ist ringsum umgeben von Wohnvierteln und würde sich somit gut für Bürger eignen, die nicht über einen eigenen Stellplatz mit Lademöglichkeit verfügen.

Frequenz	hoch
Parkdauer	kurz bis lang
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Kommunale Flotte Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	1

Nr. 4 Bürgerhaus Wißmar

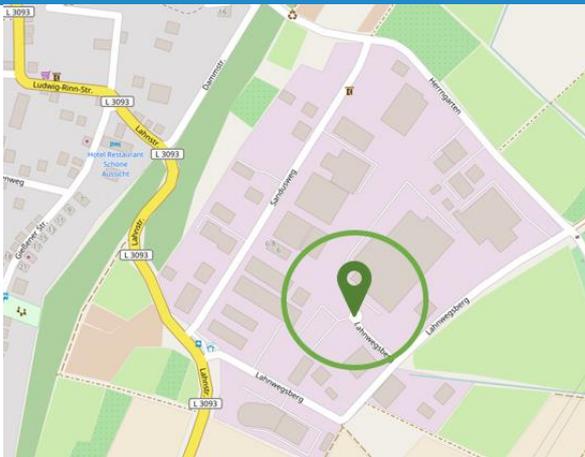


Frequenz	hoch
Parkdauer	kurz bis lang
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Kommunale Flotte Anwohner

Der Parkplatz des Bürgerhauses Wißmar eignet sich als favorisierter Standort. Dieser befindet sich in der Ortsmitte Wettenbergs, nicht weit entfernt von kleineren Einzelhandelseinrichtungen. Für die Arbeiterwohlfahrt, welche sich in der Nähe befindet, wäre dieser Platz eine gute Option. Der Standort eignet sich auch für private und geschäftliche Tagesgäste mit der Notwendigkeit zum öffentlichen Laden.

Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	1

Nr. 5 Gewerbegebiet Launsbach

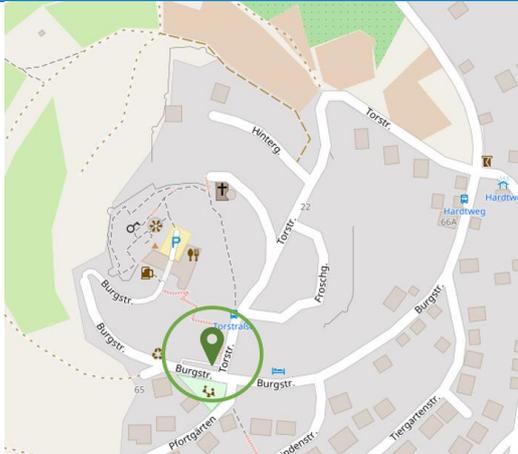


Frequenz	mittel
Parkdauer	mittel bis lang
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	1

Auch das Gewerbegebiet wäre aufgrund der zahlreichen Betriebe ein geeigneter Standort für Stellplätze mit einer Ladeinfrastruktur. Für die dortigen Beschäftigten würde dieser Stellplatz auch einen Grund für den Erwerb eines Elektrofahrzeuges bieten.

Nr. 7 Nördliches Gewerbegebiet Krofdorf Gleiberg		
	Frequenz	mittel
	Parkdauer	mittel bis lang
	Anzahl Ladepunkte	1-2
	Nutzergruppen	Beschäftigte Anwohner
	Ladeleistung	AC 11-22 KW
<p>Ein Standort zweiter Priorität ist im nördlich gelegenen Gewerbegebiet in Krofdorf-Gleiberg. Aufgrund der vielen anliegenden Betriebe wäre es für die Beschäftigten eine optimale Position für einen Stellplatz mit Lademöglichkeit. Auch für Freizeitaktivitäten, die sich in das anliegende Waldgebiet erstrecken, würde sich dieser Standort gut für einen Stellplatz mit Ladestation eignen.</p>	Ausbaustufe	2

