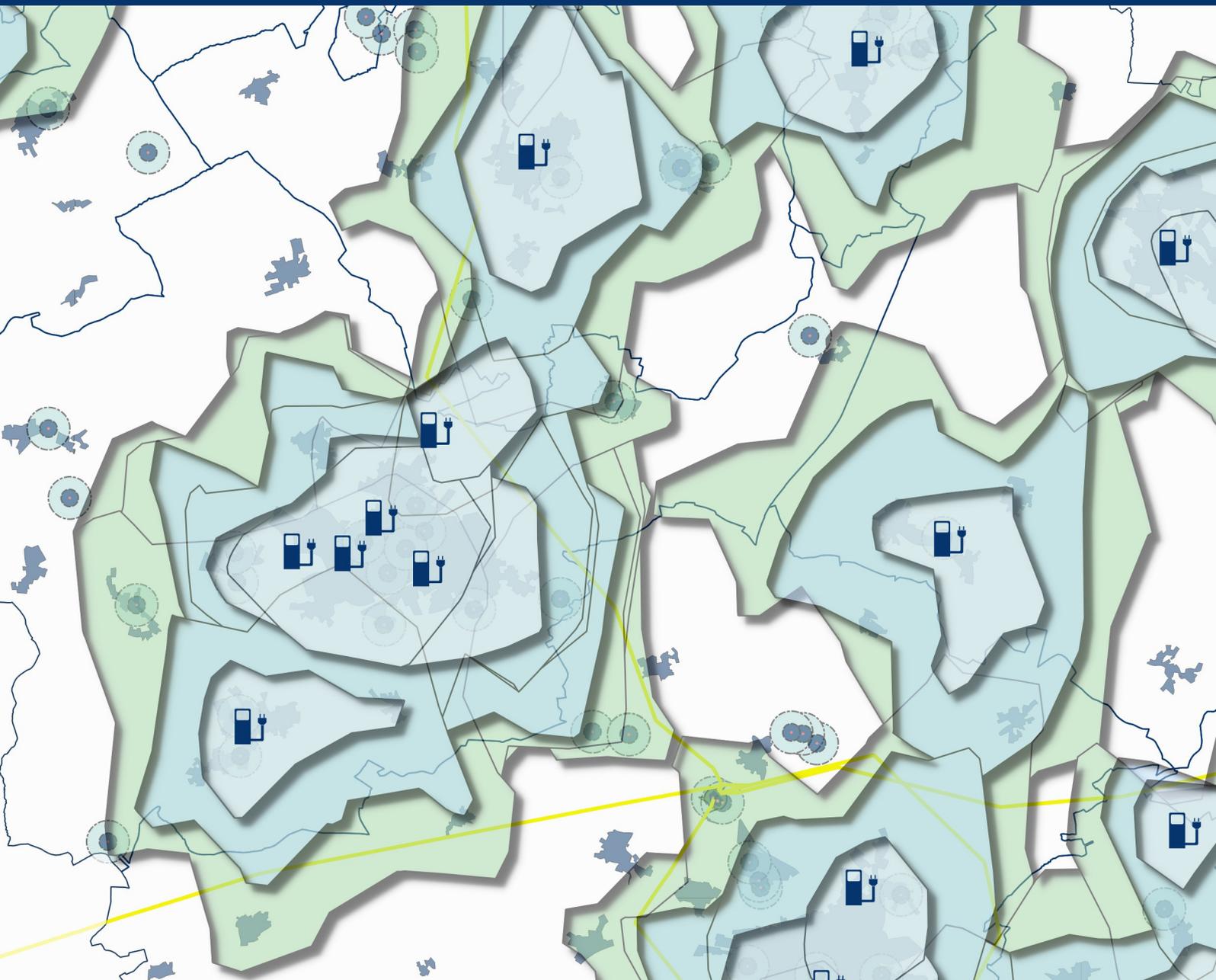




# Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Hof und seine kreisangehörigen Kommunen



Landkreis Hof  
wir sind Heimat



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Nationale Organisation Wasserstoff-  
und Brennstoffzellentechnologie



Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich





## Impressum

- Stand:** Januar 2019
- Bearbeitungszeitraum:** Juni 2017 – Januar 2019
- Titel:** Elektromobilitätskonzept für den Landkreis Hof
- Auftraggeber:** Landkreis Hof und seine kreisangehörigen Kommunen  
  
Landratsamt Hof  
Schaumbergstraße 14  
95032 Hof
- Bearbeitung:** EVF - Energievision Franken GmbH  
Schwarzenbacher Straße 2  
95237 Weißdorf
- Autoren:** Dipl.-Geogr. (Univ.) Rainer Schütz  
Dipl.-Geogr. (Univ.) Ralf Deuerling  
Dipl.-Geogr. (Univ.) Frank Hoffmann  
Dominik Böhlein (M.Sc. Stadt- und Landschaftsökologie)
- Gefördert durch:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- Koordiniert durch:** Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH  
Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH
- Urheberrechtshinweis:** Die vorliegende Studie unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne die ausdrückliche Zustimmung der Autoren und des Auftraggebers darf diese oder Auszüge daraus insbesondere nicht veröffentlicht, vervielfältigt und/oder anderweitig an Dritte weitergegeben werden. Sollte einer derartigen Nutzung zugestimmt und der Inhalt an anderer Stelle wiedergegeben werden, sind die Autoren gemäß anerkannten wissenschaftlichen Verhaltensweisen zu nennen.  
  
Darüber hinaus sind unbedingt die im Literatur- und Quellenverzeichnis genannten weiteren Urheberrechte und Lizenzen zu beachten!
- Haftungsausschluss:** Die vorliegende Studie wurde nach dem aktuellen Stand der Technik, nach den anerkannten Regeln der Wissenschaft sowie nach bestem Wissen und Gewissen der Autoren erstellt. Irrtümer vorbehalten.  
  
Fremde Quellen wurden entsprechend gekennzeichnet. Die Ergebnisse basieren weiterhin im dargelegten Maß auf Aussagen und Daten von fachkundigen Dritten, die im Rahmen von Befragungen ermittelt wurden. Alle Angaben und Quellen wurden sorgfältig auf Plausibilität geprüft. Die Autoren können dahingehend jedoch keine Garantie für die Belastbarkeit der ausgewiesenen Ergebnisse geben.  
  
Weiterhin basieren die Ergebnisse der Studie auf Rahmenbedingungen, die sich aus den dargelegten Gesetzen, Verordnungen und rechtlichen Normen ergeben. Diese, bzw. deren gerichtliche Auslegung, können sich ändern. Die Studie kann dahingehend nicht den Anspruch erheben, eine Rechtsberatung zu ersetzen und darf auch ausdrücklich nicht als solche verstanden werden.

## Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
Zusammenfassung.....	1
1. Ausgangssituation, Hintergrund und Ziele.....	4
2. Vorgehen.....	5
3. Arten der Elektromobilität.....	7
4. Stand der Technik.....	8
Wandel im Automobilssektor.....	10
Energie-Verbrauch von E-Autos.....	11
Vor- und Nachteile der E-Technologie.....	12
Herstellungsprozess.....	13
Ladetechnik.....	14
5. Elektromobilität in der Anwendung.....	28
Akzeptanz.....	28
Nutzer der Elektromobilität.....	29
Daten von Erstnutzern der Elektromobilität.....	30
E-Mobilität im Unternehmen.....	32
Nutzung der Ladeinfrastruktur.....	33
Intermodalität.....	34
ÖPNV in alternativer Form.....	35
6. Bestandsdatenerfassung und -analyse.....	39
Untersuchungsraum.....	39
ÖPNV – Schnittstellen und Entwicklung.....	46
Demographische Entwicklung.....	47
Kaufkraft.....	48
Tourismus und Übernachtungszahlen.....	49
Kommunale Datenerhebung mittels Fragebogen.....	50
Klimawandel und erneuerbare Energien.....	51
Sektorenkopplung.....	51
Erneuerbare Energien und Elektromobilität.....	53
Bereits vorhanden Ladeinfrastruktur.....	55
Herkömmliche Tankstellen.....	57
Verteilnetz.....	58
Mobilfunknetz.....	60

Verkehrsleistung und Zulassungszahlen .....	60
Mobilitätskosten .....	65
Potenzielle Nutzer der E-Mobilität im Landkreis .....	66
7. Standortanalyse.....	71
Bedarfsabschätzung, Zentrale Orte und Ladestationen.....	72
Ladestandorte und empfohlene Technik .....	77
Betrieb der Ladeinfrastruktur .....	86
Tarifgestaltung .....	87
Betreibermodelle .....	87
Kostenbestandteile für die Errichtung der Ladeinfrastruktur .....	89
8. Maßnahmen .....	90
E-Fahrzeuge/Kommunaler Fuhrpark .....	91
Ladepunkte/Standorte .....	93
E-Carsharing .....	95
Maßnahmen für Privatpersonen.....	97
Maßnahmen für Unternehmen.....	98
Maßnahmen für den Tourismus.....	99
E-Bike-Ladestation.....	100
Übersicht Maßnahmen und Handlungsempfehlungen.....	102
A - Verwaltung, Management und Bauleitplanung.....	105
B - Elektrifizierung der kommunalen Flotte .....	114
C - Ausbau der Ladeinfrastruktur .....	122
D - Information und Kommunikation .....	128
9. Fördermöglichkeiten .....	135
10. Weiterführende Öffentlichkeitsarbeit.....	139
Abbildungsverzeichnis.....	140
Tabellenverzeichnis.....	141
Quellenverzeichnis .....	142
Abkürzungen und Glossar .....	145
Anhang .....	147

## Zusammenfassung

Elektromobilität kann ein entscheidender Baustein innerhalb des nachhaltigen Verkehrssystems einer Kommune sein. Elektroantriebe sind lokal emissionsfrei, reduzieren die Luftschadstoffe und Treibhausgase, tragen zur Reduzierung der Lärmemissionen bei und können gänzlich mit Ladestrom aus regenerativen Energiequellen betrieben werden.

Insbesondere in ländlich geprägten Gebieten bietet eine zunehmende Elektrifizierung des bestehenden Verkehrssystems die Chance das derzeitige Mobilitätsverhalten vieler Bürger positiv zu beeinflussen. Hier kann eine Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr dominierten Alltagsverkehr auf eine effizientere Art, aber auch auf die umweltschonenderen Verkehrsmittel (ÖPNV, [E-]Rad- und Fußverkehr) stattfinden, was ein erhebliches Potenzial zur Treibhausgasreduktion birgt.

Im Landkreis Hof wurde das Thema Mobilität innerhalb des integrierten Klimaschutzkonzeptes aus dem Jahr 2014 berücksichtigt. Es sind bereits erste Maßnahmen entwickelt worden, um die Potenziale der Elektromobilität zu erschließen. Hieraus entwickelte sich der Auftrag ein separates Konzept zu erstellen, um die Themenfelder Technik und Ladeinfrastruktur zu behandeln.

Dem Landkreis/Landratsamt bzw. den Städten und Gemeinden selbst kommen bei der Einführung und Etablierung der Elektromobilität vielfältige Funktionen zu. Zum einen wird die Gestalter-Rolle eingenommen, die den ordnungsrelevanten Rahmen festlegt (insbesondere Grunddaseinsversorgung, Verkehrs- und Bauleitplanung), zum anderen kann durch die eigene Fahrzeugflotte eine Vorbildfunktion für Bevölkerung und lokale Unternehmen eingenommen werden.

Die Erarbeitung des Elektromobilitätskonzeptes sollte ausgehend von einer Datenerhebungsphase die lokalen Anregungen aber auch Bedenken mitaufnehmen, um auf der einen Seite ein solides, bedarfsgerechtes und flächendeckendes Ladeinfrastrukturnetz zu erarbeiten, welches auf der anderen Seite auch praxistauglich umgesetzt werden kann (Verstetigungsstrategie).

**„Es geht NICHT darum, ob Elektromobilität ein kommunales Thema ist!**

**Es geht darum, ob Kommunen Elektromobilität nutzen wollen, um sich zu positionieren und kommunale Ziele zu erreichen.“**

*>> Zitat - Bayerischer Gemeindetag <<*

## Maßnahmen

Wichtiges Ziel des Elektromobilitätskonzeptes ist es, konkrete Maßnahmen zu entwickeln, die lokal sinnvoll umgesetzt werden können. Hierfür sind vier Handlungsschwerpunkte definiert worden:

- A) Verwaltung, Management und Bauleitplanung
- B) Elektrifizierung der kommunalen Flotte
- C) Ausbau der Ladeinfrastruktur
- D) Information und Kommunikation

Für die insgesamt 29 Einzelmaßnahmen sind Kennblätter erarbeitet worden, die Auskunft über zentrale Punkte und Informationen geben, welche eine schnelle Umsetzung herbeiführen sollen.

Um den Themenkomplex E-Mobilität nachhaltig und langfristig zu bearbeiten und somit eine Verstetigung zu gewährleisten, müssen Strukturen geschaffen werden, die über die Projektlaufzeit hinausgehen. Mit dem Klimaschutzmanagement ist bereits eine Stelle im Landratsamt geschaffen

worden, welche die Koordination und Bündelung verschiedener Projekte und Aktivitäten prädestiniert durchführen kann. Hierzu gehört ebenfalls eine Kommunikations- und Informationsstrategie, welche sich gezielt – zusätzlich neben den Kommunen – an die relevanten Akteure (insbesondere Privatbürger und Unternehmen) richtet, um so die Wissenslücke bzgl. Elektromobilität zu schließen und die Potenziale (auch bei erneuerbarer Stromproduktion) zu erschließen.

### Ladeinfrastruktur

Die wichtigste technische Voraussetzung innerhalb der Nutzung von E-Mobilität ist der Aufbau einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur. Dabei ist die Frage nach der kommunalen Zuständigkeit eher zweitrangig zu betrachten, vielmehr sollten Städte und Gemeinden das System der E-Mobilität als Chance begreifen, den Alltagsverkehr effizienter und umweltverträglicher zu gestalten. Dabei können Kommunen unterstützend, aber auch steuernd Einfluss auf die Entwicklung nehmen. So werden planerisch Rahmenbedingungen und gleichzeitig durch Initiierung von Projekten und Kommunikation die grundlegende Richtung festgelegt.

Auch der **privaten** Nutzung von E-Mobilität kommt ein großer Stellenwert zu, die langen Standzeiten machen ein Aufladen am Wohn- und Arbeitsort sinnvoll. Aus baurechtlicher Sicht sind diese privaten Ladestationen (oftmals geringere Ladeleistungen bis max. 22 kW z. B. „Wallboxen“) als „unbedenklich“ einzustufen, jedoch sollten die Belange der Verkehrssicherheit, des Denkmal- oder des Brandschutzes bedacht werden. Weiterhin sollten die Dimensionen des Hausanschlusses und Stromanschluss ggf. unter Einbeziehung des Netzbetreibers beachten werden, zudem können bei Mietwohnungen weitere Auflagen bestehen.

→ Um den weiteren Ausbau im Bereich der „privaten Nutzer“ voranzutreiben, können seitens der Kommunen verschiedene Unterstützungsleistungen angeboten werden:

- Vorgaben in der Bauleitplanung (insbesondere bei Neubauprojekten oder Stellplatzsatzung)
- Informations- und Kommunikationsangebote
- Zusätzlich attraktive Angebote seitens der kommunalen Energieversorger („grüne“ Ladestromtarife, Vorteile bei Nutzung ÖPNV)
- finanziellen Förderung bei Anschaffung von Ladestationen

**Unternehmen** tragen zur Elektrifizierung in zweifacher Hinsicht bei: innerhalb des eigenen gewerblichen Fuhrparks und bei der Bereitstellung von Lademöglichkeiten für Mitarbeiter. Der Standort auf dem Unternehmensgrundstück zählt zum halb-öffentliche Raum, ist also teilweise öffentlich zugänglich (ggf. zu Öffnungszeiten, nur für Mitarbeiter, etc.).

→ Werden durch Kommunen Anreize geschaffen, kann hier ein erhebliches Potenzial zur Elektrifizierung erschlossen werden:

- Vorgaben bzgl. Bauleitplanung und Stellplatzsatzung
- Bereitstellung von Informationen
- Verbesserte Angebotsgestaltung für Gewerbekunden seitens der Energieversorger

Im Elektromobilitätskonzept ist ein möglicher Ausbauplan für **öffentlich** zugängliche Ladeinfrastruktur für E-Pkw vorgeschlagen worden, mit der Zielsetzung die komplementäre Kausalkette („Henne-Ei-Problem“) durch den bedarfsgerechten Ausbau aufzulösen. Die konsistente und einheitliche

Ausstattung der Ladestandorte sowie deren sinnvolle räumliche Verteilung im Landkreis sind hier von besonderer Bedeutung.

→ Kommunen sollten den bedarfsgerechten Ausbau vorantreiben, zunächst im Bereich des im Konzept erarbeiteten Primär-Netzes.

Durch die hohe Effizienz der Elektromobilität bietet sich ein erhebliches Potenzial zur Reduktion des Endenergieverbrauchs, wird der Ladestrom zudem erneuerbar bereitgestellt, kann so erheblich zum Klimaschutz beigetragen werden, gleichzeitig die Lärmbelastung reduziert und die Luftqualität verbessert werden. Weiterhin bietet sich die Möglichkeit die Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen aus dem Ausland zu minimieren und durch lokale erneuerbare Stromproduktion (u. a. Photovoltaik) den Ladestrom selbst vor Ort zu erzeugen.

Das Konzept umzusetzen, bedeutet nicht nur den Zielvorstellungen der Landes- und/oder der Bundesregierung gerecht zu werden. Vielmehr wird der Grundstein zu einer rationellen und nachhaltigen Mobilitätsteilnahme und Energienutzung gelegt. Dies wird sich auch deutlich positiv auf die Lebensqualität auswirken. In diesem Zuge werden auch regionale und lokale Wertschöpfungseffekte geschaffen, die bislang über Grenzen und Kontinente hinweg andernorts generiert werden. Auch hier liegt die Herausforderung darin, diese Entwicklung derart zu steuern, dass die Bürger und lokalen Unternehmen direkt von der Umsetzung der Maßnahmen profitieren.

Die Umsetzung der Maßnahmen wird häufig mit großen Anstrengungen verbunden sein. Durch ein beherrztes und engagiertes Umsetzen der Maßnahmen durch die Kommunen, durch Akzeptanz und Initiative in der Bevölkerung und durch Mithilfe der lokalen Unternehmen können diese realisiert werden.

**>> Der eine wartet, dass die Zeit sich wandelt,  
der andere packt sie kräftig an und handelt <<**

*Dante Alighieri (italienischer Dichter, 1265 – 1321)*

## 1. Ausgangssituation, Hintergrund und Ziele

Mobilität findet immer statt. Menschen verursachen täglich aus verschiedenen Gründen Verkehr: der Weg von Zuhause bis zur Arbeit oder auch in der Freizeit. Durch die überwiegende Nutzung von fossilen Brennstoffen im Fahrzeugantrieb zählt der Verkehrssektor in Deutschland zu einem der Hauptverursacher von Treibhausgas-Emissionen. Elektromobilität bietet die Chance „Verkehrsräume und -wege neu zu denken“ und kann so einen Beitrag zu einer nachhaltigeren Verkehrsteilnahme der Bürger leisten (vgl. NOW 2017).

Die stärkere Elektrifizierung des Verkehrs kann einen großen Beitrag zur Erreichung der Emissionsreduzierung in der Bundesrepublik Deutschland leisten. Wie in Abbildung 1 aufgezeigt, sollen bis 2020 mindestens 40 % und bis 2050 80-95 % gegenüber dem Basisjahr 1990 eingespart werden.

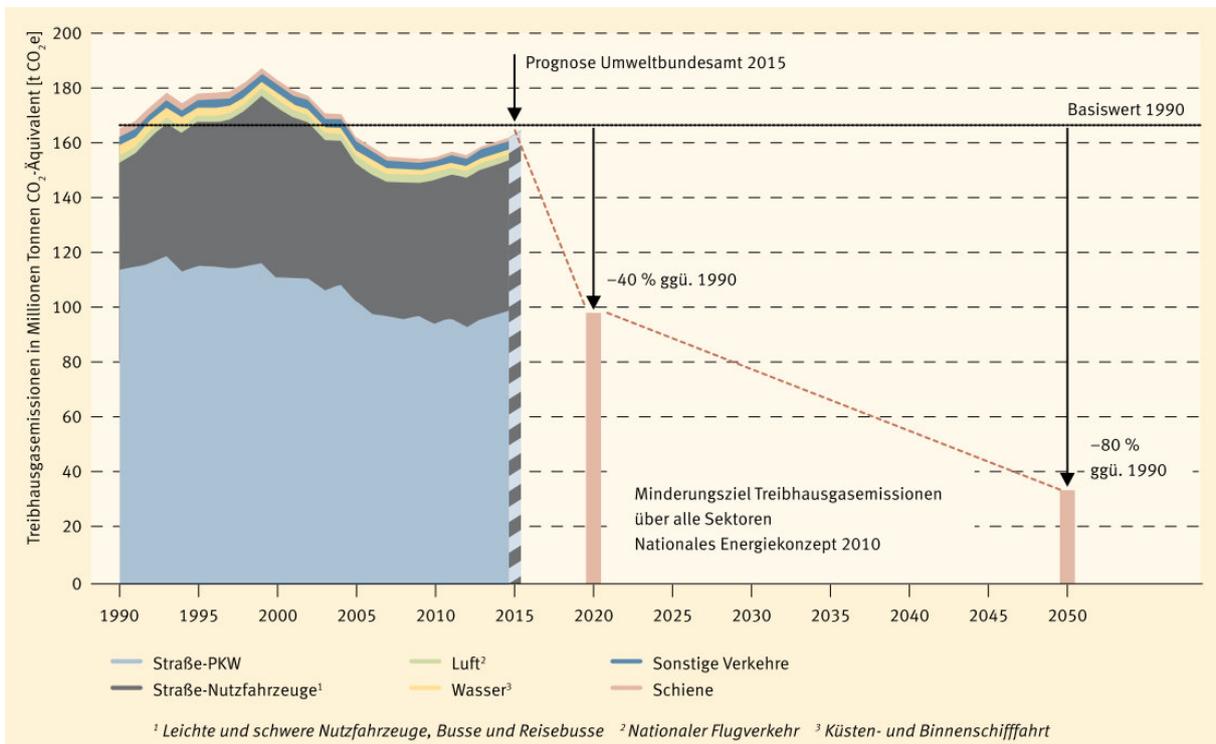


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen in Mio. Tonnen-CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach Verkehrsmitteln ab 1990 bis 2015, plus Prognosen (Quelle: dena 2017)

Damit jedoch die Vorteile der Elektromobilität für das Verkehrssystem realisiert werden können, ist ein frühzeitig implementiertes und ausreichendes Angebot an sinnvoller Ladeinfrastruktur von äußerster Wichtigkeit. Durch ein nachhaltigeres Verkehrssystem kann die Lebensqualität der Menschen lokal verbessert werden (insbesondere durch die Reduzierung der Luft-Schadstoff- und Lärmbelastung). Elektrofahrzeuge ermöglichen eine umweltverträgliche Form der Mobilität, vorausgesetzt, der eingesetzte Strom wird gänzlich oder größtenteils durch regenerative Energien bereitgestellt.



Abbildung 2: Elektromobilität verbindet – Darstellung der Projekt Region (Quelle: Schaufenster Elektromobilität Bayern-Sachsen)

Trotz der geringeren Reichweiten der E-Fahrzeuge, können diese bereits heute eine Alternative zu den etablierten thermischen Verbrennern sein:

- Pro Tag werden etwa 3,5 Wege pro Person zurückgelegt.
- Etwa 60 % der Wege werden mittels motorisierten Individualverkehrs (MIV) absolviert.
- Die mittlere Wegelänge beträgt 11,5 km über alle Verkehrsarten. Im MIV liegt die Wegelänge bei 14,7 km (als Fahrer).
- Die gesamte mittlere Wegeleistung summiert sich auf 41 km pro Tag, wobei die tägliche Wegeleistung mit einem Anteil von 97 % einen Wert von 50 km nicht übersteigt.

Diese Daten der letzten umfassenden Mobilitätsbefragung in Deutschland zeigen deutlich, dass sehr viele Wege pro Tag relativ kurz und privat veranlasst sind. Dies bedeutet jedoch auch, dass das Änderungspotenzial hinsichtlich des eigenen Mobilitätsverhaltens innerhalb der Bevölkerung sehr groß ist.

Innerhalb von zahlreichen Projekten, Forschungs- und Modellvorhaben wird das System der Elektromobilität in Deutschland weiter forciert und ausgebaut, mittels eigens hierfür aufgestellten Förderungsprogrammen soll auf diesem Weg auch die länder- bzw. regionsübergreifende Entwicklung untermauert und verändert werden (Abbildung 2 zeigt beispielhaft die interkommunale Zusammenarbeit, die für einen flächendeckenden und einheitlichen Ausbaugrad in Deutschland nötig ist).

## 2. Vorgehen

Einhergehend mit der Veränderung gesellschaftlicher Strukturen (u. a. zunehmende Digitalisierung, „Nutzen statt Besitzen“) und die sich damit ändernde Nachfrage nach Mobilität, hat sich auch das Angebot im Bereich der Mobilitätstechnologien gewandelt. Ein sehr wichtiger Teilbereich ist hier die Elektromobilität. Dieses System umfasst jedoch mehr als nur den Wandel in der Antriebsart eines Fahrzeugs (E-Bikes und E-Fahrzeuge), sondern beinhaltet weiterhin: die Ladeinfrastruktur, die gesamte Energietechnologie (insbesondere erneuerbare Energien, Smart Grid oder Speicher) und Kommunikationstechnologien (u. a. via Smartphones).

Dabei ist Elektromobilität keineswegs auf den urbanen Raum beschränkt, obgleich die Anzahl der Analysen und Konzepte hier (derzeit) höher ist und die Effekte bzw. die Einsparung der lokalen Emissionen im Stadtverkehr (hohe Verkehrsstärken, Parkraumdruck, etc.) deutlicher zum Tragen kommen würden als in ländlichen Regionen. Elektromobilität kann jedoch auch im ländlichen Raum eine Chance zur nachhaltigen Verkehrsgestaltung darstellen. Bedingt durch die vorhandenen bzw. veränderten Strukturen (ÖPNV-Angebote, Flächennutzung, etc.), kommen hier lediglich andere Wirkmechanismen zum Einsatz; beispielsweise kann der Pkw zumeist auf dem eigenen Stellplatz geparkt bzw. geladen werden. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass keine Universallösung im Umgang mit der „neuen“ Technologie existiert, künftige Entwicklungen nicht präzise abgeschätzt werden können und es daher ratsam ist, keine pauschalen überstürzten Entscheidungen zu treffen.

Als zentrale Aspekte, weshalb die Landkreiskommunen sich dem Themenfeld Elektromobilität intensiv widmen sollten, können u. a. folgende Punkte genannt werden:

- Konsequente Fortführung der Klimaschutzbemühungen (nachhaltige Mobilität als ein wichtiger Bestandteil).
- Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist auf Kreistageebene beschlossen, der politische Wille eine Verbesserung herbeizuführen ist demnach ausdrücklich vorhanden.
- Verpflichtung zur ressourcenschonenden und nachhaltigen Zukunft, auch zum Schutz der eigenen Bürgerschaft.
- Das „System Elektromobilität“ bietet Vorteile, die seitens der Kommunen ausgeschöpft werden können (u. a. kommunaler Fuhrpark, Bauhof).
- Impuls für weitere künftige Entwicklungen in der Region (Synergien erschließen: beispielsweise im Bereich des Tourismus).

Bei der Einführung der Elektromobilität besitzen Städte und Gemeinden einen großen Einfluss bei der Etablierung dieses neue System in weiten Teilen der Bevölkerung, insbesondere als:

- Nutzer – in der eigenen Verwaltung bzw. Fuhrpark
- Anbieter – durch kommunale Unternehmen oder im ÖPNV
- Vorbild – für die Bürgerschaft und andere Kommunen
- Gestalter – Planer der Infrastruktur

Daraus können u. a. folgende Handlungsfelder für die kommunale Arbeit abgeleitet werden:

1. „Nachhaltige“ kommunale Flotte aufbauen
2. Die Schaffung - Öffentliche Lademöglichkeiten unterstützen
3. E-Carsharing unterstützen
4. Lokale Unternehmen miteinbeziehen
5. Die private Nutzung von E-Fahrzeugen unterstützen - aufklären und informieren

Nachfolgend wird zunächst der aktuelle Stand der Fahrzeug- bzw. Ladetechnik kurz betrachtet, anschließend wird näher auf die unterschiedlichen Nutzerbedürfnisse hinsichtlich der Elektrifizierung im Verkehrsbereich eingegangen. Aufbauend auf einer Bestandsanalyse wird der Untersuchungsraum analysiert, um potenzielle Standorte für Ladesäulen zu identifizieren bzw. Maßnahmen zu erarbeiten, die den weiteren Ausbau des Elektromobilitätssystems im Landkreis voranbringen.

### 3. Arten der Elektromobilität

Der aktuelle Fokus in Politik und Gesellschaft liegt eindeutig auf dem E-Pkw, jedoch existieren weitere Straßenverkehrsmittel, die mittels Elektromotor angetrieben werden können. In diesem Abschnitt sollen kurz weitere mögliche elektrische Mobilitätslösungen dargestellt werden.

#### *E-Zweiräder*

Elektrisch angetriebene oder unterstützte Zweiräder stellen eine sinnvolle Ergänzung im Nahmobilitätsbereich dar. Gerade auf kürzeren Strecken können hier Fahrten aus dem Bereich des motorisierten Individualverkehrs vermieden und Emissionen eingespart werden.

- E-Bike/Pedelec: Der Markt für und das Angebot an Fahrrädern mit Elektroantrieb wächst seit einiger Zeit stetig an. Die elektrisch unterstützten Reichweiten hängen von Akku-Größe und Fahrerunterstützung ab und können derzeit bis etwa 100 km je Ladung erreichen. Die Aufladung erfolgt zumeist via Haushaltssteckdose (Schuko-Stecker). Kaufpreis ab 1.500 €.
- Elektro-Roller sind Motorroller mit einem Elektroantrieb. Diese E-Roller können vor allem im Stadtverkehr eine alternative Fortbewegungsart darstellen, da eine übliche Reichweite von etwa 50 km für den alltäglichen Stadtverkehr ausreichend ist. Beim Laden des Akkus kann ebenfalls auf die heimische Steckdose zurückgegriffen werden. Kaufpreis ab 2.000 €.
- Innovative Klein- und Freizeitfahrzeuge, wie z. B. Segway oder E-Board. Neben dem reinen Spaß- bzw. Freizeitprodukt können einige Anwendungen auch zum Personentransport genutzt werden, um so etwa die Strecke vom Pendler-Parkplatz zum Arbeitsort zu bewältigen.

#### *E-Nutzfahrzeuge*

Hier reicht die Spannweite der Fahrzeuge von kleinen/leichten 3,5 t bis zu großen/schweren Fahrzeugen (>18 t), welche teilweise für Spezialanwendung konzipiert werden.

- Leichte E-Nutzfahrzeuge: beispielsweise Fahrzeuge zur Reinigung von Straßen, zur Paketzustellung oder Gabelstapler im Logistikbereich nehmen einen kleinen Teilbereich ein.
- E-Busse: Die meisten aktuell im ÖPNV eingesetzten Busse fahren mit einem konventionellen Antrieb, zumeist Diesel. Die Zahl der durch Elektro-Omnibusse ersetzten Fahrzeuge wird in den nächsten Jahren sehr wahrscheinlich steigen. Dabei existieren neben dem reinen Batteriebus noch dieselmotorisierte Hybride oder Oberleitungs-Busse. Reine „Batterie-Busse“ haben derzeit Reichweiten von etwa 300 km, wobei die Kosten etwa zwischen 150.000 und 300.000 € liegen.
- E-Lkw: im Bereich der Logistik, Fernverkehr oder schwerem Verteilverkehr, hier ist die Elektrifizierung der Antriebe erst am Beginn der Entwicklung; Reichweiten von 100-200 km werden derzeit bereits erreicht.
- Schwere E-Nutzfahrzeuge: Landmaschinen oder Spezialmaschinen (z. B. im Bergbau) finden lediglich in Ausnahmefällen Anwendung; hier ist neben der Reichweitenproblematik zusätzlich noch das eigene und das transportierte Gewicht dieser Fahrzeuge ein limitierender Faktor.

#### *E-Personenkraftwagen*

Grundsätzlich sind Personenkraftwagen nach Rahmenrichtlinie 2007/46/EG Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mindestens vier Rädern, zudem definiert das Personenbeförderungsgesetz Personenkraftfahrzeuge, die nach ihrer Bauart und Ausstattung zur Beförderung von nicht mehr als neun Personen (einschließlich Fahrer) geeignet und bestimmt sind (vgl. PBef § 4). Das Kraftfahrt-Bundesamt definiert Pkw als die EG-Fahrzeugklassen M1-Fahrzeug und Geländewagen (M1G) (vgl.

KBA-Glossar 2018). Im Gegensatz zu den thermischen Verbrennern, wird das Elektrofahrzeug mittels eines Elektromotors angetrieben; dieser wird den alternativen Antriebstechniken zugerechnet.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit kommt in den bisherigen Bewertungen der alternativen Energieträger - zu herkömmlichen Kraftstoffen wie Benzin oder Diesel - im Pkw-Antrieb zu dem Schluss, dass die Option des elektrischen Antriebs in Kombination mit regenerativem Strom den geringsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursacht und somit das zu präferierende System darstellt, um die Dekarbonisierung des Verkehrssektors voranzutreiben.

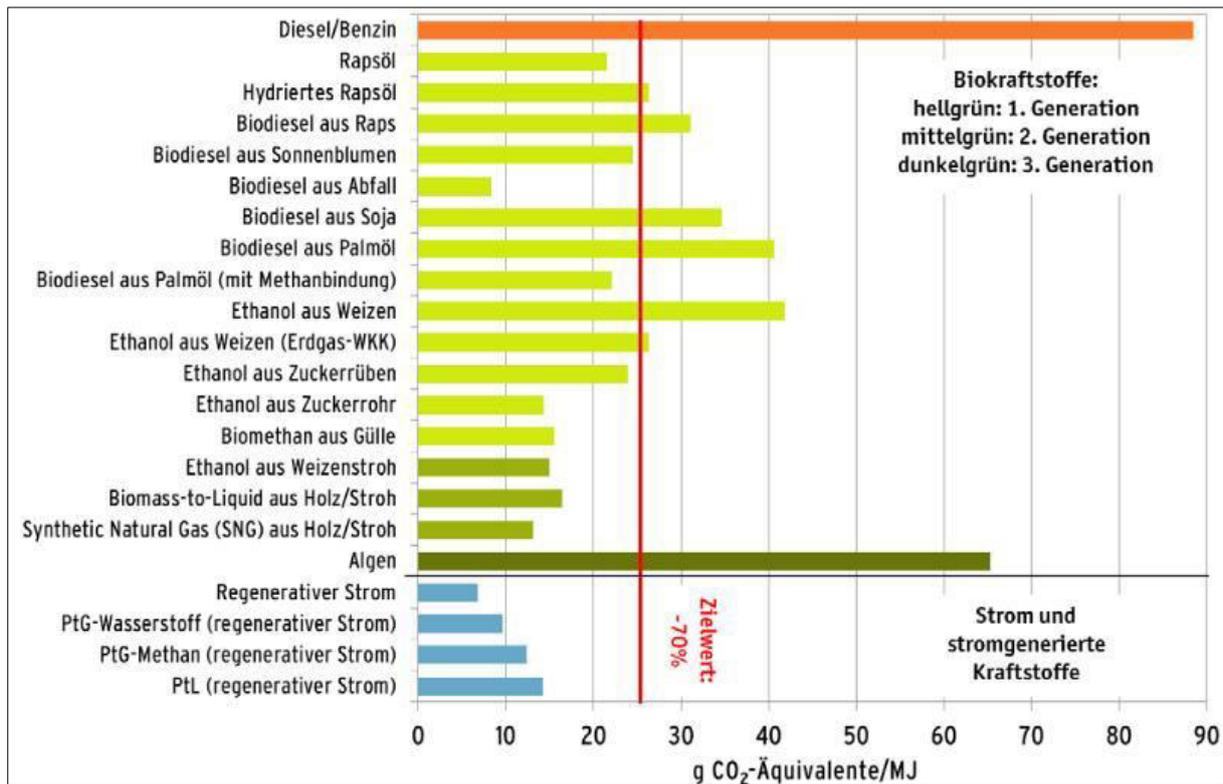


Abbildung 3: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Äquivalente der verschiedenen Energieträger (Quelle: BMUB 2016)

Selbstverständlich existieren neben der Änderung der Antriebstechnologie noch andere Wege, die Verkehrswende in Deutschland voranzubringen. Das vorliegende Konzept befasst sich im Kern mit dem Thema elektrifizierter Pkw im kommunalen Aufgabenfeld, sowie der sinnvollen Integration dieser in das künftige, nachhaltige Verkehrssystem.

#### 4. Stand der Technik

Elektromobilität innerhalb des Pkw-Bereichs im Sinne der deutschen Bundesregierung umfasst Fahrzeuge, die von einem Elektromotor angetrieben werden und ihre Energie überwiegend aus dem Stromnetz beziehen, also extern aufladbar sind. Diese beinhaltet auch solche Fahrzeuge, die zur Reichweitenvergrößerung neben einem Elektro- auch über einen Verbrennungsmotor verfügen, etwa Plug-In Hybridfahrzeuge (PHEV) und Elektrofahrzeuge mit sog. Range Extendern (E-REV); jedoch dürfen diese Fahrzeuge nicht mehr als 50 g CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilometer verursachen.

Das E-Fahrzeug oder E-Auto wird international üblicherweise als batterieelektrisches Fahrzeug (BEV - battery electric vehicle) bezeichnet. Dieses wird ausschließlich mittels eines Elektromotors

angetrieben, hierfür sind Batteriespeicher im Fahrzeug verbaut und sorgen für die Antriebsenergie. Der Ladevorgang kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, am eigenen Hausstromnetz oder an speziellen Ladesäulen. Alle E-Fahrzeuge in Deutschland können mittels Wechselstrom AC (engl. alternating current) „normal Laden“, d. h. bis zu einer Ladeleistung von 43 kW (siehe dazu Punkt).

Durch den rein elektrischen Antrieb kann eine sehr hohe Energieeffizienz im Fahrzeugbetrieb erzielt werden. Der vergleichsweise einfache elektrische Antriebsstrang sorgt für niedrigere Gesamtkosten. Für die Sicherung einer alltagstauglichen Reichweite ist derzeit eine relativ große Batterie notwendig, die momentan noch erhebliche Zusatzkosten verursacht. BEVs verfügen heute im Regelfall über eine elektrische Reichweite von etwa 150 bis 200 Kilometern. Dies wird sich in den kommenden Jahren aufgrund von technischen Fortschritten (u. a. bei der Batterietechnologie) voraussichtlich deutlich erhöhen; bis 2025 wird mit der Verdopplung der Reichweite bei gleichzeitiger Halbierung der Kosten gerechnet (vgl. NPE 2015, S.15). Stellvertretend für das aktuelle Fahrzeugportfolio im Kompakt-, Klein- und Mittelklasse können: Renault ZOE, BMW i3, VW e-Golf oder Nissan Leaf genannt werden. Der Fahrzeugbestand und die verfügbaren Modelle unterliegen einem ständigen Wandel, daher gibt die nachfolgende Auswahl lediglich einen Bruchteil der derzeit erhältlichen Fahrzeugtypen wider; eine Marktübersicht findet sich auf zahlreichen Seiten im Internet, beispielsweise: <https://www.greengear.de/vergleich-uebersicht-elektroautos-eautos/>.

Tabelle 1: Auswahl am Markt verfügbarer E-Fahrzeuge (Quelle: Eigene Darstellung, Herstellerangaben - Stand 12/2016)

Anmerkung	Fahrzeugname	Leistung kW (PS)	Kosten ab €	Batterie-Kapazität (kWh)	Reichweite (km nach NEFZ)	Verbrauch (kWh/100 km)	Ladestecker
meistverkauftes E-Fahrzeug weltweit	<b>Nissan Leaf</b>	80 (109)	31.265	30	250	15	Typ1/2, CHAdeMo
meistverkauftes E-Fahrzeug in Deutschland	<b>Renault ZOE</b>	65 (88)	31.900	22	240	15,5	Typ2
meistverkauftes deutsches E-Fahrzeug	<b>BMW i3</b>	125 (170)	34.950	17,3	190	12,9	Typ2

Neben den reinen batterieelektrischen Fahrzeugen existieren zusätzlich Fahrzeuge mit einer Kombination aus elektrischem und konventionellem Antrieb. Nachfolgend eine kurze Übersicht:

- BEV - Bei batteriebetriebenen Fahrzeugen kommt die Energie ausschließlich aus der integrierten Batterie.
- E-REV - In einigen Fällen unterstützt ein Aggregat zur Reichweitenverlängerung (zumeist ein Verbrennungsmotor) das batteriebetriebene Fahrzeug („Range Extender“).
- PHEV - Bei Plug-in-Hybriden unterstützt eine größere Batterie, die auch an einer Ladesäule geladen werden kann, einen konventionellen Motor. Einige Fahrten können so rein elektrisch zurückgelegt werden.
- HEVfull - Vollhybridfahrzeuge sind den PHEV sehr ähnlich, besitzen einen konventionellen und einen elektrischen Motor; kann nicht extern geladen werden, reine elektrische Fahrten sind möglich.
- HEVmild - Der kleinere Elektroantrieb unterstützt den Verbrennungsmotor, es kann nicht rein elektrisch gefahren werden, der Verbrennungsmotor wird dauerhaft für den Antrieb genutzt.
- Bei Brennstoffzellenfahrzeugen wird die elektrische Antriebsenergie durch Wasserstoff oder Methanol und Sauerstoff in einer Brennstoffzelle gewonnen.

Tabelle 2: Unterscheidung der Antriebstechnologien (Quelle: Eigene Darstellung)

Technologie	Eingesetzte Energie/ Kraftstoff	Energiespeicher	Antriebsmaschine	externe Stromversorgung (Stecker)
<b>BEV - Batterie-Elektrofahrzeug</b>	Strom	Batterie	E-Motor	ja
<b>E-REV - Batterie-Elektrofahrzeug mit Range Extender</b>	Benzin/Diesel Strom	Kraftstofftank Batterie	E-Motor	ja
<b>PHEV - Plug-In-Hybridfahrzeug</b>	Benzin/Diesel Strom	Kraftstofftank Batterie	Verbrennungsmotor E-Motor	ja
<b>HEVfull - Voll-Hybridfahrzeug</b>	Benzin/Diesel	Kraftstofftank Batterie	Verbrennungsmotor E-Motor	nein
<b>HEVmild - Mild-Hybridfahrzeug</b>	Benzin/Diesel	Kraftstofftank Batterie	Verbrennungsmotor E-Motor	nein

*Hinweis: Bundesförderung - Umweltbonus: Um den aktuell verfügbaren Umweltbonus bei dem Neukauf eines Elektrofahrzeuges zu bekommen, muss der Fördertatbestand erfüllt sein. Zudem muss sich das Fahrzeugmodell auf Liste der förderfähigen Fahrzeuge (BAFA-Liste) befinden (siehe Punkt Fördermöglichkeiten).*

Neben den oben genannten Fahrzeugen, die überwiegend im Privatbereich Anwendung finden, können E-Nutzfahrzeuge auch im Wirtschaftsverkehr eingesetzt werden und u. a. dabei helfen, Logistikketten energieeffizient und umweltfreundlicher zu gestalten. Eine schadstoffarme Belieferung und einen positiven Einfluss auf die Außenwirkung der Unternehmen können hier als zusätzliche Motivation genannt werden. Aktuell ist das auf dem Markt verfügbare Angebot noch eher limitiert, was Modelle und Reichweiten der Fahrzeuge angeht, jedoch existieren bereits heute Fahrzeuge, die klassische thermische Verbrenner in einzelnen Anwendungsfällen (z. B. Kurier- oder Pflegedienste) adäquat ersetzen können. Als Beispiele können der Renault Kangoo Z.E., Nissan eNV200 sowie der Streetscooter der deutschen Post genannt werden.



Abbildung 4: Streetscooter der deutschen Post und Renault ZOE (Quelle: Eigene Aufnahmen)

### Wandel im Automobilssektor

Das amerikanische Unternehmen Tesla nennt als Firmenziel die „Beschleunigung des Übergangs zu nachhaltiger Energie“. Diese Strategie beinhaltet neben dem Bau von Elektrofahrzeugen auch die Etablierung von Stromspeichern und Photovoltaikanlagen. Die Firma Tesla ist der bekanntere Vertreter, einer ganzen Branche an alternativen Hersteller, die aktuell den Mobilitätsbereich „revolutionieren“ wollen (z. B. Unumotors: E-Roller, Byton: Elektro-SUV, BYD: u. a. E-Busse).

Eigentlich „fachfremde“ Hersteller treten auf den Plan und greifen in den bereits etablierten Markt der Automobilhersteller und -zulieferer ein. Beispielhaft für einen solchen Akteur kann auch die Deutsche Post genannt werden, die mit der Entwicklung des Streetscooter stellvertretend für die Innovationsfähigkeit im Bereich der Elektromobilität steht. Nachdem keiner der „klassischen“ Hersteller ein Fahrzeug zur Verfügung stellen konnte, welches den Anforderungen des Unternehmens gerecht wurde, entstand in Zusammenarbeit mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen ein eigenes Fahrzeug-Modell, welches deutschlandweit im Alltagseinsatz ist (vgl. Abbildung 4).

Es wird erwartet, dass in den kommenden Jahren Carsharing- und Mitfahrmodelle bzw. autonomes Fahren einen immer größeren Anteil am gesamten Mobilitätsangebot haben werden. Zudem werden neue Geschäftsfelder im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen entstehen, welche die veränderten Kundenbedürfnisse stärker berücksichtigen. Der reine Produktoptimierungsgedanke wird umfassenderen Mobilitätsangeboten weichen müssen. Des Weiteren rücken, bedingt durch global zunehmende Umweltverschmutzung und dichter besiedelte Wohnräume/Landschaften nachhaltige und effiziente Mobilitätsangebote weiter in den Fokus.

Gesetzgebung und rechtliche Vorgaben „pro Elektromobilität“ können u. a. den Ausbau nachhaltiger Verkehrssysteme beschleunigen. In China ist eine Mindestquote für Elektrofahrzeuge ab 2019 bereits beschlossen, auch die Europäische Union hat mit den CO<sub>2</sub>-Minderungsvorgaben pro Kilometer und Strafen bei Überschreitung, eine passive Quote geschaffen.

Für die Typzulassung neuer Pkw gilt ab dem 1. September 2017 EU-weit das neue Testverfahren „Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure“ (WLTP), dieser Zyklus tritt die Nachfolge des NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) an. Aufgrund der immer größer werdenden Lücke zwischen Normverbrauch und dem tatsächlich erzielten Verbrauch unter realen Fahrbedingungen, ist diese Anpassung beschlossen worden. Das neue Testverfahren ändert das Fahrprofil und die Rahmenbedingungen, so dass realitätsnähere Ergebnisse beim Kraftstoffverbrauch erzielt werden können. Diese Neuerungen wurden zudem durch die Auswirkungen des Diesel-Abgasskandals befeuert; durch gezielte Manipulation der Abgaswerte wurden die Verbraucher getäuscht und die Messwerte der Diesel-Fahrzeuge illegal verfälscht. U. a. als Reaktion auf diesen Skandal werden alternative Kraftstoffe und Antriebsarten verstärkt in den öffentlichen Fokus gerückt und Kaufentscheidungen gegen thermische Verbrenner getätigt.

### Energie-Verbrauch von E-Autos

Eine Auswertung der Realdaten von 350 eingesetzten Fahrzeugen in den Projekten des Bundesprogramms „Elektromobilität in Modellregionen“ zwischen 2010 und 2012 ergab einen kombinierten Verbrauchswert von 16,9 kWh/100 km bei Kompakt- und Mittelklassewagen (vgl. AGIT 2014). Im Vergleich hierzu benötigen thermische Verbrenner etwa 7 Liter Kraftstoff pro 100 Kilometer, was einem umgerechneten Verbrauch von ca. 60 kWh entspricht. Wird der reine Betrieb der Fahrzeuge verglichen, wird der Vorteil der E-Fahrzeuge deutlich sichtbar. Bei einer angenommenen Gesamtfahrleistung von 15.000 km im Jahr, ergibt sich daraus ein Verbrauch für das E-Fahrzeug von 2.535 kWh/a, was dem Stromverbrauch in etwa der Größenordnung eines Einfamilienhaushaltes entspricht; der thermische Verbrenner würde rund 9.000 kWh, also mehr als dreimal so viel Energie benötigen.