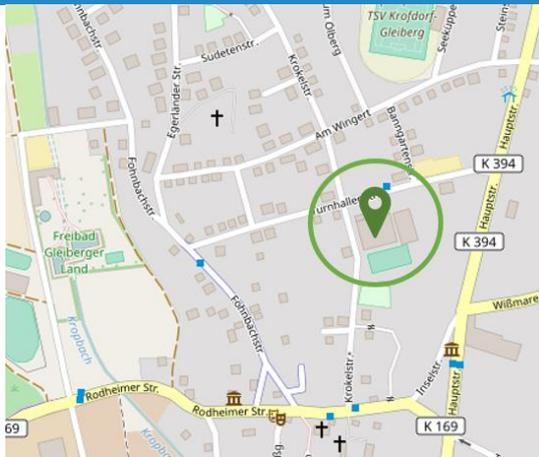
Nr. 8 Parkplatz Burg Gleiberg



Ein Stellplatz der Priorität erster Ordnung befindet sich auf dem Parkplatz der Burg Gleiburg. Diese Burg ist eine Sehenswürdigkeit der Gemeinde und mit einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge wäre es für Touristen und Anwohner mit einem Elektrofahrzeug ein großer Pluspunkt.

Frequenz	mittel
Parkdauer	kurz bis lang
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Besucher Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	2

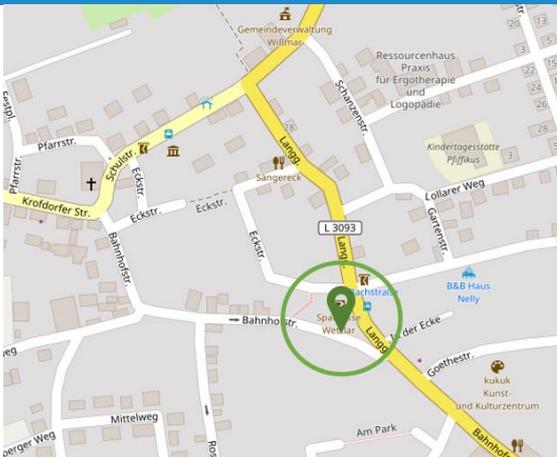
Nr. 9 Betriebshof Krofdorf-Gleiberg



Ein weiterer Standort dritter Priorität ist an dem Betriebshof in Krofdorf-Gleiberg. Nebenan befindet sich die Eduard-David-Sporthalle, welche als Mehrzweckhalle dient. Auch Nutzer einer kommunalen E-Fahrzeugflotte würden diesen Stellplatz begrüßen.

Frequenz	Mittel
Parkdauer	kurz bis lang
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Kommunale Flotte Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	2

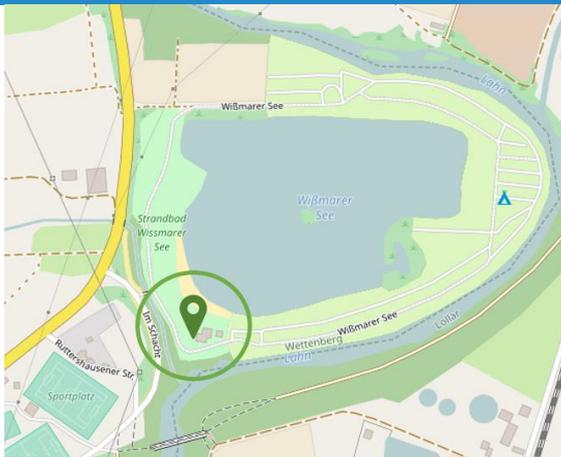
Nr. 10 Sparkasse Wetzlar-Filiale



Frequenz	Mittel
Parkdauer	Mittel
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Eltern Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	3

Die zentral gelegene Filiale der Sparkasse Wetzlar würde sich aufgrund der umliegenden Einzelhandelsgeschäfte sehr gut eignen. In Kooperation mit der Filiale wäre dies auch ein attraktiver Stellplatz für die Angestellten.

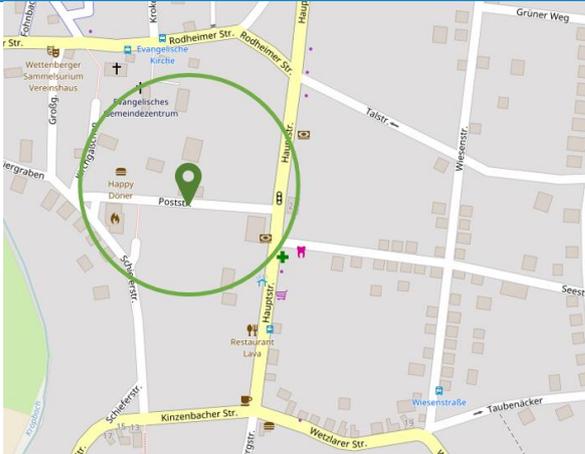
Nr. 11 Campingplatz Wißmarer See



Als Stellplatz mit Ladeinfrastruktur und Priorität dritten Ranges würde sich der Campingplatz am Wißmarer See eignen. Von Vorteil wäre es für die Gäste des Campingplatzes und die Tagesbesucher mit Elektrofahrzeugen.

Frequenz	Mittel
Parkdauer	Mittel
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Eltern Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	3

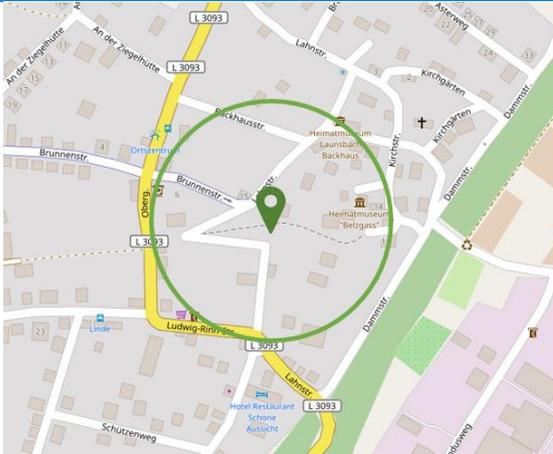
Nr. 12 Zentrale Lage Krofdorf-Gleiberg



Die Ortsmitte von Krofdorf-Gleiberg stellt aufgrund ihrer Zentralität ebenfalls einen favorisierten Standort dar. Die nahegelegenen Einzelhandelsgeschäfte würden mit einer Kooperation davon profitieren. Im großen Interesse wäre dies auch für E-Carsharing-Nutzer auf der Durchreise oder die zu Besuch in der Gemeinde sind.

Frequenz	Mittel
Parkdauer	Mittel
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Anwohner Besucher
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	3

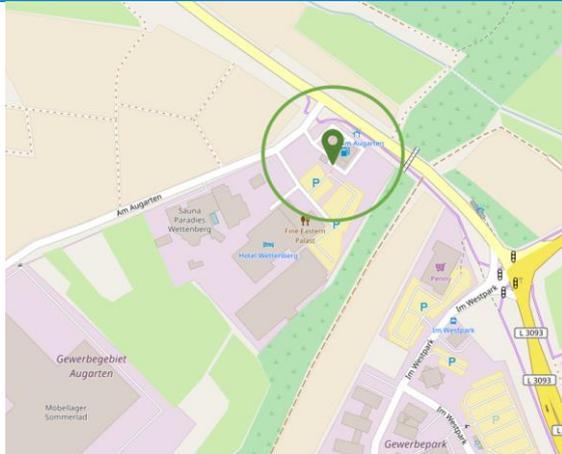
Nr. 13 Zentrale Lage Launsbach



Standort dritter Priorität wäre im Zentrum von Launsbach. Auch Unternehmen würden von dieser Ladesäule profitieren. Von Vorteil wäre diese Lage für die Gäste des Hotels „Schöne Aussicht“ sowie für Tagesgäste der Gemeinde mit Elektrofahrzeugen.

Frequenz	Mittel
Parkdauer	Mittel
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Eltern Anwohner
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	3

Nr. 14 Aral-Tankstelle



Standort dritter Priorität ist an der Aral-Tankstelle zwischen den Ortsteilen Krofdorf-Gleiberg und Launsbach. Die Tankstelle befindet sich an der A480 und neben dem Hotel Wettenberg. Dies ist somit ein idealer Standort für Durchreisende.

Frequenz	Mittel
Parkdauer	Mittel
Anzahl Ladepunkte	1-2
Nutzergruppen	Beschäftigte Durchgangsverkehr
Ladeleistung	AC 11-22 KW
Ausbaustufe	3

7 Strombilanz

Der steigende Strombedarf durch die Marktdurchdringung der Elektromobilität stellt die Betreiber der Stromnetze vor neue Herausforderungen, da diese das Stromangebot und die Stromnachfrage durch die zunehmende Elektromobilität in Einklang bringen müssen. Vor allem die über den Tag ungleichmäßige Nachfrage an Ladeleistung kann hohe Lastspitzen erzeugen und zu Problemen bei der Spannungserhaltung führen.