Nachfolgende Abbildung 5 zeigt die **direkten** Emissionen, welche von einem Mittelklasse-Pkw mit unterschiedlichen Antriebsarten verursacht werden. Die durchschnittlichen Emissionen pro Kilometer

werden in Staub, TOPP-Äquivalent (Ozon-Vorläufersubstanzen), SO<sub>2</sub>-Äquivalent (Aggregation saurer Luftschadstoffe) und CO<sub>2</sub>-Äquivalent (Aggregation von klimarelevanten Schadstoffen) unterschieden. Die Verbrauchssäulen bei den alternativen Antriebsarten (H<sub>2</sub> und Elektromotor) sind dabei so gering, dass diese in der Darstellung kaum sichtbar sind.

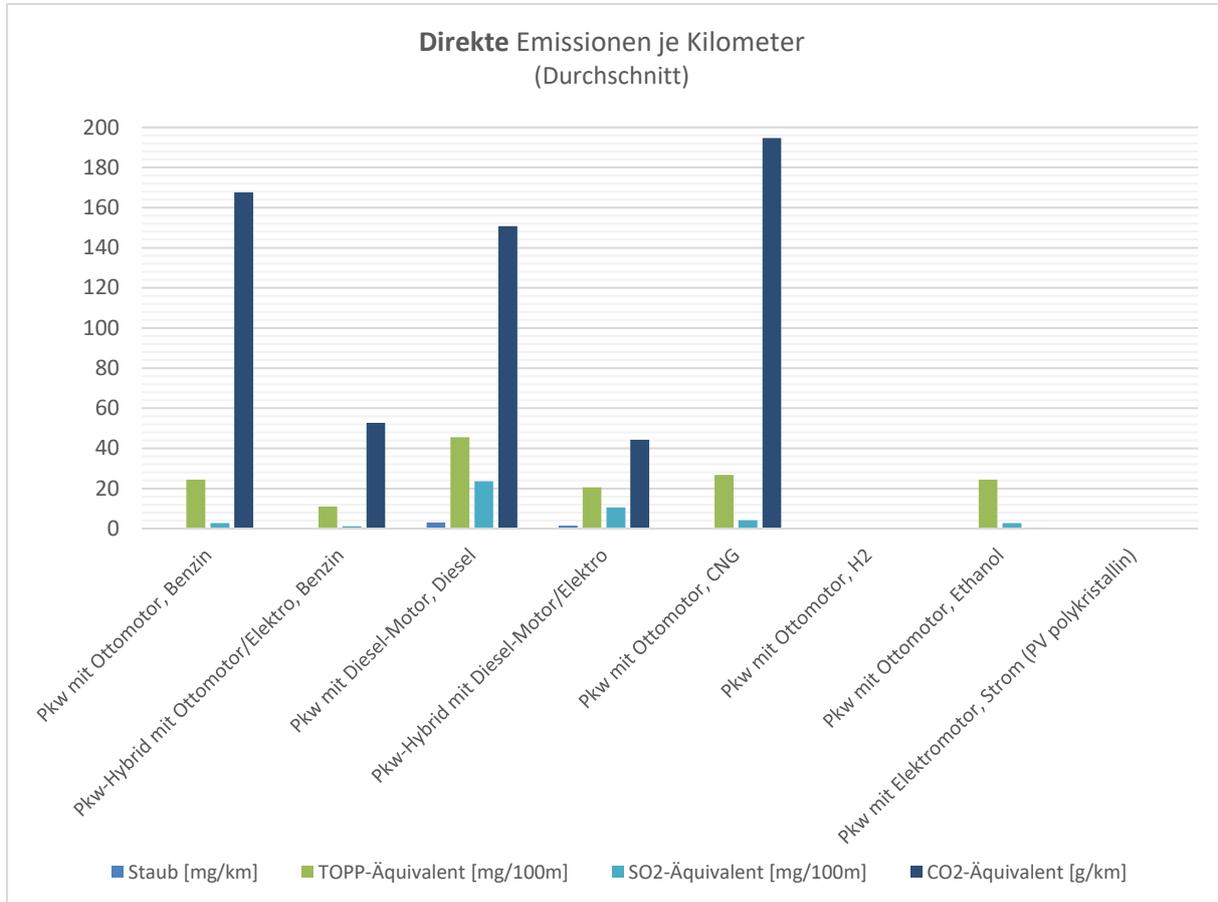


Abbildung 5: Vergleich der **direkten** Emissionen je Kilometer – Mittelklasse-Pkw (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten GEMIS 4.95)

### Vor- und Nachteile der E-Technologie

Nachfolgend werden die Vorteile des Elektroantriebs kurz stichpunktartig dargestellt:

- Hoher Wirkungsgrad von über 95 % (im Vergleich dazu liegen thermische Verbrenner Otto- bzw. Dieselmotoren bei 20-30 %), dadurch relativ geringe Energiebedarfe pro Kilometer.
- Im Betrieb nahezu CO<sub>2</sub>-neutral bei Verwendung regenerativen Stroms.
- Bei nicht-regenerativer Antriebsenergie: Emissionen nicht direkt lokal, sondern am Ort der Stromerzeugung (zentrale Abgasfilterung im Kraftwerk als positiver Aspekt).
- Umwelteffekte: schadstoffärmer bei den direkten Emissionen je Kilometer (vgl. Abbildung 5).
- Rekuperation: Rückgewinnung der Bremsenergie: gerade im städtischen Bereich kann durch das hier typische Routenprofil mit vielen Start-Stop-Momenten, welche bei thermischen Verbrennern zu hohem Verbrauch bzw. Kosten führen, ein Effizienzgewinn erzielt werden.

Vorteile im weiteren Sinne:

- Wertschöpfung vor Ort; Stromerzeugung und Elektromobilität verbrauchsnahe kombinieren und mit der Elektromobilität den Anteil regenerativer Stromerzeugung zu erhöhen.
- Neue Anwendungsfelder mit entsprechenden Beschäftigungsmöglichkeiten schaffen (vor allem in der Phase des Diffusions- bzw. Markthochlaufprozesses).
- Ländliche Räume könnten insbesondere von einem moderaten Beschäftigungszuwachs profitieren (u. a. Ladetechnik, Energiemanagement, Servicedienstleistungen).
- Synergieeffekte mit touristischen Aktivitäten („Ladeweile“ sinnvoll nutzen).
- Vorreiterrolle bei der Elektromobilität kann einen Imagegewinn für Wirtschaftsstandorte darstellen.
- Nachhaltige Erfüllung der Mobilitätsbedürfnisse und Ergänzung zum bestehenden ÖPNV/Grundversorgung/Carsharing.

Derzeit werden die Nachteile der Elektrofahrzeuge durch den Verbraucher noch als sehr negativ gewertet. Dies zeigt sich deutlich in den noch geringen Zulassungszahlen. Hauptnachteile sind die hohen Anschaffungskosten, die geringeren Reichweiten und die langen Ladezeiten (vgl. Hiller 2014, S.413). Bei der Fahrzeugwahl, sowohl im gewerblichen, wie auch im privaten Bereich spielen eine Vielzahl an Faktoren eine Rolle, welche die Kaufentscheidung maßgeblich beeinflussen. Insbesondere sind dies:

- Anschaffungskosten
- Wartung und Betriebskosten
- Fahrzeuggröße, Komfort, Verfügbarkeit von Werkstätten und Sicherheit
- Markenaffinität

Hier sind jedoch die subjektiven Einflussgrößen teilweise größer als die Objektiven.

### Herstellungsprozess

Es gibt bisher kaum belastbare Ökobilanzen, die analytisch in die Tiefe gehen und nach den Ursachen für negative Impacts von Elektroautos forschen. Zudem hängt der CO<sub>2</sub>-Rucksack des E-Fahrzeugs maßgeblich von der Herstellung des verwendeten Akkus (derzeit überwiegend Lithium-Ionen) ab, auch hier ist die Verfügbarkeit von Daten eher schlecht und uneindeutig. Die Mehrzahl der Studien geht mit großer Sicherheit davon aus, dass der meiste Energieverbrauch und somit auch die größte Menge CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung der Batteriezellen und deren Zusammenbau verursacht wird. Die Gewinnung und Veredelung der Rohstoffe nimmt in der Gesamtenergiebilanz nur einen kleinen Teil ein. Der fossile Anteil des Energieverbrauchs am Herstellungsprozess beträgt zwischen 50 % und 70 %, wobei für die Akku-Produktion überwiegend elektrische Energie benötigt wird. Folglich ist die Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen entscheidend davon abhängig wie der Strom bereitgestellt wird (in Schweden etwa 50 g/kWh, Deutschland etwa 580 g/kWh und China etwa 1.000 g/kWh). Diese Produktionsbedingungen gilt es zu beachten, wenn über den Lebenszyklus einer Batterie bzw. eines E-Fahrzeugs diskutiert wird. Wird der Strom erneuerbar generiert oder bei der Herstellung der Akkus auf recycelte Materialien zurückgegriffen, fällt die Ökobilanz dementsprechend besser aus, als bei fossiler Energienutzung und konventionellem Materialeinsatz (vgl. Electrify-BW 2017). Weiterhin können im sog. Second-Life die Lithium-Ionen-Akkus aus Elektro-Fahrzeugen anderweitig wiederverwendet werden. Aktuell gelten Batterien als abgenutzt, wenn die Akkukapazität eine Leistungsfähigkeit von 70 - 80 % erreicht hat (etwa nach acht bis zehn Jahren). Jedoch können die Fahrzeug-Akkus auch mit

diesem Ladestand noch sinnvoll als Speichermedium für Energie genutzt werden, etwa als Hauspeicher für PV-Anlagen. Dieser „zweite Lebensabschnitt“ einer Fahrzeugbatterie wird aktuell intensiv untersucht, um so eine verbesserte Nutzung und Ressourcenschonung zu erreichen.

Bezüglich weiterer Rohstoffe und seltenen Erden bzw. deren Verwendung im System der Elektromobilität, hat sich u. a. das Öko-Institut mit der Frage der Verfügbarkeit und evtl. zu erwartenden Engpässen auseinandergesetzt. Dabei sollte geklärt werden, inwiefern die Dekarbonisierung des Verkehrs die Rohstoffversorgung lediglich in andere Bereiche verschiebt. Für die Herstellung von Batterien (Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit) aber auch für Brennstoffzellen (Platin) werden einige teilweise knappe, nicht-erneuerbare Rohstoffe benötigt. Das Öko-Institut kommt in seinen Berechnungen insbesondere zu folgendem Ergebnis (vgl. Öko-Institut 2017):

- Selbst bei schnellem, weltweitem Wachstum der Elektromobilität sind Rohstoffe Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit und Platin ausreichend vorhanden.
- Das weltweite Vorkommen übersteigt den prognostizierten Bedarf deutlich.
- Zeitweise kann es jedoch zu Verknappungen, vor allem bei Lithium und Kobalt kommen.
- Teilweise könnte die Entwicklung der Elektromobilität zu steigenden Rohstoffpreisen führen.
- Wie bei der Förderung vieler anderer Rohstoffe für verschiedenste Verwendungszwecke, können beim Abbau und der Weiterverarbeitung Umwelt- und Sozialprobleme entstehen (saure Grubenwässer, Arbeitsbedingungen, etc.).
- Der Rohstoffbedarf aus Primärquellen kann durch den Einsatz von Sekundärmaterial (Recycling) verringert werden.

### Ladetechnik

Bei der Installation einer Ladestation handelt es sich grundsätzlich um die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und dem Stromnetz. Primär muss die Energieübertragung sicher und für den Nutzer komfortabel sein. Derzeit wird die Energieübertragung überwiegend im induktivem Verfahren gelöst, also mit einem Kabel und einer Steckverbindung. Der Netzanschluss bzw. die Anbindung der Ladestation an das lokale Stromnetz, erfolgt in der Regel an das Niederspannungsnetz. Werden höhere Leistungen benötigt (Schnelllader z. B. Tesla-Supercharger) kann der Anschluss auch an das Mittelspannungsnetz erfolgen.

Grundsätzlich können Elektrofahrzeuge an jeder normalen 2,3 kW Schutzkontaktsteckdose (Schuko-Stecker) geladen werden. Allerdings dauert der Ladevorgang aufgrund der geringen Ladeleistung relativ lange; diese Dauerbelastung für die „einfache“ Steckdose sollte vermieden werden, da es möglicherweise zu einer Überhitzung und Brandentwicklung kommen kann. Um eine höhere und sichere Ladeleistung in der hauseigenen Garage zu erreichen, sollte eine Wandladestation eine sog. „Wallbox“ installiert werden. Damit können – je nach Absicherung – auch zu Hause Ladeleistungen von bis zu 22 kW realisiert werden. Die Ladeboxen bzw. -säulen sind dabei keine Betriebsmittel des Stromverteilungsnetzes, sondern werden als Endverbrauchsgeräte der Kunden angesehen. Dabei sind die verschiedenen Lademodi normiert (siehe Punkt Verschiedene Varianten/Modi des Ladens).

Die derzeit erhältlichen Ladeeinrichtungen für „zu Hause“ bieten übliche Leistungen von ca. 2,3 kW für Einphasenanschlüsse und 11/22 kW für Dreiphasenanschlüsse. Begrenzt wird die Ladeleistung durch die maximale vom Haushaltsanschluss bereitgestellte Stromstärke (16/32 A Sicherung), sowie durch den maximal möglichen Ladestrom der Batterie bzw. technische Spezifikationen des Fahrzeugs.

Grundsätzlich gilt: je näher der Ladepunkt am Verteilnetz liegt, desto geringer sind die von Elektroauto und dessen Batteriemangement abhängigen technischen Anforderungen an die Ladestation.

Die Batterien im Fahrzeug werden immer mit Gleichstrom geladen, jedoch kann die Elektrizität an der Ladeinfrastruktur entweder als Gleich- oder Wechselstrom zur Verfügung gestellt werden. Beim Wechselstromladen (AC-Ladung) wandelt ein Ladegerät im Auto den Strom in einen „batterie-verträglichen“ Gleichstrom um. Beim Gleichstromladen (DC-Ladung) befindet sich das Ladegerät in der Ladesäule. Neben der Unterteilung in Wechsel- und Gleichstromladen existiert eine weitere Unterteilung in vier unterschiedliche Lademodi; die sich durch Phasenzahl, Steckernutzung, Leistung und das Sicherheitskonzept unterscheiden (vgl. NOW 2014).

Richtlinien, die den Ladevorgang normieren:

- **LSV 2017:** Die Ladesäulenverordnung definiert die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile
- **StrommarktG:** Das Strommarktgesetz ordnet die Ladepunktbetreiber energiewirtschaftsrechtlich betrachtet als Letztverbraucher ein
- **MsbG:** Das Messstellenbetriebsgesetz stellt klar, dass der Ladepunkt als Letztverbraucher und Anschlussnutzer einzustufen ist
- **MessEG:** Nach dem Mess- und Eichgesetz, § 31 gilt Eichpflicht für Messgeräte, die im geschäftlichen oder amtlichen Verkehr zur Bestimmung von Messgrößen (Lieferung von Ladestrom) eingesetzt werden
- **2014/94/EU:** Festlegung von Standards für Steckersysteme (Normal- und Schnellladung); Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe
- **DIN EN 61851-1, VDE 0122-1:2012-01:** Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
- **DIN EN 62196:** Norm für Stecker und Steckverbindungen

#### *Verschiedene Varianten/Modi des Ladens*

Die notwendige Ladeinfrastruktur wird über die verfügbaren Ladepunkte an Ladestationen bereitgestellt. In Europa ist mittlerweile der IEC-Typ2-Stecker („Mennekes-Stecker“) inklusive CCS-Erweiterung für die Gleichstrom-Schnellladung als Standard etabliert.



Abbildung 6: Beispiel einer Ladestation – Schnelllader Mode 3 und Mode 4 (Quelle: Eigene Darstellung)

Zum konduktiven (leitungsgebunden) Laden existieren derzeit folgende, nach dem Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE) normierten Lade-Modi:

Tabelle 3 Lademodi für Elektrofahrzeuge nach internationalem Standard (Quelle: Hiller 2014, S.413)

Lade-Modus	Ladeleistung	Bemessungsstrom
<b>Mode 1</b>	3,7 kW	16 A einphasig
	11 kW	16 A dreiphasig
<b>Mode 2</b>	22 kW	32 A dreiphasig
<b>Mode 3</b>	43,5 kW	63 A dreiphasig
<b>Mode 4</b>	bis 170 kW	> 63 A dreiphasig

**Mode 1:** Aufladung mit Wechselstrom (AC) mit einem maximalen Ladestrom von 16 A/11 kW an der haushaltsüblichen Steckdose (Schuko). Dieser Lademodus wird jedoch aus Sicherheitsgründen **nicht** von der EU für Elektroautos favorisiert (Überhitzung, Brandgefahr). Pedelecs oder E-Bikes hingegen, können problemlos mit dieser Variante geladen werden.

**Mode 2:** Laden mit AC-Strom an der Haushaltssteckdose mit einem maximalen Ladestrom von 32 A/22 kW. Ein im Kabel integriertes Steuergerät, die In-Cable Control Box (ICCB), dient als Schutz-einrichtung und Steuereinheit. Es überwacht den Ladevorgang und unterbricht im Fehlerfall die Stromübertragung. Ein vollständiger Ladevorgang dauert hier je nach Batteriegröße sechs bis acht Stunden.

**Mode 3:** Laden mit AC-Strom an einer öffentlichen, typgeprüften Ladestation. Hierbei ist ein beschleunigter Ladeprozess möglich, da im öffentlichen Netz höhere Ströme und Spannungen sowie ein 3-phasiger Betrieb zur Verfügung stehen. Bei einem maximalen Ladestrom von 63 A/43,5 kW beträgt die Ladezeit 30 bis 45 Minuten.

**Mode 4:** Künftig soll das Schnellladen mit Gleichstrom (DC) an einer öffentlichen, typgeprüften Ladestation möglich sein. Dabei soll eine maximale Energieübertragung von 170 kW ermöglicht werden. Der Ladevorgang würde dann nur noch 15 bis 30 Minuten dauern.

#### Standorte der Lademöglichkeiten

Der Ladestandort stellt die Versorgungsinfrastruktur des BEV dar, diese kann grundsätzlich in den Stellplatz und die benötigte technische Ladeinstallation unterteilt werden. Gerade im öffentlichen Bereich sollte ausreichend Platz, eine spezielle Beschilderung und eine Schnittstelle zum Transfer der benötigten elektrischen Energie vorhanden sein. Zudem können folgende Abgrenzungen nach Eigentumsform der Standfläche, sowie dem Nutzerzugang getroffen werden:

1. im öffentlichen Bereich: im öffentlich bewirtschafteten Straßenraum, z. B. Parkplätze
2. im halb-öffentlichen Bereich: d. h. privat bewirtschaftet, aber begrenzt öffentlich zugänglich, z. B.: Supermärkte, Tankstellen, Hotels, etc.
3. im Privatbereich, hier sind private Pkw-Stellplätze gemeint (Garage, Carport, sowie Firmenparkplätze)

Öffentlich zugängliche Ladepunkte sind dann gegeben, wenn der Parkraum bzw. die Ladestation grundsätzlich allen Nutzern zur Verfügung steht. Falls nur bestimmte Personengruppen, wie etwa Taxen, Carsharing-Fahrzeuge, Betriebsangehörige oder Fahrzeuge des ÖPNV zugelassen sind, gilt der Parkplatz bzw. Ladepunkt nicht als öffentlich zugänglich.

Die Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung - LSV) definiert neben technischen Anforderungen u. a. auch Anwendungsbereiche und unterschiedliche Begrifflichkeiten. Der Betreiber eines öffentlich zugänglichen Ladepunktes muss sicherstellen, dass die Nutzer von Elektromobilen punktuell Aufladen können. Dies ist möglich, wenn am jeweiligen Ladepunkt keine Authentifizierung zur Nutzung erforderlich ist, wenn der Strom kostenlos zur Verfügung gestellt wird oder mittels Bargeld in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt, gezahlt werden kann. Die für den bargeldlosen Bezahlvorgang erforderliche Authentifizierung kann mittels eines gängigen kartenbasierten Zahlungssystems bzw. Zahlungsverfahrens in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt oder mittels eines mobilen webbasierten Systems ermöglicht werden. Dabei ist zu beachten, dass die Menüführung mindestens die Sprachen Deutsch und Englisch enthält und mindestens eine Variante des webbasierten Zahlungssystems kostenlos ermöglicht werden muss (vgl. LSV §4).

#### **Normalladung** (Privatbereich):

- Leistung: Wechselstromladen 2,3 bis 3,7 kW (230 V, 10 bzw. 16 A, 1-Phase)
- Infrastruktur: einfache Haushaltssteckdosen (Schuko) oder Industriestecker (CEE)
- Ladezeit: ca. 8 Stunden
- Einsatzbereiche: privater Stellplatz, Carport oder Garage  
→ aufgrund der Dauerbelastung während des Ladevorgangs, kann das Laden an einer Schuko-Steckdose nur eingeschränkt empfohlen werden (solide Hausinstallation)

#### **Beschleunigte Ladung** (Privatbereich, halböffentlicher- und öffentlicher Bereich):

- Leistung: Wechselstromladen bis zu 22 kW (400 V, 32 A, 3-Phasen)
- Infrastruktur: Wallboxen, Ladesäulen mit spezifischem Ladestecker Typ2
- Ladezeit: ca. 2 bis 3 Stunden
- Einsatzbereiche: Unternehmensparkplatz bzw. -flotten, öffentliche Stellplätze (Parkplätze, Straßenbuchten), halböffentliche Stellplätze (Kundenparkplätze, Restaurants oder Geschäfte, Parkhäuser) und private Haushalte

#### **Schnellladung** (im öffentlichen Bereich):

- Leistung: Gleichstromladen bis zu 50 kW (500 V, 125 A und höher)
- Infrastruktur: spezielle Schnellladestationen (Stromtankstellen), spezifische Ladestecker (CHAdeMO des Combined Charging System)
- Ladezeit: unter 30 Minuten
- Einsatzbereiche: Stromtankstellen, große Mobilitätsdreh scheiben, Autobahnen

Tabelle 4: Übersicht der verschiedenen Lademöglichkeiten (Quelle: Eigene Darstellung)

		Schutz-Kontakt-Steckdose	Camping-Stecker	CEE-Stecker rot		Typ2				Schnell-Laden	
				16A	32A						
											
										Wechselstrom	Gleichstrom
<b>Phasen</b>		1	1	3	3	1	1	3	3	3	1
<b>Spannung</b>	V	230	230	230	230	230	230	230	230	230	400
<b>Stromstärke</b>	A	10	16	16	32	16	32	16	32	63	125
<b>Leistung</b>	W	2.300	3.680	11.040	22.080	3.680	7.360	11.040	22.080	43.470	50.000
	kW	2,3	3,7	11,0	22,1	3,7	7,4	11,0	22,1	43,5	50,0
<b>Ladewirkungsgrad 90 %</b>	kWh	2	3	10	20	3	7	10	20	39	45
<b>Kilometer pro 1 Stunde Laden</b>	km	12	18	55	110	18	37	55	110	217	250

Angenommener Verbrauch 18 kW/100 Kilometer

Grundsätzlich gilt: je größer die Ladeleistung, desto kürzer die Ladezeit, aber umso kostenaufwendiger auch die Installation je Ladepunkt und die Energiebereitstellung.

#### Exkurs:

**Konventionelles kabelgebundenes Laden:** Das Wechselstromladen (AC) erfolgt an einer herkömmlichen Steckdose. Die Leistung reicht von 2,3 kW bis 11 kW. Bei einer Batteriekapazität von 20 kWh kann eine Batterie in 2-8 Stunden wieder aufgeladen werden. Wechselstrom stellt die im Moment am weitesten verbreitete Alternative dar und ist heute der Standard für Elektrofahrzeuge.

**Kabelgebundenes Schnellladen:** Bei Gleichstrom (DC) können aufgrund der wesentlich höheren Anschlussleistungen (11 bis 125 kW) sehr viel kürzere Ladezeiten von unter 30 Minuten erreicht werden. Die Beladung mit Gleichstrom ist aber technisch aufwendig und mit hohen Kosten verbunden und daher zurzeit nur wenig verbreitet - unter anderem an Autobahnraststätten, wo ein schnelles Aufladen Priorität hat.

**Kabelloses Laden (induktiv):** Induktives Laden ist das kontaktlose Laden. Beispielsweise kann durch eine im Boden liegende Induktionsschleife (Primärspule) Strom über ein elektromagnetisches Feld in die fahrzeugseitige Spule (Sekundärspule) übertragen werden. Der Vorteil hierbei ist, dass der gesamte Ladevorgang extrem vereinfacht werden kann, da keine Kabelverbindung hergestellt werden muss.

**Batteriewechsel:** Bisher lediglich in Modellprojekten außerhalb Deutschlands verfügbar.

→ Auch im Bereich der Lade-/Steckerarten sind künftig technische Neuerungen zu erwarten, die aktuell noch nicht absehbar sind.

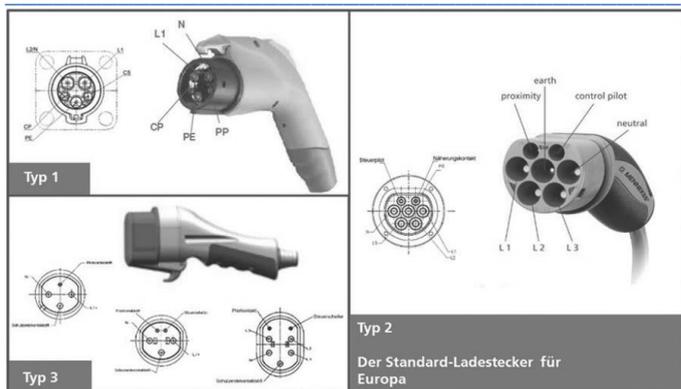


Abbildung 7: Verschieden Steckerarten (Quelle: NOW 2014, S.16)

### Schnellladung vs. normal bzw. beschleunigtes Laden

Ein Großteil der Nutzer hat einen Bedarf nach Schnellladung bei Langstreckenfahrten, dieser ist jedoch sehr unregelmäßig und tritt überwiegend bei Reisen oder Dienstfahrten auf. Hier ist eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur an Hauptverkehrsadern, insbesondere entlang von Autobahnen erforderlich (beispielsweise an Rasthöfen). Hier nimmt der benötigte Ladestrom jedoch im gesamten Energiebedarf eine untergeordnete Rolle ein und wird zukünftig etwa 5 % der Energiemenge für alle Ladevorgänge beanspruchen. Das beschleunigte Laden hingegen wird tendenziell (steigende Batteriegrößen) noch zunehmen und große Mengen an Energie benötigen. Für viele alltäglichen Routenprofile reicht ein Ladevorgang mit „normaler“ Geschwindigkeit oftmals aus, dieser kann beispielsweise zu Hause an einer Wallbox oder an einer Ladesäule mit 2,3 - 11/22 kW erfolgen. Die Attraktivität des Ladeangebotes wird generell durch die benötigte Zeit, die Angebotsqualität, sowie entstehenden Kosten bestimmt.

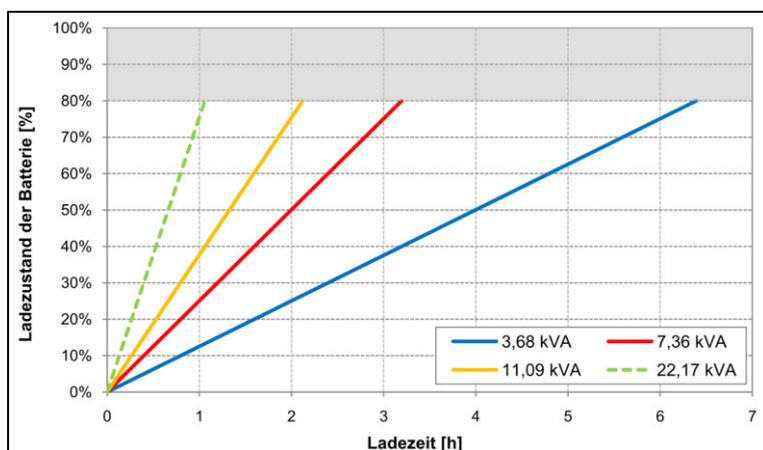


Abbildung 8: Ladezeit um einen bestimmten Ladezustand einer Li-Ionen Batterie zu erreichen, in Abhängigkeit der Anschlussleistung – Ladeeffizienz 85 %, Batteriekapazität 25 kWh (Quelle: iee 2010)

### Eingesetzter Energiespeicher

Derzeit werden als Traktionsbatterien vorwiegend lithiumbasierte Systeme (Lithium-Ionen-Akkus) eingesetzt. Traktionsbatterien sind Energiespeicher, die zum Antrieb von Elektrofahrzeugen herangezogen werden. Sie besitzen eine relativ hohe Energiedichte von über 150 Wh/kg. Aktuelle marktübliche Batteriepreise liegen bei circa 300 €/kWh. Der Preis ist in den vergangenen Jahren deutlich gesunken und es wird erwartet (z. B. durch Erhöhung der Energiedichten), dass dieser sich innerhalb der nächsten 10 Jahre auf etwa 250 €/kWh reduzieren wird. Bei einem installierten Speicher

mit 25 kWh entspricht dann der Batteriepreis etwa 6.250 €. Geplante Produktionserweiterungen und eine ausgedehnte Massenfertigung werden die Kostendegression weiter vortreiben. Es gilt jedoch zu bedenken, dass der Batteriepreis nicht nur von Fertigungs- und Materialkosten abhängig ist, sondern auch durch weitere Faktoren wie Lagerhaltung, Produktionskapazität und die Auslastung der Fertigungsstätten beeinflusst wird. Mittel- bis langfristig wird die Elektromobilität davon profitieren und die Kosten für ein E-Fahrzeug weiter senken (vgl. BMWi 2017).

Andere Batterietechnologien spielen derzeit eine untergeordnete bzw. keine Rolle:

- Bleibasierte Akkus sind günstiger in der Anschaffung, jedoch zu schwer für den mobilen Einsatz. Die Energiedichte liegt etwa bei 30 Wh/kg.
- Nickel-Metall-Hybride besitzen ebenfalls eine geringere Energiedichte, etwa 90 Wh/kg.

Aus technischen Gründen kann sich die Reichweite von BEV nicht beliebig erhöhen, da sie von Größe und Gewicht der eingesetzten Akkus bestimmt wird. Werden die Batteriesysteme größer, erhöht sich das Gewicht und die Fahreigenschaften (Handling, Beschleunigung, Reifenverschleiß, etc.) verschlechtern sich. Derzeit wird angenommen, dass das mitgeführte Gewicht des Speichers nicht über 500 kg liegen wird. Dies entspräche bei einer Energiedichte von 150 Wh/kg einer Kapazität von 75 kWh. Wird ein Energieverbrauch von 20 kWh/100 km angenommen, sind dann Reichweiten von 375 km möglich.

Weitere Systeme und technische Neuerungen werden derzeit intensiv erforscht, aktuell ist der Lithium-Ionen-Akku der präferierte Speicher, Abbildung 9 zeigt die Preisentwicklung der vergangenen Jahre.

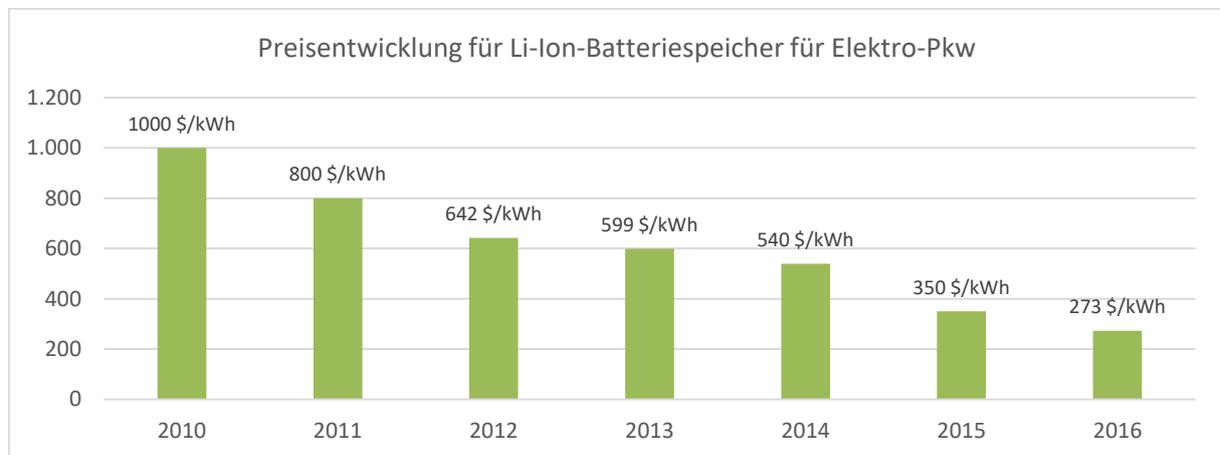


Abbildung 9: Preisentwicklung für Li-Ion-Batteriespeicher für Elektro-Pkw (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten NFZ 2017)

#### Ladeverluste, Stand-By, Alterung und Sicherheit der Akkus

Ladeverluste in den Batterien der Elektrofahrzeuge und in der Ladetechnik beeinflussen die Gesamteffizienz des Systems. Diese können jedoch nicht exakt beziffert werden und liegen laut Literaturangaben in einem Bereich von 5 bis 40 %. Auch die Auswertung aktueller Ladedaten von E-Fahrzeugen zeigt eine erhebliche Spannweite zwischen 1-33 %. Je nach eingesetzter Ladetechnik, Fahrzeug, Witterung und weitere Außeneinflüsse können diese stark variieren. Als durchschnittlicher Ladeverlustwert im AC-Bereich kann 13,4 % angenommen werden (vgl. NOW, Eckert 2016). Die Verluste beim DC-Laden sind deutlich geringer (u. a. fahrzeugseitiger Netzwandler nicht notwendig).

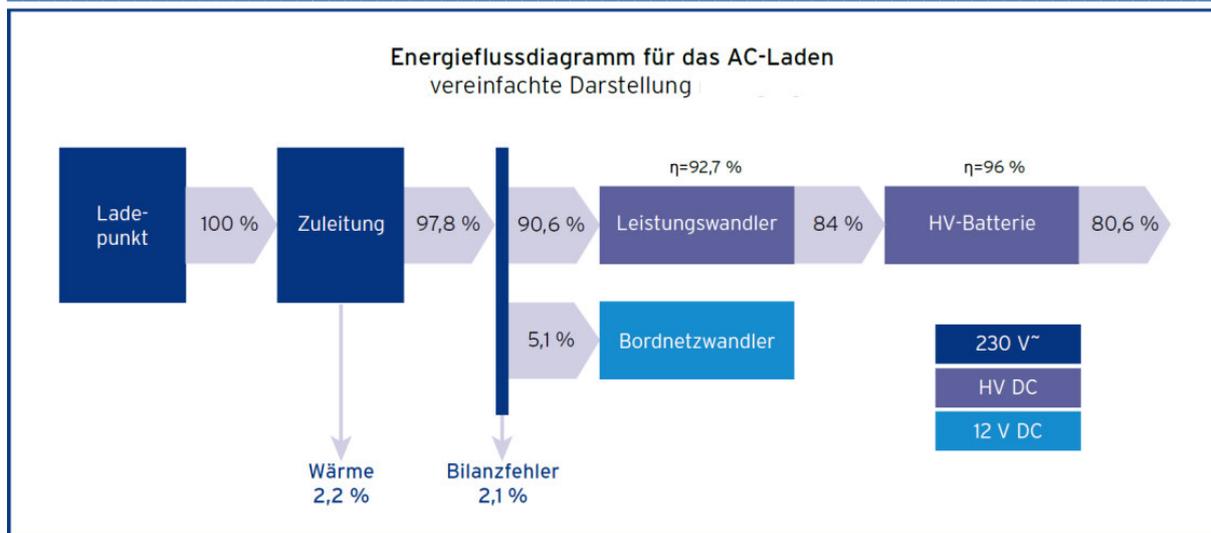


Abbildung 10: Energieflussdiagramm für das AC-Laden (Quelle: Eckert 2016 – NOW, thinkstep AG)

Zudem können abseits des Ladevorgangs sog. Standby-Verluste auftreten. Diese entstehen durch das thermische Batteriemangement. Die Selbstentladeverluste der Batterie im ruhenden Zustand hängen maßgeblich von Typ, Alter und der Lagertemperatur der Batterie ab. Ein zu 60 % geladener Lithium-Ionen-Akku entlädt sich bei einer Temperatur von 20 °C monatlich weniger als 2 %.

Da die verbauten Zellen einer Lithium-Ionen-Batterie altern, verringert sich zunehmend die verfügbare Kapazität und die abgebbare Leistung. „Die Alterung setzt sich zusammen aus der sogenannten kalendarischen Alterung und der zyklischen Alterung. Die kalendarische Alterung beschreibt Langzeiteffekte innerhalb der Batterie, die unabhängig von der Nutzung auftreten. Die zyklische Alterung stellt eine Abnutzung durch einen vollständigen Zyklus, sprich Laden und Entladen bis zu den zulässigen Grenzen, dar“ (Brix 2015, S.19).

Die nutzbare Kapazität einer Batterie bzw. die Endladetiefe wird als Depth of Discharge (DOD) bezeichnet. Während der Nutzung bzw. bei wiederholten Lade- und Entladevorgängen treten Kapazitätsverluste auf; somit reduziert sich auch die DOD. Eine Batterie gilt nach DIN 43539 als nicht mehr funktionsfähig, wenn die Speicherfähigkeit 80 % der Nennkapazität beträgt. Die durchschnittliche Lebensdauer eines modernen Li-Ionen-Akkus wird mit 2.000 Ladezyklen angegeben. In der Elektromobilität wird dadurch ein Wechsel der Batterie nach etwa 150.000-200.000 gefahrenen Kilometern nötig. Der Akku ist jedoch nicht gänzlich unbrauchbar, sondern kann im Second-Life weitergenutzt werden (vgl. Punkt - Herstellungsprozess).

An Elektroautos und konventionelle Fahrzeuge werden die gleichen hohen Sicherheitsansprüchen gestellt. Jedoch ergeben sich durch die verwendeten Komponenten des Elektro-Antriebs andere bzw. neue Herausforderungen. Hier spielt neben der Insassensicherheit der spezielle Schutz der Akkus eine große Rolle, um mögliche Brände zu vermeiden (vgl. ADAC 2016). Die aktuellen Sicherheitstests nach europäischen Standards haben keine Schwächen bzgl. Verbraucherschutz, E-Technik, Hochvoltleitungen oder erhöhter Masse gezeit.

### Ladebedarf

Der „Ladesäulen-Check Deutschland 2017“ durch das Statistikportal Statista, welche Ladestrom-Tarife der wichtigsten elf Ladesäulen-Betreiber untersucht und verglichen hat, kommt u. a. zu folgenden Erkenntnissen:

- der Zugang zu öffentlichen Stromtankstellen ist oftmals kompliziert.
- der Strom wird oft teuer (meist teurer als der Haushaltsstromtarif) angeboten.
- die Ladestrompreise/Endkundenpreise sind intransparent (Zusatzgebühren etc. fallen an).
- regionale Ladesäulen-Monopole sind erkennbar (große regionale Unterschiede).

Der Großteil der Nutzer bevorzugt, wenn möglich das Aufladen zuhause (siehe dazu Abbildung 11), d. h. für Personen ohne eigene Garagen, die sog. Laternenparker muss es eine bezahlbare und sinnvolle Lösung geben, insbesondere im Stadtgebiet bzw. in Mehrfamilienhäusern oder in Wohnkomplexen. Gerade deshalb muss die Ladeinfrastruktur verlässlich sein, d. h. störungsfrei, ohne Defekte, mit freien Plätzen, ohne Zugangsbeschränkungen und mit transparenten Bezahlssystemen.

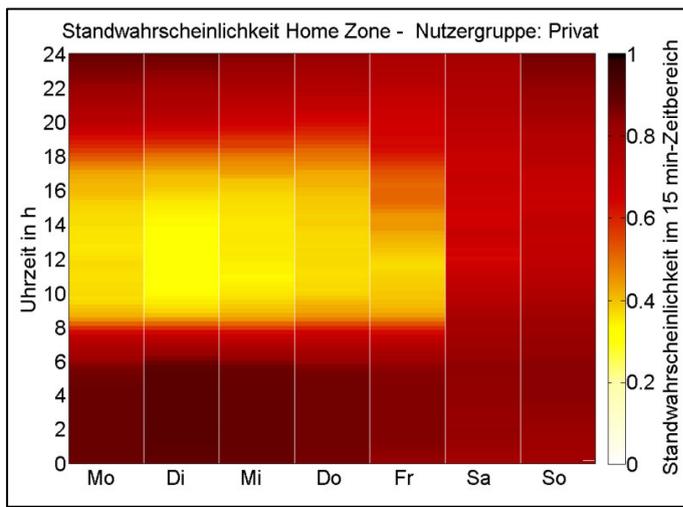


Abbildung 11: Standwahrscheinlichkeit von E-Fahrzeugen zuhause (Quelle: Nobis aus Simulationsmodell GridSim)

Der regelmäßige Parkort des Pkws ist weiterhin abhängig von der Haushaltsgröße. Je nach Personenanzahl besitzen 49 bis 68 % der Haushalte eine Garage, ein Carport oder einen privaten Stellplatz. 30 bis 47 % der Haushalte haben einen Stellplatz im öffentlichen Straßenraum (vgl. Ahrens 2009, S.92). Diese Ergebnisse stammen aus dem Endbericht zur Verkehrserhebung „Mobilität in Städten“. Der Anteil der Fahrzeuge, die auf dem eigenen Grundstück geparkt werden, unterscheidet sich weiterhin nach Regionstyp und nimmt mit dem Agglomerationsgrad ab (von etwa 80 % in ländlichen Räumen zu 66 % in Großstädten) (vgl. Hildebrand 2016, S.46).

Tabelle 5: Übliche Stellplatznutzung nach Haushaltsgröße (Quelle: Eigene Darstellung nach Ahrens 2009, S.92)

Art des Pkw-Stellplatzes	Haushaltsgröße			
	1 Person	2 Personen	3 Personen	≥ 4 Personen
	<i>Angaben in Prozent</i>			
<b>Garage, Carport, privater Stellplatz</b>	49,4	67,6	57,9	56,3
<b>Stellplatz im öffentlichen Straßenraum</b>	47,3	30,1	39,5	40,8
<b>unterschiedlich</b>	3,3	2,3	2,5	2,9

Grundsätzlich limitiert die Standdauer des Fahrzeugs den Ladevorgang, an den regelmäßigen Parkorten der Nutzer (Zuhause, am Arbeitsplatz, usw.). Eine Zeitspanne von über 6 Stunden reicht aus, um den Akku des E-Fahrzeugs ausreichend/vollständig zu laden. Die durchschnittliche Parkdauer tagsüber hingegen ist jedoch niedriger, wobei sich die Dauer nach der jeweilig durchgeführten Aktivität richtet.

Lademöglichkeiten im Bereich der Alltagsmobilität aus Nutzersicht:

- im eigenen Zuhause (vor/nach der Fahrt) - Wallbox
- am Arbeitsplatz - Wallbox, Ladesäule
- an einem Zielort mit Verweilzeit - Ladesäule
- Schnellladen entlang der Autobahn für Langstrecken - Ladesäule

Dabei gilt grundsätzlich, dass nicht täglich oder bei jeder Fahrt ein Ladebedarf entsteht, je nach zurückgelegter Strecke muss der Akku geladen werden oder nicht.

#### *Lade-Kosten/Abrechnungsverfahren*

In Deutschland regelt das Energiewirtschaftsgesetz, dass Personen Strom nur bei Stromanbietern kaufen können, bei denen Sie auch als Kunde gemeldet sind (z. B. per Abschlag via Haushaltsstromvertrag). Die Ladeinfrastruktur setzt sich derzeit aus einer Vielzahl an Stromanbietern zusammen, die kein einheitliches Bezahlssystem für den Endnutzer bereitstellen (können). Bislang steht der E-Fahrzeugfahrer vor der Herausforderung verschiedener Zugangsberechtigungen zu den einzelnen Stromtankstellen (u. a. Exklusivverträge, Schlüssel, Karten, Apps). Deutschland und europaweit ist es daher politischer Konsens ein übergreifendes, einfacheres Bezahlssystem zu finden und einzuführen.

Falls der Elektrofahrzeugnutzer eine Ladestation im öffentlichen bzw. halb- öffentlichen Raum nutzen möchte, muss dieser üblicherweise einen Vertrag mit einem Elektromobilitätsanbieter abschließen, der dies ermöglicht. „Der E-Mobilitätsanbieter (engl. E-Mobility Provider, EMP) stellt dem Endnutzer vertraglich einen Dienst zur Nutzung von Ladeinfrastruktur zur Verfügung. Der Ladepunktbetreiber (engl. Charge Point Operator, CPO) betreibt die Ladeinfrastruktur bzw. einen Teil davon als rechtlich Verantwortlicher und stellt ggf. Rechnungen für deren Nutzung aus. Ein Ladepunktbetreiber greift für die Ausübung seines Geschäfts unter Umständen auf weitere Anbieter zurück, beispielsweise auf Netzbetreiber, Stromversorger und Ladestationshersteller“ (vgl. BUW 2014). Derzeit gibt es eine Vielzahl an Betreibern von öffentlichen bzw. halb- öffentlichen Ladestationen, welche unterschiedliche Tarife und Abrechnungssysteme anbieten.

Elektrischer Strom lässt sich ähnlich unmittelbar bereitstellen wie ein digitales Produkt. Analog zu digitalen Produkten (Dokumente oder Informationen) kann dieser dem Kunden nach dem Kauf sofort elektronisch zur Verfügung gestellt werden. Grundsätzlich kann der Ladestrom zeit- oder leistungs-basierend abgerechnet werden, mittels Bargeld, SMS- oder RFID-Zahlung kann der benötigte Strom bezahlt werden. Beispielhafte Abrechnungsverfahren:

- Die Bargeldzahlung ermöglicht es dem Nutzer z. B. durch Münz-Einwurf an der Ladesäule direkt oder gekoppelt an eine Parkuhr bzw. separaten Einheit den Rechnungsbetrag zu bezahlen. Die hier anfallenden Kosten für die Bereitstellung und Wartung von Kassensystemen sind jedoch hoch.
- Bei der SMS-Zahlung erfolgt die Abrechnung via Smartphone/Handy. Der Nutzer bezahlt den „Tankvorgang“ über seine Mobilfunkrechnung oder per Prepaid-Guthaben.
- Webbasiertes Zahlen kann via App/Smartphone durchgeführt werden.
- Bei einer RFID Einheitszahlung kann der Kunde den Bezahlvorgang mittels RFID-Karte, welche einfach an ein Lesegerät gehalten wird, durchführen. Weitere Zahlungsmöglichkeiten z. B. mit Kreditkarte, EC-Karte oder auch über Paypal werden künftig ebenfalls angeboten werden.

Diese Art des „Ad-hoc-Zugangs“ ermöglicht es auch Spontan-Kunden ohne Registrierung den Zugang zur Ladestation zu erhalten.

Der Ladevorgang bzw. das Schnell-Laden kann als eine Dienstleistung angesehen werden und daher kann der Lade-Strompreis den Preis für Haushaltsstrom (deutlich) übersteigen, da hier zusätzlich zur reinen Strombereitstellung noch Infrastrukturkosten (Ladesäulen, Netzverstärkung, Ausbau bzw. Wartung, etc.) hinzukommen.

Die Preisspanne für eine volle Tankladung des E-Fahrzeuges unterscheidet sich je nach Ladestation und Anbieter. Oftmals kann neben dem Zeit- bzw. Leistungstarif noch eine zusätzliche Grundgebühr anfallen, die einmalig oder monatlich geleistet werden muss. Bei einem angenommenen Verbrauch von 17 kWh für 100 Kilometer kommen Kosten zwischen 0 und 25 Euro zustande. Im Vergleich: Bei 0,30 €/kWh für eine Kilowattstunde Haushaltstrom würden Kosten von 5,10 € anfallen; das konventionelle thermische Benzinfahrzeug beispielsweise benötigt hierfür im Schnitt etwa 8,10 Euro (Verbrauch 6 l/100 km, Kosten 1,35 €/l).