Der Strombedarf durch die Elektromobilität, der gedeckt werden muss, ist in erster Linie von der tatsächlich auf den Straßen fahrenden Anzahl an Elektrofahrzeugen abhängig. Wie bereits in Kapitel 4.1 erläutert, befindet sich die Elektromobilität noch in einer frühen Markthochlaufphase und wird in den kommenden Jahren zunehmen. Aufbauend auf den absoluten Zahlen der Potenzialabschätzung und einer durchschnittlichen täglichen Fahrweite von etwa 50 Kilometern ergibt sich ein täglicher Strommehrbedarf durch Elektrofahrzeuge. Je nach zukünftigem Entwicklungsszenario der Elektromobilität wird sich dieser Strombedarf in der Gemeinde Wettenberg in einer Größenordnung³² zwischen 3.000 kWh und 5.000 kWh pro Tag bewegen (vgl. Abbildung 41).

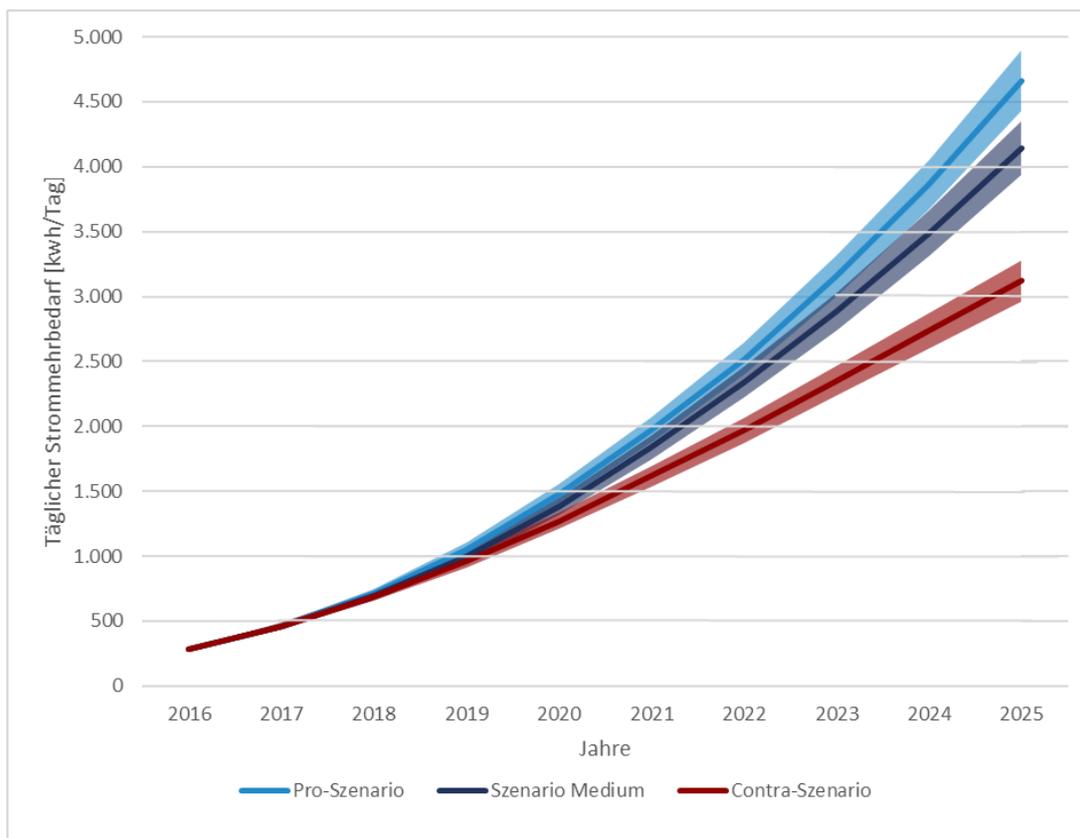


Abbildung 41 Täglicher Strommehrbedarf durch Elektrofahrzeuge in Wettenberg

³² Der Hochrechnung wird ein durchschnittlicher Energieverbrauch eines Elektrofahrzeugs von 0,22 kWh/km zugrunde gelegt.

Die Ganglinie der Tageslast ist von vielen Faktoren abhängig. Beispielsweise weicht das Ladeverhalten am Sonntag von dem am Werktag ab. Allerdings haben Untersuchungen und Modellrechnungen der Belastung der Stromnetze gezeigt, dass Nutzer von Elektrofahrzeugen ihre Fahrzeuge nach typischen Mustern laden. Die Lastspitze der Elektroladevorgänge tritt typischerweise an einem Werktag zwischen 17 und 20 Uhr auf. In der Regel dann, wenn die Arbeitnehmer nach Hause kommen und ihr Fahrzeug an die eigene oder eine öffentliche Ladesäule anschließen. Die mittlere Ladeleistung nimmt dann im Laufe des Abends ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die ersten Ladevorgänge mit höheren Ladeleistungen (> 10 kW) nach wenigen Stunden bereits beendet sind. Langsamladensäulen mit Ladeleistungen zwischen 3,5 kW und 6 kW laden bis in die frühen Morgenstunden. Ab 8 Uhr steigt der Ladebedarf wieder an und bleibt über den Tag bis zum frühen Nachmittag auf einem gleichbleibenden Niveau. Erst im Laufe des Nachmittags steigt der Ladebedarf erneut bis zur Spitzenlast am frühen Abend an. Die Ladeleistung in der Spitzenstunde beträgt etwa 10% der täglichen Ladeleistung (vgl. Abbildung 42).

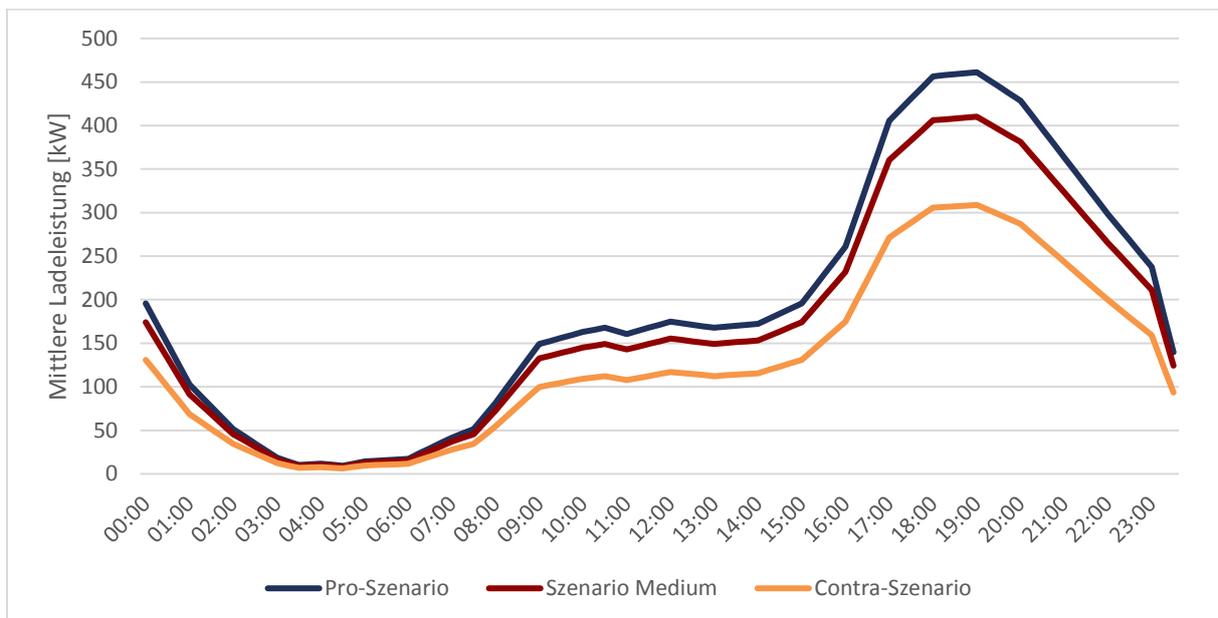


Abbildung 42 Typische Tagesganglinie für den Strombedarf für das Jahr 2025

Da über die gesamte Dauer des Ladevorgangs über mehrere Stunden sehr hohe elektrische Leistung abgerufen wird, müssen bei der Ladeinfrastruktur von Elektrofahrzeugen spezielle Anforderungen beachtet werden. Insbesondere bei der Installation von Ladestationen mit über 12 kW besteht Anzeigepflicht (Inbetriebnahmeantrag) gegenüber dem Netzbetreiber, da bereits bei einer kleinen Anzahl von Anlagen die Leistungsgrenze der lokalen Stromversorgung überschritten werden kann. Für die Planung von Neu- und Umbauten ist zu berücksichtigen, dass die Zuleitungen für höhere Strombelastbarkeit für den Bedarf nach dem Markthochlauf von Elektrofahrzeugen auszulegen sind. Alternativ zu einer Verstärkung des Netzanschlusses kann ein Lastmanagementsystem eingesetzt werden. Dadurch kön-