### Tageslastgang

Bei voranschreitender Umstellung innerhalb von Fahrzeugen auf elektrische Antriebe wird folglich auch mehr Strom benötigt werden. Dadurch stellt sich zwangsläufig die Frage, ob die bisherigen Netzkapazitäten ausreichend sind. Das Projekt „Smart Grid – Basis einer elektromobilen Zukunft“ hat die Netzurückwirkungen der Zunahme von Elektromobilität und der erneuerbaren Energien mittels Simulationen deutschlandweit untersucht. Die Lastspitze (30 % BEV Anteil an der Gesamt-Pkw-Zahl) stellte sich zwischen 17 und 20 Uhr ein. In einem Zeitraum also, in dem es sowieso schon zu besonders hoher Netzauslastung kommt (vgl. FfE 2016).

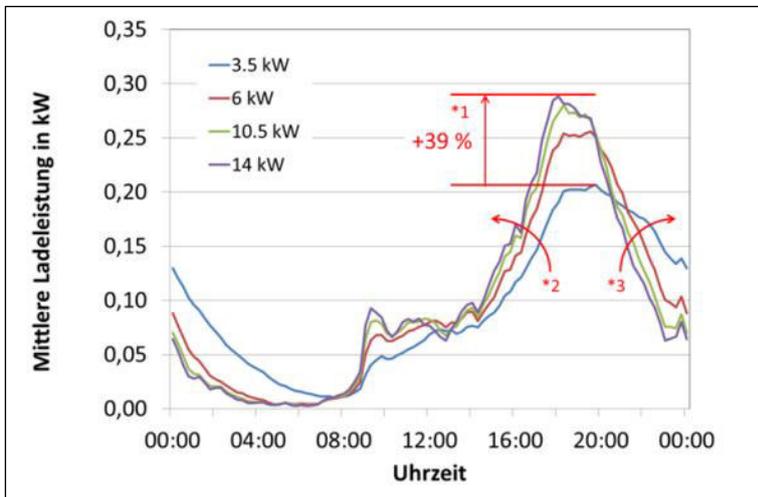


Abbildung 12: Mittlere Ladeleistung je Fahrzeug für verschiedene Ladeleistungen (Quelle: FfE 2016, S.1)

Zwar kann als zusammenfassendes Ergebnis der Studie festgehalten werden, dass derzeit die Anwesenheit der Elektrofahrzeuge zu keiner Betriebsmittelüberlastung oder Spannungsbandverletzung führt, jedoch können durch eine erhöhte Verbreitung der Elektromobilität Überlastungen in schwach ausgebauten Niederspannungsnetzen bevorstehen (vgl. FfE 2016, S.3). Ladesteuerungen können die Ladevorgänge in Schwachlastzeiten bzw. Zeiten mit hoher erneuerbarer Einspeisung lenken, dabei kann es jedoch ebenfalls zu hohen Gleichzeitigkeiten kommen. Würden im Jahr 2030

3,3 Mio. E-Fahrzeuge in Deutschland unterwegs sein, so beliefe sich die maximale Leistung auf 1,5 GW, was lediglich 1,4 % der gesamtdeutschen Last ausmachen würde.

Das heißt nicht die maximale Summe des benötigten Stroms wird künftig zu einem Problem werden, sondern die Verteilung der Lasten im verfügbaren Netz. Hier kann jedoch durch, Vorhersagbares/ gesteuertes Laden sinnvoll in das Lade-System eingegriffen werden.

Dabei gilt es:

- Netzengpässe bei hoher Gleichzeitigkeit zu vermeiden.
- Auf verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien für Elektrofahrzeuge zu setzen.
- Im Privatbereich: Eigenstromnutzung, preisoptimale Ladevorgänge (Photovoltaik, Strom-Speicher) zu fördern.
- Intelligente Systeme zu entwickeln.

Aufgrund der Tatsache, dass die meisten Nutzer bzw. Fahrzeuge erst am Abend wieder an ihrem Standort ankommen und dann dort der Ladevorgang stattfinden kann, tritt der größte Teil der Ladekapazität in die frühen Abendstunden auf und fällt damit in einen Zeitraum der ohnehin als Spitzenlast-Zeit des Stromverbrauchs zu bezeichnen ist. Im Flottenversuch des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) bei einem geringen Anteil an E-Fahrzeugen führt dies in der Regel noch nicht zu Netzproblemen (Anteil von 8 % Elektrofahrzeugen, bezogen auf alle Pkw im Netzgebiet).

Im Allgemeinen sind unterschiedliche Arten der Ladesteuerung eines E-Fahrzeuges denkbar. Nachfolgend werden kurz drei verschiedene Ansätze erläutert, die im Rahmen des Projektes MONA (Merit Order Netz-Ausbau 2030) beim Thema „Netzintegration Elektromobilität“ als netzdienlich betrachtet wurden (vgl. MONA 2016, S.462 ff.).

**Eigenverbrauchsoptimiert** - Hier wird das Ziel verfolgt, möglichst viel selbstproduzierten Strom (beispielsweise durch eine PV-Anlage) im Haushalt zu nutzen und gleichzeitig den weiteren Strombezug aus dem Netz zu minimieren. Das Elektrofahrzeug fungiert in diesem Fall als Stromverbraucher und -speicher. Da jedoch die Zeiten der maximalen Einspeisung der PV-Anlage und die Standzeiten des Autos meist nicht identisch sind, ist in einem eigenverbrauchsoptimierten-Szenario die Komponente des stationären Batteriespeichers zusätzlich beachtenswert. Eine intelligente Steuerung des Ladevorgangs kann so zum einen zu einer betriebswirtschaftlichen Verbesserung des einzelnen Haushalts führen und zum anderen zu Stromnetzentlastung beitragen.

**Spannungsabhängige Wirkleistungsregelung** - der Fokus hier liegt bei der direkten Strom-Netzentlastung. Dabei wird die Ladeleistung der Fahrzeuge anhand einer Kennlinie in Abhängigkeit von der Spannung reduziert, hierdurch können untere Spannungsbandverletzungen bzw. Betriebsmittelüberlastung, welche durch eine zu hohe Verbraucherlast hervorgerufen werden, ausgeglichen bzw. entgegengewirkt werden. Hier werden die Elektrofahrzeuge auf dem Strommarkt zur Lastglättung genutzt.

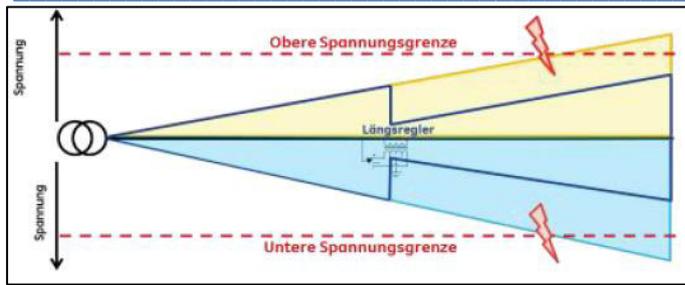


Abbildung 13: Spannungsbereiche (Quelle: Philipp Nobis - FFE)

Um die dritte betrachtete Ladestrategie besser zu verstehen, ist ein kurzer Exkurs zum Thema Strombörse nötig:

Die für Deutschland maßgebenden Strombörsen sind die EEX (European-Energy-Exchange) mit Sitz in Leipzig und die EPEX (European-Power-Exchange) mit Sitz in Paris. Die beiden Börsen decken jeweils unterschiedliche Märkte ab. An der EEX wird „auf Termin“ gehandelt, d. h. der Erfüllungszeitpunkt der getätigten Geschäfte liegt in einer eher fernen Zukunft. Der kurzfristige Handel, d. h., wenn zwischen dem Kauf und der Lieferung nicht mehr als ein Tag liegt, findet auf dem Spotmarkt der EPEX statt. Am Spotmarkt können die Marktteilnehmer kurzfristig benötigte Mengen kaufen oder nicht mehr benötigte Mengen verkaufen. Der Spotmarkt besteht aus dem Teilmarkt „Day-Ahead“ und dem Teilmarkt „Intraday“. Auf dem Day-Ahead-Markt wird am Vortag die Stromlieferung für jede Stunde des folgenden Tages auktioniert.

**Day-Ahead-Markt-orientiert** - Die dritte betrachtete Ladestrategie setzt die wirtschaftliche Optimierung des Vorgangs in den Mittelpunkt. Durch die entsprechende Verschiebung der Ladezeitpunkte zu Zeiträumen, an denen der Day-Ahead-Markt günstigen Strombezug ermöglicht, können Kosten reduziert werden. Eine denkbare Lösung wäre die Herstellung eines Mindestladezustands des E-Fahrzeugs im „ungesteuerten Modus“, um spontane Fahrten mit einer definierten Mindestwegstrecke zu ermöglichen und den Rest der Batteriekapazität dann zu einem Day-Ahead-Preisverlauf optimierten Ladeprozess aufzufüllen.

#### Typische Ladesituationen

- Steckerladestationen am eigenen Haus, Garage oder Tiefgarage (Home Charging mit eher kleiner Leistung)
- Öffentliche Wechselstromladestationen mit mehreren leistungsstärkeren Ladepunkten (zum Beispiel in Parkhäusern, auf Firmenparkplätzen, Großparkplätzen)
- Schnellladestationen mit Gleichstrom ähnlich den konventionellen Kraftstofftankstellen

Es wird davon ausgegangen, dass das Fahr- und Parkverhalten (privat und gewerblich) nicht durch die Änderung der Antriebstechnologie bzw. dem zeitlichen Aufwand des Nachladens verändert wird. Vielmehr werden die aktuellen Stillstandzeiten der Fahrzeuge künftig zum Laden genutzt.

Ebenso wird in Zukunft eine Anpassung der bestehenden „konventionellen“ Tankstellen stattfinden: Stromtanken wird an Rastanlagen vorzugsweise im Schnelllademodus möglich, dadurch wird die Entnahme aus dem Stromnetz größer. So wird jede Tankstelle mit einer definierten Anzahl Ladesäulen ausgestattet sein. Durch ein künftig stärker ausgebautes Carsharing-Angebot kann neben einer durchweg bestehenden Grundlast zusätzlich ein verstärktes Laden in der Mittagszeit und am Abend

entstehen. Abbildung 14 zeigt zum einen den Bestand der herkömmlichen Tankstellen und zum anderen die stetig steigende Zahl der Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Deutschland.



Abbildung 14: Vergleich herkömmliche Tankstellen vs. Elektrotankstellen (Quelle: Statista 2017)

#### Exkurs – Smart Charging:

Smart Charging beinhaltet sämtliche innovativen, klugen bzw. smarten Techniken, welche das Aufladen von Elektroautos steuern können und zum besten Zeitpunkt ermöglichen. Dies kann das E-Auto zu einem wesentlichen Bestandteil eines nachhaltigen Energiesystems machen. Gerade der Strom aus erneuerbaren Energien, der volatilen Schwankungen unterliegt, kann auch durch Elektroautos gespeichert bzw. abgepuffert werden (bidirektionales Laden, Vehicle-to-Grid). Mit weiteren Innovationen in dem Bereich der Elektromobilität und damit einhergehenden Datenströmen wird der Aspekt der Datenübertragung und auch der Datenschutz immer wichtiger. Da aus aktueller Sicht und unter den derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen das Thema E-Fahrzeug als Speicher im Stromnetz noch nicht gänzlich ausgereift ist, sollte dennoch die grundsätzliche Möglichkeit der Implementierung geschaffen werden. [Smart Charging und Netzmanagement mittels Zuteilung von Kapazitätsbudgets, durch Kommunikation von Kapazitätsprognosen].

#### Zwischenfazit:

Derzeit ist das Angebot an „konkurrenzfähigen“ Elektrofahrzeugen am Markt noch überschaubar bzw. diese werden noch zögerlich von Seiten der Bürger angenommen oder gekauft; daher ist auch ein umfangreicher und flächendeckender Ausbau von privaten und öffentlichen Ladestationen erst am Beginn. D. h. im Umkehrschluss aber auch, dass eine gut ausgebaute öffentliche Ladeinfrastruktur die Entwicklung der Elektromobilität positiv beeinflussen und fördern kann. Gerade die Reichweitenangst d. h. die Angst der Nutzer mit leerem Akku liegenzubleiben kann so genommen werden. Weiterhin kann eine ausreichende Zahl von zentralen, öffentlich zugänglichen Ladestandorten ein Kaufanreiz für den Endkunden sein, was die Kommunen zu einem Multiplikator werden lässt. Die Problematik der Erstfinanzierung von öffentlichen Ladestationen gilt es mit innovativen Modellen zu lösen, da der reine Ladestromverkauf die Kosten (Installation und Betrieb) aktuell nicht decken kann. Die Inanspruchnahme von etwaigen Förderprogrammen, eine Einkaufsgemeinschaft oder eine Kooperation mit Unternehmen und weiteren Akteuren sind hier beispielhaft zu nennen.

## 5. Elektromobilität in der Anwendung

Zunächst kann ganz grundsätzlich zwischen privaten und gewerblichen Nutzern von Fahrzeugen differenziert werden, die dann auch unterschiedliche Wegstrecken und -ziele haben. Wobei innerhalb dieser groben Einteilung bei genauerer Betrachtung und in der täglichen Praxis noch weitere Nutzerrollen und Routenprofile auftreten. Beispielsweise nutzen im privaten Bereich neben dem Hauptfahrer oftmals weitere Personen, wie Ehepartner, Kinder und zusätzliche Haushaltsmitglieder, das selbe Fahrzeug und stellen dabei unterschiedliche Ansprüche an jenes. Im gewerblichen Bereich können neben den verschiedenen Anwendern auch die Betreiber des jeweiligen Fuhrparks genannt werden, die die Art und Nutzung der Fahrzeuge beeinflussen. Die Nutzer der neuen Fahrzeuge sind eine mitentscheidende Größe für die weitere Etablierung der Elektromobilität in Deutschland, jedoch kann hier nicht einfach pauschal eine Schablone erstellt werden, die alle potenziellen Anwender der Technologie identifiziert. Es ist ein komplexes System, welches von zahlreichen Faktoren bestimmt wird. Im nachfolgenden Kapitel sollen verschiedene Begriffe in diesem breiten Spektrum erläutert werden. Der Technologiedruck bzw. die technologische Entwicklung auf der einen und die Kundenbedürfnisse auf der anderen Seite, regeln grundlegend das Leistungspotenzial eines Produkts (Elektromobilität) und letzten Endes dessen Etablierung am Markt. Als die dabei größten Herausforderungen für das System der Elektromobilität an sich, können folgende Punkte aufgeführt werden:

- Spürbarer Eingriff in das gewohnte und selbstbestimmte Leben der Bürger, wodurch starke emotionale Widerstände hervorgerufen werden können.
- Einschränkung der individuellen Freiheit und zugleich ein freiwilliger Verzicht.
- Integration in die Konsumgesellschaft: Statussymbol, Anerkennung, Teilnahme, Wachstum, gefühlte Alternativlosigkeit.
- Trägheit: Gewohnheiten und Tradition.
- Kognitive Dissonanz: evtl. Abweichung zwischen dem was der Kunde erwartet und dem tatsächlichen Nutzen.

### Akzeptanz

Die Akzeptanz der Nutzer ist per Definition das „Gutheißen bzw. Annehmen“ einer Person, Idee oder Sache, grundsätzlich also die Bereitschaft der Bürger etwas anzuerkennen oder zu billigen. Akzeptanz ist grundsätzlich eine freiwillige Angelegenheit, Innovationen werden vom Nutzer erst dann angenommen, wenn diese genauso attraktiv oder attraktiver sind, als die bisher am Markt erhältlichen Angebote. Wird dieser Gedanke auf das Thema Elektromobilität und die Etablierung dieses Systems am Markt übertragen, kann festgestellt werden, dass sich die Elektromobilität in Deutschland erst am Beginn einer Entwicklung befindet und zudem mit regional unterschiedlicher Begeisterung aufgenommen wird (siehe dazu Abbildung 15). Der Status der „Innovatoren“ kann jetzt bereits als überschritten betrachtet werden, während sich das System E-Mobilität in Deutschland nun im Bereich der „Frühen Anwender“ befindet; das sind zusammen betrachtet 15 % der potenziellen Käufer.

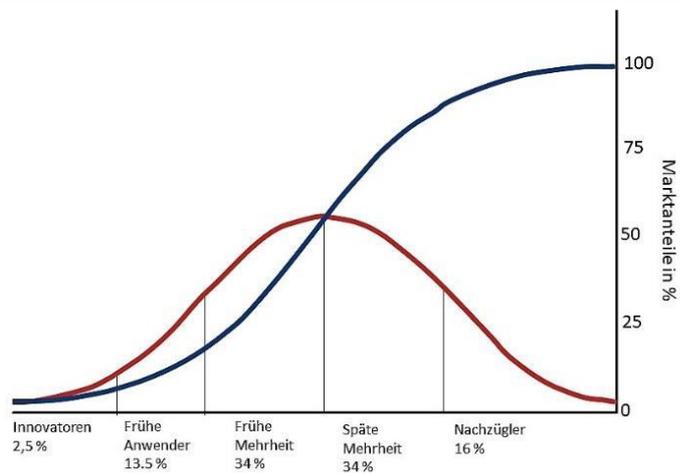


Abbildung 15: Innovationszyklus nach dem Diffusionsmodell von Rogers (Quelle: Eigene Darstellung)

Welche Fahrzeuge für die Endnutzer attraktiv sind bzw. wie das Verkehrs- und Energiesystem angepasst werden sollte, um die Elektromobilität weiter zu stärken, kann derzeit nur mit Unsicherheiten abgeschätzt werden. Die genauen Merkmale und Anforderungen dieser Zielgruppen bzw. der einzelnen Nutzer sind unterschiedlich und schwierig zu definieren. Um zu illustrieren wer derzeit bereits E-Fahrzeuge nutzt und um die Entwicklung evtl. besser steuern zu können, folgt in den nächsten Abschnitten eine Auflistung, der Eigenschaften von potenziellen E-Nutzern bzw. wie die Vorteile dieser Technologie bestmöglich genutzt werden können.

### Nutzer der Elektromobilität

Als Kalkulationsergebnis der Total Cost of Ownership (TCO) ist die Nutzung des Elektromobilitätssystems, aufgrund seiner „Kostenstruktur im Vergleich mit dem konventionellen MIV umso günstiger, je höher die Fahrleistung eines Fahrzeugs ist“ (vgl. Hildebrand 2016, S.61). Die Gruppe von **Pendler** mit einem regelmäßigen Fahrprofil von etwa 150 km pro Tag deckt diese Kriterien besonders gut ab. Ein Wohnort außerhalb von großen Zentren und die damit verbundene hohe Verfügbarkeit eines privaten Stellplatzes bzw. einer Lademöglichkeit kommt als positiver Aspekt hinzu. Weiterhin könnte die Möglichkeit bestehen am Arbeitsplatz das eigene Elektrofahrzeug zu laden.

**Fahrzeug-Flotten**, die einen Teil des Wirtschaftsverkehrs gestalten, bilden eine weitere Nutzergruppe für Elektromobilität. Beispielsweise Lieferdienste, mobile Pflegeeinrichtungen oder andere Organisationen, die eine hohe Fahrleistungen benötigen, um ihre Dienstleistung zu erfüllen, bei denen jedoch der Anteil an längeren Strecken überschaubar ist. Oftmals verfügen diese Organisationen über eigene Stellplätze für ihren Fuhrpark, wodurch sich die Installation von Lademöglichkeiten erleichtert. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen hat zudem einen positiven Effekt in der Außenwahrnehmung (Imagegewinn).

Weiterhin können Haushalte mit **Zweitwagen** als Potenzialgruppe für die Elektromobilität angesehen werden. Hier existieren in der Regel keine hohen Fahrleistungen des zusätzlichen Pkws, jedoch fallen oftmals kurze Strecken an, die dann elektrisch substituiert werden können (vgl. Hildebrand 2016, S.61). Es kann davon ausgegangen werden, dass Elektrofahrzeugnutzer sich auch eine Lademöglichkeit im privaten Bereich installieren und nutzen.

Folgende Voraussetzungen sind der potenziellen Nutzung von Elektrofahrzeugen zuträglich:

- **Hohe Fahrleistung:** Aufgrund der im Vergleich zu konventionellen-thermischen Fahrzeugen höheren Anfangsinvestition und der geringeren laufenden Unterhaltskosten, können Elektrofahrzeuge erst ab einer höheren Fahrleistung einen Kostenvorteil erzielen.
- **Geringer Anteil von längeren Strecken:** Aufgrund der aktuell noch begrenzten Reichweite der BEV könnten hier Nachteile bzw. Wartezeiten entstehen. Daher begünstigt ein Streckenprofil mit wenig langen Routen die Nutzung von E-Fahrzeugen. Weiterhin kann die Verfügbarkeit eines **Zweitwagens**, mit dem dann die längeren Wege gefahren werden, die nachteilige Auswirkung ausgleichen.
- **Ladeinfrastruktur am Stellplatz:** die Verfügbarkeit einer Ladeinfrastruktur am regelmäßigen Stellplatz/Parkort (z. B. Wohnort, Arbeitgeber) erweitert die Mobilitätsoptionen der Nutzer und setzt die Einstiegsbarriere herab.
- **Know-how:** bzgl. künftiger Nutzen- und Kostenvorteile bzw. die richtige Einschätzung des Vorteils der höheren Anfangsinvestition gegenüber der erwartbaren Einsparung der laufenden Kosten, setzt ein gewisses Know-how und Informationslevel voraus. Die Verfügbarkeit und die Aneignung des relevanten Wissens, kann unter Umständen Ressourcen notwendig machen.
- **Zusätzliche Faktoren:** neben der reinen ökonomischen Betrachtung, spielen zudem Nutzer-eigenschaften wie Umweltfreundlichkeit, Alter oder Innovationsaffinität eine Rolle bei der Wahl des Verkehrsmittels bzw. der Nutzung von E-Fahrzeugen.

Werden die oben genannten Punkte berücksichtigt, können mögliche Gruppen identifiziert werden, die potenziell als E-Mobilisten in Frage kommen.

### Daten von Erstnutzern der Elektromobilität

Untersuchungen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), welche die Daten der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland analysiert haben, kommen u. a. zu folgenden Kernaussagen, die hier stichpunktartig aufgeführt sind (vgl. DLR 2015):

- 43 % der Befragten haben mit dem Erwerb des Elektrofahrzeugs ein anderes Fahrzeug abgeschafft.
  - In 90 % der Fälle wurden Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb ersetzt.
  - Die Elektrofahrzeuge sind häufig kleiner als die ersetzten Fahrzeuge.
  - Die ersetzten Fahrzeuge der privaten Nutzer waren durchschnittlich 12 Jahre alt.
- Über 90 % der Befragten sind mit dem Elektrofahrzeug genauso zufrieden oder zufriedener, als mit ihrem ersetzten Fahrzeug.
- Elektrofahrzeuge werden von Privatanutzern für die meisten täglichen Wegezwecke genutzt. 63 % der Nutzer legen mit dem Elektrofahrzeug (fast) täglich den Arbeits-/Ausbildungsweg zurück.
- Einschränkungen in der privaten Nutzung der Elektrofahrzeuge werden vorwiegend bei Urlaubs- und Wochenendfahrten gesehen (Reichweitenproblematik).
- Die privaten Nutzer von Elektrofahrzeugen legen im Durchschnitt eine Strecke von 43 km je Werktag zurück.

- Der häufigste genannte Wegezweck gewerblicher Nutzer ist die Erbringung beruflicher Dienstleistungen (Montage, Reparatur, Beratung, Besuch, Betreuung, etc.). 45 % der Nutzer geben an, entsprechende Fahrten (fast) täglich durchzuführen.
- Einschränkungen in der gewerblichen Nutzung werden vor allem beim Transport von Waren und Gütern empfunden. Als wesentliche Gründe werden zu geringen Reichweiten und die geringeren Zulademöglichkeiten genannt.
- Gewerblich genutzte BEV werden pro Tag durchschnittlich 49 km rein elektrisch gefahren, PHEV 47 km (rein elektrisch).
- Die Summe der Jahresfahrleistung hat sich bei der Mehrheit der gewerblichen Fahrzeugflotten durch den Einsatz der Elektrofahrzeuge nicht verändert.

Der Ladeort in unmittelbarer Nähe zur Wohnung stellt die wichtigste Möglichkeit der Nachladung dar (96 % der Befragten laden hier). Weitere 41 % laden im öffentlichen Straßenraum, zudem lädt etwa ein Drittel das Elektrofahrzeug am Arbeits- oder Ausbildungsort.

- Private Nutzer rein elektrischer Fahrzeuge beginnen ihr Fahrzeug zu laden, wenn der Batterieladestand durchschnittlich noch 32 % beträgt bzw. 29 km elektrische Reichweite verbleiben (Median: 30 % bzw. 20 km).
- Größtenteils werden Ladeorte bevorzugt, an denen das Elektrofahrzeug am Tagesende abgestellt wird (bei den privaten Nutzern der Wohnort, bei den gewerblichen Nutzern das eigene Betriebsgelände).
- Am häufigsten beginnen die Nutzer den Ladevorgang der Elektrofahrzeuge in der Zeit zwischen 18 und 22 Uhr.

#### Profil privater Nutzer von Elektrofahrzeugen

Private Nutzer: 89 % männlich, ø 51 Jahre, 15 % Rentner, vorwiegend 2- und 4-Personenhaushalte, 51 % Hochschulabschluss, ø-Haushaltsnettoeinkommen 4.000 € (deutscher Durchschnitt 2013: 3.132 € monatlich, vgl. destatis 2016), 70 % vollzeit-erwerbstätig, 53 % leben in freistehenden Einfamilienhäusern (vgl. DLR 2015). Diese Angaben spiegeln die eingangs erwähnten Eigenschaften der Nutzer und zudem die Ausnutzung der Vorteile eines E-Fahrzeuges wider.

Basierend auf den zugewiesenen Eigenschaften und der Werteinstellung der privaten Nutzer können idealisierte Typen identifiziert werden, für welche die potenzielle Nutzung von Elektrofahrzeugen in den nächsten Jahren attraktiv sein könnte:

- **Umweltbewusste:** Dieser Personenkreis rückt vor allem den ökologischen Aspekt der Elektrofahrzeuge in den Fokus. Die eigenen Ideale spielen beim Kauf bzw. der Nutzung eine zentrale Rolle. Hier ist auch die gesamte Umweltbilanz der Elektrofahrzeuge von großer Bedeutung. Weiterhin könnten für diese Gruppe Carsharing-Angebote in Kombination mit E-Mobilität und erneuerbaren Energien interessant sein.
- **Technikaffine:** Die technikaffinen Personen sind von der neuen Technologie der Elektrofahrzeuge und dem innovativen Charakter an sich, begeistert. Das Interesse liegt hier primär an der Nutzung eines technischen Produkts, zudem die Neugierde und der Fahrspaß steht im Zentrum. Das Elektrofahrzeug stellt häufig den Zweitwagen dar.
- **Finanzkräftige:** Menschen mit höheren Einkommen betrachten Elektrofahrzeuge eher als Luxusgegenstand mit denen sich der Nutzer von der restlichen Pkw-Masse abheben möchte. Hier dient der Kauf einem Prestigezweck.

- **Individualisten:** Diese Käufergruppe zeichnet sich durch ein hohes Mobilitätsbedürfnis aus, wobei hier dem Verkehrsmittel die Attribute modern und umweltverträglich zugeschrieben werden. Oftmals stellt ein Elektrofahrzeug auch eine Ergänzung zu anderen genutzten Verkehrsmitteln dar.

#### Profil gewerblicher Nutzer von Elektrofahrzeugen

Gewerbliche Nutzer: 67 % KMUs <40 Mitarbeitern, haben lediglich einen Betriebsstandort, der Fuhrpark hat weniger als neun Fahrzeuge; oftmals handelt es sich um Dienstleistungsunternehmen, öffentliche Einrichtungen, Baugewerbe und Energieversorgung. Innerhalb der gewerblichen Nutzung werden die meisten Fahrten tagsüber unternommen, insbesondere für die fahrtintensiven Dienste (z. B. Kurier-, Express-, Paket-Dienst).

#### E-Mobilität im Unternehmen

Die veränderte Kostenstruktur bei Elektrofahrzeugen stellt eine zentrale Ursache für die Skepsis potenzieller Nutzer, insbesondere im gewerblichen Bereich, dar. Hier sind ökologische Aspekte eher sekundär wichtig und teilweise spielen enge zeitliche und finanzielle, interne Entwicklungsvorgaben eine gewichtige Rolle. Dabei ist neben der langsam voranschreitenden Anpassung der Rahmenbedingungen (Fahrzeugangebot, Gesetzeslage, etc.) zusätzlich ein immer noch sehr großes Informationsdefizit zu verzeichnen. Hier gilt es anzuknüpfen und die weitere Etablierung der Elektromobilität am Markt mittels Kampagnen zu stärken. Gerade gewerbliche und öffentliche Flotten sind prädestiniert für eine Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe. Neben dem hohen Verkehrsaufkommen in Deutschland - 30-40 Prozent entfallen auf den Gewerbeverkehr (vgl. NOW 2016) - sind zahlreiche jährliche Neuzulassungszahlen zu nennen, weiterhin zeichnet sich die gewerbliche Nutzung durch stärkeren und regelmäßigeren Einsatz der Fahrzeuge aus.

Die Sichtweise von Unternehmen auf die Elektromobilität ist durch zwei Perspektiven geprägt, zum einen existieren die Nutzer der Fahrzeuge und zum anderen die Geschäftsführer bzw. „Entscheider“, welche für die Anschaffung verantwortlich sind. Die aktuelle Situation erschließt das eigentliche Potenzial nur ansatzweise. In den meisten Unternehmen wird die Technologie langsam und mit Vorsicht erprobt, um die Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit im eigenen Anwendungsbereich auszuloten. Dabei nutzen nach Angaben des Öko-Instituts eher die umwelt- und innovationsaffinen Unternehmen diese Technologie (Öko-Institut 2016). Gründe der Unternehmen, die dafürsprechen, E-Mobilität einzuführen sind u. a.:

- Umweltfreundliche Mobilität
  - Weniger Lärm wird verursacht
  - Lokale Schadstoffbelastung nimmt ab
  - Weniger klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Wirtschaftlichkeit
  - Geringere Betriebskosten der Fahrzeuge
  - Fördermöglichkeiten
  - Sinnvolle Substituierung von thermischen Verbrennern
- Öffentliche Wahrnehmung
  - Positive Imagewirkung durch Präsenz von Elektrofahrzeugen
  - Ladeinfrastruktur als „Zeichen“ für Kunden, Mitarbeiter und Besucher
  - Erneuerbare Stromerzeugung z. B. durch Solarcarports

*Exkurs – Solarcarport: ist eine Art der Ladeinfrastruktur, die sich besonders zur Installation auf Firmengeländen anbietet. Die Konstruktion besteht dabei aus Metall- oder Holzständern, die ein wetterfestes Dach tragen, auf welchem eine Photovoltaikanlage montiert ist. Durch einen modulartigen Aufbau kann fast jede Größeneinheit gewählt und nahezu alle Standorte genutzt werden. Der erzeugte Strom kann ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden, weiterhin kann durch die Integration in ein intelligentes Lademanagement eine effiziente Nutzung erreicht werden.*

Mögliche Unternehmen und Bereiche, die für die Nutzung von E-Fahrzeugen aufgrund ihres üblichen Routenprofils prädestiniert sind (überwiegend regional tätig, fester Rhythmus, planbar) sind:

- KEP - Kurier-Express-Paket-Dienste
- Handwerkerdienste
- Frischwarebelieferung
- Entsorgung
- Kommunale Dienste
- Fußgängerzonenbelieferung
- spezialisierte Bringdienste
- Pflege-/Gesundheitsdienste
- Taxi- und Fahrdienste
- Carsharing-Anbieter
- Sonstige Verteildienste

Einen deutlichen Impuls könnten Restriktionen bei konventionellen Fahrzeugen und im Umkehrschluss Privilegien für E-Fahrzeuge geben; hierbei kann die Unterstützung durch Kommune bzw. Landratsamt oder die Einbeziehung der Industrie und Handelskammer hilfreich sein. Zudem kann das Unternehmen den eigenen Verkehrsbedarf analysieren und die Mitarbeiter miteinbeziehen.

### Nutzung der Ladeinfrastruktur

Der „Tankvorgang“ beim E-Fahrzeug wird maßgeblich durch die tägliche Nutzung, die mögliche Akkureichweite und den regelmäßigen Parkort bestimmt. Grundsätzlich kann der Akku entweder kontinuierlich entleert und dann wieder regelmäßig in geringen Dosen aufgeladen werden oder die Batterie wird nahezu komplett entleert und benötigt auf einmal eine große Menge an Energie; hier sind verschiedene Ansätze denkbar. Eine Kurzbeschreibung der Nutzer bietet u. a. die Begleit- und Wirkforschung des „Schaufenster Elektromobilität“ (Initiative der Bundesregierung) in der Handlungsempfehlung zur „Bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur aus Kundensicht“:

- **Laternenparker:** verfügen über keinen festen Stellplatz oder können sich aufgrund einer Mietsituation (z. B. Mehrparteienhaus) keine eigene Ladeinfrastruktur schaffen. Diese Nutzer laden dann nicht zuhause und kompensieren das Fehlen einer Privatlademöglichkeit durch Laden beim Arbeitgeber und an (halb-)öffentlichen Ladepunkten.
- **Berufspendler:** führen eine Vielzahl der Ladevorgänge zuhause oder (falls möglich) beim Arbeitgeber durch. (Halb-)öffentliche Lademöglichkeiten spielen für diese Nutzergruppe eine untergeordnete Rolle. Hier werden entweder Dienstwagen genutzt oder die Arbeitnehmer, nutzen die beim Arbeitgeber installierte Ladeinfrastruktur.
- **Privatlader:** nutzen die öffentliche Ladeinfrastruktur sehr selten. Sie können überwiegend zuhause laden oder aber auch beim Arbeitgeber regelmäßig auf die Ladeinfrastruktur zurückgreifen. Damit verzichten Privatlader fast gänzlich auf öffentliche Ladeinfrastruktur bzw.

können eine solche, auf Grund mangelnder Verfügbarkeit nicht nutzen. „Diese Nutzer bewegen sich sehr planvoll, fast ausschließlich innerhalb des Reichweitenradius ihrer Fahrzeuge“ (vgl. BuW 2017).

Diese Szenarien zeigen, dass die private Ladeinfrastruktur derzeit die tragende Rolle bei der Versorgung von Elektroautos in Deutschland spielt. Allerdings ist es bereits heute möglich, nicht vorhandene private Ladeinfrastruktur durch Ausweichmöglichkeiten wie Schnellladesäulen in Verbindung mit relativ großen Fahrzeugreichweiten oder einer gut ausgebauten öffentlichen Ladeinfrastruktur zu kompensieren. Ist eine Grundversorgung sicherstellt, kann für weite Teile der Bevölkerung mit unterschiedlichsten Nutzerszenarien ein alltagstaugliches System der Elektromobilität entstehen.

Wann das E-Fahrzeug an die Ladeinfrastruktur angeschlossen wird, hängt dabei von unterschiedlichen Faktoren „wie Mindestaufenthaltsdauer, Ladeleistung, Kosten und der Notwendigkeit einer Ladung (State of Charge) ab“ (vgl. BuW 2017).

### Intermodalität

Intermodale Mobilität ist die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsträger innerhalb eines Weges, d. h. auf der zurückgelegten Strecke werden die Verkehrsträger gewechselt. Ein Beispiel hierfür ist die Fahrt mit dem Fahrrad zum Bahnhof und der anschließenden Weiterreise mit dem Zug. Im Gegensatz dazu meint Multimodalität die Verwendung unterschiedlicher Verkehrsträger für unterschiedliche Wege.

Um das Ineinandergreifen des intermodalen Angebotes zu erreichen, muss die Vernetzung der einzelnen Verkehrsträger im Mittelpunkt stehen. Dabei geht es zum einen um den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur (Park+Ride, Fahrradstellplätze bzw. Mitnahmemöglichkeit, etc.), zum anderen, um die Verbesserung des verkehrsträgerübergreifenden Informationsangebotes. Hierbei liegt großes Potenzial in der zunehmenden und flexiblen Nutzung der (mobilen) Informations- und Kommunikationstechnik (siehe Carsharing, Echtzeitbezahlung, Rent-a-bike, Mitfahrtdienste, Smartphone). Das grundlegende Prinzip, dass eine Person auf den täglichen Wegen verschiedene Transportmedien nutzt, geht auch mit dem Wandel vom Mobilitäts-Eigentümer zum Mobilitäts-Nutzer einher („Nutzen statt Besitzen“).

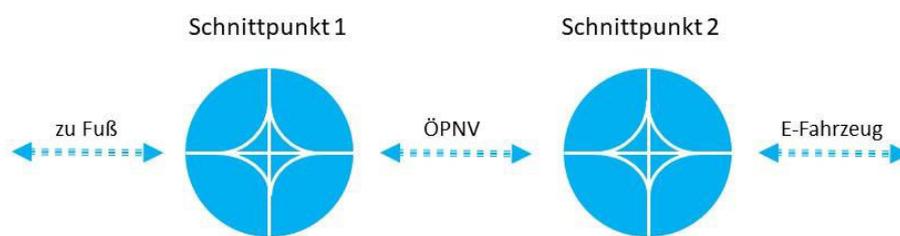


Abbildung 16: Beispiel einer intermodalen Transportkette (Quelle: Eigene Darstellung)

Der Verkehrsteilnehmer ist in diesem Beispiel (Abbildung 16) in Laufdistanz zum ersten intermodalen Schnittpunkt, kann diesen also zu Fuß erreichen; der erste Knoten könnte beispielweise eine Bahnhaltestelle oder ÖPNV-Station sein. Der Weg wird dann via ÖPNV (Bus oder Bahn) fortgesetzt, um schließlich an einem weiteren Knotenpunkt in einem Elektroauto die Wegstrecke zu vollenden und an den Zielort zu gelangen.

Nutzen bzw. teilen statt besitzen: Im oben genannten Beispiel besteht die Möglichkeit, dass die Person keines der genutzten Verkehrsmedien selbst besitzt, sondern lediglich für den akuten Bedarf nutzt. Dies kann zudem auf verschiedene Art und Weise umgesetzt werden, beispielsweise durch ein Carsharing-System oder ein ÖPNV-Ticket, welches eine Leihe von E-Bikes ermöglicht. Die zentrale Herausforderung der Intermodalität ist es, diese Schnittstellen bzw. die Verkehrsträger untereinander so abzustimmen, dass ein funktionales, flexibles und kosteneffizientes System entsteht, das vom Endkunden bedarfsgerecht genutzt werden kann. Zukünftig kann dies auch bedeuten, das klassische Verkehrssystem und den ÖPNV zu überdenken und in veränderter Art anzubieten.

### ÖPNV in alternativer Form

Der Landkreis Hof bietet in Kooperation mit den Bus-, Bahn und Taxiunternehmen öffentlichen Personennahverkehr an. Der demographische Wandel, flexiblere Arbeitszeiten, sich verändernde Schulzeiten und steigenden Mobilitätsbedürfnisse im Freizeitbereich stellen den Landkreis und damit den öffentlichen Personennahverkehr vor die Herausforderung, den Nahverkehr trotz steigendem Kostenaufwand sicher und bezahlbar für die Bürger zu halten. Die Veränderungen bedingen in Zukunft eine angepasste Verkehrsbedienung in der Fläche und werden den Einsatz von bedarfsgesteuerten Verkehrsangeboten (z. B. Bürgerbus und Anruf-Sammel-Taxi) weiter verstärken (vgl. Landkreis Hof).

Trotzdem sind bereits heute Verschlechterungen im System des ÖPNV absehbar. Das Angebot des Schienen- und Busverkehrs wird langfristig betrachtet immer weiter ausgedünnt werden. Hauptgrund hierfür sind die im Landkreis seit einigen Jahren rückläufigen Schülerzahlen. Dieser Fahrgastrückgang wird in Summe mit dem Rückgang des Fahrtenangebots einhergehen. Obwohl das Fahrtenangebot auf der Schiene, welches vom Freistaat Bayern bestellt wird, im Wesentlichen erhalten werden konnte, ist auch hier künftig damit zu rechnen, dass es zu Reduzierungen kommen wird (vgl. LRA 2017). Demgegenüber stehen die Wünsche der Bürgerschaft, die Frequentierung zu erhöhen und auch kleinere Gemeinden besser anzubinden.

Daher wird der Landkreis Hof die „künftigen Planungen im Bereich ÖPNV auf bedarfsgesteuerte Mobilitätsangebote konzentrieren“ (vgl. LRA 2017). Das Ziel die gesamte Fläche des Landkreises mit Mobilitätsangeboten zu versorgen, soll unter der Prämisse der sinnvollen Finanzierbarkeit erreicht werden. Das Schienenverkehrsangebot, soll auf den Hauptstrecken durch Buslinien ergänzt werden, die peripher gelegen Gebiete sollen mit bedarfsgerechten Verkehrsangeboten ausgestattet werden, so dass die Bürger Knotenpunkte gut erreichen, die dann einen Umstieg bzw. einen Weitertransport gewährleisten.

Dem traditionellen öffentlichen Personennahverkehr werden seitens der Nutzer folgende Nachteile zugeschrieben:

- Eingeschränkte Flexibilität: durch Linien- und Fahrplanstruktur
- Eingeschränkter Komfort: insbesondere beim Transport größerer/schwerer Lasten
- Eingeschränkte Individualität: das eigene Mobilitätsverhalten wird fremdbestimmt

Der ÖPNV ist ein Teil der täglichen Mobilitätsbewältigung und stellt einen wichtigen Baustein der nachhaltigen Verkehrsentwicklung dar. Weiterhin ist der öffentliche Verkehr ein Teilbereich der kommunalen Daseinsvorsorge und soll die ausreichende Mobilität der Bevölkerung sicherstellen. Gerade im ländlichen Raum soll durch den ÖPNV ein Mindeststandard der Fortbewegung geschaffen werden, um so die Grunddaseinsfunktionen der Bürger zu erfüllen. Oftmals ist der kostenintensive

Betrieb des ÖPNV dennoch nur in einem begrenzten Maße möglich und wird vom Schülerverkehr dominiert.

Derzeit überwiegt aufgrund von Wirtschaftlichkeit und Robustheit der Dieselmotor als Antriebsart im Bereich des ÖPNV-Linienbuskonzepts. Im Jahr 2013 sind über 90 % der Busse in Deutschland mit einem Dieselmotor ausgestattet (vgl. Seeliger 2016). Dabei sind eingesetzte Linienbusse nach der europäischen Richtlinie 2001/85/EG definiert. Im Bereich des ÖPNV werden insbesondere Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5 t eingesetzt (Fahrzeugklasse M3). Als Treibstoffe eines konventionellen Diesel-Verbrennungsmotors können fossile oder regenerative Kraftstoffe verwendet werden.

- aus Erdgas (Gas-to-Liquids)
- aus Kohle (Coal-to-Liquids)
- aus der 1. Generation Biodiesel - aus Pflanzenölmethylester
- aus der 2. Generation Biodiesel - aus Biomasse

Derzeit wird über alternative Antriebsmöglichkeiten (auch bei Bussen) intensiver nachgedacht, um durch eine umweltfreundliche Fahrzeugtechnik den Verkehr nachhaltiger zu gestalten. Eine Möglichkeit stellt, wie beim Pkw, die Elektrifizierung des Antriebs dar, wobei der vollständige Elektroantrieb aktuell mit der zu geringen Reichweite als problematisch gilt. Denkbar ist die teilweise Unterstützung des Motors mit Hilfe von Elektromotoren. Der Hybrid-Antrieb stellt hier eine Möglichkeit der Effizienzsteigerung dar.

Viele der alternativen Mobilitätsformen sind bereits seit einigen Jahren bekannt, gewinnen aber jetzt erst aufgrund des gesellschaftlich-demographischen Drucks und der dynamischen Entwicklung der Kommunikationsmittel zunehmend an Bedeutung (vgl. ARL 2016). Gerade im ländlichen Raum wird es in Zukunft schwieriger das Liniennetz und die Bedienqualitäten in bekannter Form aufrecht zu erhalten. Oftmals sind die Busverkehre defizitär und/oder nicht wirtschaftlich. Nachfolgend werden einige Alternativen bzw. Ergänzungen zum klassischen ÖPNV dargestellt.

**Anrufsammeltaxis** können in Regionen mit schwankender Nachfrage das bestehende ÖPNV-Angebot unterstützen. Durch einen flexibleren Linienverlauf kann gezielt auf die divergierende Nachfrage eingegangen werden. Das Anrufsammeltaxi kann durch Pkws oder durch Kleinbusse zum Einsatz gebracht werden (ggf. auch elektrisch). Der Fahrdienst wird durch Nutzerinitiative bestellt und fährt zwischen vorab definierten Start- und Zielpunkten, bedient jedoch lediglich die nachgefragten Haltepunkte. Ähnlich hierzu ist das Konzept der **Rufbusse**. Hier wird allerdings die Fahrgastbeförderung auf festen Routen mit fixen Haltestellen durchgeführt. Oftmals kommen diese – bei Bedarf – am Abend oder am Wochenende zum Einsatz. Aus einer bürgerschaftlichen Initiative heraus, kann sich auch das Konzept des **Bürgerbusses** entwickeln. Mit ehrenamtlichen Fahrern können die Betriebskosten relativ günstig gehalten werden und können so den ÖPNV flankierend unterstützen.

### *Car-Pooling*

Der Begriff beschreibt eine Mitfahrgelegenheit, die mithilfe neuer Kommunikationsmittel (insbesondere durch das Smart-Phone) koordiniert wird. Hierbei können die Fahrgemeinschaften den täglichen Arbeitsweg oder eine singuläre Langstreckenfahrt umfassen. Zentrales Merkmal der zusammen zurückgelegten Fahrten sind die Kostenersparnis, sowohl für den Fahrer, als auch den Mitfahrer, daneben spielen die Faktoren Zeit, Komfort und Flexibilität eine Rolle. In der Vergangenheit

sind diese Fahrten oftmals über Schwarze Bretter bzw. öffentliche Aushänge organisiert worden, derzeit existieren Internet- und Smart-Phone-basierte Plattformen, die ein einfaches Handling für den Nutzer möglich machen.

### Carsharing

Mit der gemeinschaftlichen Nutzung von Fahrzeugen entstehen vor allem in Städten Systeme, durch die der Besitz eines eigenen Pkws nicht zwingend erforderlich ist. Durch die Etablierung solcher Modelle können Vorteile (Ressourcenschonung, Effizienzgewinne, etc.) für das gesamte Mobilitätssystem entstehen. Auch in kleineren Kommunen hat sich in den vergangenen Jahren eine Tendenz hin zu gemeinschaftlichen Lösungen herauskristallisiert (beispielhaft sind Bürgerbusse zu nennen). So wird auch im ländlichen Raum Carsharing zukünftig ein wichtiges Thema für die Verkehrsteilnahme von Privatpersonen werden. Der Grundgedanke hinter dem „Teilen eines Pkws“ ist, die durchschnittliche Standzeit von 95 % zu minimieren und somit zum einen die finanziellen Belastungen für die Einzelperson zu reduzieren und zum anderen durch Effizienzgewinne die Umweltauswirkungen des eigenen Mobilitätsverhaltens zu verringern. Carsharingsysteme können besonders für Wenig- oder Gelegenheitsfahrer interessant sein, wenn diese dadurch auf ein eigenes Fahrzeug verzichten können.

**Klassisches Carsharing:** Beim klassischen Carsharing, das auch stationäres Carsharing genannt wird, stehen an unterschiedlichen Standorten die Leih-Fahrzeuge zur Verfügung. Hier können die Autos je nach Bedarf genutzt werden. Die Buchung erfolgt zumeist über das Internet bzw. Telefon oder Smartphone, wobei die Organisation über einen Anbieter zentral gesteuert wird. Nach Abschluss der Fahrt müssen die Fahrzeuge durch den Nutzer wieder zu einer Station zurückgebracht werden. Das Tanken, Reinigen und die Wartungsarbeiten erledigt der Anbieter. Die Bezahlung erfolgt meist durch einen monatlichen Beitrag, der sich z. B. nach gefahrenen Kilometern bzw. „verbrauchter“ Zeit errechnet. Für Nutzer, die zwar wiederkehrenden Alltagswege haben, jedoch nicht täglich auf einen eigenen Pkw angewiesen sind, kann dieses System sinnvoll sein.

**Free-Floating Carsharing:** Der Unterschied zum klassischen Carsharing ist, dass die Fahrzeuge nicht an den definierten Stationen wieder abgegeben werden, sondern im Nutzungsgebiet (derzeit in 14 deutschen Großstädten möglich) flexibel eingesetzt werden können. Fahrzeuge werden auf öffentlichen Parkflächen abgestellt. Die Funktion des Zubringers zu anderen Verkehrsmitteln oder die Möglichkeit einer eindimensionalen bzw. einfachen Fahrt sind hierdurch gegeben. Kritikpunkt ist jedoch, dass durch dieses System wiederum zusätzliche Fahrten für den Rücktransport zu freien Stationen generiert werden (VCD 2017). Free-Floating-Angebote finden sich in Deutschland derzeit lediglich in großen Städten, wie Berlin oder Hamburg. Aufgrund der höheren Besiedlungsdichte hat sich gerade hier in den vergangenen Jahren ein erweiterter Nutzerkreis etabliert. Stationsbasierte Angebote hingegen decken zwar ein deutlich größeres Gebiet ab und erreichen theoretisch eine größere Anzahl an Nutzern, jedoch besitzen Free-Floating-Angebote eine dreimal so große Nutzergemeinschaft. In Free-Floating-Konzepten teilen sich im Schnitt etwa 173 Nutzer ein Sharing-Fahrzeug, im Vergleich dazu sind es bei einem stationären Carsharing-Fahrzeug lediglich 48 Personen (vgl. BCS 2017).

Neben den Carsharing-Modellen, die von kommerziellen Anbietern betrieben werden, gibt es das private Carsharing. In diesem Fall werden die Pkws privat vermietet, wodurch günstigere Preise entstehen können und die Auslastung der Fahrzeuge verbessert wird. Hier sollten jedoch die

Nutzungsbedingungen und benötigten Versicherungen individuell dem Bedarf angepasst sein (z. B. Dorfauto).

Der Preis für die Nutzung von Carsharing-Fahrzeugen besteht üblicherweise aus zwei Komponenten: den zurückgelegten Kilometern und der benötigten Zeit. Dabei staffelt sich die Buchungsdauer im Stundentakt bzw. das Fahrzeug kann tageweise geliehen werden (eine Ausnahme stellt das Freefloating-Carsharing-System, bei dem auch eine Minutenpreis-Taktung praktiziert wird). Anbieterspezifisch variieren die Kosten, neben möglichen einmaligen Einstiegszahlungen (bis 50 €), können monatliche Grundgebühren (ca. 5 €) anfallen. Es kann ein durchschnittlicher Kilometerpreis von etwa 0,5 € angenommen werden.

#### Derzeitiger Anteil von E-Fahrzeugen

Trotz der beschränkten Reichweite und den notwendigen Ladezeiten werden durch Elektrofahrzeuge derzeit in Deutschland etwa 10 % der Carsharing-Flotten rein elektrisch betrieben. Damit nimmt Carsharing eine Vorreiterrolle im System der Elektromobilität ein. Im privatem Pkw-Bestand werden derzeit lediglich Anteile von unter einem Prozent erreicht (vgl. BCS 2017). Die E-Fahrzeuge aus allen Carsharing-Flotten machen dabei 3 % aller in Deutschland registrierten Elektrofahrzeuge aus. Die Möglichkeit, erneuerbare Energien zum Antrieb von Elektromobilen einzusetzen, ergänzt den Grundgedanken bzw. den ökologischen Anspruch des Carsharing-Angebotes. Die Nachteile der E-Fahrzeuge kommen bei den Nutzungsanforderungen des Carsharings nicht so schwer zum Tragen.

#### Carsharing in ländlichen Regionen

Auch in eher kleineren Kommunen hat sich in den vergangenen Jahren eine Tendenz zu gemeinschaftlichen Lösungen herauskristallisiert. Oftmals können solch nachhaltig motivierte Projekte erst durch das besondere Engagement der einzelnen Kommunen bzw. Akteure vor Ort durchgeführt werden. Die bislang erfolgreich umgesetzten Projekte zeichnen sich oftmals durch eine Kooperation der Carsharing-Vereine und der kommunalen Verwaltung aus. Hierbei ist insbesondere ein wirtschaftlicher Betrieb möglich, wenn ein hoher Nutzungsgrad der Carsharing-Fahrzeuge vorliegt. Dieser ist abhängig von der lokalen Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung und dem politischen Willen der jeweiligen Kommune.

#### Synergien zwischen gewerblichem und privatem Carsharing

Private und gewerbliche Kunden besitzen hinsichtlich ihres Nutzungsprofils unterschiedliche Ansprüche an ein Carsharing-System, werden beide Gruppen miteinander verknüpft, können große Potenziale erschlossen werden. Üblicherweise ist die private Carsharing-Nachfrage auf dem Arbeitsweg und vor allem am Wochenende am höchsten, wohingegen die gewerblichen Nutzer unter der Woche und zu üblichen Arbeitszeiten (9-17 Uhr) die meisten Fahrten tätigen.

Für Kommunen im ländlichen Raum respektive im Landkreis Hof können folgende Aspekte im Zusammenhang mit Carsharing-Systemen relevant sein:

- Carsharing führt zu Abschaffungen privater Pkw
- Carsharing fördert die multimodale Verkehrsteilnahme
- Kommunen, welche als Teilnehmer (z. B. Teile der Dienstfahrten) benötigt, um eine Grundlast zu gewährleisten
- Es müssen Unternehmen für die Zusammenarbeit gewonnen werden

- Die Rahmenbedingungen müssen z. B. durch die Förderung von Stellflächen geschaffen werden

## 6. Bestandsdatenerfassung und -analyse

Von grundlegender Wichtigkeit ist die Erhebung des Ist-Zustandes im Untersuchungsgebiet. Erst eine detaillierte Datenbasis ermöglicht die Erarbeitung von Maßnahmen und Handlungsempfehlungen. Ebenfalls sind bereits laufende Projekte mitbetrachtet und in die Analyse (soweit sinnvoll) integriert worden, um so die derzeitigen Aktivitäten und potenziellen Entwicklungspfade im Landkreis zu erschließen.

### Untersuchungsraum

Der Landkreis Hof liegt im nordöstlichen Teil des Regierungsbezirks Oberfranken im Freistaat Bayern. Er grenzt im Norden an die Bundesländer Thüringen und Sachsen sowie im Osten an die Tschechische Republik. Nachbarlandkreise auf bayerischer Seite sind von Südosten nach Westen die Landkreise Wunsiedel, Bayreuth, Kulmbach und Kronach. Alle Kommunen im Landkreis Hof zählen laut Strukturkarte des Regionalplanes Oberfranken Ost zum ländlichen Teil-Raum, dessen Entwicklung in besonderem Maße gestärkt werden soll. Die Kommunen um die kreisfreie Stadt Hof herum gelten zudem als Stadt- und Umlandbereich im ländlichen Raum. Diese räumliche Struktur hat Auswirkungen auf die Mobilität im ländlichen Raum, diese ist besonders gekennzeichnet durch:

- Disperse Siedlungsstrukturen
- Oftmals längere Wegstrecken
- Starke Fixierung auf den eigenen privaten Pkw
- Teilweise mangelhafte Strukturen im ÖPNV

Die daraus erwachsenden Herausforderungen und Handlungsfelder, insbesondere die Sicherung der Erreichbarkeit von Einrichtungen der Grunddaseinsvorsorge stellt ein zentrales Problem vieler Kommunen dar.

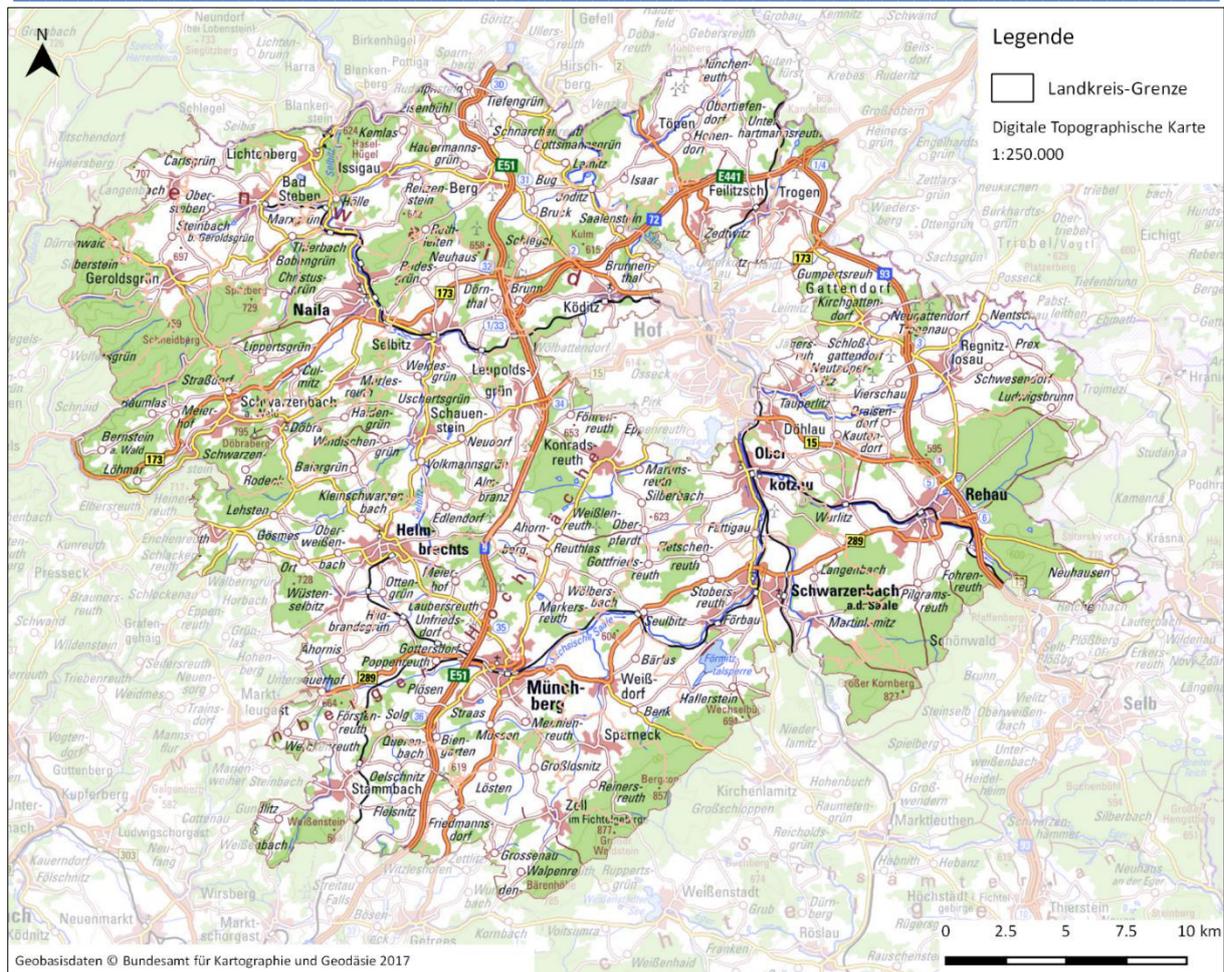


Abbildung 17: Untersuchungsgebiet (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie 2017)

Der Landkreis Hof ist durch drei Autobahnen an das Bundesfernstraßennetz angebunden. Die A9 verläuft von Nord nach Süd zentral durch den Landkreis. Damit ist die Anbindung nach Sachsen bzw. Berlin und nach Nürnberg bzw. München gegeben. Im Nordosten verbindet die A72 das sächsische Plauen mit dem Landkreis Hof. Die A72 endet am Dreieck Bayerisches Vogtland an der A9. Im südöstlichen Landkreis befindet sich zudem die A93, die nahe Trogen in die A72 mündet und einen Anschluss nach Marktredwitz und Weiden i. d. Opf. schafft. Die drei Autobahnen verlaufen überwiegend im Osten des Landkreises. Für den westlichen Teil des Landkreises bestehen dadurch längere Anfahrtswege zu den Autobahnen von zum Teil über 20 km. Zwar wird das überregionale Straßenverkehrsnetz durch mehrere Bundesstraßen verdichtet, diese verlaufen jedoch meist auch durch den östlichen Landkreis (vgl. Abbildung 17). Durch diese zentrale Lage wird einerseits eine sehr gute Anbindung an das überregionale Verkehrsnetz gewährleistet, andererseits jedoch entsteht ein Transitverkehr durch den Landkreis hindurch, der seitens der Kommunen kaum beeinflussbar ist. Mehrere Bahnlinien binden den Landkreis Hof an das Schienennetz der Deutschen Bahn an. Dabei verknüpfen Regionalbahnen vorwiegend die Mittel-, Unter- und einige der Kleinzentren mit der kreisfreien Stadt Hof.

Bezogen auf die Mobilitätsbedürfnisse der Bürger und die aktuellen Reichweiten der E-Fahrzeuge bestehen objektiv betrachtet keine gravierenden Hindernisse. Auch in eher ländlichen geprägten Gebieten, in welchen oftmals mehr und weitere Strecken mit dem eigenen Pkw zurückgelegt werden,

kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass Elektrofahrzeugnutzer mit den aktuellen Reichweiten der Fahrzeuge, die meisten Fahrten auch komfortabel zurücklegen können. Zudem kann in der Mehrzahl der Fälle über die heimische Wallbox der Akku wieder geladen werden. Befürchtungen, nicht genügend Reichweite zu haben und im schlimmsten Fall mit leerem Akku liegenzubleiben, bestehen eher in der Wahrnehmung der Nutzer; subjektiv werden die Nachteile der E-Mobilität höher gewichtet, als die Vorteile. An dieser Stelle kann eine Kommune, mit der Installation von öffentlichen Ladestationen helfen. Dadurch wird eine grundsätzliche Versorgungssicherheit hergestellt und ein positives, sichtbares Signal gesendet, welches mithilfe diese Vorbehalte und Ängste abzubauen.

### *Raum- und Siedlungsstruktur*

Grundlegenden Einfluss auf das Mobilitätsverhalten bzw. die Verkehrsmittelwahl der Bürger hat die räumliche Struktur einer Region. Diese ist das Zusammenspiel aller für „den Zustand eines Raumes wesentlichen Faktoren, also der natürlichen und administrativen Gegebenheiten, Arbeits- und Wohnstätten, Verkehrserschließung und -bedienung sowie Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten. Die Raumstruktur ergibt sich also aus der Gesamtheit der räumlich verankerten Lebens- und Arbeitsverhältnisse, die sich weitgehend gegenseitig bedingen und somit den Aufbau oder das Gefüge des Raumes bestimmen und beeinflussen. Die Siedlungsstruktur ergibt sich aus dem quantitativen und qualitativen Verteilungsmuster von Wohnungen, Arbeitsstätten und Infrastruktur innerhalb eines bestimmten Gebietes“ (vgl. ARL 2018).

Vor dem Hintergrund der dezentralen Siedlungsstruktur und funktionalen Trennung von Wohnen und Arbeiten heißt das, die verschiedenen Quellen und Ziele bzw. die damit zu überwindenden Distanzen verursachen und beeinflussen die alltäglichen Mobilitätsbedarfe der lokalen Bevölkerung. Darüber hinaus gestalten diese Strukturen auch den Besuchs- und Wirtschaftsverkehr einer Region mit. In eher dünn besiedelten ländlichen Räumen sind Wohnstandorte zu meist weitgestreut, während sich das Arbeitsplatzangebot und Dienstleistungen stärker an singulären Punkten konzentrieren (vgl. BBSR 2015, S.22).

Wichtige Quell- und Zielgebiete, die das Verkehrsgeschehens beeinflussen, sind:

- Wohnstandorte bzw. Siedlungsflächen
- Wirtschaftsstandorte (großer Arbeitsgeber, Logistikzentren, Produzenten, etc.)
- Standorte der Grunddaseinsversorgung (Nahversorgung, Einzelhandel, Schulen, Kliniken oder Freizeiteinrichtungen)

Anhand der bestehenden Regionalplanung für das Gebiet Oberfranken Ost, welche auch als Planungsinstrument für die Landesentwicklung Bayern herangezogen wird, kann die grundlegende Wichtigkeit der Gemeinden innerhalb der Raumordnung abgelesen werden (vgl. Abbildung 18). Wichtige zentrale Orte im Landkreis sind demnach die Mittelzentren Helmbrechts, Naila, Münchberg und Rehau. Weitere 14 Kommunen übernehmen die zentralörtliche Funktion von Grundzentren im Landkreis (siehe dazu den Punkt Bedarfsabschätzung, Zentrale Orte und Ladestationen, S.72). Zusätzlich ist die Stadt Hof zu nennen, die als Oberzentrum und durch die Lage innerhalb des Landkreises eine besondere Versorgungsposition einnimmt. Die rund 95.000 Einwohner des Landkreises insgesamt verteilen sich auf einer Fläche von gut 900 km<sup>2</sup>, was einer Bevölkerungsdichte von etwa 100 EW/km<sup>2</sup> entspricht. Die größte Stadt ist Münchberg mit über 10.000 Einwohnern.

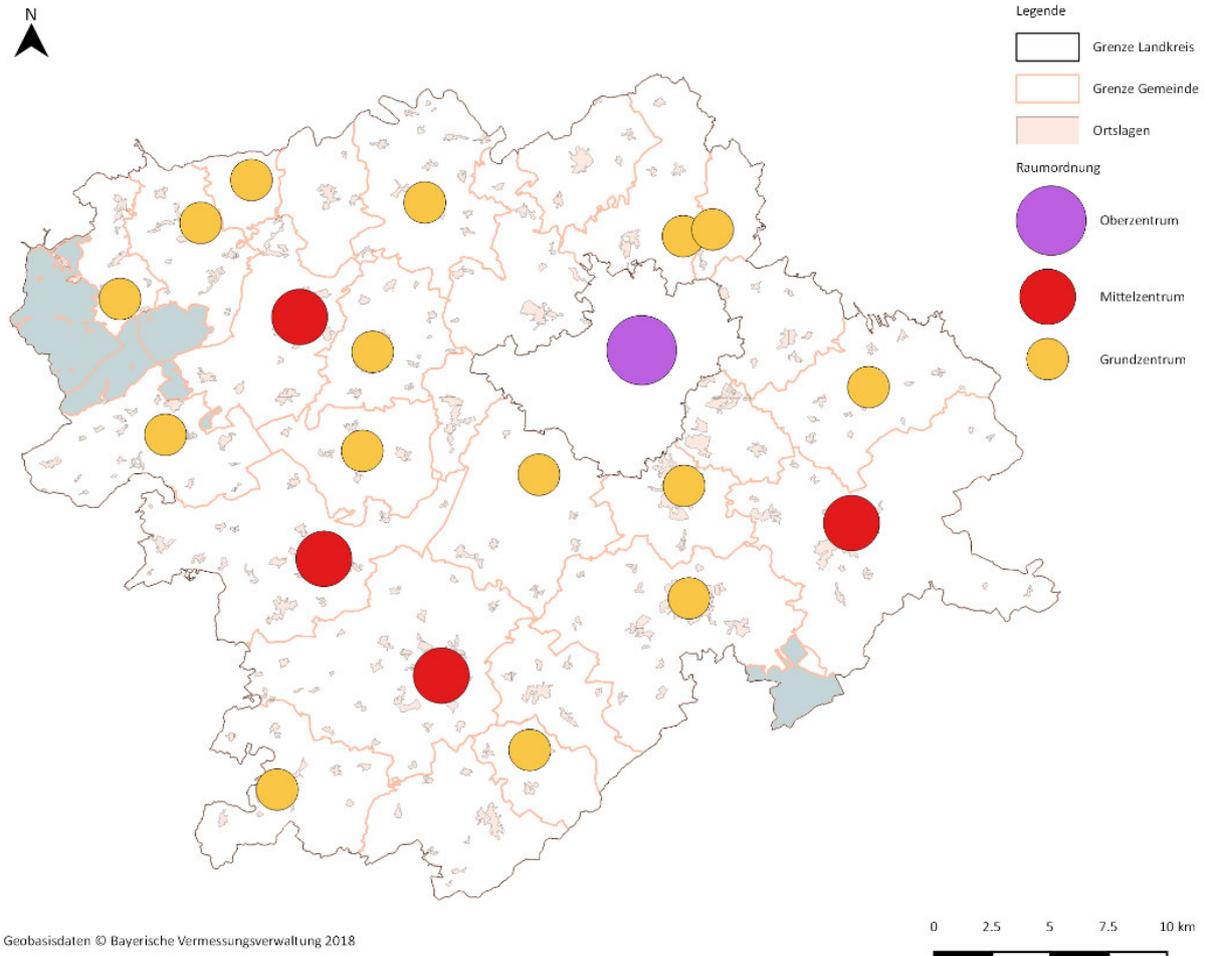


Abbildung 18: Raumordnung (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des Regionalen Planungsverbandes Oberfranken Ost 2015)

### Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur ist die Voraussetzung für den Transport von Personen, Gütern und Nachrichten, darunter fallen ortsfesten Verkehrsanlagen (Straßen, Schienen, Leitungen, Datenleitungen etc.), aber auch die Zugangs- bzw. Verknüpfungspunkte (z. B. Bahnhöfe, Häfen). Insgesamt nehmen Verkehrsflächen in etwa 5 % der gesamten Landkreisfläche ein (vgl. Statistik Kommunal 2017). Die Bereitstellung dieser Verkehrsinfrastruktur ist zu meist eine Staatsaufgabe bzw. eine der öffentlichen Investitionspolitik. Eine leistungsfähige, bedarfsgerechte und moderne Verkehrsinfrastruktur ist von zentraler Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit einer Region bzw. eines ganzen Landes. Weiterhin wird so die Grundlage für individuelle Mobilität und die damit verbundene gesellschaftliche Teilhabe geschaffen. Jene Verkehrswege müssen instandgehalten, modernisiert und auf neue Bedürfnisse angepasst werden.

Nach Angaben des bayerischen Straßeninformationssystems befahren täglich über 60.000 Kfz die A9 im Bereich des Landkreises, weiterhin etwa 35.000 auf der A72 und etwa 20.000 auf der A93, zudem werden entlang der B173 an vielen Zählstelle über 5.000 Kfz registriert. Augenscheinlich wird auch der Verkehr in und aus der Stadt Hof, welcher sternartig in das Oberzentrum einströmt; hier werden vereinzelt über 13.000 Kfz pro Tag registriert. Eine Konzentration des Verkehrsaufkommens zwischen den beiden größeren Städten Münchberg und Rehau kann ebenfalls festgestellt werden, die Bundesstraße B289 weist hier hohe Verkehrsmengen auf. Punktuell besitzen Abschnitte verschiedener

Staatsstraßen eine hohe Kfz-Belastung gerade in Verbindungsbereichen zwischen größeren Kommunen (u. a. Helmbrechts-Münchberg, Lichtenberg-Naila, Döhlau-Schwarzenbach a. d. Saale) (vgl. Baysis 2015).

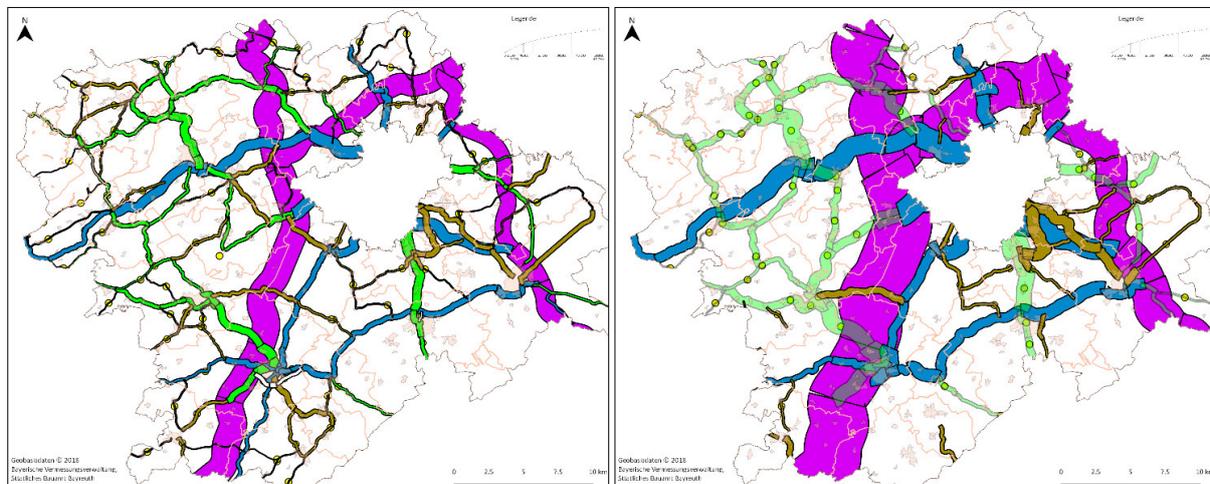
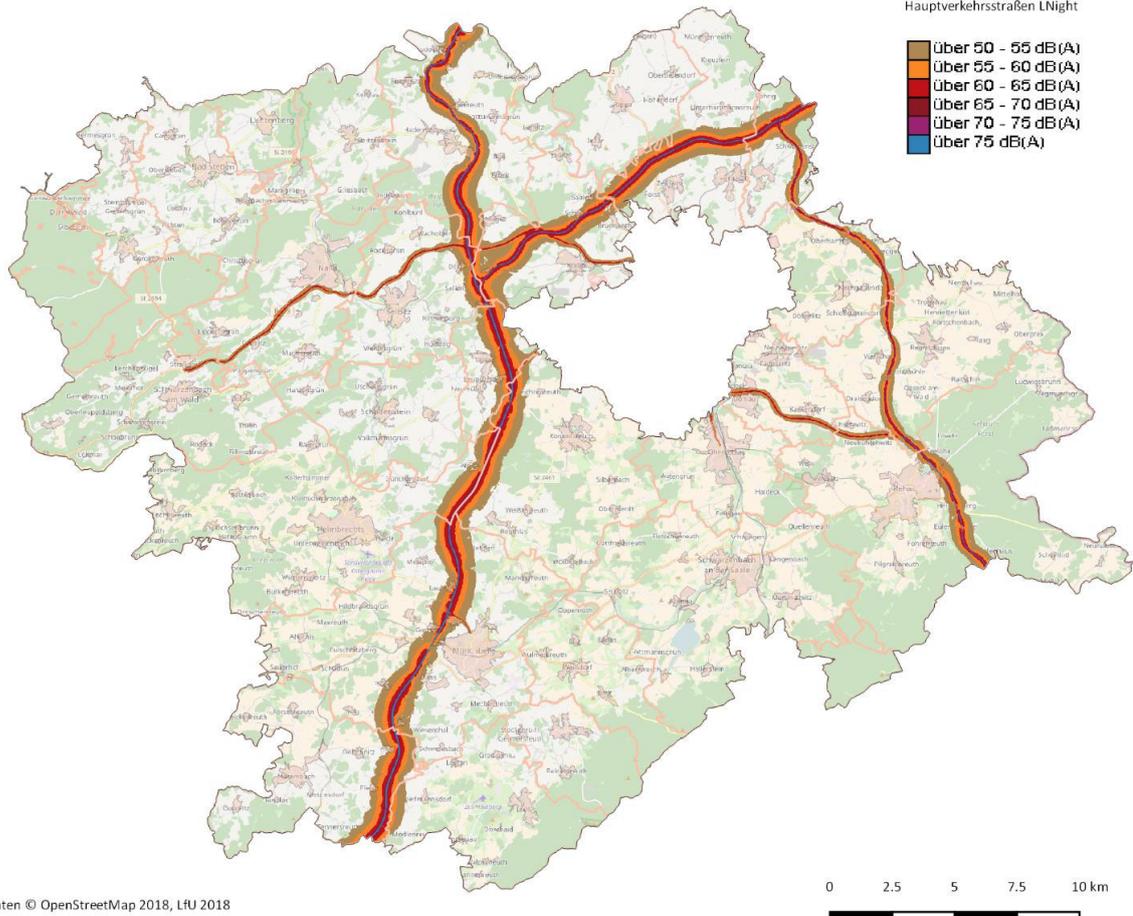


Abbildung 19: Verkehrsmengen: Gegenüberstellung links 2005 und rechts 2015; je breiter die linienhafte Darstellung, desto höher ist das Verkehrsaufkommen (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des staatlichen Bauamts Bayreuth 2017)

Analog zu den Verkehrsprognosen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur aus dem Jahr 2014, die für Gesamtdeutschland eine Zunahme sowohl im Güter- (+38 %), als auch im Personenverkehr (+13 %) bis 2030 vorhersagen, werden auch die Verkehrsmengen im Landkreis Hof zunehmen. Wie in Abbildung 19 zu sehen ist, hat das Verkehrsaufkommen besonders an den Hauptachsen bereits von 2005 bis 2015 deutlich zugenommen; dieser Trend wird bis 2030 vermutlich weiterhin anhalten. Hierbei werden nicht nur Treibhausgasemissionen erzeugt, der Verkehr verursacht zudem eine erhebliche Geräuschbelastung. Straßenverkehr kann neben klimatischen und energetischen, auch gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen haben. Der „Straßenverkehr ist seit langem die dominierende Lärmquelle in Deutschland“ (vgl. UBA 2017). Dieser Lärm löst abhängig von der Tageszeit (Tag/Nacht) unterschiedliche Reaktionen beim Menschen aus. So kann beispielsweise ein Mittelungspegel über 55 dB(A) außerhalb des Hauses zunehmend Beeinträchtigungen des psychischen und sozialen Wohlbefindens auslösen (vgl. Abbildung 20). Kommunen haben demnach nicht nur die Aufgabe die Mobilitätsteilhabe als eine Daseinsversorgung der Bürger zu gewährleisten, sondern den Verkehr auch nachhaltig und annehmbar zu gestalten. Elektromobilität als ein „neues“ Verkehrsmittel kann dabei als ein Planungselement von den Städten und Gemeinden sinnvoll eingesetzt werden. In Abbildung 20 wird lediglich der Verkehrslärm an den beiden Hauptverkehrsachsen dargestellt, es ist jedoch davon auszugehen, dass es an einigen weiteren Stellen im Landkreis (Knotenpunkten, „Engstellen“, Logistikzentren, etc.) ebenfalls zu erheblichen Lärmbelastungen kommt.



Geobasisdaten © OpenStreetMap 2018, LfU 2018

Abbildung 20: Verkehrslärm an Hauptverkehrsstraßen, nachts (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten LfU 2018)

Dabei haben neben der reinen Verkehrsmenge ebenso andere Faktoren wie Geschwindigkeit, Fahrverhalten, Art des Verkehrs (Schwerlast, etc.) oder Fahrbahneigenschaften Einfluss auf die gesamte Lärmemission. Der Lärmschutz der Bevölkerung vor allem in unmittelbarer Nähe zu Wohngebieten trägt maßgeblich zur Lebensqualität bei und sollte von den Kommunen bereits bei der Verkehrsplanung bzw. Bauleitplanung berücksichtigt werden. Hier sollten u. a. technische Maßnahmen ausgenutzt, aber auch die umweltschonenderen Verkehrsmittel unterstützt werden.

Bezogen auf die Mobilitätsbedürfnisse der Bürger und die aktuellen Reichweiten der E-Fahrzeuge bestehen objektiv betrachtet keine gravierenden Anwendungshindernisse. Auch in eher ländlich geprägten Gebieten, in welchen oftmals mehr und weitere Strecken mit dem eigenen Pkw zurückgelegt werden, kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass Elektrofahrzeugnutzer mit den aktuellen Reichweiten der Fahrzeuge, die meisten Fahrten auch komfortabel zurücklegen können. Zudem kann in der Mehrzahl der Fälle über die heimische Wallbox der Akku wieder geladen werden.

Oftmals bestehen Befürchtungen, nicht genügend Reichweite zu haben und im schlimmsten Fall mit leerem Akku liegenzubleiben. Diese meist unbegründete, sog. „Reichweitenangst“ sorgt dafür, dass die Bevölkerung derzeit die Nachteile der E-Mobilität höher gewichtet, als die Vorteile. An dieser Stelle können die Kommunen, mit der Installation von öffentlichen Ladestationen helfen und so als Multiplikator dienen. Dadurch wird eine grundsätzliche Versorgungssicherheit hergestellt und ein positives, sichtbares Signal gesendet, welches mithilfe diese Vorbehalte und Ängste abzubauen.

## Öffentlicher Personenverkehr

Der Landkreis Hof bietet in Kooperation mit den Bus-, Bahn und Taxiunternehmen öffentlichen Personennahverkehr an. Der demographische Wandel, flexiblere Arbeitszeiten, sich verändernde Schulzeiten und steigenden Mobilitätsbedürfnisse im Freizeitbereich stellen den Landkreis und damit den öffentlichen Personennahverkehr vor die Herausforderung, den Nahverkehr trotz steigendem Kostenaufwand sicher und bezahlbar für die Bürger zu halten. Die Veränderungen bedingen in Zukunft eine angepasste Verkehrsbedienung in der Fläche und werden den verstärkten Einsatz von bedarfsgesteuerten Verkehrsangeboten (z. B. Bürgerbus und Anruf-Sammel-Taxi) weiter fördern (vgl. Landkreis Hof 2017).

Mit der Einführung neuer Angebotsformen im Landkreis, wie den bedarfsgesteuerten Systemen Anruf-Sammel-Taxi, Anruf-Linien-Taxi, Rufbusse, den ehrenamtlich betriebenen Bürgerbussen und der Einführung des Taktverkehrs auf der Schiene konnte das Angebot des ÖPNV innerhalb der letzten Jahre ausgeweitet werden und somit das individuelle Mobilitätsbedürfnis der Menschen besser abgebildet werden (vgl. LRA 2017).

Unter dem Schlagwort Intermodalität wird die Entwicklung im Bereich der Mobilität beschrieben, welche die verschiedenen Verkehrsmittel miteinander verknüpft. „Sharingangebote und Mitfahrbörsen ergänzen diese Mobilitätsketten und lassen zum Teil die Grenzen zwischen ÖPNV und IV verschwimmen“ (vgl. LRA 2017).

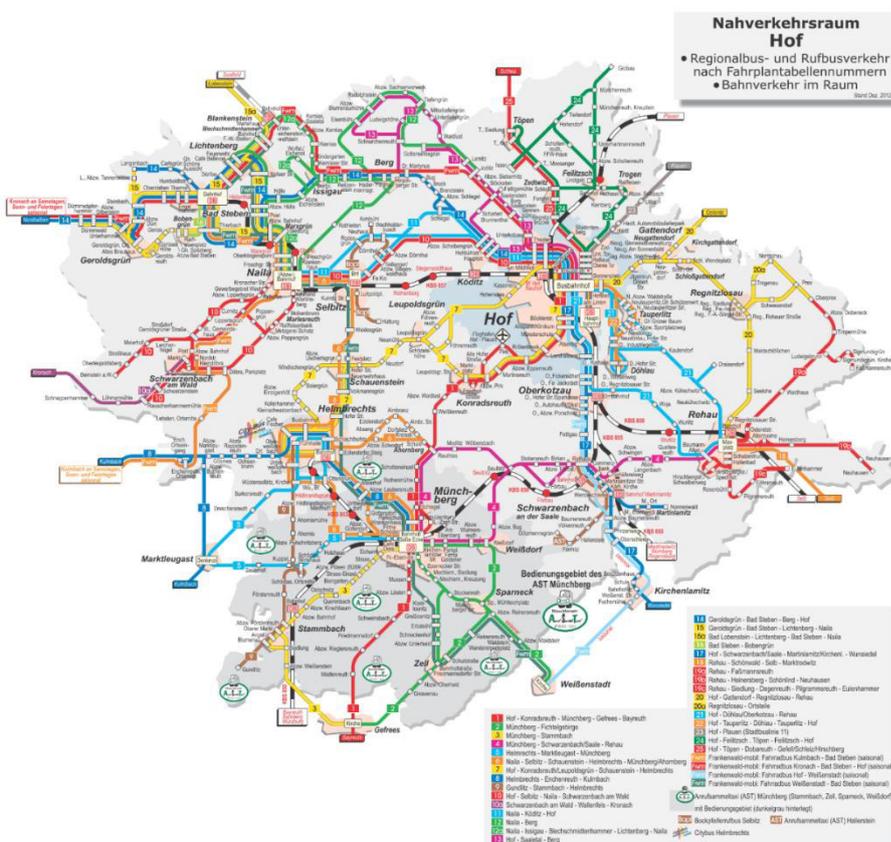


Abbildung 21: Nahverkehrsraum Hof (Quelle: LRA 2018)

## ÖPNV – Schnittstellen und Entwicklung

Elektromobilität bzw. die Umstellung der Fahrzeuge auf einen elektrischen Antrieb stellt lediglich einen Baustein im Gesamtsystem der nachhaltigen Verkehrsteilnahme der Bürger dar. Daneben wird als weiteres Ziel ebenfalls die Veränderung des Modal-Split (Zusammensetzung der Verkehrsmittel an allen Wegen) genannt, die dominierende Stellung des MIV abbauen, nachhaltige Verkehrsträger fördern und die Intermodalität stärken, sind hier die zentralen Thesen. Dem Nutzer sollen im besten Falle ein bedarfsgerechtes, ökonomisch und ökologisch sinnvolles Angebot an Verkehrsmitteln bereitgestellt werden, um seine Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen.

Ein Bahnhof oder eine wichtige ÖPNV-Haltestelle sind prädestinierte Standorte, um als Schnittstelle der verschiedenen Verkehrsträger zu fungieren. Die bestmögliche Vernetzung und möglichst die Integration vieler Verkehrsmittel steht dabei im Zentrum. Diese ÖPNV-Drehscheiben werden zu Anbietern der integrierten Mobilität und fungieren als Verbindungsglied zu: Leihfahrrädern, Carsharing-Angeboten, bieten die Möglichkeit das eigene Fahrrad sicher abzustellen, stellen Ladestationen für E-Fahrzeuge bereit und verbreiten die Informationen zum breiten Mobilitätsangebot. So kann der Nutzer aus diesem Portfolio individuell das passende Verkehrsmittel zur gewünschten Zeit auswählen. Kosten, Effizienz, Service und ein einfacher Zugang haben dabei einen enormen Einfluss auf das Verhalten der Nutzer.

### Batterie- und Hybridbusse

Auf die oftmals hingewiesene Aufgabe, Mobilität nachhaltiger zu gestalten und den ÖPNV umweltfreundlicher und attraktiver zu machen, finden sich in der praktischen Umsetzung selten einfache Lösungen. Eine Möglichkeit kann die teilweise oder komplette Elektrifizierung des Antriebs der Omnibusse darstellen. Die Verringerung von Treibhaus- und Lärmemissionen kann bereits durch die Anwendung eines Hybrid-Systems erreicht werden. Eine elektrisch unterstützte Hybrid-Lösung soll den Dieselantrieb noch effizienter machen und kann so dabei helfen, den Grad der Elektrifizierung in ein optimales wirtschaftliches Verhältnis zu bringen.

Derzeit besitzen die Batterien vieler Hybrid-Busse allerdings nur Energie für wenige Kilometer reine elektrische Reichweite, zudem wird bei Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit (oftmals ab 20 km/h) automatisch von Elektro- auf Dieselantrieb umgeschaltet. So können üblicherweise nur rund 20 Prozent des Kraftstoffs eingespart werden. Durch die Möglichkeit, den Akku künftig zwischendurch z. B. beim Anhalten an speziellen Haltestellen nachladen zu können, sollen deutlich höhere Einsparungen erzielt werden können, dadurch sollen bis zu 80 Prozent weniger Kraftstoff verbraucht werden, als es derzeit bei einem herkömmlichen Dieselbus der Fall wäre (vgl. BMUB 2018). Der ökologisch wertvolle Beitrag aktueller Hybrid-Technologie liegt vor allem bei den Ein- und Ausfahrtvorgängen an Haltestellen, denn währenddessen ist der Elektroantrieb aktiv und die Fahrgäste sind dadurch nicht mehr den Dieselausgasen und den lauten Anfahrgeräuschen unmittelbar ausgesetzt.

Die Anforderungen eines Linien-Busses, gerade in einem städtischen Nahverkehrssystem können durch die Verwendung von Elektromotoren sehr gut abgebildet werden. Hierbei sind jedoch die routenspezifischen Einsatzprofile von entscheidender Bedeutung. Bedingt durch die vermehrten Stillstands-Zeiten (Wartezeiten an Haltestellen, Fahrgastwechsel, an Lichtsignalanlagen, etc.) kommt es zu häufigen Anfahr- und Anhalte-Vorgängen. Die starke Leistung des E-Antriebs und die Fähigkeit durch Rekuperation Energie zurückzugewinnen sind hier weitere große Pluspunkte.

Mit dem Einsatz von komplett elektrifizierten Omnibussen kann der ÖPNV ein positiveres Image aufbauen und zusätzlich an Attraktivität gewinnen. Die Möglichkeit lokal nahezu emissions- und luftschadstofffrei zu fahren, gepaart mit der hohen Effizienz des E-Motors kann den E-Omnibus zu einem wichtigen Baustein der nachhaltigen Mobilität machen. Aktuell ist der Anteil der E-Busse an der Gesamtzahl der im ÖPNV eingesetzten Fahrzeuge noch sehr gering. 2016 waren es deutschlandweit lediglich 137 von 78.345 Kraftomnibussen, die rein elektrisch angetrieben wurden (vgl. KBA 2017). Dies liegt maßgeblich an dem überschaubaren Angebot an Fahrzeugen und den relativ hohen Investitionskosten. Zudem sind die bisher noch geringen Reichweiten als problematisch hervorzuheben, welche durch die Betriebsparameter an sich z. B. für die Klimatisierung des Fahrgastraums weiter erschwert werden. So kann das täglich mögliche Routenprofil in Abhängigkeit der Außentemperatur variieren. Künftig ist eine positive Entwicklung am Markt zu erwarten, etablierte Bus-Hersteller werden mehrere Modelle anbieten können, so dass der Anteil der E-Busse stetig zunehmen wird. Bezüglich der zukünftig eingesetzten Ladetechnik (Schnelllader über Nacht, Zwischenladen beim Haltevorgang, Induktion, etc.) wird derzeit die praktikabelste Lösung gesucht. Durch eine Vielzahl an Modellversuchen u. a. in der Stadt Nürnberg sollen hier vorbildhafte Grundlagen geschaffen werden (siehe dazu: die Projektübersicht VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V.: <https://www.vdv.de/ebus-projekt.aspx>). Weiterhin gilt als offen, welche Technologie sich bei vollelektrischen Bussen (Depotlader, Bedarfslader oder induktive Ladungen) durchsetzen wird. Zudem muss noch eruiert werden, welche Rolle Wasserstoff als Antriebsenergie spielen kann. Die zahlreichen Modellversuche werden hier zeitnah Entscheidungsgrundlagen liefern.

### Demographische Entwicklung

Die Entwicklung der Altersstruktur und der Zusammensetzung der Bevölkerung wird erheblichen Einfluss auf die Nutzung und Auslastung der Verkehrsinfrastruktur haben. Ebenso werden das Vorhandensein und die Ausstattung mit Einrichtungen der Daseinsvorsorge (Gesundheitswesen, Bildungseinrichtungen, Gewerbe, etc.) davon beeinflusst. Verfügbare demographische Kennzahlen können aus den Daten der regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2035 gewonnen werden (vgl. Demographie-Spiegel - Bayerisches Landesamt für Statistik). Hier wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerungszahlen im Landkreis Hof insgesamt von 96.429 im Jahr 2015 auf 90.100 bzw. 84.700 im Jahr 2025 bzw. 2035 zurückgehen werden. Neben dem deutlichen Rückgang der Bevölkerungszahl an sich, wird ebenfalls die veränderte Altersstruktur offenkundig. In allen Altersschichten nimmt die Anzahl der Personen ab, die Ausnahme hierbei stellt die Gruppe der 65-Jährig oder älteren Personen dar.

*Tabelle 6: Bevölkerungsstruktur Änderung 2035 gegenüber 2015 (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des bayerischen Landesamts für Statistik 2017)*

Bevölkerungszusammensetzung	Veränderung 2035 zu 2015 in Prozent
<b>Insgesamt</b>	-12,2
<b>unter 18-Jährige</b>	-17,6
<b>18- bis unter 40-Jährige</b>	-18,6
<b>40- bis unter 65-Jährige</b>	-27,8
<b>65-Jährige oder Ältere</b>	20,2

Diese negative Entwicklung trifft nicht jede Kommune im gleichen Maße und es handelt sich nicht um eine exakte Voraussage, sondern um eine mögliche Entwicklung. Dennoch bleibt festzuhalten, dass der Trend zu einer abnehmenden Bevölkerungszahl gerade in ländlich geprägten Räumen die Grundversorgung der Bevölkerung erschwert und dass die Kommunen bzw. die Landkreise in Zukunft

gezwungen sein werden (noch stärker als bisher) den Auswirkungen des demographischen Wandels entgegenzuwirken bzw. Lösungsstrategien zu entwickeln.

Diese Änderungen der Bevölkerungszahl und -struktur ziehen ebenfalls ein verändertes Mobilitätsverhalten nach sich. Mobilität korreliert mit körperlicher Aktivität und stellt eine zentrale Voraussetzung für eine hohe Lebensqualität dar. Hierbei sind die unterschiedlichen Lebensphasen durch verschiedenen Mobilitätsansprüche gekennzeichnet. Schüler, Auszubildende, Jugendliche, Pendler oder Senioren folgen eigenen Mobilitätsmustern und benötigen dementsprechend nutzerspezifische Angebote. Die besonders hohen Führerscheinbesitzquoten bei „Älteren“ und demgegenüber der Verzicht auf einen Führerscheinwerb bei den jungen Bevölkerungsteilen, führen zu einer veränderten Verkehrsteilnahme dieser Personengruppen; vermutlich werden künftig insgesamt mehr, aber kürzere Wege zurückgelegt werden.

Mobilitätsangebote zu schaffen ist eine Aufgabe der öffentlichen Daseinsvorsorge, um jedoch den veränderten Aufgaben gerecht zu werden, muss u. a. der derzeitige ÖPNV angepasst bzw. neugestaltet werden. In Kombination mit einer nachhaltigeren Mobilität bedeutet dies insbesondere:

- Den bestehenden ÖPNV flexibel, sicher, barrierefrei und einfach nutzbar machen
- Bei abnehmendem ÖPNV-Angebot, wird die Nutzung des Pkw zunehmen, dieser sollte dann möglichst effizient und umweltfreundlich geschehen
- Bürgerschaftliche Initiativen fördern
- Der Ausbau von Carsharing-Angeboten kann den fehlende/reduzierten ÖPNV ausgleichen
- Intermodalität weiter ausbauen

Innerhalb der verkehrsplanerischen Ansätze sollte eine kombinierte Planung zur Sicherstellung der Einrichtung der Versorgungsstandorte und optimales Mobilitätsangebot zur Daseinsvorsorge genutzt werden, um so mittel- bis langfristig ein wirtschaftlich tragfähiges und nutzergerechtes Verkehrssystem sicherzustellen.

Chancen durch elektrifizieren Antrieb:

- Flexible Bedienformen oder ergänzende Zusatzangebote können u. a. durch elektrisch betriebene Anruftaxis oder Bürgerbusse
- E-Bikes können als Zubringer zu den ÖPNV-Haltestellen fungieren
- Bürgerschaftliche Eigeninitiativen bzw. Fahrdienste können mittels E-Fahrzeug durchgeführt werden
- Autonome Fahrzeuge können den ÖPNV zukünftig effizienter gestalten

## Kaufkraft

Die Kaufkraftkennziffer kann herangezogen werden, um das Konsumpotenzial einer Region abschätzen zu können. Dabei bezeichnet Kaufkraft das zu Konsumzwecken verfügbare Einkommen (d. h. Nettoeinkommen ohne Steuern und Sozialversicherungsbeiträge, aber inkl. empfangener Transferleistungen minus alle regelmäßig wiederkehrenden Zahlungsverpflichtungen) der Bevölkerung einer Region. So kann das Marktpotenzial näherungsweise abgeschätzt und potenzielle Absatzmärkte identifiziert und erschlossen werden. Der Landkreis befindet sich nach Angaben der MB-Research 2017 mit 20.500 - 21.500 € pro Kopf deutschlandweit im unteren Drittel (vgl. MB-Research 2017). Da der Neukauf eines Elektroautos mit einer relativ hohen Anfangsinvestition verbunden sein

wird, kann derzeit basierend auf dieser Konsumkraftabschätzung lediglich von einem geringen Wachstum der privaten Elektrofahrzeugkäufe ausgegangen werden.