nen die verschiedenen Parameter des Ladevorgangs (z.B. Maximalleistung oder Priorisierung von Ladevorgängen) festgelegt werden. Gerade an größeren Liegenschaften können die kostenintensiven Lastspitzen durch intelligentes Lastmanagement reduziert werden. Zudem kann eine Überlastung des Netzanschlusses bei Parallelladungen vermieden werden. Besonders bei Standorten mit mehreren Nutzern (z.B. Tiefgaragen/Mehrfamilienhäuser) ist Lastmanagement für die Zukunft zu empfehlen.

Abschließend kann gesagt werden, dass ein Großteil des Ladebedarfs ein hohes Flexibilisierungspotenzial aufweist. Die meisten Nutzer, welche ihre Fahrzeugbatterie zur Spitzenlastzeit am Abend laden, benötigen ihr Fahrzeug erst wieder am nächsten Morgen. Die hohe Nachfrage zur abendlichen Spitzenlast kann durch intelligente Ladesteuerung und Lastmanagement oder Verschiebung der Ladevorgänge in Schwachlastzeiten durch flexible Stromtarife leicht auf einen größeren Zeitraum verteilt werden.

Je nach zukünftigem Entwicklungsszenario wird sich der zusätzliche Strombedarf durch Elektromobilität in der Gemeinde Wettenberg in einer Größenordnung zwischen 3.000 kWh und 5.000 kWh pro Tag bewegen. Unter Annahme heute typischer Ladeprofile beträgt die Ladeleistung etwa 10% des täglichen Ladebedarfs.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Strukturelle und verkehrliche Rahmenbedingungen stellen die Weichen

Das Elektromobilitätskonzept für die Gemeinde Wettenberg stellt die Weichen für die zukünftige Entwicklung und zeigt neben den gesetzlichen und technischen Rahmenbedingungen Entwicklungspotenziale und erste Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität. Die Situationsanalyse hat gezeigt, dass die Gemeinde Wettenberg neben guten strukturellen Rahmenbedingungen auch sehr gute verkehrliche Rahmenbedingungen für einen vermehrten Einsatz von Elektrofahrzeugen aufweist. Besonders hervorzuheben sind hierbei die starke verkehrliche Ausrichtung auf den Pkw sowie die gute verkehrliche Straßenanbindung sowie die hohen Pendelbeziehungen in das näher gelegene Umland.

Potenzial der privaten und kommunalen Elektroflotte

Perspektivisch ist davon auszugehen, dass sowohl Reichweite als auch Ladedauer und Batteriekosten in der näheren Zukunft optimiert werden. Entsprechend werden aktuelle Hemmschwellen wie Kosten und der Wegfall von Flexibilität durch eine Mindestverweildauer am Ladeort in den Hintergrund treten. Darüber hinaus schwanken die Preise für Strom im Vergleich zum Ölpreis deutlich weniger und die Energie für Mobilität kann regional produziert werden, womit eine sukzessive Umstellung auf Elektromobilität zu einer größeren Unabhängigkeit von globalen Märkten und Krisen beitragen kann. Die Ergebnisse aus der Potenzialabschätzung zeigen, dass in der Gemeinde Wettenberg mit einer zunehmenden Anzahl an Elektrofahrzeugen zu rechnen ist. Für das Elektromobilitätskonzept wurde für drei verschiedene Szenarien ein Wachstum nachgewiesen. Je nach Entwicklungsszenario können für das Jahr 2025 zwischen 300 und 450 Elektrofahrzeuge prognostiziert werden. Die elektrische Flotte wird dann, so die Prognose, etwa zu einem Drittel aus reinen Elektrofahrzeugen und zu zwei Drittel aus Plug-In-Hybriden bestehen.