### Tourismus und Übernachtungszahlen

Touristen können als eine der zentralen Zielgruppen der Infrastruktur der Elektromobilität definiert werden. Übernachtungsgäste in der Region verbringen in der Regel mehrere Tage am Zielort, legen weitere Strecken der Anreise zurück und benötigen dementsprechend eine Möglichkeit nachzuladen. Idealerweise sind die Beherbergungsbetriebe mit Ladepunkten ausgestattet, wo dann das E-Fahrzeug über Nacht geladen werden kann. Künftig kann davon ausgegangen werden, dass die Bereitstellung einer Ladeinfrastruktur allmählich zu einer Standard-Dienstleistung im Übernachtungsgewerbe wird. Gerade im Bereich des Tourismus führt die An- und Abreise bzw. die Mobilität am Zielort zu CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die verkehrsbedingten Umweltbelastungen entstehen hier insbesondere durch private Reisen mit Pkw und Wohnmobile.

Neben der absoluten Zahl der Übernachtungen kann eine durchschnittliche Verweildauer der Gäste aus der Statistik abgelesen werden. Das bayerische Landesamt für Statistik gibt für den Zeitraum Januar bis Dezember des Jahres 2016 Auskunft zu Gästezahlen und Auslastungen bzw. Aufenthaltsdauer an, siehe Tabelle 7. Je nach Zweck des Aufenthaltes differieren die durchschnittlichen Aufenthaltsdauern von 8,5 Tagen u. a. für Kurgäste in Bad Steben und 1,5 Tage in der Stadt Münchberg, im Mittel verbringen Übernachtungsgäste etwa 3 Tage am jeweiligen Zielort. Reisen Gäste mit Bus oder Bahn an, könnten diese vor Ort ein E-Fahrzeug leihen und wären dann auch am Urlaubsziel flexibel und nachhaltig mobil. Zudem kommt der Aktionsradius von etwa 35 km für Tagesausflüge hinzu, welcher sich ebenfalls für eine Nutzung der Elektromobilität anbietet. Darüber hinaus sollten auch an den Hauptattraktionen der Region ein ausreichendes Angebot an Ladeinfrastruktur geschaffen werden.

Tabelle 7: Beherbergungsstatistik (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des bayerischen Landesamtes für Statistik 2017)

Ankünfte, Übernachtungen, Aufenthaltsdauer der Gäste und Kapazitätsauslastung in den Beherbergungsbetrieben (einschließlich Camping) nach Regionalgliederung - Januar bis Dezember 2016						
Gebiet	Übernachtungen von Gästen					
	aus der BRD	aus dem Ausland	insgesamt	Veränderung in %	Auslastung	Aufenthaltsdauer in Tagen
<b>Hof (Lkr)</b>						
<b>Bad Steben, M</b>	322.420	2.596	325.016	0,5	66	8,5
<b>Berg</b>	19.552	64	19.616	3,9	32	1,6
<b>Gattendorf</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Helmbrechts, St</b>	6.470	87	6.557	1,9	23	1,8
<b>Issigau</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Köditz</b>	8.261	1.960	10.221	0,8	17	1,8
<b>Konradsreuth</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Lichtenberg, St</b>	5.737	178	5.915	-4,9	11	2,9
<b>Münchberg, St</b>	17.732	1.529	19.261	-9,5	32	1,5
<b>Naila, St</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Oberkotzau, M</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Regnitzlosau</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Rehau, St</b>	8.776	2.109	10.885	-1,2	26	1,8
<b>Schwarzenbach a. Wald, St</b>	9.849	461	10.310	10,4	18	2,3
<b>Selbitz, St</b>	17.068	1.736	18.804	-3,3	36	2,8
<b>Stammbach, M</b>	-	-	-	-	-	-

<b>Töpen</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Trogen</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Weißdorf</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Zell im Fichtelgebirge, M</b>	3.284	1.319	4.603	-6,8	14	1,9

- Ergebnisse von Gemeinden, in denen sich weniger als drei Beherbergungsstätten befinden, werden aus Gründen der Geheimhaltung von Einzelangaben zum Schutz der Auskunftspflichtigen und der sonstigen Betroffenen nicht veröffentlicht.

Eine Herausforderung des Tourismus im ländlichen Raum ist die lückenlose Anbindung der teilweise weit auseinanderliegenden Attraktionen; eine unkomplizierte Verbindung ist oftmals ein Entscheidungskriterium für touristisch motivierte Ausflüge. Dabei sollte das öffentliche Verkehrssystem auf regionaler Ebene der touristischen Nachfrage und den speziellen Bedürfnissen (z. B. Radmitnahmen, Barrierefreiheit etc.) angepasst sein. Der Ausbau von Bahnhöfen oder wichtigen ÖPNV-Haltestellen zu Intermodalitätsdrehscheiben ist hierbei ein zentrales Element. Das insgesamt festzustellende veränderte touristische Mobilitätsverhalten, hin zu einem verstärkten Umweltbewusstsein kann dabei helfen, innovative Konzepte wie E-Carsharing aufzubauen und die Attraktivität der eher ländlich geprägten Region zu steigern.

### Kommunale Datenerhebung mittels Fragebogen

Im Zuge der Grunddatenerhebung ist ein Fragebogen konzipiert worden, dieser hatte das Ziel, die allgemeine Information- und Interessenslage der Kommunen bzgl. Elektromobilität im Allgemeinen zu erfassen und eine Sensibilisierung für das Thema zu bewirken. Der aktuelle Bestand an Ladeinfrastruktur und bereits genutzten E-Fahrzeugen wurde erfragt, zudem sind bereits geplante Projekte, Bauvorhaben und Infrastrukturmaßnahmen mitaufgenommen worden, um so die optimalen, bedarfsgerechten Lademöglichkeiten innerhalb der Region auch aus kommunaler Sicht zu ermitteln. Weiterhin ist eruiert worden, ob grundsätzliches Interesse an Carsharing oder Bürger-Bussen seitens der Kommunen vorhanden ist. Nachfolgend werden die zentralen Aussagen der Dateneinholung zusammengefasst.

Kommunenübergreifend wird die Elektromobilität aktuell als eine Zusatzaufgabe betrachtet, die in erster Linie der Standortoptimierung bzw. einen Imagegewinn darstellt. Insgesamt wird aus politischer Sicht eher ein geringer Stellenwert attestiert, was einhergeht mit einem bislang noch eher geringen Kenntnissstand bzgl. des Systems Elektromobilität einher (siehe dazu: Handlungsschwerpunkt D - Informationen und Kommunikation).

Denkbare Einsatzgebiete aus Sicht der Kommunen:

- Vorwiegend Private Nutzer
- Flotten- und Wirtschaftsverkehr
- ÖPNV
- Tourismus

Voraussetzungen für Elektromobilität:

- Koordinierter Ausbau der Ladeinfrastruktur
- Weitere Fördermittel bereitstellen
- Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung schaffen
- Technischer Fortschritt bzw. Preis-Leistung des Produktes

Die Einstellung zur Elektromobilität und die zur Förderung dieser in den einzelnen Kommunen variiert von feststehenden Planungen für die kommenden Jahre (z. B. Errichtung von Ladestationen) bis zu noch nicht konkretisierten Absichten. Insgesamt wünschen sich die Kommunen eine bessere Unterstützung seitens des Bundes oder des Freistaates, um insbesondere die Anfangsinvestitionen tragen zu können.

### Klimawandel und erneuerbare Energien

Der Klimawandel wird nicht nur globale Auswirkungen, sondern auch Auswirkungen auf die Untersuchungsregion und das Mobilitätsverhalten der lokalen Bevölkerung haben. Durch vermehrte Umwelt- und Extremwetterereignisse (u. a. Starkregen, Hitze), die Schäden an der Infrastruktur und der menschlichen Gesundheit verursachen können, erhöhen sich auch die damit verbundenen Folgekosten für die Gesellschaft. Zudem könnte die globale Nachfrage nach fossilen Rohstoffen künftig weiter ansteigen, deren Verknappung zunehmen und zu steigenden Kraftstoffpreisen führen. Dadurch steigen auch die Mobilitätskosten und machen eine effizientere Gestaltung der Mobilität notwendig.

Wird dies rechtzeitig von den Entscheidungsträgern erkannt und werden die erwartbaren negativen Folgen durch Anpassungs- bzw. Präventionsstrategien abgemildert, könnte dies auch in einem erhöhten Umweltbewusstsein der Bevölkerung münden und den Übergang zu nachhaltigeren Verkehrsmitteln begünstigen.

Durch die insgesamt, auch im Straßenverkehr zunehmende Menge an benötigten Strom ist die nachhaltige Bereitstellung von Selbigen von großer Wichtigkeit. Hier kann gerade der überschüssige Strom aus volatilen Erzeugungsquellen in den Akkus der E-Fahrzeuge sinnvoll eingesetzt bzw. zwischengespeichert werden (siehe dazu Punkt , Vorhersagbares/ gesteuertes Laden).

Die Nutzung der erneuerbaren Energien im Landkreis Hof hat innerhalb der letzten Jahre stark zugenommen. So konnte die Energieerzeugung durch erneuerbare Energien innerhalb der letzten Jahre deutlich gesteigert werden (siehe dazu: Integriertes Klimaschutzkonzept des Landkreises). Durch die Entwicklung im Bereich der Wind- und Solarkraft sowie der Errichtung von Biogasanlagen konnten bereits im Jahr 2013 rund 322.350 MWh Strom aus regenerativen Energiequellen produziert werden (vgl. KSK 2014). Im Jahr 2015 konnten durch regenerative Stromerzeugung bereits 549.000 MWh bereitgestellt werden (vgl. EnergyMap 2017).

### Sektorenkopplung

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion in Deutschland liegt insgesamt bereits bei über 30 Prozent. Solarenergie und Windkraft leisten hier ebenso einen großen Beitrag (etwa zwei Drittel).

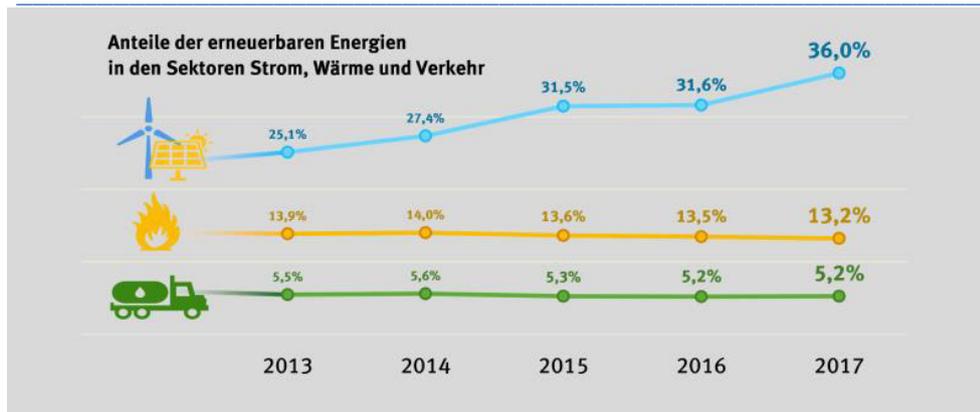


Abbildung 22: Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energien 2012-2017 (Quelle: UBA 2018)

Um die Energiewende insgesamt weiter voranzutreiben, muss nicht nur die nachhaltige Stromproduktion ausgebaut werden, sondern auch der Wärme- und Verkehrssektor verstärkt auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. Hierbei ist der Verkehrssektor der Teilbereich mit den wenigsten energetischen Anteilen aus erneuerbaren Energiequellen (siehe Abbildung 22). Obwohl der Stromverbrauch des Schienen- und Straßenverkehrs bereits auch anteilig aus erneuerbaren Energien gedeckt wird, lag der Anteil im Jahr 2017 nur bei 5,2 %. Dieser über Jahre hinweg konstante bzw. leicht sinkende Anteil ist besonders bedenklich, da der Energieverbrauch des Verkehrssektors in Deutschland insgesamt immer weiter ansteigt (vgl. UBA 2018).

Um den erneuerbaren Strom bzw. den teilweise vorhandenen Überschuss im Energiesystem - auch in den Sektoren Wärme und Verkehr - sinnvoll zu nutzen, können verschiedene Wege bestritten werden, insbesondere:

**Indirekt:** Durch Zwischenspeicher; eine Option der Stromspeicherung stellt die Elektrolyse von Wasser (zu Wasser- und Sauerstoff) dar, der Wasserstoff kann später wieder thermisch verwertet werden.

**Direkt:** Der erneuerbare Strom wird direkt zur Bereitstellung von Wärme oder Mobilität weitergenutzt, mittels Wärmepumpe oder im Elektrofahrzeug.

Diese neuen Schnittstellen gilt es weiter auszubauen und zu einem integrierten Energiesystem zusammenzuführen. Hier kann das E-Fahrzeug als Speicher für erneuerbare Energien eine wichtige Rolle einnehmen.

Sektorenkopplung besteht aus einem optimalen Mix aus Effizienz, Flexibilität und Kosten, Sie:

- Ist eine Option im Prozess der Dekarbonisierung und Energiewende
- Ersetzt fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien
- Steigert die Effizienz des Gesamtsystems
- Generiert Flexibilität am Strommarkt
- Benötigt regulatorische Standards (Rück einspeisung, bidirektionale Kommunikation, etc.)
- Setzt Nutzerakzeptanz voraus

Unter dem Oberbegriff „Vehicle-to-Grid“ finden sich derzeit viele Projekte, die das System „Fahrzeug-Stromnutzung und -rückspeisung“ erforschen, um dieses möglichst intelligent in die bestehenden Netzstrukturen zu integrieren. Vehicle-to-Grid bezeichnet die Fähigkeit des E-Fahrzeugs die elektrische Energie bedarfsgerecht aus dem Traktions-Akku zurück ins Stromnetz zu speisen. Diese bidirektionale

Stromnutzung kann zur Entlastung der Stromnetze beitragen, indem zu Zeiten der Spitzenlastentnahme aus dem Netz vom Batterie-Speicher des Fahrzeugs der Strom wieder ins öffentliche Netz zurückgegeben wird. Dies stellt eine Erweiterung der vorhandenen Systeme dar; diese Sektorenkopplung, benötigt jedoch intelligente Netze und ein Lastenmanagement. Das Konzept sieht vor die Fahrzeug-Akkus in Zeiten geringer Energienachfrage zu laden und diese Energie im Bedarfsfall ins Stromnetz zurückspeisen. So kann die zeitweise überschüssig produzierte Energie (insbesondere der volatilen erneuerbaren Energieträger Wind und Solar) gespeichert werden.

Um jedoch die Umweltvorteile der E-Fahrzeuge optimal zu nutzen und die Sektorenkopplung, Stromproduktion und Mobilität, möglichst sinnvoll zu gestalten, bedarf es Strom, der aus erneuerbaren Energien stammt. So kann einerseits ein Effizienzgewinn erzielt und andererseits eine vielseitigere Spannbreite des Primärenergieträgers erreicht bzw. die Abhängigkeit des fossilen Rohstoffes Erdöl verringert werden.

### Erneuerbare Energien und Elektromobilität

Eine der wichtigsten Voraussetzungen bei der Nutzung von Elektromobilität ist die Bereitstellung des Ladestroms durch erneuerbare Energien!

In einer theoretischen Betrachtung soll der zu erwartenden zusätzliche Lade-Stromverbrauch für Elektrofahrzeuge mit der erneuerbaren Stromerzeugern gegenübergestellt werden. Diese Betrachtung ist jedoch als ein rein bilanzielle zu verstehen. Der bis dato regenerativ erzeugte Strom wird derzeit bereits verbraucht; d. h. der zusätzliche Ladestrom sollte ggf. durch den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energieträger bewerkstelligt werden, so dass an anderer Stelle keine Defizite verursacht werden.

Würden sämtliche 61.000 Privatfahrzeuge im Landkreis Hof auf einen E-Antrieb umgestellt werden und mit einer durchschnittlichen Fahrleistung von etwa 15.000 Kilometern im Jahr gefahren, so würden diese bei einem durchschnittlichen Verbrauch von ca. 21 kWh/100 km (inkl. Ladeverluste) einen zusätzlichen Stromverbrauch von rund 200.000 MWh pro Jahr verursachen.

Die derzeitige Stromproduktion der erneuerbaren Energien im Landkreis kann mit etwa 550.000 MWh/a angegeben werden. Dabei hat die Windkraft mit ca. 391.000 MWh/a den größten Anteil, gefolgt von Solarstrom 83.000 MWh/a, Biomasse 66.000 MWh/a und Wasserkraft 7.800 MWh/a (vgl. EnergyMap 2017).

Der abgeschätzte Ladestromverbrauch privater Pkw kann also bilanziell durch Windkraftanlagen abgedeckt werden. Da es sich bei dieser Abschätzung um eine reine Mengenbetrachtung handelt, müssen Aspekte der Netzstabilität und Leistungsverfügbarkeit gesondert berücksichtigt werden.

Durch die sog. Sektorenkopplung von Strom und Mobilität, insbesondere der regenerativen Stromproduktion für den benötigten Ladestrom, tragen elektrifizierte Fahrzeuge dazu bei, fossile Treibstoffe (Benzin, Diesel und Erdöl) einzusparen. Da Deutschland in diesem Bereich auf Importe angewiesen ist, wird somit durch vermiedene Kosten und lokal erzeugtem Strom Wertschöpfung geschaffen, weiterhin können somit Treibhausgasemissionen vermieden werden.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, bei nicht-regenerativer Ladestrombereitstellung, dass der zusätzliche Strom einen negativen Impact besitzen könnte.

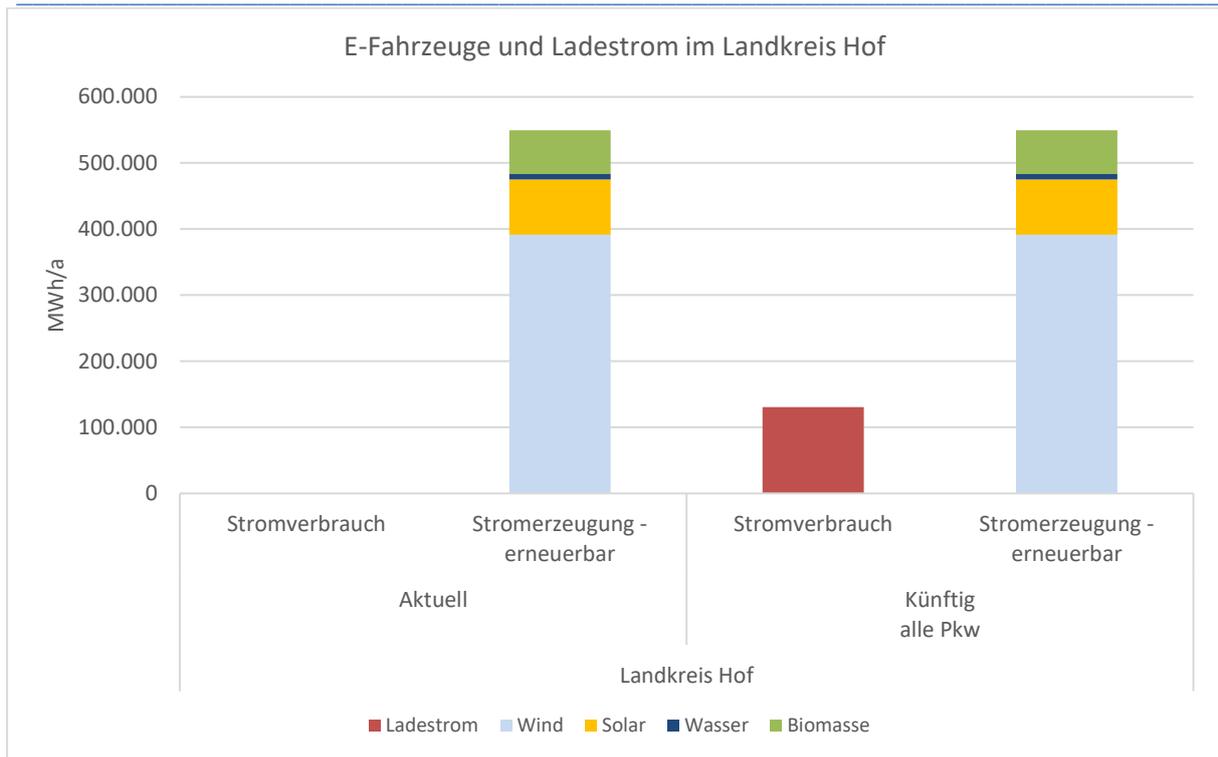


Abbildung 23: Gegenüberstellung: E-Fahrzeuge und Ladestrom (Quelle: Eigene Darstellung)

### Beispielhafte Praxis

Eine beispielhafte Anwendung dieser Sektorenkopplung stellt die Kombination einer Photovoltaik-Anlage und die Nutzung eines E-Fahrzeuges dar. Im Hinblick auf die auslaufenden Verträge der zugesicherten Einspeisevergütung über das EEG wird die sinnvolle Nutzung des selbst produzierten Stromes in Zukunft immer wichtiger. Eigentümer von PV-Dachanlagen können die Speicherwirkung des E-Fahrzeuges einsetzen, um durch ein intelligentes Energie-Management die regenerative Energie optimal zu nutzen. So können Elektrofahrzeuge in Kombination mit lokal erzeugter regenerativer Energie zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen und zudem ökonomische Vorteile der Personen vor Ort mitbewirken.

Ein ähnlicher Wirkmechanismus greift bei großen Parkplatzflächen, die mit PV-Modulen überdacht sind/werden. Gerade im Hinblick auf die große Zahl der Pendler im Landkreis, welche größtenteils mit dem Pkw zur Arbeit gelangen, stellt eine intelligente Ladeinfrastruktur ein erhebliches Potenzial dar. Park+Ride-Flächen oder Betriebsparkplätze sind ideale Möglichkeiten, die lange Standzeit der Pendler (während der Arbeitszeit) und die nachhaltige Stromproduktion (z. B. durch PV-Anlagen) mit gesteuertem Lademanagement zu kombinieren. Es werden keine hohen Ladeleistungen benötigt, vielmehr kann das E-Fahrzeug konstant geladen werden. Hier gilt es jedoch auf die fluktuierende Leistung der erneuerbaren Energien hinzuweisen, eine Grundlast-Versorgung muss zu jeder Zeit gewährleistet sein. In einem Pilotprojekt kann der Landkreis mit einem bedeutsamen Arbeitgeber in der Region ein modellhaftes Beispiel entwickeln, welches Vorbildwirkung für weitere Unternehmen haben kann.

In diesem Zusammenhang kann es ebenfalls von Vorteil sein, ein Anreizsysteme (kostenloser Ladestrom, reservierte Parkplätze) für die Pendler/Fahrzeughalter zu implementieren.

## Bereits vorhandene Ladeinfrastruktur

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt finden sich in den Kommunen des Landkreises Hof 16 Stromtankstellen (Stand: goingelectric, Mai 2018). Im Internet finden sich zahlreiche Plattformen und Anbieter, die versuchen den aktuellen Ausbaustand der Ladeinfrastruktur, die Standorte und deren Qualität zu dokumentieren. Meist handelt es sich um nutzerbasierte Datenbanksysteme, die von E-Fahrern selbst in der Gemeinschaft erweitert werden. Diese Systeme haben daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sind jedoch bei der Routenwahl oder Auffindung der Ladestandorte hilfreich, da meist eine gute kartographische Darstellung der Standorte verfügbar ist. Beispielhaft können goingelectric.de und lemnet.org/de genannt werden. Weiterhin müssen seit dem Inkrafttreten der Ladesäulenverordnung am 17. März 2016, die öffentlich zugänglichen Ladestationen bei der Bundesnetzagentur gemeldet werden. Anzeigepflichtig sind demnach Betreiber von öffentlich zugänglichen Normal- und Schnellladepunkten ([https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html)). Generell ist ein einfaches und komfortables Auffinden der Ladestationen für den Betreiber und den Nutzer von Vorteil.

Tabelle 8: Übersicht der Ladestationen im Landkreis und Stadt Hof, Stand: 31.01.2019 (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten LRA, goingelectric 2019)

Kommune	Straße	Bezahlsystem	Ladepunkte
<b>Bad Steben</b>	Casinoplatz 1	vorerst kostenfrei	1x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 1x Combined Charging 50 kW
<b>Berg</b>	Autobahnraststätte West	Tank&Rast, kostenlos	1x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 1x Combined Charging 50 kW
<b>Berg</b>	Autobahnraststätte Ost	Tank&Rast, kostenlos	1x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 1x Combined Charging 50 kW
<b>Helmbrechts</b>	Münchberger Straße 63-65	E-Wald GmbH	2x 22 kW
<b>Köditz</b>	Erbweg 1	kostenlos, Stromspende	1x Typ2 11 kW, 1x 22 kW CEE rot
<b>Konradsreuth</b>	Am Bürgerpark 4	E.ON	2x Typ2 22 kW
<b>Münchberg</b>	Stammbacher Straße 3	Kaufland, kostenlos	1x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 1x Combined Charging 50 kW
<b>Münchberg</b>	Kirchenlamitzer Straße 99	Digital Energy Solutions	2x Typ2 22 kW
<b>Münchberg</b>	August-Horch-Straße	Verbund: Tesla Supercharger	6 x Tesla Supercharger
<b>Münchberg</b>	August-Horch-Straße	Allego	2x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 4x Combined Charging 50 kW, 2x Typ2 22 kW
<b>Münchberg</b>	Kirchplatz	kostenlos	1x Schuko
<b>Münchberg</b>	Kirchplatz	kostenlos	1x Typ1 3,7 kW, 1x Schuko
<b>Naila</b>	Zum Kugelfang	E-Wald GmbH	2x Typ2 22 kW
<b>Rehau</b>	Schützenstraße	E-Wald GmbH	2x Typ2 22 kW
<b>Rehau</b>	Sonnenstraße	kostenlos, Stromspende	1x CEE Rot 11 kW, 2x Schuko
<b>Rehau</b>	Regnitzlosauer Straße	kostenlos	1x CEE Rot 11 kW, 1x Schuko
<b>Selbitz</b>	Leupoldsgrüner Straße 1	kostenlos	1x Schuko
<b>Selbitz</b>	Stegenwaldhauser Straße	allego	1x Typ2 43 kW, 1x CHAdeMO 50 kW, 1x Combined Charging 50 kW
<b>Stadt Hof</b>	Fuhrmannstraße	kostenlos	2x Typ2 3,7 kW

<b>Stadt Hof</b>	An der Hohensaas	innogy eRoaming, kostenlos	2x Typ2 22 kW
<b>Stadt Hof</b>	Klosterstraße	kostenlos	2x Typ2 11 kW, 2x Schuko
<b>Stadt Hof</b>	Pfeilschmidtstraße	New Motion	1x Typ2 3,7 kW
<b>Stadt Hof</b>	Nailaer Straße 2	Ladeverbund+	2x Typ2 22 kW
<b>Stadt Hof</b>	Kreuzsteinstraße 12	Ladeverbund+	2x Typ2 22 kW
<b>Stadt Hof</b>	Oberer Anger 5	Ladeverbund+	2x Typ2 22 kW
<b>Stadt Hof</b>	Ernst-Reuter-Straße 65	Ladeverbund+	4x Typ2 22 kW
<b>Stadt Hof</b>	Erlhofer Straße 76	Digital Energy Solutions	2x Typ2 22 kW

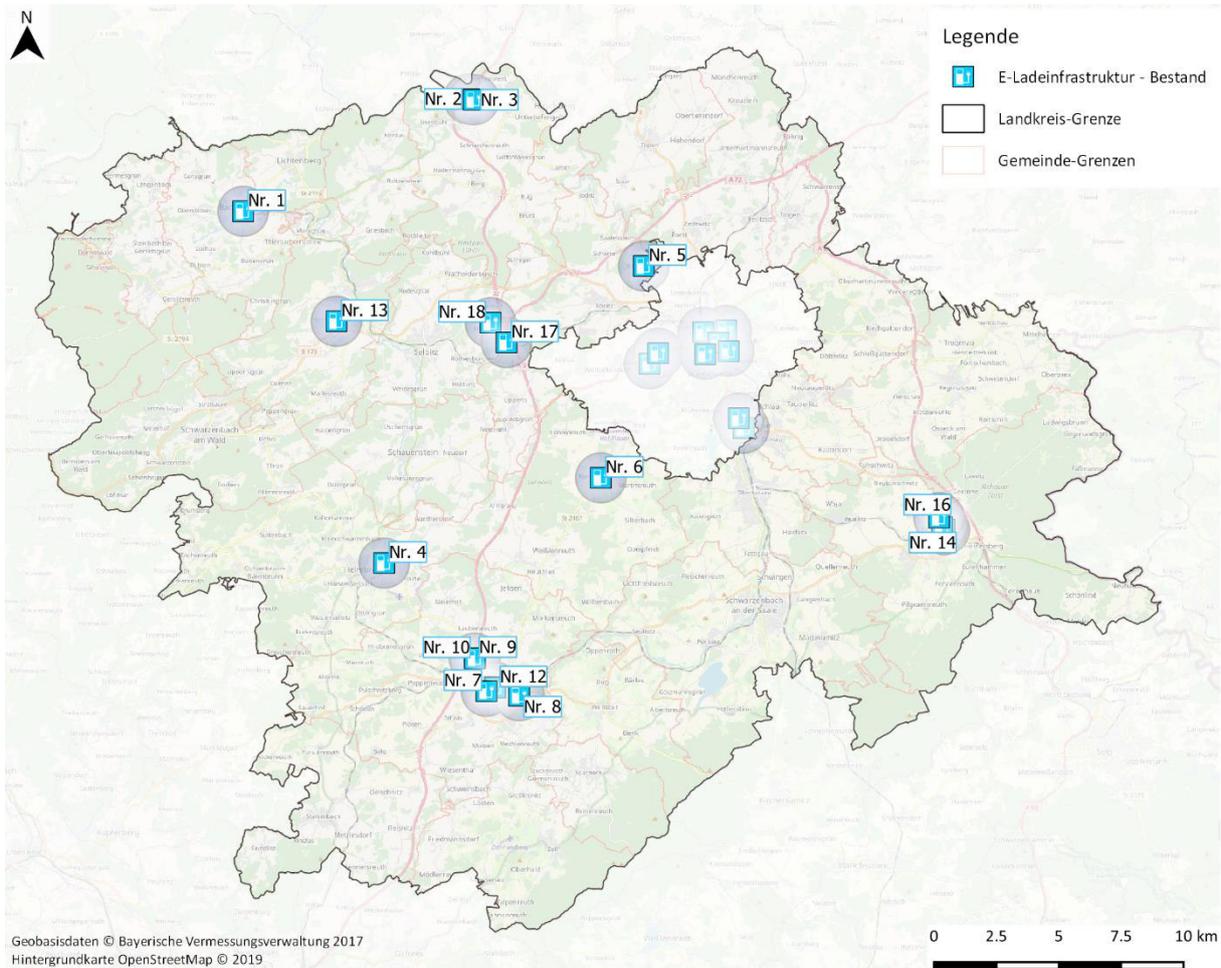


Abbildung 24: Standorte der Tankstellen im Landkreis Hof (Eigene Darstellung nach Daten der bayerischen Vermessungsverwaltung, goingelectric, LRA 2017)

Mit dem Standort Euro-Rastpark Münchberg (Anschlüssen: 4x CCS DC 50 kW / AC 43 kW, 150 kW DC vorbereitet, 1x CHAdeMO 50 kW) befindet sich im Landkreis Hof ein Ladepunkt, welcher im Zuge des Forschungsvorhabens SLAM installiert wurde. Bis Mitte des Jahres 2017 sind hier Geschäftsmodelle für „den Betrieb von Schnellladesäulen in Metropolen und entlang der verbindenden Achsen“ untersucht worden (vgl. SLAM). Das Projekt hat das Ziel bestehende Hürden zu identifizieren und zu überwinden, zu diesem Zweck sind deutschlandweit mit Hilfe von Investoren Schnellladepunkte entlang von Mobilitätsachsen und in Metropolen errichtet worden. Die beteiligten Forschungsziele wollen so einerseits bedarfsgerechte Standorte und andererseits nutzeroptimierte Bezahlmodelle identifizieren.

In Abbildung 25 wird ersichtlich welche Arten von Ladesteckern derzeit in Deutschland und im Landkreis Hof installiert sind. Der Stecker Typ2 wird überwiegend eingesetzt und hat sich aktuell als Standardanschluss etabliert, zudem ist deutschlandweit der Schuko-Stecker (vermutlich oftmals der Standort Zuhause) noch eine beliebte Art der Ladung. Die Verteilung im Landkreis Hof ist ähnlich, allerdings fallen bei der noch geringen Anzahl an Ladestellen die proprietären Supercharger der Firma Tesla („andere“) deutlich ins Gewicht.

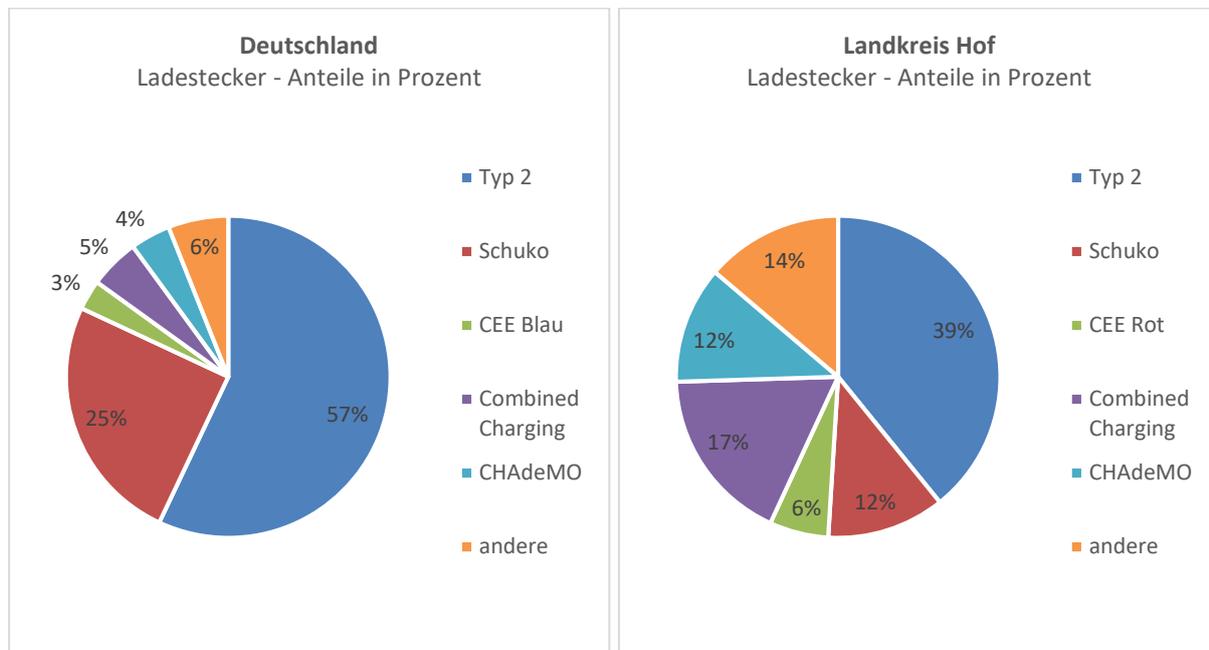


Abbildung 25: Vergleich: installierte Ladestecker in Deutschland und im Landkreis Hof (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten goingelectric 2019)

### Herkömmliche Tankstellen

In Deutschland ist die Gesamtanzahl der Tankstellen (Straßen- und Autobahntankstellen) im Vergleich zum Jahr 2016 um 21 zum Jahresbeginn 2017 auf 14.510 Stationen gesunken (davon 358 Stationen an BAB) (vgl. Scope 2017). Im Landkreis Hof finden sich 19 Tankstellen, weitere 11 befindet sich im Stadtgebiet Hof (vgl. Abbildung 24). Die meisten Tankstellen werden von großen Ölkonzernen betrieben. Diese bieten derzeit nur gängigen und vermutlich der Nachfrage entsprechenden konventionelle Kraftstoffe (Diesel, Benzin, CNG) an. Das Tanken von Strom ist an den Rastanlagen Berg, Selbitz und Münchberg möglich. Laut Daten der Branchenstudie „Tankstellenmarkt Deutschland 2016“ verfügt Deutschland mit weniger als zwei Tankstellen pro 10.000 Einwohnern und unter drei Tankstellen pro 10.000 Kfz im europäischen Vergleich über eine relativ geringe Tankstellendichte (vgl. Scope 2017, S.11). Im Landkreis kommen etwa 3.100 Einwohner auf eine Tankstelle. Aktuell ist die Herangehensweise vieler Betreiber der Tankstellenbranche noch von Skepsis gegenüber dem System Elektromobilität geprägt. Der erhebliche Widerspruch zum eigentlichen Geschäftsmodell (kurzer Aufenthalt während des Tankvorgangs), die geringe Anzahl der E-Fahrzeuge und hohe Investitionskosten reduzieren das Engagement in diesem Bereich. In Zukunft kann sich jedoch das Konzept des sog. „Multi-Energie-Tankens“ weiter etablieren, bei dem es an einem Standort neben Benzin, Diesel, Erd- und Flüssiggas auch Wasserstoff und Stromschnellladesäulen geben wird. Weiterhin ist denkbar, dass durch die längere Lade- bzw. Standzeit das erweiterte Zusatzgeschäft an Bedeutung gewinnt, oftmals werden hier größere Umsätze erzielt, als beim reinen Treibstoffverkauf.

## Verteilnetz

Das Elektrizitätsversorgungssystem in Deutschland besteht aus den Übertragungsnetzen der Höchstspannungsebene (220 und 380 kV) und den Verteilnetzen. Diese bestehen aus: Hochspannungsebene (110 kV), Mittelspannungsnetzen mit 20 und 10 kV und den Niederspannungsnetzen mit 0,4 kV (vgl. Schierhorn 2015, S.7). Ein Niederspannungsnetz wird über einen oder mehrere, parallel geschaltete Ortsnetztransformatoren (ONT) von der Mittelspannungsebene aus gespeist. Weit verbreitete Niederspannungsnetzformen sind das Strahlen- und das offene Ringnetz. In ländlichen Bereichen sind häufig Transformatorleistungen je Hausanschluss von 15 kVA vorzufinden, oftmals liegt die Nennleistung der Transformatoren bei 100 bis 160 kVA. Die Netzstabilisierung bzw. die Sicherstellung der Netzqualität obliegt dem Netzbetreiber. Neben privaten Haushalten sind Handel, Gewerbe, Industrie bzw. landwirtschaftliche Betriebe und öffentliche Einrichtungen die Hauptbezieher elektrischer Energie aus den Mittel- und Niederspannungsnetzen (vgl. Liu 2018). Es ist davon auszugehen, dass die Batterien von privaten Elektrofahrzeugen auch künftig vor allem in Niederspannungsnetzen aufgeladen werden.

**Netzbetreiber** als regionaler Dienstleister im Bereich des Stromhandels bzw. der physikalischen Stromübertragung und Verteilung im Untersuchungsgebiet sind:

- Bayernwerk AG: <https://www.bayernwerk.de/cps/rde/xchg/bayernwerk/hs.xsl/index.htm>
- HEW Hof Energie Wasser: <http://www.stadtwerke-hof.de/>
- EW H. Schirmer: <http://www.ew-schirmer.de/>
- Licht und Kraftwerke Helmbrechts: <http://www.luk-helmbrechts.de/>
- SW Münchberg: <http://www.stadtwerke-muenchberg.de/index.php?id=5>
- Gemeindewerk Stambach: <http://www.gemeindewerke-stambach.de/Home.htm>

Das größte Versorgungsgebiet deckt die Bayernwerk AG ab. Mit flächendeckender Einführung der Elektromobilität könnten neben evtl. nötigen infrastrukturellen Erweiterungen und dem Netzausbau, auch die bestehenden Geschäftsfelder ausgebaut werden (Smart Grid, Betrieb von Ladestationen und Ladeinfrastruktur, neue Tarifmodelle). Zusätzlich muss sich das Elektrohandwerk ebenfalls mit der neuen Technologie und den daraus resultierenden Veränderungen (neue Ladetechniken, Gleichspannungssystemen, IT-Vernetzung oder zukünftig mit induktiven/berührungslosen Energieübertragungssystemen) auseinandersetzen, um den neuen Normen und Anforderungen gerecht zu werden.

## Integration der Erneuerbaren Energien und Elektromobilität ins Verteilnetz

Durch den steigenden Anteil an erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen in den Verteilnetzen können Herausforderungen auf den verschiedenen Spannungsebenen entstehen. Innerhalb der 110-kV-Netze werden vermutlich weniger Probleme zu finden sein, da diese bereits für größere Energiemengen bzw. die Integration von Kraftwerken konzipiert wurden. In den Nieder- und Mittelspannungsnetzen, die ursprünglich als reine Verbrauchernetze ausgelegt waren, können jedoch Schwierigkeiten (in Form von Störungen in Spannungshöhe, Frequenz und Kurvenform) auftreten. Zusätzlich sind die meisten erneuerbaren Energieanlagen dezentral und im ländlichen Raum installiert, dort kann die volatile Einspeisung mit vereinzelt Leistungsspitzen, die oftmals für niedrigere Lasten ausgelegten Netze überlasten. Die Stabilität der Netze bzw. möglichen Probleme sollten geprüft werden, bevor zusätzliche Verteillasten installiert werden. Da die Installation einer 2x 22 kW Ladestation in etwa einem Hausanschluss entspricht, kann davon ausgegangen werden, dass dies im Landkreis ohne

übermäßige Probleme bewerkstelligt werden kann. Die Anschlusskosten können variieren und der Anschluss muss vorab mit dem Netzbetreiber abgesprochen werden, um etwaige Komplikationen zu vermeiden.

### Stromverbrauch der privaten Haushalte

Der jährliche Strombedarf von privaten Haushalten wird wesentlich von der Wohnfläche, der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen und dem damit im Zusammenhang stehenden Ausstattungsgrad mit elektrischen Geräten bestimmt. Zudem kann die Energienachfrage mit dem Nettoeinkommen korrespondieren (größere Wohnungen, höhere Anzahl an elektrischen Verbrauchern, etc.). Die vermehrte Verbreitung der Elektrofahrzeuge wird selbstverständlich auch die Stromverbrauchsbilanz der Haushalte beeinflussen, speziell wenn bevorzugt Zuhause geladen wird. In einer theoretischen Betrachtung kann der veränderte E-Fahrzeugbestand und der Stromverbrauch der privaten Haushalte im Landkreis gegenübergestellt werden.

Aus dem vorliegenden Klimaschutzkonzept des Landkreises Hof kann der Stromverbrauch der privaten Haushalte entnommen werden; dieser betrug im Jahr 2011 insgesamt 178.000 MWh/a. Unter der Annahme, dass der durchschnittliche Pro-Kopf-Strom-Verbrauch annähernd konstant bleibt und unter Einbeziehung der fortgeschriebenen Bevölkerungszahlen des bayerischen Demographie-Spiegels können verschiedene Szenarien eronnen werden. Wie unter dem Punkt Demographische Entwicklung beschrieben, wird eine sinkende Bevölkerungszahl angenommen. 2025 würden dann 90.100 Menschen einen Stromverbrauch von 160.000 MWh/a verursachen. Der Ladestromverbrauch der E-Fahrzeuge setzte sich hier aus einer Jahreslaufleistung von 15.000 km und einem Verbrauch von 21 kWh/100 km zusammen.

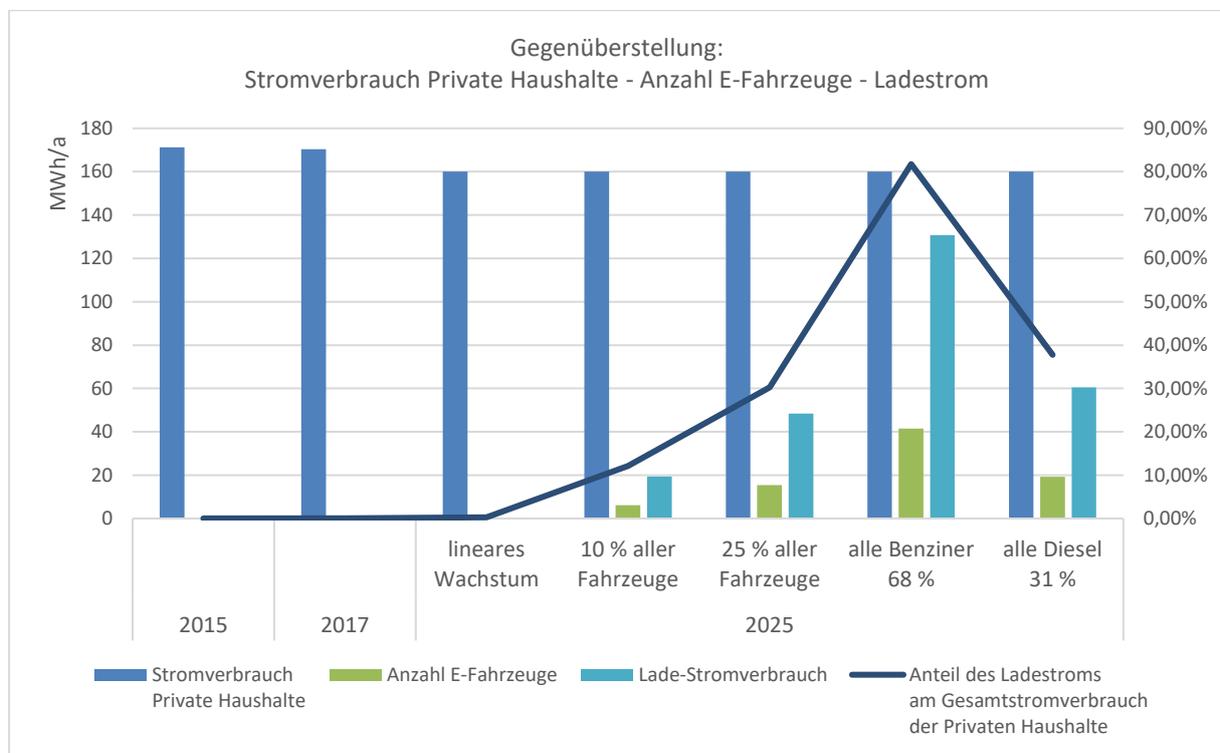


Abbildung 26: Gegenüberstellung: Stromverbrauch Private Haushalte - Anzahl E-Fahrzeuge – Ladestrom (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten KBA 2017, bayerisches Landesamt für Statistik 2017)

In Abbildung 26 können insbesondere folgende Punkte herausgestellt werden:

- in den Jahren 2015 und 2017 ist der Anteil der E-Fahrzeuge am gesamten Pkw-Bestand im Landkreis noch sehr gering (kaum sichtbar in der Abbildung) und stellt damit auch keinen entscheidenden Faktor für den Stromverbrauch der privaten Haushalte dar.
- wird die Entwicklung der Zulassungszahlen linear zu den letzten Jahren fortgesetzt, fällt der damit verbundene Stromverbrauch von etwa 113 MWh/a (dann 36 E-Fahrzeuge) kaum ins Gewicht; dieser würde lediglich 0,1 % des gesamten privaten Stromverbrauchs ausmachen.
- würden alle 2017 mit Benzin betriebenen Fahrzeuge (69 % aller Pkw, 31.100 Stück) durch E-Fahrzeuge ersetzt, müsste zur Deckung des dann benötigten Ladestroms etwa 98.000 MWh/a bereitgestellt werden. Dies entspräche einem Anteil am Stromverbrauch der privaten Haushalte von 89 %.
  - ➔ da der Ladestrom von den privaten Haushalten zusätzlich verbraucht werden würde, würde sich der Strombedarf erhöhen
  - ➔ durch den sehr hohen Deckungsgrad der erneuerbaren Energien am Strombedarf, könnte im Landkreis der Lade-Strom nachhaltig bereitgestellt werden (entspräche einer Ausnutzung von 68 % des „grün“ erzeugten Stroms)
  - ➔ durch die erhöhte Anzahl an E-Fahrzeugen wird insgesamt mehr Strom in den privaten Haushalten verbraucht, jedoch ist dieser durch erneuerbare Energien bereitstellbar

### Mobilfunknetz

Die derzeit noch bestehenden Lücken im Mobilfunknetz des Landkreises sind anbieterabhängig und relativ gering. Es wird davon ausgegangen, dass eine nachträgliche Verdichtung des Netzes zeitnah stattfinden wird. Die Qualität des Übertragungsnetzes, welche Relevanz bei Authentifizierung- und Abrechnungsvorgängen beim Laden der E-Fahrzeuge besitzt, sollte im kompletten Untersuchungsgebiet gegeben sein bzw. nicht als limitierendes Element in der Standortanalyse zum Tragen kommen.