Auch wenn die Initialkosten eines Elektrofahrzeugs heute noch über denen eines konventionellen Fahrzeugs liegen, können die Gesamtkosten unter Berücksichtigung der fahrleistungsabhängigen Kosten bereits heute bei aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen die eines konventionellen Fahrzeugs unterschreiten. Im Rahmen der Studie wurde daher auch die kommunale Elektroflotte auf ihr mögliches Potenzial zur Umstellung auf elektrische Antriebe untersucht. Es hat sich gezeigt, dass, auch wenn nur eine teilweise und sukzessive Umstellung der kommunalen Fahrzeugflotte auf E-Autos sinnvoll erscheint, diese praktisch umsetzbar ist. Aufgrund der in der Regel gleichmäßigen täglichen Fahrleistung (ca. 50 km), den planbaren Ladeprofilen und der Möglichkeit der Nachtladung im Betriebshof ist eine Umstellung der meisten Fahrzeuge aus der kommunalen Flotte ohne weiteres möglich.

Beitrag zum Klimaschutz und sukzessive Umstellung

Die Klimabilanz fällt bei Elektrofahrzeugen im Vergleich zu Verbrennern deutlich günstiger aus, wenn gleich sich Einflussgrößen wie der Herstellungsprozess der Batterie, das jeweilige Nutzungsprofil und die Art des Stroms (grüner Strom, Kohlestrom etc.) insbesondere auf die Treibhausgasbilanz auswirken. Für eine merkbare Minderung der CO₂-äquivalenten Treibhausgasemissionen im Sinne des Umwelt- und Klimaschutzes ist eine eigene ökologische Stromerzeugung notwendig, da die Treibhausgasemissionen eines Elektroautos (124 g/Pkm), das mit dem bundesdeutschen Strommix geladen wird, mit denen eines Pkws mit Verbrennungsmotors (142 g/Pkm) vergleichbar sind.

Eine sukzessive Umstellung der privaten sowie kommunalen Fahrzeuge auf Elektromobilität bietet viele Vorteile und sollte entsprechend gefördert werden. Allerdings benötigt die Umstellung Zeit. Es sollte beachtet werden, dass der Pkw-Bestand in Deutschland ein Durchschnittsalter von 9,3 Jahren aufweist. Hinzu kommen weitere Faktoren, die sich auf die Umstellung auswirken, wie etwa die Tatsache, dass die Pkw-Nutzung anders „gelernt“ ist und E-Mobilität für die meisten Nutzer eine Neuerung bedeutet. Andererseits ist die Zufriedenheit von Elektroauto-Besitzern unter anderem aufgrund des Fahrkomforts hoch und die Weiterempfehlungsquote groß. Eine Präferenz für Elektrofahrzeuge gegenüber Verbrennern ist daher, wenn die Rahmenbedingungen stimmen, wahrscheinlich. Darüber hinaus sollte die Mobilität in der Gemeinde Wettenberg gesamthaft betrachtet werden und auch andere Mobilitätsformen in den Blick nehmen, wie etwa Hybrid-Fahrzeuge oder das (E-)Fahrrad, welches auch zunehmend in ländlichen Gebieten über alle Altersklassen hinweg genutzt wird.

Öffentliche Ladeinfrastruktur als Signalwirkung

Private Ladeinfrastruktur wird in der Gemeinde Wettenberg die tragende Rolle der Versorgung von Elektroautos spielen. Da die meisten Einwohner Wettenbergs auf dem eigenen Grundstück parken können, ist davon auszugehen, dass die Stromversorgung für E-Pkw in erster Linie über private Ladepunkte sichergestellt werden kann. Insbesondere die Tatsache, dass in der Gemeinde Wettenberg überwiegend Ein- und Mehrfamilienhäuser stehen, lässt auf ausreichend Lademöglichkeiten auf privaten Grundstücken schließen. Entsprechend werden öffentliche Ladesäulen perspektivisch in erster Linie Einwohner ohne Lademöglichkeit am Wohnort, Beschäftigte und Besucher adressieren. Dennoch leisten öffentliche Ladesäulen insbesondere zu Beginn des Markthochlaufes einen wichtigen Beitrag zur Förderung von Elektromobilität. Nicht zuletzt die Signalwirkung sowie das Schließen von Versorgungslücken durch öffentliche Ladesäulen tragen zum Abbau der sogenannten Reichweitenangst bei und reduzieren somit derzeit vorhandene Hemmschwellen. Öffentliche Ladesäulen in der Gemeinde Wettenberg können demzufolge sowohl regional als auch überregional positive Effekte in Bezug auf die Nutzung von Elektromobilität erzielen. Ausgehend von den Ergebnissen der Potenzialabschätzung und Abschätzungen zum Ziel und Durchgangsverkehr wurde für Wettenberg für das Jahr 2025 ein Bedarf von ca. 6 bis 10 öffentlichen Ladepunkten beziffert. Das Angebot ist mit steigendem Bedarf suk-