### Verkehrsleistung und Zulassungszahlen

Nach den Verkehrsprognosen des Bundesverkehrswegeplans wird die Verkehrsleistung sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr zunehmen. Nachfolgende Grafik illustriert die verschiedenen voraussichtlichen Wachstumsraten in den unterschiedlichen Verkehrsarten [Angaben in Personenkilometer].

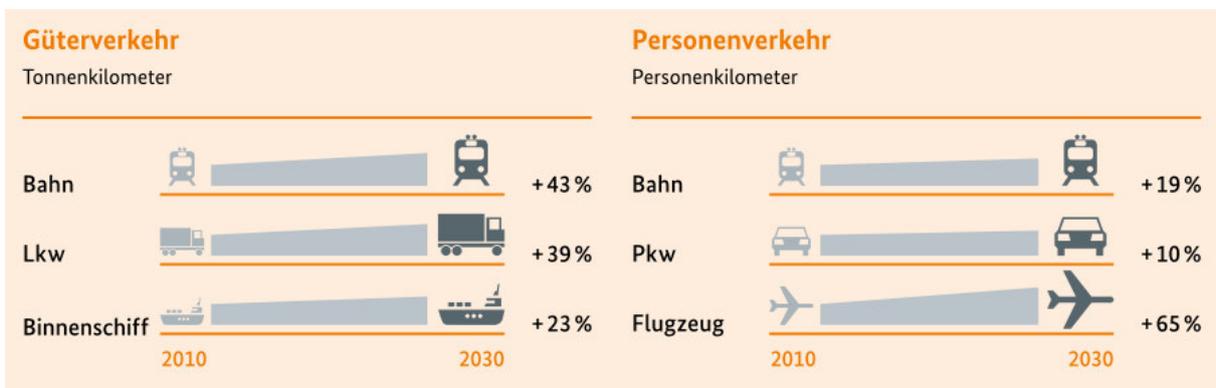


Abbildung 27: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 des Bundes - [Angaben in Personenkilometer] (Quelle: BMVI 2017)

Als größter Emittent von CO<sub>2</sub> im Straßenverkehr steht der Pkw-Verkehr im Mittelpunkt der öffentlichen Debatte (vgl. BMVI 2017). Als ein Schritt der Dekarbonisierung des Straßenverkehrs dürfen nach europäischer Gesetzgebung neu zugelassene Pkw ab 2020 im Durchschnitt nur noch 95 g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen. Ebenso soll durch die stärker voranschreitende Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs der

Individualverkehr nachhaltiger gestaltet werden. Da jedoch das tatsächliche Einsparpotenzial im Bereich der Mobilität zusätzlich stark von individuellen Befindlichkeiten abhängt, kann die Entwicklung der Einsparungen nur schwer abgeschätzt werden.

Durch technologische Fortschritte (z. B. Leichtbauweise, Aerodynamik) und die sukzessive Erneuerung des Gesamtbestands an Fahrzeugen wurde in den vergangenen Jahren bereits relativ viel Energie eingespart und es konnten Effizienzsteigerungen im Bereich der Reichweite bzw. des Verbrauchs je 100 km erzielt werden. Mit dieser Entwicklung sind die Verbrennungsmotoren (Benzin/Diesel/Gas) jedoch weitgehend an ihren Effizienzgrenzen angelangt. Moderne Mittelklasse-Pkw benötigen auf Grund dieser Entwicklungen heute nur noch ca. 5 Liter je 100 km. Dies entspricht etwa 50 kWh<sub>th</sub> Endenergieverbrauch je 100 km (Diesel: ca. 9,7 kWh<sub>i</sub>/Liter). Weitere besonders große Effizienzsteigerungen hinsichtlich des Endenergieverbrauchs je zurückgelegter Wegstrecke sind heute nicht mehr absehbar.

Werden die aktuellen Einwohnerzahlen des Landkreises Hof (etwa 95.000 Personen) ins Verhältnis zu den derzeit zugelassenen Pkw (61.438 Stück) gesetzt, ergibt sich eine Quote von 0,65 Pkw pro Einwohner (vgl. KBA 2017). Diese Zahl ist deutlich höher, als die durchschnittliche Zahl für Gesamtdeutschland (aktuelle Daten MOP 2015: 0,52 Pkw/EW) und kann durch die eher ländliche Prägung des Landkreises erklärt werden.

Tabelle 9: Zulassungsstatistik privater Pkw im Landkreis Hof (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten KBA 2017)

Zulassungsstatistik privater Pkw im Landkreis Hof		
	2017	
	absolut	[%]
<b>GESAMT</b>	<b>61.438</b>	<b>100 %</b>
<b>Benzin</b>	41.523	68 %
<b>Diesel</b>	19.194	31 %
<b>Gas</b>	550	0,9 %
<b>Hybrid</b>	115	0,2 %
<b>Elektro</b>	39	0,1 %
<b>Sonstige</b>	17	0,0 %*

Daten der Statistik lassen vor 2017 keine eindeutige Aussage zu reinem Elektroantrieb zu.  
\*sehr geringer Anteil, nicht absolut 0.

Der Kauf von E-Fahrzeugen wird von der Bundesregierung mit 4.000 € für Privatkäufer gefördert und soll die Elektromobilität weitervoran bringen. Dies geschieht jedoch langsamer als erwartet. Derzeit sind in Deutschland etwa 55.000 Elektroautos gemeldet (von insgesamt 45.000.000 Pkw).

Um einen ersten Eindruck der Entwicklung der E-Fahrzeuge in der Region zu bekommen, ist eine vergleichende Übersicht der umliegenden Zulassungsbezirke erstellt worden. Aus der Grafik wird der aktuell noch geringe Anteil der alternativen Antriebsarten deutlich; daher nochmals die tabellarische Darstellung der Zulassungen.

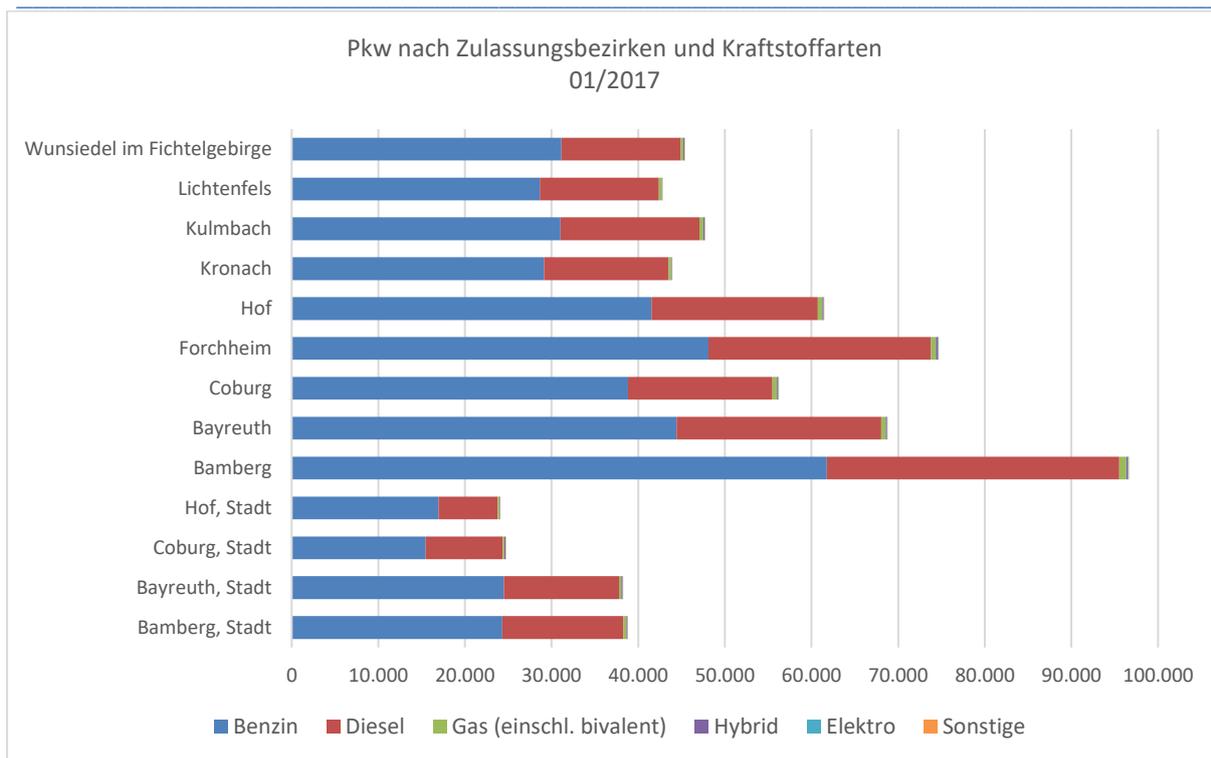


Abbildung 28: Zulassungsstatistik privater Pkw - Vergleich (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten KBA 2017)

Tabelle 10: Zulassungsstatistik privater Pkw - Vergleich (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten KBA 2017)

	Hof, Lkr.	Hof, Stadt	Wunsiedel, Lkr.	Kulmbach, Lkr.	Bayreuth, Lkr.	Bamberg, Lkr.
<b>Insgesamt</b>	61.438	24.057	45.374	47.686	68.756	96.636
<b>Benzin</b>	41.523	16.955	31.127	31.031	44.415	61.779
<b>Diesel</b>	19.194	6.836	13.777	16.031	23.627	33.760
<b>Gas (einschl. bivalent)</b>	550	166	293	431	517	811
<b>Hybrid</b>	115	76	138	154	147	174
<b>Elektro</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>39</b>	<b>93</b>
<b>Sonstige</b>	17	3	23	9	11	19

Wird der derzeitige Trend bzgl. Neuzulassungen von reinen E-Fahrzeugen im Landkreis Hof linear fortgeschrieben, so wird sich der aktuelle Bestand von 39 Fahrzeugen bis 2020 auf dann 73 E-Fahrzeuge erhöhen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Zulassungszahlen kontinuierlich erhöhen werden, jedoch unter den aktuellen Rahmenbedingungen auf einem eher niedrigeren Niveau bleiben.

Basierend auf den Daten des Kraftfahrtbundesamtes und unter der Annahme von durchschnittlichen Fahrleistungen für die einzelnen Fahrzeugtypen nach dem globalen Emissionsmodell integrierter Systeme (GEMIS) kann eine  $\emptyset$ -Fahrleistung der Bevölkerung im Landkreis Hof errechnet werden. Etwa 857 Mio. km werden so von allen privat genutzten Fahrzeugen zurückgelegt. Angenommen die heutige Fahrleistung der Landkreiskbürger würde gleichbleiben, jedoch alle Fahrzeuge hätten durch effizientere Verbrennungsmotoren einen gleichen/niedrigen Verbrauch von 5 Liter Diesel je 100 km, würde der aktuelle Endenergieverbrauch in Höhe von 554.700 MWh<sub>th/el</sub>/a auf knapp 415.930 MWh<sub>th</sub>/a sinken. Dies entspricht insgesamt etwa einer Einsparung im Bereich des Endenergieverbrauchs von 25 %. Da sich an der Zusammensetzung der Antriebsarten und Energieträger (Benzin/Diesel/Gas/ Sonstige) in

dieser Betrachtung nichts ändern würde, ändert sich auch grundsätzlich nichts an der Zusammensetzung des Primärenergieverbrauchs und der THG-Emissionen. Diese sinken in dieser Betrachtung theoretisch um etwa 28 %.

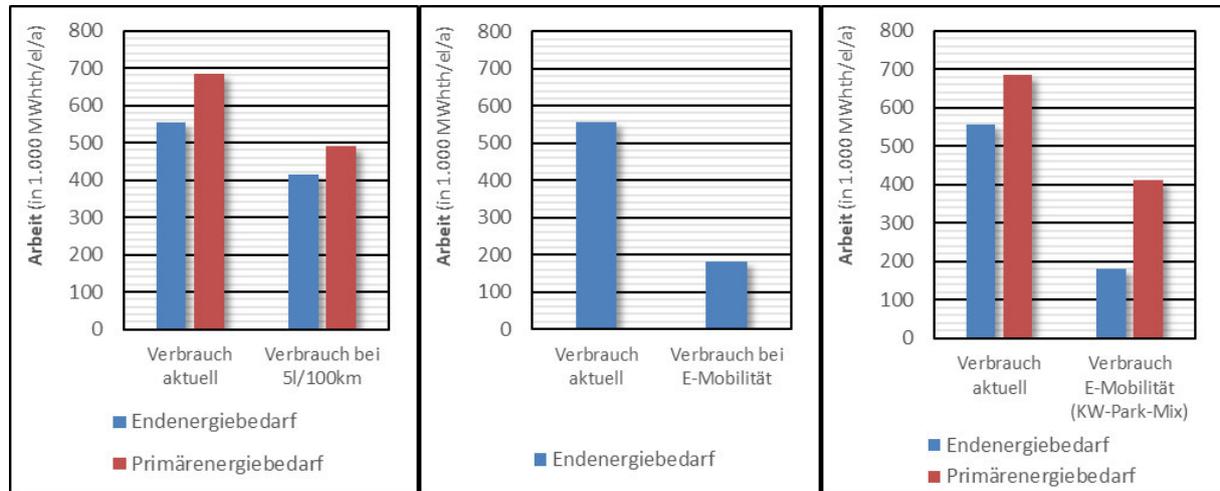


Abbildung 29: Veranschaulichung des Einsparpotenzials der privaten Haushalte bei Effizienzsteigerung (Quelle: Eigene Darstellung)

**E-Mobilität:** Im Gegensatz zur technologischen Entwicklung bei den Verbrennungsmotoren arbeiten Elektromotoren wesentlich effizienter. Hier liegt bereits heute der durchschnittliche Verbrauch eines Mittelklasse-Pkw bei knapp 18 kWh<sub>el</sub> je 100 km. Hinzu kommen in dieser Betrachtung durchschnittlich etwa 15 % Verluste beim Laden des Akkus. Insgesamt werden also knapp 21 kWh<sub>el</sub> je 100 km benötigt. Da jedoch auch der Elektromotor bereits seit Jahrzehnten bekannt ist, und sollen die zu erwartenden Effizienzsteigerungen bezüglich des Endenergieverbrauchs je zurückgelegter Wegstrecke (Leichtbauweise, aerodynamische Effekte und andere technologische Neuerungen) hier ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Würden die knapp 857 Mio. km Fahrleistung der privaten Haushalte im Landkreis allein durch Elektrofahrzeuge zurückgelegt, die einen Verbrauch von 21 kWh<sub>el</sub> Endenergie je 100 km besäßen, würde der gesamte aktuelle Endenergieverbrauch in Höhe von 554.700 MWh<sub>th/el</sub>/a auf knapp 180.100 MWh<sub>el</sub>/a sinken. Dies entspricht einer Einsparung von Endenergie in Höhe von bereits 68 % (siehe obenstehend mittlere Abbildung).

### Elektromobilität und der in diesem Zusammenhang notwendige Ausbau erneuerbarer Energien

Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der weitere Ausbau erneuerbarer Energien insbesondere im Strombereich. Denn wenn der Strombedarf für Elektromobilität mit dem heutigen durchschnittlichen Strom-Mix und dem heutigen Primärenergieaufwand und den heutigen THG-Emissionen stattfindet, bedeutet dies noch nicht zwangsläufig eine Einsparung im Bereich Primärenergie und THG-Emissionen. Denn im Gegensatz zum Primärenergiefaktor von Benzin oder Diesel in Höhe von ca. 1,28 bzw. 1,18 liegt derjenige des Stroms aus dem deutschen Kraftwerk-Park-Mix (KW-Park-Mix) bei ca. 2,28 (GEMIS 2017). Statt des heutigen Primärenergieverbrauchs der privaten Haushalte in Höhe von insgesamt 684.500 MWh/a würden bei einem vollständigen Umstieg auf Elektromobilität bei gleichbleibenden Faktoren immer noch 410.980 MWh/a nicht regenerative Primärenergie benötigt. Während also 65 % Endenergie eingespart werden, werden wegen des höheren Primärenergiebedarfs zur Bereitstellung von Strom lediglich 11 % Primärenergie eingespart.

Gleiches zeigt sich bei der Einsparung von THG-Emissionen: Statt 189.960 t pro Jahr würden zwar nur noch 169.200 t THG-Emissionen pro Jahr verursacht – die Einsparung liegt jedoch ebenfalls nur bei knapp 11 %.

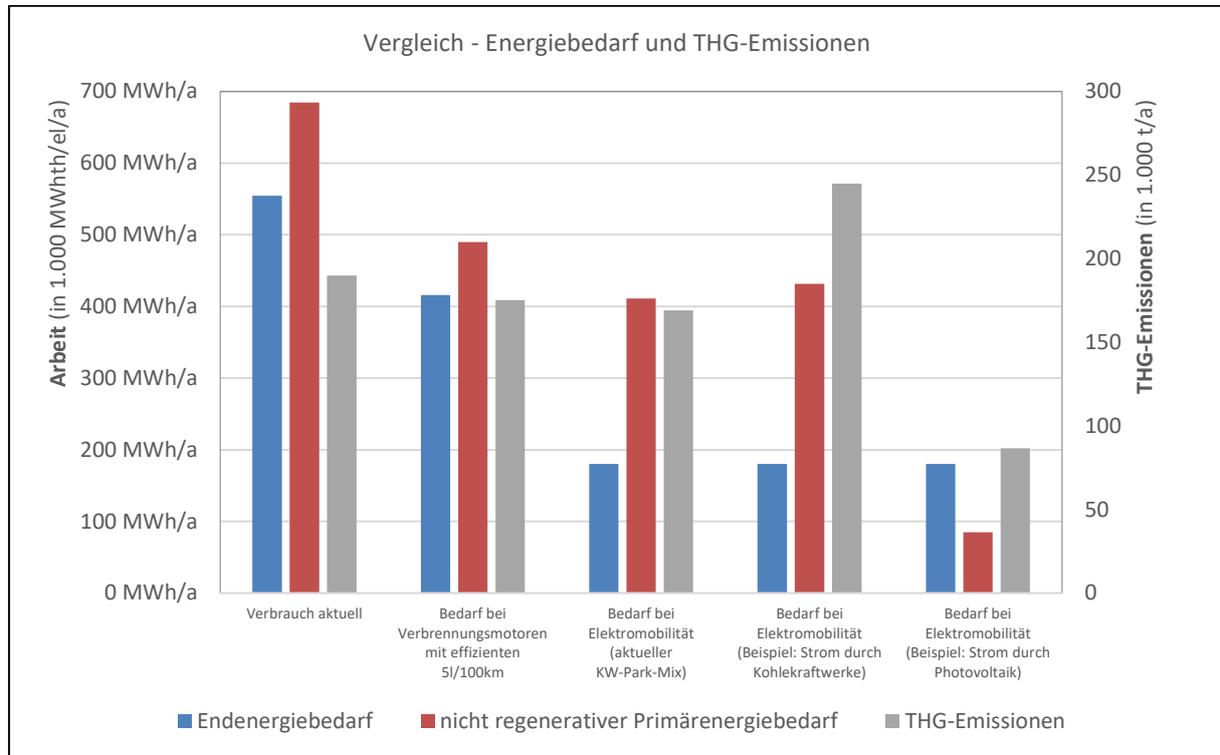


Abbildung 30: Vergleich – Energiebedarf und THG-Emissionen und Elektromobilität mit unterschiedlichen Annahmen zur Stromherkunft (Quelle: Eigene Darstellung)

Darüber hinaus würde auch der gesamte Lade-Stromverbrauch von heute 166 MWh<sub>el</sub>/a auf dann insgesamt ca. 165.000 MWh<sub>el</sub>/a enorm ansteigen. Damit gingen die heutigen Anteile regenerativer Energien am Stromverbrauch deutlich nach unten. Wenn der zusätzliche Strombedarf für Elektromobilität dann allein durch Braunkohle-Kraftwerke bereitgestellt wird, läge der gesamte nicht regenerative Primärenergieeinsatz bei ca. 410.980 MWh/a und die THG-Emissionen bei insgesamt sogar 244.870 t/a. Es würden also trotz der Einsparung von 68 % der benötigten Endenergie insgesamt sogar mehr als 29 % mehr THG-Emissionen emittiert werden als bei dem heutigen im Vergleich zur Elektromobilität noch relativ ineffizienten Pkw-Bestand.

Aus diesem Grund kommt dem Ausbau der Potenziale für regenerativen Strom auch bei Elektromobilität eine besondere Bedeutung zu. Würde der zusätzliche Strombedarf zum Beispiel allein durch Photovoltaikanlagen bereitgestellt, würden sich die THG-Emissionen auf ca. 86.700 t/a reduzieren, was einer Einsparung von etwa 54 % der THG-Emissionen bedeuten würde.

**Elektromobilität ist also nur bei gleichzeitigem Ausbau der erneuerbaren Energien wirklich ökologisch sinnvoll. An der Notwendigkeit des Strukturwandels hin zur Elektromobilität besteht in Anbetracht der THG-Einsparungsziele kein Zweifel, jedoch nur in Kombination mit der Nutzung erneuerbarer Energien.**

## Mobilitätskosten

Neben der Veränderung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen, werden sich auch die Mobilitätskosten in den kommenden Jahren sehr wahrscheinlich ändern. Insgesamt ist ein Anstieg der Kosten zu erwarten. Neben einer Autobahnmaut oder anderer Gebühren, werden ebenfalls höhere Kosten für Energie (Treibstoffe, Strom) zu verzeichnen sein. Oftmals unterschätzen Menschen ihre eigenen Mobilitätskosten; speziell beim Privat-Pkw werden etwa Instandhaltungs-, Versicherungs- und Treibstoffkosten zu gering bewertet. Zudem basiert der Kauf eines neuen Fahrzeugs meist nicht nur auf rationalen Gesichtspunkten.

Die aktuell höheren Anschaffungskosten schrecken viele Verbraucher noch vom Kauf eines Elektrofahrzeugs ab, gleichzeitig besitzen E-Fahrzeuge gerade bei den Betriebskosten einen Kostenvorteil geg. herkömmlichen Verbrennern. Für eine transparente Darstellung der Gesamtkosten (unterschiedliche Kraftstoff- bzw. Energiearten, Versicherungen oder Steuern) kann der TCO-Ansatz (Total Cost of Ownership) herangezogen werden. Dabei gilt es jedoch zu beachten, die Parameter so zu wählen, dass diese Methode richtig und nicht verzerrend angewendet wird. Oft sind die zahlreichen Kostenrechner im Internet gefärbt und definieren die Rahmenbedingung so, dass ein System bevorteilt wird. Eine transparente und übersichtliche Möglichkeit der Berechnung gibt das Öko-Institut e.V. mit einem Gesamtkostenrechner. Im Rahmen einer Begleit- und Wirkungsforschung innerhalb des Projektes „Schaufenster Elektromobilität“ ist dieser sowohl für gewerbliche als auch private Fahrzeuge entwickelt worden.

Tabelle 11: Gegenüberstellung Elektro-Benzin-Diesel (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten Öko-Institut 2017)

	Mittel - Elektrofahrzeug	Mittel - Benzin	Mittel - Diesel
<b>Gesamtkosten</b>	24.518	20.398	20.720
<b>Kostenbestandteile</b>			
<b>Fahrzeuganschaffung</b>	25.000	17.000	18.000
<b>Kaufprämie</b>	-4.000	0	0
<b>Ladeinfrastruktur</b>	1.500	0	0
<b>Kraftstoff-Kosten</b>	801	1.463	915
<b>Schmierstoffe</b>	0	293	
<b>Wartung und Instandhaltung</b>	381	603	617
<b>Versicherung</b>	836	836	900
<b>Abgas- und Hauptuntersuchung</b>	0	95	95
<b>Kfz-Steuer</b>	0	108	193
<b>Abschreibung für Abnutzung</b>	0	0	0
<b>Fahrzeugrestwert</b>	0	0	0
<b>Anschaffungsjahr</b>	2018	2018	2018
<b>Stromverbrauch/Kraftstoffverbrauch</b>	17,8	7,8	6,1
<b>Elektrische Reichweite</b>	200	0	0
<b>Haltedauer</b>	1	1	1
<b>Jahreslaufleistung</b>	15.000	15.000	15.000
<b>Kosten Stromverbrauch/ Kraftstoffe in €</b>	0,30	1,25	1,00

In Tabelle 11 wird zunächst die reine Anschaffung und der Betrieb im ersten Jahr betrachtet, hier ist das E-Fahrzeug im Vergleich zu den thermischen Verbrennern noch teurer. Hier fußt die Auswahl der Parameter auf Experteninterviews, Nutzerdaten, Förderprojekten und Informationen von Fahrzeug-

Flottenbetreibern. Derzeit stehen den höheren Investitionskosten der E-Fahrzeuge, die Einsparung während des Betriebs und die Vorteile in der direkten Emissionsbilanz gegenüber.

Vergleichsrechnung - Energieverbrauch:

*Tabelle 12: Vergleich der Betriebskosten innerhalb der Lebensdauer (Quelle: Eigene Berechnungen nach GEMIS 2017)*

	<b>VW-Golf</b>	<b>Nissan Leaf</b>	
<b>Jahresfahrleistung</b>	15.000	15.000	
<b>Verbrauch</b>	4,8 l/100 km	15 kWh/100 km	
		Konventioneller Strom-Mix-BRD	100 % Öko-Strom (PV-monokristallin)
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor</b>	100 g/km	588 g/kWh	130 g/kWh
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr kg/a</b>	1.500	1.323	351
<b>Differenz in kg</b>		177	1.149
<b>Differenz in %</b>		-12 %	-77 %
<b>Lebensdauer in Jahren nach GEMIS</b>	14,72	14,72	
<b>Laufende Kosten/gesamte Lebensdauer</b>	36.429	26.606	
		-9.823	
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen/gesamte Lebensdauer</b>	22.080	19.475	5.167

Werden lediglich die laufenden Betriebskosten z. B. eines VW-Golf und Nissan Leaf während der kompletten Lebensdauer von 14,72 Jahren miteinander verglichen, ist das E-Fahrzeug mit knapp 9.800 € günstiger im Unterhalt als der Verbrenner. Zusätzlich können insgesamt die emittierten Treibhausgase um 12 % bzw. 77 % reduziert werden. Niedrigere Wartungskosten sind als Vorteile zu nennen, der Verschleiß von Bremsen und der Reifenabrieb sind höher und schlagen damit nachteilig zu Buche, jedoch geht abhängig von Fahrzeugtyp und dem jeweiligen Einsatzprofil der Vergleich zu Gunsten der E-Fahrzeuge aus.

Neben den direkt vom Nutzer zu zahlenden Kosten, besitzt die Verkehrsteilhaber weitere externe Kosten. Diese Umweltkosten und weitere Kosten für Straßenbau, Lärmschutzmaßnahmen, Unfallkosten etc. werden zu großen Teilen nicht verursachergerecht verrechnet, sondern von der Allgemeinheit getragen, d. h. externe Effekte wirken sich auf unbeteiligte, aber nicht unbeeinflusste Dritte aus. Dabei können diese Effekte sowohl positiv als auch negativ sein und daher einen externen Nutzen oder externe Kosten verursachen. Sind die volkswirtschaftlichen Kosten des Motorisierten Individualverkehr (MIV) höher als die Summe der als privaten Kosten aller Teilnehmer am MIV zu tragen haben, dann wird von externen Kosten des MIV gesprochen. Mobilität und auch der motorisierte Individualverkehr ist immer eine Mischung aus privaten und öffentlichen Interessen.

### Potenzielle Nutzer der E-Mobilität im Landkreis

Das System der Elektromobilität befindet sich derzeit noch im Entwicklungsstadium, die sog. Markthochlaufphase wird von der Bundesregierung genutzt, um die Weichen so zu stellen, dass Deutschland zum Leitmarkt für E-Mobilität wird und künftig ein größerer Anteil des Verkehrs elektrisch bewältigt wird. Aktuell ist, bedingt durch externe Rahmenbedingungen dieser Hochlauf allerdings mit

relativ hohen Unsicherheiten behaftet. Niemand kann exakt vorhersagen, wie sich Rahmenbedingungen, der Bestand und die Technologie weiter entwickeln wird. Die zahlreichen unterschiedlichen Akteure stellen auch verschiedenen Ansprüche an das komplexe System der E-Mobilität und versuchen die Entwicklungen vorherzusehen. Nachfolgende Prognosen zeigen exemplarisch die breite Spanne bzgl. der angenommenen Entwicklung im E-Fahrzeugbestand:

- PricewaterhouseCoopers 2016 - Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: 2030: 75 % der Neuzulassungen sind teil bzw. voll E-Fahrzeuge, im Bestand: 40 %.
- VW Strategiepapier 2016 - Automobilhersteller: 2025: 25 % Bestand.
- VDA 2017 - Verband der Automobilindustrie: „Im Jahr 2025 könnte der Anteil von Elektrofahrzeugen an den Neuzulassungen in Europa laut einzelner Hersteller bei 15 bis 25 Prozent liegen“.

Um die potenziellen Nutzer im Landkreis besser abschätzen zu können, werden verschiedenen Gruppen abgegrenzt.

### Unternehmen

Basierend auf den deskriptiven Eigenschaften und den eher innovationsaffinen Unternehmen, ist ein Einordnung der im Landkreis ansässigen Unternehmen nach der Branchenbezeichnung und einer Kurzbeschreibung, welche das Landratsamt zur Verfügung stellte, getroffen worden. Als Grundgesamtheit der Unternehmen dienten alle mit einer Mitarbeiterzahl >25. Zusätzlich konnten in den Vor-Ort-Gesprächen in den einzelnen Kommunen insgesamt Unternehmen identifiziert werden, die als besonders affin dem Thema Elektromobilität und der Einführung von E-Fahrzeugen gelten.

### Pendler

Insgesamt verzeichnet der Landkreis Hof im Jahr 2015 etwa 25.690 Einpendler und gut 26.370 Auspendler (sozialversicherungspflichtige Beschäftigte, gem. Bundesagentur für Arbeit, Stand der Daten: Stichtag 30.06.2015). Damit besteht ein Auspendlerüberschuss von etwa 3 %. In den einzelnen Kommunen des Landkreises schwankt die Zahl der Ein- und Auspendler über die Gemeindegrenzen hinweg sehr stark. Rehau, die Stadt mit dem größten Arbeitsplatzangebot, weist ebenso eine hohe Zahl an Einpendlern (3.880) und den zweithöchsten positiven Pendlersaldo (+1.888) auf. Der größte negative Pendlersaldo ist in Schwarzenbach a. Wald vorzufinden (-895). In der Gemeinde haben drei Mal so viele Personen ihren Arbeitsplatz außerhalb der Gemeindegrenzen als innerhalb. Auffällig ist die hohe Einpendler Zahl in Töpen (2.134), da die Kommune etwa doppelt so viele Einpendler wie Einwohner verzeichnet (insbesondere durch die Dennree Gruppe).

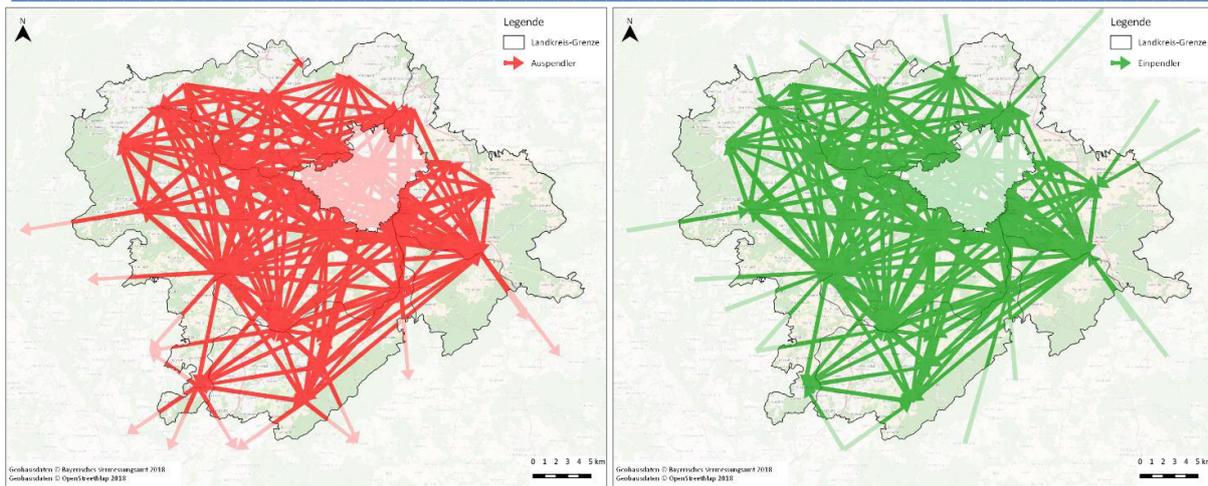


Abbildung 31: Pendlerbeziehungen des Landkreises Hof (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des bayerischen Vermessungsamtes, LRA Hof 2018)

Im Zuge des „Integrierten Mobilitätskonzeptes Hochfranken“, welches durch die Logistikagentur Oberfranken (LAO) im Jahre 2015 erarbeitet wurde, sind Bürgerbefragungen durchgeführt worden. Ein Schwerpunkt hierbei waren die Arbeitnehmer der Region. Obwohl hier auch Unternehmen im Landkreis Wunsiedel befragt wurden, können die Ergebnisse die Situation im Landkreis Hof gut abbilden. In Abbildung 32 können die einfachen Fahrstrecken der Arbeitnehmer in der Region Hochfranken abgelesen werden: ein Viertel der befragten Arbeitnehmer müssen lediglich einen täglichen Weg von bis zu fünf Kilometern bewältigen, weitere 50 % besitzen mit unter 25 km einen relativ kurzen Anfahrtsweg, 18 Prozent der Arbeitnehmer müssen als Wegstrecke 26-50 km absolvieren, 6 % finden sich in der Gruppe Pendler mit einem Weg von 50-100 km und lediglich 1 % gibt an über 100 km zum Arbeitsplatz fahren zu müssen. Hierbei besitzen über 80 % der Befragten eine Transferzeit vom Wohnort zum Arbeitsplatz von unter einer halben Stunde, wobei etwa 75 % der Strecken mit dem MIV als Selbstfahrer zurückgelegt werden (LAO 2015, S.35f).

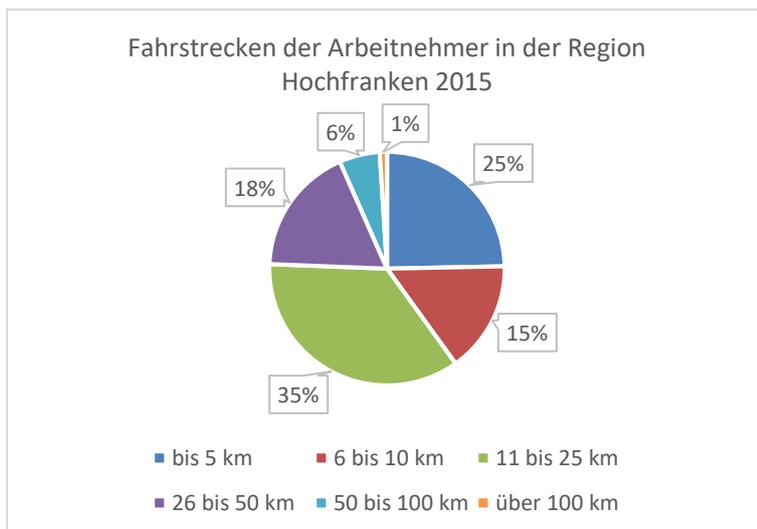


Abbildung 32: Fahrstrecken der Arbeitnehmer (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten Logistikagentur 2016)

Einerseits wird die Siedlungsstruktur des ländlichen Raumes Hochfrankens mit etwas längeren Distanzen für den Arbeitsweg sichtbar, andererseits kann hier aber auch ein hohes Potenzial für die Nutzung von E-Fahrzeugen in der Region abgeleitet werden. Unter einer sehr konservativen Annahme

der derzeitigen begrenzten Reichweiten können mit für eine vorsichtige Betrachtung die längeren Strecken von mehr als 50 km ausgeklammert werden; lediglich 7 % der Befragten müssen eine solche Strecke bewältigen. D. h. rein nominell besitzt die überwiegende Mehrzahl der Befragten die Möglichkeit ihren täglichen Arbeitsweg bequem elektrisch zurückzulegen. Es bleibt also festzuhalten, dass trotz der ländlichen Prägung ein erhebliches Potenzial für die elektromobile Bewerkstellung der täglichen Arbeitswege im Landkreis besteht und zudem noch über „Reichweitenreserven“ verfügt werden könnte.

### *Touristen*

Elektrofahrzeuge kommen im Bereich des Tourismus insbesondere für Tagesausflüge oder spezielle Veranstaltungen in Frage. Hier steht eine Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsträger zu einem intermodalen Mobilitätsangebot innerhalb der Region im Vordergrund. Mit der Einbindung verkehrsträgerübergreifender Angebote in die touristischen Mobilitätskette (Anreise mit der Bahn, Leihfahrzeug, E-Fahrrad, etc.) kann der gesamte Landkreis profitieren.

### *Kommunale Flotten*

Der Einsatz von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen in einer Fahrzeugflotte unterliegt wirtschaftlichen, technologischen und „unternehmenspolitischen“ Einflussgrößen. Gerade die Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen liegen auf absehbare Zeit noch über dem Niveau eines vergleichbaren thermischen Verbrenners. Bei den Betriebskosten (u. a. Kraftstoff, Wartung) sind E-Fahrzeuge vergleichsweise günstig.

Neben dem Imagegewinn und der Emissionsreduktion muss die Kommune selbstverständlich auch den wirtschaftlichen Betrieb der Fahrzeuge gewährleisten. Die Faktoren für einen wirtschaftlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen sind u. a.:

- Größe der Flotten
- hohe Jahreslaufleistungen
- hohe Tagesfahrleistung (im Rahmen der jeweiligen Reichweite)
- gleichmäßige/planbare Fahrprofile
- hoher Anteil an Stadtfahrten/Kurzstrecken
- ausreichend lange Standzeiten (z. B. nachts, für Ladevorgang)
- evtl. Nutzung von (selbst produzierten) Solar-Strom
- Wartungsintensität und -kosten
- Weitere Nebenkosten (Versicherung, Steuer, etc.)

Die Auswertung der Daten zu den kommunalen Flotten aus der durchgeführten Fragebogenaktion hat gezeigt, dass die Fahrzeuge, welche in den Gemeinden eingesetzt werden, oftmals Bauhoffahrzeuge bzw. Sondernutzungsfahrzeuge (Feuerwehr, Schneepflug, etc.) sind, für die es derzeit kaum einen Ersatz in „elektrischer“ Form gibt. Ein Fuhrparkmanagement ist in keiner der Gemeinden etabliert. Zusätzlich werden fahrzeug- und fahrtenspezifische Daten von den Kommunen oftmals nicht exakt erhoben, was eine detaillierte Auswertung erschwerte.

Der gesamte Fuhrpark der Landkreisgemeinden (soweit die Daten via Kommunalem Fragebogen übermittelt wurden) setzt sich derzeit aus 203 Fahrzeugen (Pkw, Nutzfahrzeuge, Spezialfahrzeuge) zusammen. Zum 31.12. des Jahres 2017 waren dies im Einzelnen:

- 30 Dienst-Pkw

- 43 leichte Nutzfahrzeuge
- 2 Nutzfahrzeuge
- 4 Kleinbusse
- 35 Spezialfahrzeuge
- 73 Feuerwehrfahrzeuge
- 17 Schlepper

Ausgehend von der aktuellen Marktsituation und der kurzfristigen Entwicklung kann im Bereich der Pkw und der leichten Nutzfahrzeuge eine sinnvolle Substituierung der thermischen Antriebe durch einen elektrischen Antrieb erfolgen. Spezialfahrzeuge wie z. B. Schneeräumfahrzeuge aber auch Schlepper oder Feuerwehrfahrzeuge können derzeit nicht bzw. nicht sinnvoll durch elektrische Alternativen ersetzt werden. Für Fahrzeug der Klein-, Mittel- und Kompaktklasse, die vergleichsweise als Dienst-Pkw genutzt werden existieren am Markt bereits etablierte BEV-Modelle: z. B. der Volkswagen e-Golf, der Renault ZOE, oder der Nissan Leaf.

Im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge ist die Umrüstung teilweise mit Herausforderungen verbunden, da zum einen die praktische Nutzung der Fahrzeuge im Einzelfall variiert und zum anderen das Angebot noch limitiert ist. Zwar sind mit dem Renault Kangoo Z.E. und dem Nissan e-NV200 zwei Modelle vorhanden, die viele, jedoch nicht alle Einsatzbereiche abdecken. Die Entwicklungen am Markt werden hier weiter voranschreiten, voraussichtlich kann der E-Scooter der deutschen Post Mitte 2018 allgemein zur Verfügung gestellt werden, weiterhin werden neue Modelle im Bereich der Kleintransporter erwartet. Ggf. können Vereinbarungen mit Herstellern getroffen werden, um den Kaufpreis zu reduzieren; zudem sollte gerade bei erst kürzlich erworbenen Modellen die Möglichkeit der Umrüstung geprüft werden.

Empfehlenswert ist es, wenn sich die einzelnen Kommunen oder der Landkreis zu einer Elektrifizierungsquote oder dem schrittweisen Ausbau der E-Flotte entscheiden würden, um so den Fuhrpark stufenweise nachhaltiger zu machen. Ebenso ist durch die Einführung eines Managements Systems oder bei genauer Kenntnis der zurückgelegten Strecken (Hinweis: Bei weiteren Auswertungen kann mit Datenloggern gearbeitet oder auf GPS-Systemen zurückgegriffen werden) die Möglichkeit gegeben, Pkw-Fahrten teilweise mit nachhaltigeren Verkehrsmitteln zurückzulegen. Durch exakte Einsicht der Mobilitätsbedarfe können u. a. auch Alternativen (E-Bike, Fahrrad, Lastenrad, Carsharing, etc.) genutzt werden.

### **Ausgewählte Klimaschutzmaßnahme – Förderung von Elektromobilität**

Im Rahmen des Klimaschutzmanagements kann für Elektromobilität im Förderschwerpunkt IV.3 „Ausgewählte Klimaschutzmaßnahme“ eine Förderung beantragt werden. Diese Förderung ist im Rahmen der Novellierung der „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“ (Kommunalrichtlinie) neu aufgenommen worden. Hier ist nun die Umstellung und Teilumstellung kommunaler Fuhrparke auf elektrisch betriebene Neufahrzeuge möglich, zudem kann die fahrzeugbezogene, nicht öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur gefördert werden. Das beinhaltet den Austausch von Altfahrzeugen gegen Batterieelektrofahrzeuge, Plug-in Hybrid-Fahrzeuge (von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge), elektrische Lastenfahräder, E-Bikes und Pedelecs. Die zuwendungsfähigen Ausgaben werden mit einer nicht rückzahlbaren Zuwendung von bis zu 50 %, maximal 200.000 € gefördert. Hierbei müssen

die Fahrzeuge erworben werden und eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von mindestens 70 % muss durch die Umstellung erreicht werden.

Da diese Maßnahme bereits im Klimaschutzkonzept des Landkreises von 2014 verankert ist, konnte das Klimaschutzmanagement des Landkreises diese neue Fördermaßnahme ihren Landkreis-kommunen als Option anbieten. Der Bedarf der einzelnen Kommunen wurde während der Konzeptphase abgefragt, so dass diese Fördermittel Ende des Jahres 2018 beantragt werden konnten.

### Ladeinfrastruktur für kommunale Elektroflotte

Neben der Beschaffung der E-Fahrzeuge muss parallel dazu auch die benötigte Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Diese nicht-öffentlichen Ladestellen können mit einer niedrigeren/11 kW Anschlussleistung ausgestattet werden, da im Regelfall genügend Zeit für den Ladevorgang zur Verfügung steht und bei der beschleunigten Ladung der Kosten-Nutzen-Faktor gegeben ist. Hierfür sind die dafür benötigten finanziellen Mittel (je smarte Wallbox 1x 11 kW etwa 1.000 €) zuzüglich der Installationskosten im Haushalt bereitzustellen.

➔ **Versorgung der Ladeinfrastruktur mit Strom aus erneuerbaren Energien**

Elektromobilität ist primär sinnvoll, wenn der Ladestrom nachhaltig bereitgestellt wird. Kommunen sollten sich daher verpflichten die benötigte Jahresmenge an Strom möglichst emissionsfrei/arm zu beziehen.

➔ **Einführung von Mitarbeiter-E-Carsharing**

Eine zusätzliche Möglichkeit Stillstandzeiten zu minimieren und die Auslastung der Elektrofahrzeuge zu erhöhen, ist die Einführung eines sog. Mitarbeiter-E-Carsharings. Hier kann sich die Kommune und das E-Fahrzeug mit ihren Mitarbeiter zu Geschäftszeiten wird das Fahrzeug regulär genutzt und dann nach Dienstschluss den Angestellten zur privaten Nutzung zur Verfügung gestellt werden (Best-Practice-Sharing: LRA Wunsiedel).

➔ **Die Einführung der Elektromobilität muss nicht auf einmal, in einem Schritt vollzogen werden, auch schließt die Nutzung von E-Fahrzeugen im Fuhrpark die zusätzliche Nutzung von thermischen Fahrzeugen nicht aus; hier ist ein Mix auch langfristig zielführend.**

## 7. Standortanalyse

Bei einer weiteren Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge ist eine entsprechende Ladeinfrastruktur unerlässlich, daher ist eine der Hauptaufgaben des Elektromobilitätskonzeptes die Identifizierung von geeigneten Standorten für die benötigten öffentlichen Ladepunkte im Untersuchungsgebiet. Ziel soll es sein, ein flächendeckendes, konsistentes Netz zu errichten, welches in allen Kommunen des Landkreises Hof möglichst optimale Standorte zur Aufstellung der E-Tankstellen aufweist. Neben einer geeigneten Lage, spielen die stromnetzseitige Erschließung, mögliche Aufenthaltsgelegenheiten in der unmittelbaren Umgebung und eine hohe Frequentierung eine gewichtige Rolle. Die ermittelten Ladestandorte sollen zukünftig priorisiert ausgebaut werden.

Wichtige Punkte hierbei sind insbesondere:

- Installation einer aus Kundensicht möglichst einheitlichen Infrastruktur im gesamten Landkreis.



Bundesrepublik Deutschland soll diese insbesondere dazu beitragen, ungerechtfertigte Unterschiede abzubauen und gleichwertige Lebensverhältnisse zu schaffen. So werden die Grundsätze und Leitlinien des Bundes in den einzelnen Bundesländern in Landesraumordnungsprogrammen und -plänen umgesetzt. Darin werden u. a. Zentrale Orte festgelegt, die der Versorgung mit Gütern, Dienstleistungen, Arbeitsplätzen und Infrastruktureinrichtungen dienen.

- **Unter/Grundzentren** dienen der Deckung der Grundversorgung, insbesondere des kurzfristigen bzw. täglichen Bedarfs (z. B. Supermarkt, Grundschule).
- **Mittelzentren** dienen der Deckung der Grundversorgung und des mittelfristigen bzw. gehobenen Bedarfs (z. B. Facharzt, weiterführende Schulen).
- **Oberzentren** dienen der Deckung der Grundversorgung, des langfristigen, d. h. gehobenen sowie des spezialisierten, höheren Bedarfs (z. B. Theater, Fachkliniken, Hochschulen).

Um eine flächendeckende Grundversorgung zu ermöglichen und regionale Disparitäten abzubauen bzw. nicht entstehen zu lassen, sind ausgehend von der aktuellen Raumordnung bzw. von den Inhalten der Regionalplanung die weiterführenden Analysen für geeignete Ladestandorte durchgeführt worden. D. h. in Abhängigkeit der zugeordneten Funktion einer Gemeinde ist die Mindest-Anzahl der Ladestationen definiert worden. Für Nicht-Klassifizierte Kommunen, ist eine Ladestation, für Grund/Unterzentren zwei und drei für Mittel- und vier für Oberzentren als Planungsgrundsatz definiert worden.

Im Rahmen der Bearbeitung sind zunächst anhand von Analysen mittels des geographischen Informationssystems geeignete Standorte identifiziert worden, die dann im nächsten Schritt durch Vor-Ort-Begehungen und in Gesprächen mit lokalen Vertretern der Kommunen weiter plausibilisiert wurden.

Durch das Zusammenführen aller relevanten Daten ist ein grundlegender Überblick über die aktuelle Situation im Landkreis bzgl. des Systems Elektromobilität gewonnen worden. Folgende Daten und Aspekte der Standortanalyse sind aufbereitet und anschließend visualisiert worden, um erste Standortvorschläge für die Ladepunkte ableiten zu können.

## 1. Geodatengrundlage

(Datenquelle: Landratsamt Hof, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, bayerischen Vermessungsverwaltung, OpenStreetMap)

- a. Verwaltungsgrenzen
- b. Flächennutzung
- c. Verkehrsinfrastruktur
- d. Digitales Gelände- und Landschaftsmodell

## 2. Statistische Grunddaten

(Datenquelle: Regionaldatenbank, Landesamt für Statistik, Statistisches Bundesamt, Kraftfahr-bundesamt)

- a. Demographische Entwicklung
- b. Haushaltsstatistiken
- c. Übernachtungszahlen
- d. Daten zum Fahrzeugbestand

### 3. Weitere raumstrukturell-relevante Daten

(Datenquelle: Kommunen, Tourismusverbände, Verkehrsgemeinschaft Fichtelgebirge, Bundesagentur für Arbeit)

- a. Unternehmensdaten (Standorte, Beschäftigungszahlen, Pendler)
- b. POIs (Touristische Ziele)
- c. Infrastrukturdaten (ÖPNV-Haltestellen, Verkehrszählungen)

### 4. Angaben lokaler Akteure

(Datenquelle: Kommunen, Unternehmen, Verteilnetzbetreiber, Bürger)

- a. Fuhrpark
- b. Energetische Infrastruktur
- c. Zentrale Punkte
- d. Lokale Unternehmen
- e. Geplante Maßnahmen

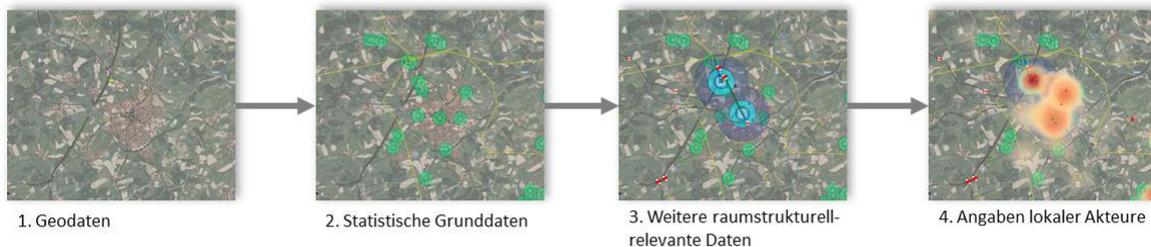


Abbildung 34: Darstellung Standortdefinition - Methodik (Quelle: Eigene Darstellung)

Neben einer möglichst hohen Nachfrage- und Versorgungsdichte am Standort, sollten ebenfalls ausreichend Parkmöglichkeiten vorhanden sein und eine stromnetzseitige Integration zweckmäßig bewerkstelligt werden können. Hierfür sind im ersten Schritt POIs innerhalb des Landkreises mit Prioritäten und Verweilzeiten belegt worden, um so die Bereiche mit einer hohen Konzentration an zentralen Punkten ausfindig zu machen. Weiterhin sind die möglichen Parkflächen und zentralen Infrastrukturpunkte herausgestellt sowie potenzielle Integrationspunkte ins Stromnetz, identifiziert worden.

Die vorhandenen POIs wurden in Anlehnung an die Grunddaseinsfunktionen in folgende Kategorien eingeteilt:

- Arbeiten/Bildung - insbesondere: Unternehmensstandorte, Schulen
- Einkaufen - insbesondere: Nahversorgung, Einzelhandel
- Freizeit - insbesondere: Schwimmbäder, Gastronomie
- Wohnen - insbesondere: Ortslagen, Wohnstandorte
- Tourismus - insbesondere: Ausflugsziele
- Ver- und Entsorgen - insbesondere: Banken, Verwaltung, Ärzte
- Sonstiges

Diese POIs sind aus Sicht einer Person bewertet worden, welche die Standorte nur „besucht“, sich also nicht dauerhaft dort aufhält. Zudem sind für die Analysen Personen relevant, die einen Führerschein



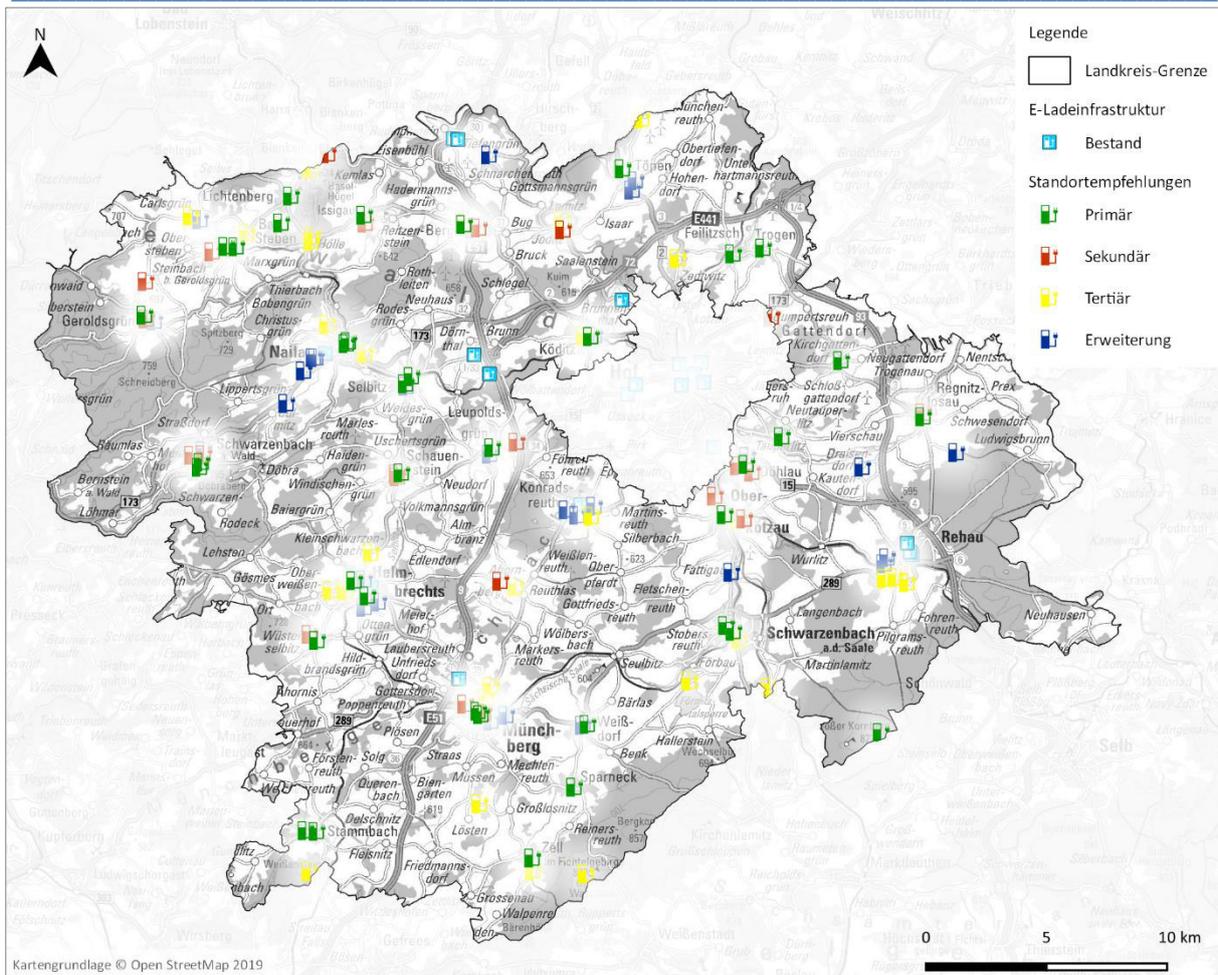


Abbildung 36: Mögliche E-Ladeinfrastruktur - Standortvorschläge (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten LRA, OSM, bayerischen Vermessungsverwaltung)

Tabelle 13: Standortvorschläge für das Primär-Netz im Landkreis (Quelle: Eigen Darstellung)

Lage	Anmerkung	Kommune
Gemeindeparkplatz zw. Casino und Edeka	Parkplatz, Wochenmarkt, WC	Bad Steben
Poststraße	bereits in Planung mit Bayernwerk	Bad Steben
Festplatz geg. Friedhof	Festplatz, Standort für Zentrum	Berg
Rathaus	Parkplatz	Döhlau
Quellitzsee	Parkfläche	Döhlau - Tauperlitz
Rathaus gegenüber Bürgerhaus	Parkfläche	Feilitzsch
Rathaus	Parkplatz	Gattendorf
Bahnhof	Kopfbahnhof	Geroldsgrün
Rathaus, Bibliothek, Kirche	Parkflächen	Helmbrechts
Nähe Kirche	Parkfläche	Helmbrechts - Wüstenselbitz
Parkplatz	neuer Parkplatz	Issigau
Zw. Göstrahalle und Rathaus	Parkfläche	Köditz
Rathaus	Parkplatz	Leupoldsgrün
Parkplatz	nahe Café, Rathaus	Lichtenberg
Frankenwaldsee	Naherholungsgebiet	Lichtenberg

<b>Bahnhof</b>	Intermodaler Schnittpunkt	Münchberg
<b>Pocks-Parkplatz</b>	Parkplatz	Münchberg
<b>Bahnhof</b>	Intermodaler Schnittpunkt	Naila
<b>Zentral-Parkplatz</b>	hohe Frequentierung	Naila
<b>Plärrer</b>	Parkplatz, Aufenthaltsqualität, Bäckerei	Oberkotzau
<b>Postplatz</b>	Parkplatz - Zentrum	Regnitzlosau
<b>Festplatz</b>	Neugestaltung geplant	Schauenstein
<b>Rathaus</b>	Ortskern	Schwarzenbach am Wald
<b>Schützenstraße</b>	Wohnmobilstellplatz, Nähe Skilift	Schwarzenbach am Wald
<b>Parkplatz</b>	gegenüber Bahnhof	Schwarzenbach an der Saale
<b>Rathaus</b>	Parkplatz Schlossplatz	Schwarzenbach an der Saale
<b>Kornberg</b>	Touristischer POI	Schwarzenbach an der Saale
<b>Bahnhof</b>	Intermodaler Schnittpunkt	Selbitz
<b>Luitpoldplatz</b>	Festplatz, sinnvoll	Selbitz
<b>Rathausparkplatz</b>	Ortskern	Sparneck
<b>Cap-Markt</b>	zentraler Einkaufspunkt	Stammbach
<b>Rathaus</b>	Parkplatz	Stammbach
<b>Turnhalle</b>	Sportplatz Turnhalle	Töpen
<b>Zentrum</b>	Ortsmarkt	Trogen
<b>Hallersteiner Straße</b>	Neugestaltung	Weißdorf
<b>Rathaus</b>	Ortskern	Zell

Auf den ersten Blick fällt das Fehlen der Stadt Rehau in der Liste der Primär-Standort-Empfehlungen auf. Dies erklärt sich durch die bereits drei installierten Ladestandorte innerhalb des Stadtgebietes, hier wird seitens der Verwaltung kein weiterer akuter Handlungsbedarf gesehen (Empfehlungen in den Kategorien Sekundär, Tertiär und Erweiterung sind vorhanden).

Um zunächst im ersten Schritt das Grundnetz mit allen 37 Ladestandorten der Primär-Kategorie umzusetzen, sind nach einer ersten Grobkostenschätzung der Ladesäulen in Höhe von 10.000 € pro Säule etwa 370.000 € Gesamtinvestition nötig. Zu diesen Ausgaben kommt noch der Netzanschluss hinzu, je nach Standort macht dies Beträge ab 2.000 € je Ladesäule aus (Leitungslänge, Erdarbeiten, evtl. Netzverstärkungen, etc.). Des Weiteren fallen Kosten für die Elektroinstallation an. Um die Kommunen bei der flächendeckenden Installation öffentlicher Ladestationen zu unterstützen, sind spezielle Förderprogramme entwickelt worden, u. a. im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft“ werden bis 2020 Maßnahmenpakete im Bereich der Elektrifizierung bzw. Ladeinfrastruktur erlassen, um die verstärkte Dekarbonisierung des Verkehrs zu erreichen.

### Ladestandorte und empfohlene Technik

Ein wichtiger Aspekt, um den Aufstellort einer Ladesäule und die dort verwendete Technik zu ermitteln, ist das Wissen um die regelmäßigen Standzeiten der Pkw (Parkplatz tags- und nachts) und die vorwiegende Frequentierung bzw. Nutzung. Generell sollte sich die Anzahl der Ladepunkte und die installierte Ladeleistung nach den zu erwarteten tatsächlichen Bedarfen richten.

Hierbei besitzt die elektrische Leistung der Ladevorgänge auch einen entscheidenden Einfluss auf die Stromnetze. Höhere Ladeleistungen sorgen für kürzere Ladezeiten, gehen jedoch mit einer höheren Belastung für das Netz und die Fahrzeugbatterie einher. Das aktuelle Spektrum der Ladeleistungen

reicht von 3,7 kW bis 150 kW, wobei perspektivisch Ladesysteme mit höheren Leistungen verfügbar sein sollen (bis zu 400 kW High Power Charging) (siehe dazu „Punkt Ladetechnik“). Diese hohen Ladeleistungen werden jedoch vorwiegend für Zwischenladungen auf längeren Wegstrecken benötigt, sodass diese u. a. an Autobahnraststätten installiert und dann direkt an einen Mittelspannungstransformator angeschlossen werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Großteil der Ladevorgänge privat stattfindet wird (lange Standzeiten, geringere Leistungen). Daher sollten die Ladeleistungen zwischen 3,7 kW und 22 kW genügen, um die Batterie in angemessener Zeit vollständig laden zu können.

Für kommunale E-Fahrzeuge ist die Installation einer Wallbox oftmals ausreichend, hier kann mit bis zu 11 kW Leistung geladen werden. Längere Standzeiten der Fahrzeuge und das nicht notwendige Abrechnungssystem generieren hier ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Zum derzeitigen Bedarf und unter den aktuellen technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen hat sich im öffentlichen Bereich die Möglichkeit des beschleunigten Ladens etabliert: eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten und jeweils max. 22 kW Anschlussleistung. Zur Installation einer Ladesäule zählt zudem die Bereitstellung von zwei Parkplätze für die Elektrofahrzeuge. In Tabelle 14 werden verschiedene Möglichkeiten der Ladesysteme für den öffentlichen Raum dargestellt:

- Smarte Wallbox – ermöglicht ein Abrechnungssystem und Lastenmanagement
- Ladesäule AC – ermöglicht das parallele Laden von 2 Fahrzeugen inkl. Abrechnungssystem und Lastenmanagement
- Ladesäule DC – 1 Fahrzeug kann mit höherer Leistung geladen werden inkl. Abrechnungssystem und Lastenmanagement
- Es wird angenommen, dass die Kosten für die Ladeinfrastruktur in den nächsten Jahren tendenziell weiter sinken werden

*Tabelle 14: Schätzung der Netto-Kosten der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für 2020 (Quelle: Eigene Darstellung nach Daten NPE 2015)*

Ladetechnik	Smarte Ladebox		Ladesäule		Ladesäule	
	2017	Prognose 2020	2017	Prognose 2020	2017	Prognose 2020
Spannungstyp	AC		AC		DC	
Smart Metering und Energiemanagement	ja		ja		ja	
Ladepunkt	1		2		1	
Ladeleistung [kW]	3,7		11 oder 22		50	
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 €
<b>Gesamte Investition</b>	<b>2.200 €</b>	<b>3.700 €</b>	<b>10.000 €</b>	<b>7.500 €</b>	<b>35.000 €</b>	<b>25.000 €</b>
Sondernutzung	Beispiel Ausschreibung Berlin: 180€					
Wartungskosten	Marktübliche Wartungsverträge/ Erfahrungen aus Ladesäulenbetrieb					
Kommunikationskosten	Marktübliche Mobilfunkverträge/ Erfahrungen aus Ladesäulenbetrieb					

Vertragsmanagement/Abrechnung	Annahme: ½ bis 1 Mitarbeiter
IT-System	Nach Eigenaufwand bzw. Marktangebot

Es wird angenommen, dass die Kosten für die Ladeinfrastruktur in den nächsten Jahren tendenziell weiter sinken werden.

### Private Ladestelle

Die meisten Nutzer von Elektrofahrzeugen werden den Ladevorgang bevorzugt zu Hause durchführen. In der Regel beginnen und enden hier die Fahrten mit dem privaten Pkw. Eine Vielzahl der Autofahrten findet zwischen 5 und 22 Uhr statt, so dass sich in den nächtlichen Stunden eine Standzeit bildet, welche zum Laden genutzt werden kann. Dadurch wird es möglich die Batterie langsam zu laden, und die zyklische Lebensdauer eines Akkus zu verlängern. Die nationale Plattform Elektromobilität geht davon aus, dass 85 % aller Ladestationen im Privatbereich benötigt werden. Bei der Installation einer privaten Ladelösung sollte der Nutzer insbesondere auf folgende Punkte achten:

- Die passende Ladeleistung wählen: Je höher die installierte Leistung (kW), desto schneller ist der Akku wieder geladen. Hierbei gilt es neben der Ladestation und des Kabels auch die fahrzeugseitige Komponente zu beachten. Das im Fahrzeug verbaute Ladegerät kann von Hersteller zu Hersteller verschiedene Bandbreiten abdecken, daher sollte die Kompatibilität unbedingt beachtet werden. Im Ladesystem bestimmt die langsamste Komponente die Gesamtgeschwindigkeit des Ladevorgangs.
- Installation einer Wallbox: Sind die Stromleitungen im Gebäude schon älter oder in irgendeiner Weise defekt, sollten diese vor einer Elektroinstallation überprüft werden, vor allem wenn mit einer Stromtankstelle ein zusätzlicher Dauer-Lastverbraucher installiert wird. Grobkosten liegen im Bereich von etwa 1.500 € inkl. Montage.

Zusätzlich kann künftig für weitere private Akteure (Gastronomie, Freizeiteinrichtungen, Hotelgewerbe, etc.) die Installation einer Ladeinfrastruktur interessant sein, um so neben dem Ladebedarf der Mitarbeiter auch den der Kunden zu decken.

### Halb-Öffentliche Ladestellen

Lademöglichkeiten im halbprivaten Raum (z. B. Kundenparkplätze, Firmengelände) sind in der Analyse nicht näher betrachtet worden. Es erfolgten lediglich Standortempfehlungen für größere Unternehmen, da hier sowohl der firmeneigene Fuhrpark, als auch die Fahrzeuge der Mitarbeiter ein großes Potenzial zur Elektrifizierung bieten. Diese Standorte können seitens der Kommune kaum bzw. nur eingeschränkt erschlossen werden, hier kann jedoch durch ein Kommunikations- bzw. Beratungsangebot indirekt Einfluss genommen werden. Für eine z. B. Ladung am Arbeitsplatz kann durch die oftmals lange Standzeit (>6 Stunden Arbeitszeit) auch eine Normalladestation empfohlen werden. Da ein geschlossener Nutzerkreis vorliegt wird in der Regel kein komplexes Abrechnungssystem benötigt, deshalb kann hier auch die relativ preiswerte Installation einer Wallbox in Frage kommen.

### Öffentliche Ladestelle

Öffentlich zugänglich ist ein Ladepunkt, „wenn er sich entweder im öffentlichen Straßenraum oder auf privatem Grund befindet und der zum Ladepunkt gehörende Parkplatz von einem unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbar Personenkreis tatsächlich befahren werden kann“ (§ 2 Nr. 9 LSV). D. h. möglichst jedermann, der den öffentlichen Ladestandort nutzen möchte, sollte

dies auch komfortabel und ohne Zugangsbeschränkungen tun können. Nachdem Vorschläge für die potenziellen Standorte in den Kommunen gemacht wurden, sollen weitere Informationen zum Betrieb, Abrechnungsvorgang und Kostenstruktur einem transparenten Überblick zur Thematik der E-Ladeinfrastruktur geben.

### Betrieb der Ladeinfrastruktur

Bei einem weiteren Ausbau der E-Mobilität ist eine der grundlegenden Voraussetzungen eine flächendeckende und stabile Ladeinfrastruktur innerhalb des bestehenden Stromverteilnetzen. Dabei ist die reine Installation der Ladestandorte lediglich der erste Schritt, ein bedarfsgerechter und nutzerfreundlicher Betrieb der Ladeinfrastruktur bildet ebenso eine bedeutende Säule innerhalb des Systems der E-Mobilität.

Die Installation einer Ladesäule ist ein komplexer Prozess, an welchem mehrere unterschiedliche Akteure beteiligt sind. Die genaue Gestaltung dieses Vorgangs ist von Gemeinde zu Gemeinde unterschiedlich, jedoch kann das nachstehende Schema eine Übersicht über die Schritte, die dabei immer von Bedeutung sind, geben.

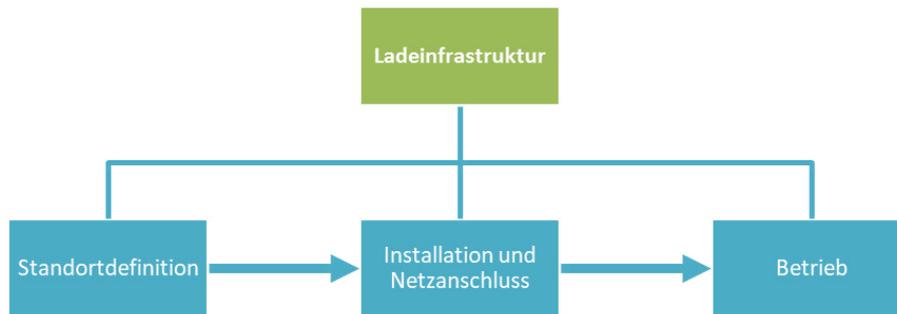


Abbildung 37: Schema – Ladeinfrastruktur (Quelle: Eigene Darstellung)

Festlegung des Standorts für die Ladepunkte: Anhand einer Standortanalyse können die geeigneten Aufstellorte identifiziert werden. Die gewünschten Standorte sollten Verkehrssicherheit-Aspekte berücksichtigen und technisch geeignet sein (ein problemloser Netzanschluss sollte möglich sein).

Installation und Netzanschluss: Die Kommune gibt eine Bestellung für die Ladestationen auf, schließt einen Vertrag mit dem Energielieferanten für den Ladestrom ab und muss beim Netzbetreiber einen Antrag auf den Anschluss an das lokale Stromnetz einholen. Daraufhin sorgt die Kommune/der Betreiber für die Installation der Ladesäule, den Netzanschluss (nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber) und das Einrichten des Ladestandorts inkl. Inbetriebnahme der elektrischen Anlage (vgl. Living Lab Smart Charging 2017). Zudem müssen laut LSV 2017 öffentliche Ladestationen bei der Bundesnetzagentur gemeldet werden.

Um den sicheren und komfortablen Betrieb der Ladesäulen zu gewährleisten, müssen Wartungsarbeiten miteingeplant werden. Hier richtet sich die Art und Weise der Wartung nach dem von der Kommune gewählten Betreibermodell.

Am jeweiligen Ladesäulenstandort müssen durch farbliche Kennzeichnung Sonderparkflächen ausgewiesen werden. Ggf. muss bei der Installation einer Ladesäule auf einem Parkplatz eine Abstimmung mit der bestehenden Parkraumregelung getroffen werden. Derzeit gibt es üblicherweise keine maximale Parkzeit während des Ladevorgangs. Um möglichst viele Autos innerhalb kürzester Zeit

aufladen zu können, kann die Nutzung einer öffentlichen Ladestation auf verschiedenen Weisen begrenzt werden. Seitens der Kommune kann eine maximale Parkdauer vorgegeben werden oder der Betreiber kann alternativ dazu, mittels angepasster Tarifregulierung den zeitlichen Ablauf beschleunigen. Dies könnte durch einen erhöhten Tarif nach der erreichten vollen Akkuladung erreicht werden, so dass der Autofahrer zum umparken animiert wird.

Wird eine E-Ladeinfrastruktur auf öffentlicher Fläche aufgestellt, handelt es sich baurechtlich um eine Sondernutzung. Diese darf den übrigen Gemeingebrauch nicht beeinträchtigen; d. h. die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs muss gewährleistet sein (vgl. BMVI 2014, Handreichung).

Durch die verschiedenen Akteure im Bereich der Elektro-Mobilität und deren unterschiedlichen Ansprüche an dieses System entstehen differenzierte Verknüpfungen der einzelnen Rollen untereinander:

- Nutzer bzw. Kunde
- EMP - Elektro-Mobilitäts-Provider
  - bietet Kunden die Mobilität an, den „Service Elektromobilität“ zu nutzen, Vertragsbeziehung mit dem Kunden
  - kauft den Zugang zur Ladeinfrastruktur bei CPO bzw. Roaming-Plattform ein
  - übernimmt mittels Authentifizierungsverfahren die Abrechnung zwischen Kunden und CPOs
- CPO - Charge Point Operator
  - ggf. errichtet dieser die Ladeinfrastruktur
  - betreibt, wartet die Anlage und stellt die Sicherheit für die Nutzer her
- Roaming-Anbieter (lokal, national oder international)
  - die Plattform ist das Bindeglied zwischen CPO und EMP
  - stellt den Zugang zu den unterschiedlicher CPOs bzw. Ladesäulen sicher
- Netzbetreiber
  - liefert den Ladestrom

Generell existiert die Problematik, dass der Elektrofahrzeugnutzer den relativ hohen Kaufpreis seines E-Pkw durch die kostengünstigeren Betriebskosten bzw. den Ladestrom auf lange Frist ausgleichen möchte und der Ladestationsbetreiber hingegen das Ziel anstrebt, die Versorgung gewinnbringend zu realisieren. Oftmals wird vom Endkunden der kWh-Preis für Haushaltsstrom als Vergleichswert herangezogen, wohingegen die Bereitstellung der Dienstleistung „Ladestrom“ kostendeckend bzw. teurer erfolgen muss; dies erschwert eine einheitliche und transparente Preispolitik.

Ein Betreiber von Ladeinfrastruktur muss immer die aktuelle aber auch die künftige Wirtschaftlichkeit betrachten. Derzeit können die wenigsten Ladepunkte gewinnbringend betrieben werden, hier stehen hohe Investitionskosten der aktuell noch geringen Nachfrage gegenüber. Dennoch werden an sinnvollen Aufstellorten Ladesäulen installiert. Die Verbesserung der Kundenbindung, die Schaffung einer flächendeckenden Grundversorgung, die Sammlung von Praxis-Erfahrungen, die Sicherung der idealen Standorte und die Imagesteigerung der jeweiligen Akteure sind vorwiegend als Motive zu nennen.

Dabei ist die grundsätzliche Technik-Bereitstellung, also der reine Hardwareverkauf (Ladesäule und Wallbox) ein klassisches Geschäftsfeld der etablierten Elektrofachhändler (z. B. Mennekes, ABL). Der

Verkauf des Ladestroms wird überwiegend von Energieversorgern getätigt. Wohingegen der Betrieb der Ladestationen auf unterschiedliche Weise und von unterschiedlichen Akteuren gehandhabt wird.

Zum Betrieb einer oder mehrerer Ladestationen wird sowohl eine technische, als auch eine betriebswirtschaftliche Komponente benötigt. Zwar kann die Betreiberform von Ladestandort zu Ladestandort variieren, dieses ist jedoch aus einer Vielzahl an Gründen nicht sinnvoll. Für eine hohe Effizienz und Nutzerfreundlichkeit sollte eine einheitliche Betriebsform gewählt werden. Dabei können Kommunen selbst aktiv werden und eine eigene Betreibergesellschaft bilden oder aber externe Partner suchen. Derzeit existiert eine Vielzahl verschiedener Dienstleister und Betreiber im Segment der Ladeinfrastruktur. Oftmals sind die Energieversorger selbst auch die Ladestandortbetreiber. Dies führt jedoch zu einer eingeschränkten Flexibilität.

Die Kombination der lokalen Selbstbestimmung und der Hilfestellung eines professionellen externen Betreibers ist äußerst sinnvoll und bietet insbesondere folgende Vorteile:

- Entscheidungsfreiheit
- Anpassungsfähigkeit
- Gesteuerte regionale Entwicklung
- Externe Expertise u. a. rechtliche Rahmenbedingungen, technisches Know-How

#### *Rechtliche Rahmenbedingungen*

- Stellplatz: EMobG, StVO, Stellplatzordnung, Straßenverkehrsgesetz
- Fahrzeug: Führerscheinverordnung, Batteriegesetz, Kraftfahrzeugsteuergesetz, Fahrzeugzulassungsverordnung, Bundesimmissionsschutzgesetz, Einkommenssteuergesetz
- Ladeinfrastruktur: Ladesäulenverordnung, Baurecht, Sondernutzungssatzung, Wohnungseigentumsgesetz, Mietrecht/BGA
- Energiewirtschaft: Stromsteuergesetz, Stromsteuerverordnung, Energiewirtschaftsgesetz, Eichrecht, Datenschutz, Messstellenbetriebsgesetz

Nachfolgend sind einige Komponenten der gesetzlichen Rahmenbedingungen herausgegriffen worden, um die Komplexität an dieser Stelle zu veranschaulichen.

Mietrecht - Ein Mieter ist grundsätzlich ohne Zustimmung seines Vermieters nicht berechtigt, bauliche Veränderungen an der Mietsache vorzunehmen. Es obliegt damit dem Vermieter zu entscheiden, ob der Mieter eine Ladeinfrastruktur errichten darf. Ein Vermieter sollte der Errichtung von Ladeinfrastruktur nicht grundlos widersprechen können – eine neue Regelung, welche einen triftigen Grund voraussetzt, wäre denkbar. Eine Erneuerung/Entscheidung des Mietrechts auch bzgl. dezentraler Energieerzeugung und Elektromobilität wird vermutlich noch im Jahr 2018 fallen.

Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) - Das Ziel des EnWG ist die sichere, effiziente und umweltverträgliche Sicherstellung der Versorgung mit leitungsgebundenen Energien (Gas und Strom). Zudem werden ergänzend im Strommarktgesetz (beschlossen am 08.07.2016) die künftige Gestaltung des sog. Strommarktes 2.0 und damit auch die Elektromobilität reguliert. Bestehenden Mechanismen des Strommarkts bleiben erhalten und werden gestärkt, damit soll die Versorgungssicherheit gewährleistet, eine insgesamt größere Flexibilität erreicht und die Integration der Erneuerbaren Energien verstärkt werden (vgl. BMWI 2017). Eine für die Elektromobilität wichtige Festlegung findet sich im Paragraph 3 - Begriffsbestimmung (vgl. §3 Nr. 25 EnWG). Dort wird der Strombezug der

Ladepunkte für Elektromobile als Letztverbraucher (Anschlussnutzer) definiert, die den Stromlieferanten frei wählen kann. Weiterhin besteht nach §17 EnWG die Netzanschlusspflicht für Ladepunkte.

Datenkommunikation und -schutz - Ein Ladepunktbetreiber stellt eine Dienstleistung zur Verfügung und stellt dem Elektrofahrzeugnutzer eine Rechnung, d. h. er ist u. a. auch auf seine Daten angewiesen. In diesem Fall regelt das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) die Datenerhebung und -speicherung für eigene Geschäftszwecke. Nach § 28 Abs. 1 BDSG ist daher keine gesonderte Einwilligung durch den Nutzer erforderlich. Weiterhin wird der Umgang mit Nutzerdaten bzgl. Messtechnik und -stellenbetrieb auf dem Markt durch das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) reguliert. Es müssen beispielsweise intelligente Messsysteme eingesetzt werden, die die verlässliche Erhebung, Übertragung und Speicherung der Daten gewährleistet (vgl. § 19 ff, MsbG). Künftig wird die Notwendigkeit der Anwesenheit von intelligenten Zählern (Smart Metering) im Strombereich weiter anwachsen, dieser Handlungsbedarf wird sich auch auf neue Geschäftsfelder wie beispielsweise der Elektro-Mobilität ausweiten. Kommunikationsfähigkeit und „geeichte“ Zähler sind u. a. eine Voraussetzung für ein effizientes Lastmanagement bzw. ermöglichen eine exakte Preissteuerung und Abrechnung des Ladevorgangs. Hierzu sieht das MsbG vor, dass Betreiber von Ladepunkten zum Einbau eines intelligenten Messsystems ab 2021 verpflichtet sind (vgl. MsbG §48).

Damit zusammenhängende Rechtsfolgen für Ladepunktbetreiber sind insbesondere:

- dieser ist kein Energieversorgungsunternehmen, unterliegt damit nicht den Pflichten zur Genehmigung oder zur Ausweisung des Strommix, etc.
- hat das Recht auf Netzanschluss beim Verteilnetzbetreiber (§ 17 Abs. 1 EnWG)
- ihm obliegt die freie Wahl des Stromlieferanten (§ 20 Abs. 1 EnWG)
- die Datenkommunikation und -schutz ist von hoher Wichtigkeit
- für die Durchführung der Tiefbauarbeiten im öffentlichen Straßenraum ist ggf. eine separate Genehmigung auf der Grundlage des Straßenrechts erforderlich

### *Authentifizierung und Bezahlung*

Viele der derzeit praktizierten Authentifizierungs- und Bezahlmöglichkeiten existieren bereits länger am Markt und wurden für den speziellen Anwendungsfall der Elektromobilität angepasst (vgl. Abbildung 38). Die während des Ladens stattfindende Kommunikation bzw. Abfrage von Parametern über das Ladekabel stellt den ersten Schritt innerhalb des Kommunikationssystems zwischen E-Fahrzeug und der Ladesäule dar. Dieser Vorgang stellt zum einen sicherheitsrelevante Aspekte während des Ladens dar (Fehlererkennung Ladestrom, Spannungsabfall, etc.) und verhindert zum anderen die unberechtigte Nutzung des Stroms.

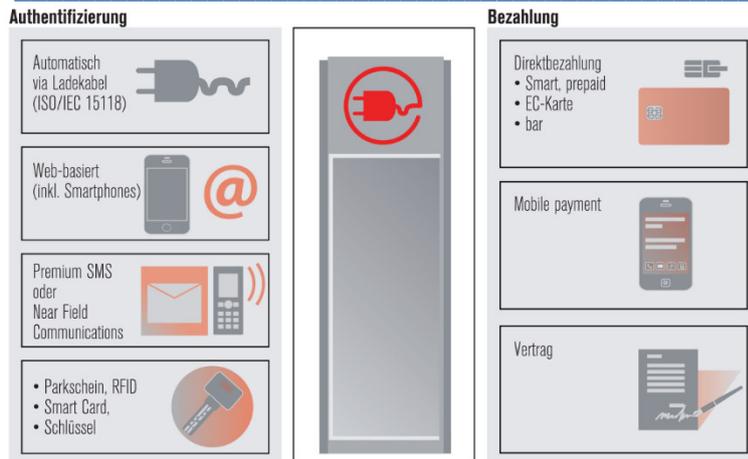


Abbildung 38: Überblick – Verschiedene Möglichkeiten des frei zugänglichen Ladens (Quelle: NPE 2012)

Ist das Aufladen an Stationen kostenlos, muss lediglich die Berechtigung geprüft werden. Dies ist aktuell in vielen Pilot- bzw. kommunalgestützten Projekten der Fall. Wird der Strompreis von 25 ct/kWh und keine Ladeverluste unterstellt, benötigt ein E-Fahrzeug mit einem 25 kWh Akku etwa 6,25 € für eine Komplettladung. D. h. selbst bei einem vollständig entleerten Akku sind dies relativ geringen Kostenbeträge pro Ladevorgang. Durch die aktuell geringe Zahl an E-Fahrzeugnutzern ist dieser Sachverhalt noch unproblematisch, muss jedoch bei steigender Zahl der E-Mobilisten geändert und angepasst werden; Ladestrom bzw. das Tanken von E-Fahrzeugen ist eine Dienstleistung, die angemessen bezahlt werden muss.

Mit dem Begriff Roaming („wandernd“) wird ursprünglich die Fähigkeit bezeichnet als Mobilfunknetz-Teilnehmer Zugriff auf andere Mobilfunknetzdienste zu bekommen. Im System der Elektromobilität ist die Roamingfähigkeit die Möglichkeit für den Endkunden ebenfalls die Ladestationen anderer Anbieter mit nutzen zu können.

Das „Offene Ladepunkt Protokoll“ (OCPP) ist ein universell anwendbares Standardprotokoll, welches die Kommunikation zwischen den Ladestationen und einem zentralen Managementsystem herstellt.

Die wichtigsten Technologien zur Echtzeitdatenübertragung im (E-)Mobilitätssektor sind Mobilfunk, WLAN und der digitale Audio Broadcast (DAB). Die Anbindung an das Internet ist ebenfalls auf Betreiberseite von Wichtigkeit. So werden der aktuelle Status, Wartungs- und Störmeldungen, sowie die Nutzer- und Abrechnungsdaten übermittelt.

Tabelle 15: Kostenstruktur zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur (Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach Hildebrand 2016)

Investitionsbezogene Kosten	
<b>Fixkosten</b>	IT-Backend (inkl. Updates) zur operativen Verwaltung
	Abrechnungssystem
	Organisation und Vertrieb
<b>Planungskosten</b>	Technikwahl, Ortswahl, etc.
<b>Installation</b>	Montage
	Baukosten
	Erdarbeiten (inkl. Versiegelung)
	Genehmigungen
	Prüfungen (Abnahme, Inbetriebnahme-/Eignungsprüfung)

	Netzanschlusskosten, inkl. Baukostenzuschüsse
	Rückbaukosten und Recycling/Verschrottung
<b>Ladeinfrastruktur</b>	Fundament
	Lade-Hardware
	Hausanschlusskasten, Zähler, Schutzeinrichtungen
	Kommunikationshardware
<b>Sonstiges</b>	Beleuchtung
	Markierungen
	Ausschilderung
	Anfahrerschutz
	Ggf. Miete Stellplatz
	Wartung, Reparatur, Service (Hotline, Entstörung)
	Messdienstleistung/Messstellenbetrieb
	Versicherung
	Betriebskosten (Strom)
	Gebühren (Sondernutzung)
<b>Ladevorgangsbezogene Kosten</b>	
<b>Energiemenge</b>	Strom/Energie
<b>Anzahl Ansteckvorgänge</b>	Abnutzung
<b>Anzahl Ladevorgänge</b>	Abrechnung eines Ladevorgangs (intern, IT-seitig)
<b>Rechnungsstellungsintervall</b>	Rechnungsstellung

#### Weitere Einfluss bzw. Entscheidungsfaktoren

- Jeder Betreiber ist in der Wahl seiner Vertragsmodalitäten und Gestaltung seiner Infrastruktur relativ „frei“ bzw. entscheidet aus Betreibersicht. Bei der Wahl des Betreibermodells entscheidet die Kommune somit auch über den Grad der Einflussnahme auf spätere strategische Entscheidungen, insbesondere auf die künftige Preisgestaltung.
- Derzeit findet eine Art „Sicherung“ der wichtigsten/lukrativsten Standorte unter den Akteuren am Markt statt. Diese lokal gesetzten Wettbewerbsvorteile sind schwer wieder aufzulösen.
- Standortbedingt kann es manchmal sinnvoll sein mit langsamen Ladeleistungen zu operieren (z. B. ein Pendlerparkplatz, wo mehrere Fahrzeuge lange und gleichzeitig stehen) oder aber leistungsfähige Schnellladesäulen zu installieren; dies sollte grundlegend bedacht werden. Eine Standard-Lösung für alle Standorte existiert nicht.

#### Theoretische Möglichkeiten für den Landkreis bzw. die Kommunen:

Betrieb	Kurz-Beschreibung	Kosten	Vorteile	Nachteile
<b>Kostenlose Ladestellen</b>	Errichtung von Ladesäulen, die kostenlos genutzt werden können, d. h. eine Anbindung an ein Backend- und Abrechnungssystem entfällt anfänglich	- Installation der Säulen, jeweils etwa 10.000 € - Ladestrom, je nach abgegebener Menge etwa 25 ct/kWh	- eigenständige Gestaltungsmöglichkeiten - keine Abhängigkeit - günstiger Betrieb	- Kosten für Betrieb und Wartung - Kosten Ladestrom
<b>Eigene Ladeinfrastruktur</b>	Errichtung einer eigenen Ladeinfrastruktur, inkl. einer eigenen Zugangs- und Abrechnungsmöglichkeit	- Installation der Säulen, jeweils etwa 10.000 € - für Backend und Betrieb	- eigenständige Gestaltungsmöglichkeiten - keine Abhängigkeit - hohe Flexibilität	- Kosten für Betrieb und Wartung

<b>Anschluss an einen Ladeverbund</b>	Beteiligung an einen bestehenden Verbund, Übernahme der bereits etablierten Technik, etc.	- Installation der Säulen, jeweils etwa 10.000 € - jährlicher Mitglieds-Beitrag für Wartung und Betrieb	- wenig Aufwand - bereits vorhandener Nutzerkreis - Nutzung der Erfahrung	- Abhängigkeit - Kosten - geringe Flexibilität
---------------------------------------	---	--	---	--

### Betrieb der Ladeinfrastruktur

Der Eigentümer einer Ladestation kann diese entweder selbst betreiben oder schließt mit einem Dienstleister einen Betreibervertrag ab.

Beim Betrieb einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur sind aus technischer und rechtlicher Perspektive verschiedene Aufgaben zu erfüllen, welche der Landkreis bzw. die einzelne Kommune bei der Entscheidung berücksichtigen muss.

Ein Ladesäulenbetreiber (Charge Point Operator - CPO) hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Ladevorgänge des eigenen Nutzerkreises und Nutzer von anderen Mobilitätsanbietern (Mobility Service Provider) abwickeln; hierbei erfolgt die Nutzeridentifikation und -abrechnung (inkl. eRoaming-Partner) durch ein Backendsystem
- Ermöglichen von „spontanen Ladevorgängen“ (Nutzerkommunikation und -abrechnung erfolgt durch das Backendsystem)
- Nutzerberatung (ggf. über eine Hotline 24/7)
- Festlegung der Lade-Tarife (abhängig vom gewählten Betreibermodell ist die Beineinflussbarkeit ggf. eingeschränkt)
- Bereitstellung des Lade-Stroms
- Wartung, Instandhaltung und technische Kontrolle und Überwachung der Ladepunkte (direkt vor Ort am Objekt, Monitoring über Backendsystem)

Wird der Strom kostenlos abgegeben, kann auf die Anbindung der Ladestation an ein Backendsystem verzichtet werden, finden jedoch Zahlungsvorgänge statt, wird ein Backendsystem zwingend erforderlich.

**Backendsystem:** der Teil eines IT-Systems, welcher für die Datenverarbeitung im Hintergrund zuständig ist. Im Bereich der Elektromobilität handelt es sich im Wesentlichen um ein Datenbanksystem, das Nutzerzugriffe, Autorisierungsprozesse und die Abrechnungsverwaltung übernimmt.

Ein Mobilitätsanbieter (Mobility Service Provider) verwaltet im Wesentlichen die Nutzerzugänge, folgende Teilaufgaben sind hierbei zu berücksichtigen:

- Nutzerzugänge: Neu-Aufnahme und Verwaltung von Nutzerdaten und -zugängen (RFID-Karten, App-Lösung)
- Abrechnung der Nutzungsvorgänge
- Abrechnung mit weiteren eRoaming-Partnern: hier müssen entsprechende Vereinbarungen getroffen werden

Hierbei können diese Aufgaben eines Mobilitätsanbieters (MSP) auch direkt von einem Ladesäulenbetreiber (Charge Point Operator – CPO) übernommen werden.

## Tarifgestaltung

Grundlegende Einflussmöglichkeiten auf die Tarifgestaltung bei Nutzung einer Ladeinfrastruktur und damit auch mögliche Gewinnabsichts-Erzielungen sind:

- Kostenlose Stromabgabe (nur bedingt empfehlenswert, jedoch theoretisch sinnvoll, falls Abrechnungsaufwand höher, als die tatsächlichen Stromkosten)
- Pauschalbetrag pro Ladevorgang
- Pauschalbetrag pro Zeiteinheit
- Zeitbasierte Verrechnung (z. B. 15 min Taktung)
- Stromkosten in Parkgebühren inkludieren
- Mischlösung aus kWh-Tarif und nach definierter Zeit eine Erhöhung, um einen Anreiz zu schaffen, die Parkplätze wieder zu räumen

Bestandteile von Tarifen des Mobilitätsanbieters (MSP):

- Einmalige Registrierungsgebühr
- Grundgebühr monatlich oder jährlich
- Gebühr für abzurechnende Mengen- oder Zeiteinheiten
- Pauschalpreise für festgelegte Zeit- oder Mengenkongimente

## Betreibermodelle

Die derzeitige Vielzahl am Markt verfügbarer Angebote der Betreiber unterscheiden sich grundlegend darin, welche Aufgaben der Eigentümer der Ladesäule selbst übernimmt und welche Aufgaben der jeweilige Anbieter bewerkstelligt. Hier existieren Komplettanbieter, die sowohl die Hardware selbst bereitstellen, als auch das benötigte IT-Backend liefern können und Einzel-Service-Dienstleister, die sich auf die Bereitstellung einer Lösung (z. B. Server, Software) spezialisiert haben. Zudem gibt es Unternehmen, die eine Komplettlösung für das System-Laden anbieten: Betrieb der Ladeinfrastruktur, Bereitstellung von Ökostrom und Abrechnungsdienstleistungen. Situationsabhängig sollte die geeignetste Lösung gefunden werden.

Im Folgenden werden grundsätzlich mögliche Betreibermodelle für den Landkreis/Kommunen beispielhaft beschrieben; generell sind weitere Konstrukte auch in einer Mischform denkbar.

### Variante 1:

- Errichtung der Ladesäule durch Landkreis/Kommune
- Komplettbetrieb der Ladesäule durch Landkreis/Kommune CPO/MSP
- Herstellung der Ladeinfrastruktur (Kauf und Installation) durch den Landkreis
- Aufbau eines eigenen Ladeverbundes
- Betrieb des Backends
- Lieferung des Ladestroms durch lokale Energieversorgungsunternehmen (EVU)
- Betrieb und Wartung durch EVU

### Variante 2:

- Errichtung der Ladesäule durch Landkreis/Kommune
- Landkreis/Kommune bleibt MSP der Ladesäule
- Landkreis/Kommune beauftragt CPO mit technischer Betriebsführung der Ladesäule
- Durch den CPO/Anbieter (z. B. Ladeverbund+, ChargeIT, ChargeOn) werden folgenden Aufgaben übernommen:

- Betrieb des Backendsystems mit Anbindung an eRoaming-Plattformen
- Betrieb der E-Mobility Service Providerplattform mit Anbindung an eRoaming- und angeschlossene Partner-Netze sowie Bereitstellung von RFID-Karten
- Optionale Leistungen:
  - Betrieb der Kundenhotline und Meldungen an den technischen Service
  - Rechnungsstellung für eigenen Kundenkreis

→ Es bestehen nur eingeschränkte Möglichkeiten der Tarifgestaltung aufgrund von festgelegten Verbundstandards

→ Als eigenverantwortliche Leistungen verbleiben: Die Herstellung, Wartung und Reparatur der Ladeinfrastruktur

→ Die Ausgabe und Verwaltung von Zugängen zur Nutzung der Ladesäuleninfrastruktur (z. B. über RFID-Karten)

→ Die Stromlieferung zum Betrieb der Ladesäule

### Variante 3:

z. B. ChargeOn/ChargeIT/Bayernwerk

- Errichtung der Ladesäule durch Landkreis/Kommune
- Landkreis/Kommune verpachtet Ladesäule CPO/MSP
- Komplettbetrieb der Ladesäule durch CPO/MSP
- Betrieb des Backendsystems mit Anbindung an eRoaming Plattform interchange, inkl. Festlegung der Ladetarife durch ChargeON/ChargeIT
- Betrieb einer unabhängigen E-Mobility Provider-Plattform mit Anbindung an eRoaming Plattformen und Bereitstellung von RFID-Karten
- Betrieb der Kundenhotline und Meldungen an den technischen Service
- Optionale Leistungen:
  - Lieferung und Montage von Ladeinfrastruktur mit Stromnetzanschluss (in diesem Fall als durchaus sinnvoll anzusehen in Bezug auf die Kompatibilität mit Herstellern)
  - Stromlieferung (durch E.ON/Bayernwerk)

→ Als eigenverantwortliche Leistungen verbleiben: Herstellung der Ladeinfrastruktur (Erwerb und Installation der Ladesäule), soweit nicht gemeinsam mit dem Backendsystem vergeben.