zessive anzupassen. Zudem wurden im Rahmen des Elektromobilitätskonzepts 14 Standorte identifiziert, welche sich aufgrund ihrer Lage besonders gut für den Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur erweisen. Für Standorte mit hoher Priorität werden zentral liegende Standorte mit hoher Nutzerfrequenz und Standorte in Verbindung mit einer potenziellen kommunalen Elektroflotte empfohlen. In diesem Kontext sei nochmal auf die Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI hingewiesen, die bei der Fahrzeugbeschaffung einer kommunalen Elektroflotte und dem Aufbau der für den Betrieb notwendigen Ladeinfrastruktur, sofern sie öffentlich zugänglich gemacht wird, unterstützt.

Aus heutiger Sicht ist die Einrichtung von Wechselstromladesäulen bis einer Ladeleistung von 22 kW ausreichend. Öffentliche Gleichstromladesäulen sind der Gemeinde weder zwingend benötigt noch wegen ihrer hohen Initialkosten wirtschaftlich zu betreiben.

Umstellung Buslinien

Eine Weiterverfolgung der Variante 1 (Brechung der Buslinien an der Stadtgrenze) ist nicht empfehlenswert. Der notwendige Umstieg wird auch bei optimaler Lösung schwer vermittelbar sein (Fahrgastverlust). Außerdem werden zwei Fahrzeuge mit Fahrer zusätzlich benötigt, wodurch die Lösung auch wirtschaftlich nur schwer darstellbar ist. Auch Investitionen für eine Umsteigehaltestelle, die bei einem späteren, durchgehenden Betrieb nicht mehr genutzt wird erscheinen nicht sinnvoll.

Variante 2 (Fortführung der Durchbindung der Buslinien von Gießen bis Wettenberg) ist wirtschaftlich darstellbar. Allerdings haben die E-Busse eine geringe Fahrleistung und damit entsprechend geringe Entlastungseffekte. In Wettenberg würden tagsüber ausschließlich Dieselsebusse fahren. Ein ökologischer Mehrwert ist nur eingeschränkt zu sehen. Denkbar ist diese Variante als Einstiegs bzw. Testphase.

Es sollte geprüft werden, die Linie 801 und/oder 802 komplett auf E-Busse umzustellen. Die Untersuchung dieser Varianten war jedoch nicht Bestandteil des Auftrags. Dadurch wäre ein maximaler Umwelteffekt erreichbar, Fahrgäste würden nicht negativ tangiert und das derzeitige effiziente Betriebskonzept, das mit Gas-Bussen gefahren wird, könnte vermutlich erhalten werden. Bei diesen Varianten könnte auf alle eingangs erwähnten fahrzeugtechnischen Möglichkeiten eingegangen und die optimale Variante dargestellt werden.

Die Umstellung des „Bussi“ (Linie 82) auf E-Betrieb ist sinnvoll und in jeder Hinsicht darstellbar, sollte aber in Verbindung mit der Umstellung des übrigen kommunalen Fuhrparks erfolgen.

Positive Strombilanz

Der zusätzliche Strombedarf durch Elektromobilität stellt die Betreiber von Stromnetzen vor neue Herausforderungen. Allerdings geht die Umstellung auf Elektroantriebe langsam voran und wird sich in der Gemeinde Wettenberg auch im Jahr 2025 nur in einer Größenordnung zwischen 3.000 kWh und 5.000 kWh pro Tag bewegen. Zudem bleibt festzuhalten, dass ein Großteil des Ladebedarfs hohes Fle-

xibilisierungspotenzial aufweist. Daher kann die hohe Nachfrage zur Tagesspitzenlast durch intelligente Ladesteuerung und flexibles Lastmanagement durch dynamische Steuerung in Schwachlastzeiten, beispielsweise in die Nacht, verschoben werden.