Notwendige Schritte – Herstellung Ladeinfrastruktur:

1. Hardware:
  - a. Liefervertrag für die Hardware
  - b. Installation Hardware
  - c. ggf. Pacht- bzw. Nutzungsvertrag für die Stellplätze
2. Ladestrom:
  - a. Herstellung des Netzanschlusses an das Stromverteilernetz
  - b. Ladestrom: Liefervertrag mit dem lokalen Energieversorgungsunternehmen
3. Betrieb:
  - a. entsprechender Betreibervertrag mit dem Backendsystem-Betreiber
  - b. ein Wartungs- und Instandhaltungsvertrag (z. B. mit dem Ladesäulenhersteller oder einem lokalen Elektroinstallateur)

Durch die entsprechenden Vereinbarungen entstehen neben den festen Einmal-Kosten (Investition und Installation der Ladesäule, Netzanschluss, Einrichtung/Anbindung an das Backendsystem) auch weitere laufende Kosten während des Betriebs; fixe Anteile für den Betrieb des Backendsystems, Wartungskosten und des Weiteren verbrauchsabhängigen Kosten (Stromlieferung, Abrechnungen, etc.).

### Kostenbestandteile für die Errichtung der Ladeinfrastruktur

Die zu erwartenden Kosten zur Herstellung einer öffentlich zugänglichen Normalladesäule mit zwei Ladepunkten Typ 2-Stecker 2x 22 kW Ladeleistung sind in untenstehender Grobkostenschätzung aufgelistet. Die Gesamtkosten können standortabhängig variieren, sollten jedoch in einem Bereich zwischen 11.250 € und 23.000 € (brutto) liegen. Ggf. können durch lokal gute Anschlussbedingungen an das Stromnetz, Rabatte von Herstellern oder Bündelausschreibungen (Beschaffung, Initialisierung Backend) günstigere Gesamtkosten pro Ladestandort erzielt werden.

Grobkostenschätzung	Kostenspanne [€]	
<b>Ladesäule - Hardware</b>	5.000	10.000
2x 22 kW-Ladepunkte, Typ2-Stecker	5.000	10.000
<b>Bau- und Installationskosten</b>	5.500	11.000
Netzanschluss	2.000	2.500
Zähleranschluss	500	1.000
Tiefbau, Kabel 10 m	500	1.000
Tiefbau, Oberfläche	1.000	2.500
Fundament	500	1.000
Anfahrtschutz	500	1.000
Markierung der 2 Stellplätze	500	1.000
Unsicherheiten	0	1.000
<b>Ladesäule - Software</b>	750	2.000
ggf. Einrichten Backend (einmalig)	500	1.500
Konfiguration und Einrichten	250	500
<b>GESAMT</b>	<b>11.250</b>	<b>23.000</b>

Empfehlung für Kommunen:

- Definierte und abgestimmte Standorte zeitnah umsetzen
- Schaffung von Stellplätzen an den Ladestandorten ggf. neue E-Fahrzeug-Parkraumregelung schaffen
- Möglichst einheitliche Infrastruktur in der Region aufbauen
- Imagegewinne nutzen

Empfehlung für den Landkreis:

- Vorbildfunktion übernehmen
- Koordinationsfunktion ausüben
- Information bereitstellen (insbesondere lokale Unternehmen und Bürgerschaft)
- Motivation zum Handeln anregen: Kommunen, Unternehmen und Bürgern

Empfehlungen für die Installation der Ladestandorte:

- Bedarfsgerecht und situationsabhängig die sinnvollste Option wählen
- Zuhause: lange Standzeiten, sinnvoll max. 11 kW
- Arbeit: Angestellte - lange Standzeiten max. 11 kW, Fuhrpark - individuell betrachten
- Öffentlich: sinnvoll eine Ladestation mit 2x 11 kW

## 8. Maßnahmen

Als Ergebnis der vorangegangenen Ausarbeitungen werden im nachfolgenden Abschnitt Maßnahmenvorschläge und Handlungsempfehlungen für den Untersuchungsraum dargestellt. Als Umsetzungshorizont wird zwischen kurz-, mittel- und langfristig umzusetzenden Maßnahmen unterschieden. Dabei ist bei allen Empfehlungen und besonders beim weiteren Ausbau der Infrastruktur neben der reinen Machbarkeit immer auch die Wirtschaftlichkeit zu beachten. Da das System Elektromobilität und die damit einhergehende Änderung des gewohnten Mobilitätsverhaltens ein komplexes Thema ist, kann eine erfolgreiche Implementierung nicht durch eine Maßnahme erreicht werden, sondern muss aus einem Bündel an Einzelmaßnahmen erfolgen, die zusammen wirken und als Summe der Teile dieses langfristige Ziel verfolgen. Die wichtigsten Maßnahmen sind nochmals in separaten Übersichtsblättern im Anhang zu finden.

Eine wichtige Prämisse bei der Nutzung der Elektromobilität ist die Verwendung von erneuerbaren Ladestrom. Dabei ist die verstärkte Elektrifizierung des Verkehrs eine Möglichkeit der nachhaltigen Mobilitätsgestaltung und somit als ein Baustein der nationalen und lokalen Energiewende zu betrachten.

Alle Einzelmaßnahmen verfolgen letztlich folgende übergeordnete Ziele:

1. Erhöhung der Umweltverträglichkeit im gesamten Verkehrssystem
2. Effiziente Nutzung der Verkehrsinfrastrukturen und wirtschaftlicher Einsatz finanzieller Ressourcen (auch unter Beachtung langfristiger Effekte)
3. Förderung innovativer Mobilitätskonzepte
4. Reduktion der negativen verkehrsbedingten Effekte und damit Verbesserung der Lebensbedingungen der lokalen Bevölkerung

### Kommunikationsstrategie und weiterführende Öffentlichkeitsarbeit

Um eine optimale Nutzung der Chancen des Systems Elektromobilität zu generieren und um die Verbesserung der Lebensqualität der Bürger und des Wirtschaftsstandortes zu erreichen, sollte eine konsistente Kommunikationsstrategie mit Benennung der Zielgruppen, sowie eine möglichst konkrete Definition umsetzbarer Maßnahmen erfolgen. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen, die auf eine Verhaltensänderung der Bevölkerung bzw. Unternehmen abzielen eher durch eine positive Entwicklung bzw. Etablierung von Angeboten und Anreizen geschaffen wird, als durch negative Eingriffe in das bestehende System, z. B. Sanktionen oder Einschränkungen gegen thermisch-angetriebene Fahrzeuge.

Da viele Kommunen mit knappen Finanzmitteln ausgestattet sind und daher nur in begrenztem Maße in das Thema Elektromobilität investieren können, ist es umso wichtiger, Kooperationspartner aus Wirtschaft und Industrie zu akquirieren und mit einzubinden.

Grundvoraussetzung, auch um weitere öffentliche und private Unterstützung zu erfahren, ist daher ein manifestierter politischer Wille, eine umfassende Initiative zur Etablierung der Elektromobilität einzuleiten, innovative Ideen umzusetzen und ggf. auch das Elektromobilitätsgesetz zur Stärkung und Privilegierung von E-Fahrzeugen auf kommunaler Ebene anzuwenden.

Um erfolgreich das System der Elektromobilität im Landkreis zu etablieren, sind u. a. folgenden Faktoren notwendig:

- Bereitschaft mit den zur Verfügung stehenden (kommunalen) Instrumenten die Förderung der Elektromobilität voranzutreiben
- Betrachtung der Elektromobilität als wichtigen Baustein innerhalb des nachhaltigen Verkehrssystems
- Nutzung von Netzwerken und Kooperationen
- Information und Motivation der Bürgerschaft

### E-Fahrzeuge/Kommunaler Fuhrpark

Der Anteil der Elektrofahrzeuge im kommunalen Fuhrpark soll kontinuierlich gesteigert werden. Hierbei kann eine Mischflotte aus thermischen Verbrennern und E-Fahrzeugen sinnvoll sein. Bei der Betrachtung und Analyse der Fahrzeugflotte können so zusätzliche Synergien und Einsparungen generiert werden.

Bei der Finanzierung sollten Kommunen nach eigener Haushaltslage entscheiden, ob eine Neuanschaffung eines elektrischen Fahrzeugs aus eigenen Mitteln bewerkstelligt werden kann oder durch Kredite finanziert werden sollte. Zusätzlich kann ein Leasing der Fahrzeuge sinnvoll sein. Hier muss jedoch besonders auf die Pflege und Wartung der E-Mobile geachtet werden, insbesondere bei einer ggf. zusätzlichen privaten Nutzung durch die Mitarbeiter.

Tabelle 16: Fahrzeugklassen und eine mögliche Elektrifizierung (Quelle: Eigene Darstellung)

Fahrzeugklasse	Potenzielle Elektrifizierung
<b>Kleinwagen</b> z. B.: VW-Polo  Alternativen: u. a. BEV-Renault ZOE	Fahrzeuge können durch BEV-Modelle ersetzt werden. Für etwaige Dienstreisen bietet sich die elektrifizierte Variante der Kleinwagen an.
<b>Kompaktklasse</b> z. B.: VW-Golf  Alternativen: u. a. BEV-Nissan Leaf	In der Kompaktklasse existieren derzeit bereits E-Fahrzeuge, die einsatzfähig sind und thermische Modelle adäquat ersetzen können. z. B. BMW i3, Nissan Leaf, Renault ZOE, e-Golf
<b>Mittelklasse</b> z. B.: VW-Passat  Alternativen: PHEV-Passat GTE	Hier ist das Angebot – bezogen auf die geforderten Reichweiten und Ausstattungsmerkmalen aktuell noch überschaubar. Plug-in-Hybride können dies bereits recht gut abbilden und als ein erster Schritt durchaus in Frage kommen. Aufgrund der Vorbildfunktion ist ggf. sinnvoll eine zeitnahe Elektrifizierung anzustreben.
<b>Kleintransporter</b> z. B.: VW-Caddy	Die Elektrifizierung dieses Bereichs stellt eine große Herausforderung dar.

Alternativen: u. a. BEV-Nissan e-NV	Hier finden sich im kommunalen Bereich viele Anwendungsgebiete, aber noch ein limitiertes Angebot am Fahrzeugmarkt. Für leichte Nutzfahrzeuge stehen als elektrische Alternativen mit dem Renault Kangoo Z.E. und dem Nissan e-NV200 zwei Fahrzeuge zur Verfügung, die vielen Einsatzprofilen entgegenkommen. Zudem wird das Angebot stetig erweitert (z. B. Streetscooter).
<b>Sonderfahrzeuge</b> z. B.: Goupil  Alternativen: u. a. Goupil G4 elektrisch	Für die Elektrifizierung der kleinen kommunalen Sonderfahrzeuge (Gartenarbeit, Kleinst-Transporter, etc.) spricht neben den Betriebskosteneinsparungen zudem der Vorteil der Geräuscharmheit der Elektro-Variante. Dies ermöglicht beispielsweise veränderte Einsatzzeiten.
<i>Die hier genannten Modelle sind als Beispiele zu sehen, oftmals existieren weitere Fahrzeuge mit dem gleichen Leistungsspektrum; welches Modell/Hersteller zum Einsatz kommen soll, ist im Einzelfall zu prüfen.</i>	

### **Beschaffung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen**

Als Standard soll in Zukunft das E-Fahrzeug gelten, nur in begründeten Fällen sollte auf Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zurückgegriffen werden. Jeder Ersatz und jede Neuanschaffung von Fahrzeugen im kommunalen Fuhrpark erfolgt, soweit marktverfügbar mit E-Fahrzeugen. Der Fuhrpark soll langfristig auf moderne, nachhaltige und emissionsfreie Techniken, insbesondere auf die Elektromobilität umgestellt werden. Auch durch Verschleiß oder Unfallschäden müssen Fahrzeuge erneuert werden. Daher sollte bei jeder Neuanschaffung immer erst geprüft werden, inwiefern benzin- oder dieselbetriebene Fahrzeuge gegen elektrisch betriebene adäquat ausgetauscht werden können.

### **Nutzung/Schulung der Mitarbeiter**

Die Kommunen bieten den Mitarbeitern eine interne Fortbildung bzw. Fahrstunde an, in welcher das Handling mit Ladeinfrastruktur und das Fahren mit Elektrofahrzeugen vermittelt wird. Die so gewonnenen Informationen und praktischen Erfahrungen helfen dabei mögliche Hemmnisse abzubauen.

Die Nutzung von Elektrofahrzeugen im kommunalen Fuhrpark stärkt das Vertrauen in diese „neue“ Technologie. Durch die dann anfallende Fahrpraxis bei etwaigen Dienstfahrten werden die kommunal Beschäftigten zu Repräsentanten der Elektromobilität. Hierdurch kann der Bevölkerung die Anwendung und der Nutzen von Elektrofahrzeugen im Alltag bewiesen werden.

### **Ladeinfrastruktur der kommunalen E-Flotte**

Bei weiterer Elektrifizierung der kommunalen Flotte, muss selbstverständlich die adäquate nichtöffentliche Ladeinfrastruktur für die Elektrofahrzeuge, sowie dienstlich genutzte Privatfahrzeuge der Mitarbeiter geschaffen werden (bedarfsgerecht, am üblichen Parkplatz). Nach Feststellung des Bedarfs und Prüfung der technischen Anschlussmöglichkeiten, müssen ebenfalls die benötigten finanziellen Mittel im jeweiligen Haushalt bereitgestellt werden. Hier kommt wieder die Prämisse der „Grünstromnutzung“ zum Tragen, um einen möglichst emissionsfreien Betrieb der E-Fahrzeuge zu begünstigen (siehe dazu: Handlungsempfehlung Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen - B7).

### **E-Carsharing als Ergänzung zum Fuhrpark**

Es ist zu prüfen, ob die Anschaffung eines Pkw nötig ist, um den Mobilitätsbedarf zu decken oder ob auf ein Carsharing-Angebot zurückgegriffen werden kann. Dadurch könnten die Stillstandzeiten der

Fahrzeuge stark reduziert und die Auslastung optimiert werden; hierbei sind Elektrofahrzeuge zu präferieren. Zudem kann bei vorhandenen kommunalen Fahrzeugen ein Mitarbeiter-Carsharing sinnvoll sein. Ein definierter Fahrzeugpool kann so tagsüber als Dienstfahrzeug genutzt werden und anschließend nach der Dienstzeit den Mitarbeiter zur privaten Nutzung überlassen werden.

### Ladepunkte/Standorte

Ein schrittweiser Ausbau der Ladeinfrastruktur im Landkreis ist angedacht, um bedarfsgerecht eine flächendeckende Versorgung mit öffentlichen Ladepunkten zu gewährleisten. Kommunen haben zudem die Möglichkeiten die Gestaltung von Ladeinfrastruktur maßgeblich zu steuern und positiv zu beeinflussen.

#### 1. Anregen von privaten Vorhaben: Laden auf dem eigenen Grundstück oder im Unternehmen

Generell trägt die Möglichkeit der Installation einer Ladestation auf dem eigenen Grundstück oder Garage zur Entscheidung bei, sich ein E-Fahrzeug zu kaufen. Wenn möglich möchte der Elektroautofahrer nicht auf fremde Hilfe angewiesen sein. Weiterhin wirkt sich die Anwesenheit einer Lademöglichkeit beim Arbeitgeber positiv bei einer Kaufabsicht aus.

→ Kommunalen Einfluss: Bürgerschaft informieren, Interessenten/Käufer von Elektroautos mittels eines eigenen Förderprogramms evtl. einer Prämie beim Bau einer Ladesäule auf dem eigenen Grundstück unterstützen und Unternehmen animieren Ladeinfrastruktur für die Angestellten zu errichten.

**2. Anregen von halb-öffentlichen Ladestationen:** In Parkhäusern, auf Parkplätzen oder auf Firmengeländen können Eigentümer bzw. Verwalter öffentlich zugängliche Ladestationen schaffen. Hier können die anfallenden Kosten bei der Einrichtung geringer ausfallen als die Neuinstallation im öffentlichen Raum, da evtl. bestehende Anschlüsse an das Stromnetz und die vorhandenen Parkflächen genutzt werden können. Allerdings bestimmt der Eigentümer über den Zugang bzw. die Benutzung der Ladestation.

→ Kommunalen Einfluss: durch die Bereitstellung von umfassenden Informationen, Workshops mit den Eigentümern und Subventionsregelungen kann die Anzahl der halb-öffentlichen Ladestationen gefördert werden.

**3. Öffentliche Ladestationen:** Schaffung von gänzlich zugänglichen Ladestationen im öffentlichen Raum. Hier kann die Kommune zum einen diejenigen Personen unterstützen, die keine Möglichkeit der privaten Ladung oder beim Arbeitgeber haben und zum anderen Spontan-Lader, wie z. B. Touristen die Möglichkeit des Ladens geben.

→ Kommunalen Einfluss:

- Das Auftragsmodell: die Kommune wählt einen Anbieter aus, der das Aufstellen und den Betrieb der Ladesäulen übernimmt; hier fällt eine regelmäßige Gebühr an, jedoch keine hohen Investitionskosten.
- Das Kooperationsmodell: die Kommune stellt die Ladesäulen selbst auf und wählt sich einen Betreiber aus, der Abrechnung etc. übernimmt; hier fällt neben der Investitionssumme für die Ladesäulen auch ein regelmäßiger Abschlag für den Betreiber an.
- Die kommunale-Eigen-Lösung: Sowohl die Installation, als auch der Betrieb der Ladesäulen wird von Seiten der Kommune übernommen; hier fallen zwar hohe Kosten an, es kann jedoch

alles in Eigenregie bewerkstelligt werden (Tarife, Abrechnungssystem, offenes Protokoll, künftige Entscheidungen etc.)

Es existieren verschiedenen Möglichkeiten öffentliche Ladesäulen zu installieren und zu betreiben, aus der bestehenden Auswahl muss die Kommune das richtige Lösungspaket wählen, welches die lokalen Ansprüche am besten abbilden kann. Dabei hängt die Wahl der Lademöglichkeit bzw. des Betreibermodells insbesondere von folgenden Punkten ab:

- von dem Verhalten der Elektromobilen-Nutzer vor Ort
- von den kommunalen Rahmenbedingungen
- von den Kosten bzw. der Finanzierung

Speziell die hohen Anfangsinvestitionen können in der Wirtschaftlichkeitsberechnung der Kommunen ein Problem darstellen. Die Bereitstellung der Hardware von 2x 22 kW kostet etwa 10.000 € zuzüglich der Installation der elektrischen Anlage. Hinzu kommen die Kosten für einen Anschluss an das Stromnetz, die je nach Standort variieren, aber mit durchschnittlichen etwa 3.000 € pro öffentlicher Ladesäule kalkuliert werden können (vgl. Living Lab Smart Charging 2017). Der eigene Betrieb der Ladesäulen setzt geschultes Personal, eine geeignete Abrechnungssoftware und Knowhow aus vielen unterschiedlichen Teilbereichen (u. a. Datenschutz, Lastenmanagement) voraus.

### **Multiplikator bzw. Vorbildfunktion**

Kommunen, kommunale Entscheidungsträger und Behörden können als Multiplikatoren im Bereich der Elektromobilität fungieren. Hier können die frühe Umsetzung der neuen Technologien und ein öffentlichkeitswirksames Maßnahmenpaket die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung erhöhen und die weitere Umsetzung vorantreiben und zusätzlich beschleunigen. Öffentlichen Einrichtungen (z. B. Verwaltung, Schulen, etc.) sind besonders geeignet, um eine Vorbildfunktion einzunehmen und den Bürgern als gutes Beispiel zu dienen. Die Vorbildfunktion bzw. vorbildliches Handeln seitens der Verwaltung/Kommunen stärkt die eigene Glaubwürdigkeit und ist eine Voraussetzung, um gesellschaftliche und politische Ziele zu erreichen.

Werden seitens der Kommune kostenlose Parkplätze an Ladepunkten ausgewiesen, können attraktive Stellplätze z. B. in Innenstadtnähe ein besonderer Anreiz für Elektrofahrer sein. Zudem wird durch die spezielle Ausweisung der Parkflächen ein öffentlich sichtbares Zeichen „Pro Elektromobilität“ gesetzt. Der etwaigen Problematik, dass diese Stellflächen dauerhaft belegt sind, entweder durch herkömmliche Fahrzeuge oder durch E-Fahrzeuge, die bereits vollgeladen sind und keine weitere Aufladung mehr benötigen, sollte mit einem Kontrollsystem bzw. einem sinnvollen, ggf. zeitbasierten Abrechnungssystem entgegengewirkt werden.

### **Förderung der intermodalen Verkehrskette**

Mobilstationen vereinen mehrere Verkehrsmittel räumlich miteinander und bieten so die Möglichkeit der intermodalen Verkehrsteilnahme. Hier steht die Kombination des Individualverkehrs mit verschiedenen Verkehrsmitteln des ÖPNV, dem Miet-Pedelec oder dem Miet-Auto im Vordergrund. Diese Schnittstellen zu anderen Mobilitätsdienstleistern sollten möglichst attraktiv ausgebaut werden. Reservierte Stellflächen mit Ladestationen an ÖPNV-Haltestellen können ein Baustein sein.

## Modellhafter E-Busverkehr in einer Beispiel-Kommune

Beispielhaft kann in einer Modellkommune eine elektrische Ortsbuslinie errichtet werden. In einem Modellvorhaben kann zunächst eine bestehende Route mit einem E-Bus gefahren werden. Um eine gute Frequentierung zu erreichen, kann es von Vorteil sein, neben der lokalen Bevölkerung auch das Tourismusaufkommen bei der Einrichtung eines E-Busverkehrs zu berücksichtigen (Midibus/z. B. 12 m Bus). Hier wird sowohl eine starke lokale Wirkung erzeugt, als auch die Außenwahrnehmung gestärkt. Wird der Einsatz dieser Buslinie durch Ladestrom aus 100 % regenerativen Energiequellen bewerkstelligt, werden so die Treibhausgasemissionen deutlich reduziert.

Denkbar ist auch der Einsatz von elektrischen Kleinbussen, die gerade bei geringerer Nachfrage im Linien- und Tourismusverkehr eine gute Ergänzung des nachhaltigen Verkehrsverbundes darstellen oder ein neues Angebot in bisher nicht mit dem ÖPNV erschlossenen Siedlungsbereichen schaffen. Hier können die E-Busse die Anbindung an die ÖPNV-Hauptachsen bewerkstelligen. Durch derartige Strukturen sind künftig auch autonom verkehrende Shuttlebusse denkbar.

## Erneuerung Stellplatzordnung

Eine Anpassung bzw. die Definition einer Stellplatzverordnung mit Anpassung an die neuen Gegebenheiten bzw. das System der Elektromobilität kann bereits frühzeitig Einfluss auf das Mobilitätsverhalten der Bürgerschaft haben. Hierzu gehört u. a. beim Neubau von Mehr- und Einfamilienhäusern die Garagen und Stellplätze mit Ladeeinrichtungen vorzustatten. Als sinnvoll ist insbesondere die Festlegung zu bewerten, welche bereits bei einer künftigen Planung die Installation einer Ladevorrichtung vorsieht. Auch wenn der Bedarf heute noch nicht geben sein sollte, mit geeigneten Vorkehrungen (z. B. Leerrohre) sinnvoll, um eine kostengünstige Nachrüstung vornehmen zu können. Weiterhin könnte die Verringerung der Stellplätze für thermische Verbrenner eine Attraktivitätssteigerung von E-Fahrzeugen oder die Förderung von E-Carsharing Angeboten im Wohngebiet bewirken.

## Kommunale Bauleitplanung

Bei langfristigen Planungen in Neubaugebieten sollte das Thema Ladeinfrastruktur planerisch bedacht werden. Dies gilt auch für aktuell noch nicht relevante Standorte. Hier kann durch die Installation eines Leerrohres die bauliche Voraussetzung geschaffen werden, um bei Bedarf einfach und ohne hohe Kosten die nachträgliche Installation einer Ladesäule zu bewerkstelligen. So sollten immer mögliche Synergien genutzt werden, z. B. während Dorferneuerungsverfahren, bei denen ohnehin Kanal- oder Erdarbeiten stattfinden.

## E-Carsharing

Für den Landkreis ist auf Grund der niedrigen Besiedlungsdichte vor allem eine stationäre Carsharing-Infrastruktur als sinnvoll einzustufen. Entscheidend für die Realisierung ist neben der Schaffung der benötigten Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung ein gut konzipiertes Finanzierungskonzept, welches eine sinnvolle Verteilung der Investitionskosten, einen wirtschaftlichen Betrieb, aber auch eine ökonomisch attraktive Nutzung gewährleistet. Grundsätzlich bestehen die Hauptkostenkomponenten für ein E-Carsharing-Konzept aus: Installation der Ladeinfrastruktur und Anschaffung der Fahrzeuge. Dabei sollte sich die Höhe der Investition stets an der erwarteten Nutzeranzahl orientieren. Oftmals ist ohne die Subventionierung der Ladeinfrastruktur und der Beschaffung von Elektrofahrzeugen der wirtschaftliche Betrieb nicht möglich.

Die folgenden Maßnahmen sollen in erster Linie, einen hohen Nutzungsgrad zu erzeugen und die anfänglichen finanziellen Risiken minimieren. Bei insgesamt positiver Entwicklung des Systems können Investitionen in mehrere Fahrzeuge und weitere Standorte erfolgen. Durch eine stärkere Präsenz auf den Straßen wird die Erhöhung der Akzeptanz und Nutzung der E-Mobilität gefördert. Zudem steigert die Einführung eines E-Carsharing-Konzeptes den Auslastungsgrad von bestehenden oder geplanten Ladesäulen.

Bei der Entwicklung eines solchen Konzeptes existieren verschiedene Herangehensweisen und mögliche Betreiber-Konstellationen:

#### **Kooperation mit einem bereits existierenden Carsharing-Betreiber:**

Eine vertragliche Übereinkunft mit einem bestehenden Carsharing-Anbieter könnte im Rahmen eines Interessenbekundungsverfahrens in die Wege geleitet werden, bei dem mögliche Kooperationspartner für das Carsharing-Projekt identifiziert werden können. Hauptvorteil hierbei ist, dass auf die vorhandenen Erfahrungen des Unternehmens zurückgegriffen und teilweise die bestehende Anwender-Community als Nutzer des eigenen Sharing-Systems gewonnen werden kann.

Die Risiken der Investition für die Fahrzeuge übernimmt der Betreiber. Im Vergleich zu den städtischen Carsharing-Modellen liegen diese bei ländlichen Gebieten aufgrund der geringen Nutzerdichte etwas höher. Daher gilt es Anreize zu schaffen, um einen Betreiber zur Investition in diese Regionen zu bewegen. Aufgrund der nicht vorhandenen Ladeinfrastruktur ergeben sich außerdem Zusatz-Investitionen, die für ein elektrisches Carsharing im Vorhinein getätigt werden müssen.

#### **Privates Carsharing unterstützen:**

Bei dem nachbarschaftlichen bzw. privaten Teilen eines Autos vermieten Privatpersonen ihr eigenes Fahrzeug, um so eine bessere Auslastung des Selbigen zu erzielen. Die Vermittlung findet teilweise über spezielle Internetplattformen statt, wo Autobesitzer ihr Fahrzeug eintragen und angeben, zu welchen Zeiten das Auto für andere Mieter verfügbar sein wird. Hier wird auch der Mietpreis und andere Konditionen festgelegt. Die Buchung geschieht online, der Kontakt und die Übergabe des Fahrzeuges findet direkt zwischen den beiden Privatpersonen (Peer-to-Peer) statt.

Kommt es zu einer Anmietung, wird ein „Nachbarschaftsauto-Vertrag“ zwischen den beiden Parteien geschlossen. In diesem sind die Mietbedingungen fixiert. Der Voll- und Teilkaskoschutz ist bei großen Vermittlern gegen die Zahlung einer entsprechenden Pauschale bereits im Preis enthalten. Die eigene Versicherung wird im Schadensfall also nicht hochgestuft. Für die Pflege und Wartung des Fahrzeuges ist ausschließlich der Autoeigentümer selbst verantwortlich.

Der wesentliche Unterschied zum kommerziellen Carsharing ist, dass keine Gewinnerzielungsabsicht vorhanden ist, sondern es vielmehr darum geht, die monatlichen Kosten des eigenen Pkws zu minimieren.

#### **Mitgliedschaft der Kommune/Dienstwagen als Carsharing-Fahrzeug**

Die Kommune wird selbst Mitglied bei einer Carsharing-Organisation, reduziert somit ihren Fuhrpark und nutzt selbst die Möglichkeit Carsharing-Fahrzeuge für Dienstfahrten einzusetzen. Eine ebenso denkbare Variante wäre, dass die Kommune selbst ein E-Fahrzeug als Dienstauto anschafft und dann als Carsharing-Auto (nach Dienstschluss, am Abend oder an Wochenenden) Mitarbeitern oder den

Bürgern zur Verfügung stellt. Des Weiteren kann die Kommune lokale Unternehmen und größere Betriebe zur Nutzung des Carsharings animieren oder die eigenen Firmenfahrzeuge in ähnlicher Weise abends oder an Wochenenden den Mitarbeitern bzw. der Öffentlichkeit als Carsharing-Fahrzeug zur Verfügung zu stellen.

Mit Hilfe des Carsharinggesetzes (CsgG) vom 5. Juli 2017 ist die Voraussetzungen dafür geschaffen worden, Carsharing-Fahrzeuge im Straßenverkehr zu bevorzugen unter der Voraussetzung, dass hierdurch die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt wird, kann beispielsweise für das Parken auf öffentlichen Straßen oder bei Erhebung der Parkgebühren eine Sonderregelung getroffen werden.

Als weiteren Aspekt kann, der ein Sharingangebot unterstützt, kann die Kommune Carsharing-stellplätze innerhalb neuer Wohngebiete vorsehen. So könnte der Bauträger zur Errichtung einer bestimmten Anzahl von Carsharingstellplätzen verpflichtet werden oder von etwaigen Kosten einer Stellplatzverordnung befreit werden, wenn eine gewisse Anzahl an Carsharing-Parkflächen eingeplant ist.

### Maßnahmen für Privatpersonen

Eigenheimbesitzer sind nach der Entscheidung zum Kauf eines E-Fahrzeugs mit technischen Fragen bei der Installation der Ladestation konfrontiert. Hier lassen sich keine pauschalen Vorgaben machen, da es unterschiedliche Voraussetzungen innerhalb der Haustechnik und individuelle Gestaltungswünsche gibt. Weitere wichtige Punkte sind die Kosten und die betriebliche Sicherheit. Eine Abrechnung des Ladestroms kann direkt über den zentralen Stromzähler erfolgen, jedoch ist es empfehlenswert, einen separaten Einzelzähler zu installieren, um so einen exakten Überblick über die Menge des benötigten Ladestroms zu haben bzw. etwaige Sondertarife des Stromanbieters einfach nutzen zu können.

Für Personen, welche eine Mietswohnung oder ein Mehrfamilienhaus bewohnen, sind neben den technischen Aspekten zusätzlich mietrechtliche Detailfragen relevant. Hier ist es dringend anzuraten, dies vor eine Installation mit dem Vermieter zu besprechen, so dass der Errichtung eines Ladeanschlusses nichts im Wege steht.

Als treibende Kraft können hier z. B. Wohnbaugenossenschaften eine entscheidende Rolle einnehmen (evtl. können die Parkflächen mit E-Ladesäulen ausgestattet werden). Seitens der Kommunen sollte durch Information und Motivation dieses Thema zielführend vorangetrieben werden.

### *E-Fahrzeug und eigene PV-Anlage*

Wird ein Elektroauto mit Strom aus der eigenen Photovoltaik-(Dach-)Anlage geladen, kann ein sehr großer Vorteil der Technologie ausgenutzt und zudem ein Umweltnutzen erzeugt werden. In der nachfolgenden Tabelle werden zunächst die Grobkosten einer Solar-Carport-Lösung dargestellt. In der Berechnung wird von einer Jahreskilometerleistung von 15.000 km und einem Jahresenergieverbrauch von 2.700 kWh ausgegangen (18 kWh/100 km). Weiterhin werden für die Solarmodule marktübliche und valide Kennzahlen herangezogen (so können Kosten in Höhe von etwa 3.850 € angesetzt werden). Die Installationskosten für die PV-Anlage werden mit einem Pauschalbetrag von 5.000 € beziffert, hinzu kommen noch etwa 1.500 € Kosten für eine Ladeinfrastruktur. Dadurch ergibt sich eine geschätzte Gesamtinvestition von 10.350 €. Um dieses System zusätzlich noch zu verbessern, kann eine Speicherlösung integriert werden; die Kosten hierfür bewegen sich derzeit etwa zwischen 5.000-10.000 €.

Tabelle 17: Solar Carport Lösung – E-Fahrzeug (Quelle: Eigene Darstellung)

<b>Solar Carport Lösung, um den Jahresverbrauch eines E-Fahrzeugs zu decken</b>	
Verbrauch E-Fahrzeug [kWh/km]	0,18
Jahreskilometer [km/a]	15.000
Jahres-Verbrauch [kWh/a]	2.700
Ertragsprognose je PV-Modul [kWh/a]	254
Anzahl der PV-Module	11
Größe je Modul [m <sup>2</sup> ]	1,66
Fläche des Carports [m <sup>2</sup> ]	18
Kosten pro Modul [€]	350
Kosten für alle PV-Module [€]	3.850
Kosten Installation [€]	5.000
Kosten Installation Ladeinfrastruktur/Wallbox [€]	1.500
<b>Kosten gesamt [€]</b>	<b>10.350</b>

Zusätzlich zum ökonomischen Aspekt kann eine ökologische Komponente betrachtet werden. Wird der benötigte Jahresstrom für das Elektrofahrzeug aus dem Stromnetz und mit dem bundesdeutschen-Strommix von 588 g/kWh erzeugt, werden etwa 1.588 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Wird im Gegensatz dazu der Ladestrom mit der eigenen PV-Anlage bereitgestellt, werden lediglich 170 kg CO<sub>2</sub> erzeugt. In dieser Betrachtung werden nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen während der Nutzung errechnet, d. h. der Fahrzeugherstellungsprozess ist nicht inkludiert. Tabelle 18 zeigt eine vergleichende Gegenüberstellung eines herkömmlichen thermischen Verbrenners und einem Elektrofahrzeug in drei Varianten der Stromproduktion: Ø-Strommix BRD, Solar-PV (monokristallin) und Solar-PV (polykristallin). Hier wird deutlich, dass sich der Umweltvorteil von E-Fahrzeugen bei einer nachhaltigen erneuerbaren Strombereitstellung einstellt.

Tabelle 18: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Quelle: Eigene Darstellung)

<b>Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>				
	<b>Thermischer Verbrenner</b>	<b>E-Fahrzeug</b>	<b>E-Fahrzeug</b>	<b>E-Fahrzeug</b>
	Angaben NEFZ	Ø-Strommix BRD	Solar-PV (monokristallin)	Solar-PV (polykristallin)
<b>Jahresfahrleistung [km]</b>	15.000	15.000	15.000	15.000
<b>Verbrauch</b>	4,8 l/100 km	18 kWh/km	18 kWh/km	18 kWh/km
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor</b>	100 g/km	588 g/kWh	130 g/kWh	63 g/kWh
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr [kg/a]</b>	1.500	1.588	351	170
<b>Differenz [kg]</b>		+88	-1.149	-1.418
<b>Differenz [%]</b>		+6	-77	-89

## Maßnahmen für Unternehmen

Diese Nutzergruppe besitzt ein hohes Potenzial, jedoch stellt es eine besondere Herausforderung dar, diese zu aktivieren. Oftmals sind Unternehmen an kurz- oder mittelfristige Amortisationszeiten bzw. Wirtschaftlichkeitskalkulationen gebunden, welche die Handlungsflexibilität einschränken können. Hier ist es wichtig, eine Mischung aus einem stetigen Informationsfluss und attraktiven Anreizen zu finden. Kommunen können die lokal ansässigen Unternehmen zu nachhaltigen Entscheidungen hinführen und somit eine positive langfristige Entwicklung im Gemeindegebiet herbeiführen.

Mögliche Maßnahmen für Unternehmen selbst:

- Anschaffung von E-Fahrzeugen
- Ökologische Dienstreiseverordnung erlassen
- Fahrgemeinschaften für Dienstfahrten
- Fahrradleasing mit Arbeitgeberzuschuss
- Informationstafeln zu nachhaltiger Mobilität
- Corporate-Carsharing
- E-Mobilität als Chance zur Mitarbeiterbindung bzw. als Bonus-Instrument bei Neuanstellungen

Um Elektromobilität innerhalb eines Unternehmens sinnvoll zu integrieren, muss der Bedarf der jeweiligen betrieblichen Mobilität exakt bekannt sein, dies umfasst neben dem eigenen Fuhrpark, die Mitarbeitermobilität und die anfallenden Dienstfahrten.

Der Einfluss den Kommunen und Landratsamt ausüben können, besteht hauptsächlich aus Information und Motivation, eine mögliche weitere Vorgehensweise könnte u. a. sein:

1. Bestandsaufnahme der übergeordneten Verkehrsinfrastruktur, um mögliche Schwächen bzw. Hemmnisse im Vorfeld zu erkennen und ggf. zu beseitigen (Verkehrsplanung)
2. Interessierte Unternehmen identifizieren
3. Netzwerktreffen ausrichten
4. Betriebsinterne Datenerhebung (Fuhrpark, Mitarbeiter) veranlassen
5. Maßnahmen entwickeln (Workshops, Best-Practice)
6. Umsetzungsphase
7. Erfahrungen austauschen (E-Unternehmens-Stammtisch)

#### Kooperation im Gewerbegebiet

Unternehmen können zunächst seitens des Landratsamtes oder des Klimaschutzmanagements bzgl. der Möglichkeiten im Themenfeld Elektromobilität mit Informationen versorgt und so stärker sensibilisiert werden. Hierbei können auch Interessen und zukünftige Planungen der jeweiligen Unternehmen abgefragt werden, um so eine optimale Unterstützungsleistung bieten zu können; ggf. können so Kooperationen innerhalb eines Gewerbegebietes entstehen. Gemeinsame Projekte oder Kaufgemeinschaften können beispielsweise koordiniert werden.

#### Maßnahmen für den Tourismus

Eine Möglichkeit, um eine klimaverträgliche An- bzw. Abreise des touristischen Verkehrs ohne privaten Pkw zu fördern, könnte die Etablierung eines Hol- und Bring-Service sein, z. B. vom Bahnhof bis zur Unterkunft bzw. zu weiteren Destinationen. Dieser Service kann in Ansprache des Hotel- und Gastgewerbes mit gemeinsam genutzten E-Fahrzeugen erfolgen. Ggf. sollten die bereits vorhandenen Anbieter dieser Dienstleistung miteinander kooperieren, so dass Synergieeffekt genutzt werden können.

Des Weiteren kann die Nutzung des ÖPNV in der Urlaubsregion intensiviert werden. Eine Gestaltungsmöglichkeit, um eine attraktive Option für Touristen zu haben, ist die gänzlich kostenlose oder verbilligte Nutzung der regionalen ÖPNV. Ein Sondertarif oder die kombinierte Nutzung mit einer Touristen-Karte ist hier denkbar. Ein flexibles und bedarfsgesteuertes Angebot ist unabdingbar, um am Urlaubsort teilweise oder ganz auf das eigene Auto verzichten zu können. Ein Baustein der nachhaltigen Verkehrsgestaltung der Landkreisbesucher ist weiterhin der Ausbau von Radverleihstationen bzw. der verstärkte Einsatz von E-Bikes/Pedelecs.

## E-Bike-Ladestation

Eine kombinierte Ladelösung von E-Bike und E-Pkw an nur einer öffentlichen Ladesäule ist nicht möglich. Zum einen handelt es sich bei Strommenge und -stärke um zwei gänzlich verschiedene Systeme, zum anderen schließt die Ladesäulenverordnung Schuko-Stecker an E-Pkw-Ladestation aus Gründen der Mindestanforderungen an die technische Sicherheit und Interoperabilität aus (§3 LSV). Daher ist eine Kombinationsmöglichkeit an ein und derselben Ladesäule nicht möglich und somit sind eigene, separate Ladepunkte für E-Bikes nötig.

Neben den verschiedenen Anwendungsformen und Typen-Unterschieden bei den E-Fahrrädern verfügen viele Hersteller zusätzlich über eigene Ladesysteme, die nur die selbst verbauten Akkus wieder aufladen; derzeit existiert auf dem Markt kein einheitliches Ladesystem bei E-Bikes.

Am häufigsten werden Lithium-Ionen-Akkus verwendet, die sich jedoch je nach Hersteller in Form, Größe, Gewicht, Energiegehalt, Batterie-Management-System und Preis unterscheiden. Allen gemein ist, dass sie an herkömmlichen Schuko-Steckdosen geladen werden können. Der Ladevorgang dauert je nach Typ, Größe und Ladezustand zwischen 2 bis 8 Stunden. Aktuell sind die Akkus mit 250 bis 600 Wh ausgestattet, wobei die Anzahl der Ladezyklen sich durchschnittlich zwischen 500-700 Zyklen bewegt, was einer durchschnittlichen Nutzbarkeit von etwa 5 Jahren entspricht.

Auf dem Markt sind nicht nur viele verschiedene Akkuladesysteme erhältlich, ähnlich verhält es sich mit den verfügbaren Ladestationen: von Schließfachern mit integrierten Steckdosen über Fahrradständer inklusive Steckdosen bis hin zu Gastronomie/Hotels, die einen Raum bzw. separate Steckdosen anbieten. Aus Nutzersicht empfiehlt es sich, dass eigene Netzteil mitzunehmen, um den E-Bike Akku verlässlich laden zu können.

Die derzeitige Reichweite der E-Bikes in Abhängigkeit von Unterstützung und Fahrweise liegt etwa bei 100 km, was für den Alltagsverkehr bzw. für die tägliche Pendelstrecke ausreichend ist. Werden in der Freizeit größere Strecken mit dem E-Bike zurückgelegt, besteht immer häufiger die Möglichkeit an touristischen Orten bei Restaurants, Museen oder auch zentralen Punkten wie Rathäusern den Akku zu laden. Einfache Ladesteckdosen sind bereits ab 200 € erhältlich, kombinierte Lade- und Abstelllösungen können ab 1.500 € erworben werden, freistehende und mit einem Abrechnungssystem versehene Systeme sind entsprechend teurer und verursachen Kosten ab 4.500 €.

(Hinweise diesbezüglich finden sich u.a. auf der Homepage des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs: <https://www.adfc.de/workshops/adfc-workshop-lademoeglichkeiten/lademoeglichkeiten-fuer-elektrofahrraeder-im-oeffentlichen-raum>)

Eine Kombination von einfachen Akku-Ladestationen bei Fahrradhändlern, Cafés oder Gasthäusern und erweiterte Lade-Standorte an zentralen intermodalen Stellen wäre zweckmäßig und im Landkreisgebiet zu begrüßen. Neben der reinen Verfügbar- und Zugänglichkeit der Ladestandorte ist die Kenntnis über bzw. das Auffinden dieser enorm wichtig; ein nutzerfreundliches Informationssystem ist enorm wichtig.

Einfache Akku-Ladestationen:

- Möglichkeit zur Akkuladung
- Ggf. eingeschränkte Zugänglichkeit

Erweiterte Lade-Standorte:

- Möglichkeit zur Akkuladung
- Ggf. Servicestation
- Ggf. Verleih von Fahrrädern
- ADFC-zertifizierten Fahrradständer
- Gepäckschließfächer
- Infotafel zu möglichen Routen

Um ein möglichst umfassendes nachhaltiges und zukunftsweisendes Mobilitätssystem im Landkreis zu erhalten, empfiehlt es sich, die verfügbaren Verkehrsträger – insbesondere zusammen mit dem Radverkehr als Einheit zu betrachten. Hierbei ermöglichen E-Bikes die umweltfreundliche Überwindung kurzer bzw. mittlerer Strecken zur nächstgelegenen ÖPNV-Haltestelle.

Konsistente Mobilitätsketten ermöglichen es den Nutzern komfortabel und zügig an das Ziel zu gelangen, insbesondere bestehende Verkehrsknotenpunkte (Bahnhöfe, Bushaltestellen und Park and Ride-Plätze) sollten so ausgebaut sein, dass hier ein unkompliziertes Umsteigen auf bzw. zwischen den unterschiedlichen Verkehrsträgern möglich ist. Dieses Zusammenspiel und die zeitgemäße Gestaltung der Schnittstellen beinhalten u. a.:

- Ausreichend komfortable Abstellanlagen (sicher, beleuchtet und überdacht)
- Lademöglichkeiten für E-Bikes
- Lademöglichkeiten Elektro-Pkw
- Sharing-Modelle (Leihstationen für E-Car und E-Bike-Sharing)
- Sinnvolle Tarifgestaltung des ÖPNV (inkl. Park- und Ladegebühren)
- Zweckmäßiges Informationsangebot
- Abgestimmtes Taxi- und Mietwagensystem

Um den Umstieg auf das Elektrofahrrad zu erleichtern, sollte die Benutzung des Rads im Alltag einfacher und bequemer sein als die Nutzung des privaten Pkw.

Im öffentlichen Raum, insbesondere vor stark besuchten Einrichtungen, muss die Kommune selbst für die Leichtigkeit des Radverkehrs sorgen. Zudem kann im Rahmen der Bauleitplanung eine entsprechende Grundlage auch für Private getroffen werden (z. B. Stellplatzverordnung). Des Weiteren wird mit steigender Anzahl der E-Bike-Nutzer die Bedeutung innerhalb der Region und speziell in den Bereichen Tourismus, Gastronomie und Freizeit steigen, was zu einem weiteren bedarfsgerechten Ausbau führen wird.

Das Fahrrad bietet sich als Zubringer zum ÖPNV an, hier wird sozusagen der Einzugsbereich von Haltestellen erweitert. Sind die Fahrradabstellanlagen gut ausgebaut, kann das Fahrrad sicher an der Haltestelle zurückgelassen werden, was u.a. die Sitzplatzauslastung bzw. die Transporteinheitengröße beeinflussen kann; diese planungsrelevanten Aspekte sollten auch bei künftigen Projekten mitbedacht werden.

Im Zuge der Bemühungen innerhalb des Klimaschutzmanagements des Landkreises ist die Einrichtung eines georeferenzierten Meldeportals für E-Bike-Ladestationen (ggf. in Verbindung mit einer Kampagne mit Zielgruppe Gaststätten, Vereine/Lokale, öffentliche Institutionen) vorgesehen. Diese Aktion soll neben der aktuellen Bestandsaufnahme, den zusätzlichen Bedarf eruieren und soll nach Abschluss ein Serviceangebot für E-Bike-Nutzer bei der Routenplanung darstellen.

Derzeit finden sich u. a. Lademöglichkeiten in:

- Leupoldsgrün: Campingplatz „Am Anger“
- Münchberg: Pocksparkplatz
- Naila: Bahnhof
- Schwarzenbach an der Saale: Erika-Fuchs-Haus

Um das nachhaltige Verkehrsangebot seitens des Landkreises weiter zu untermauern und die Wichtigkeit des Fahrrads als alternatives Verkehrsmittel zu unterstreichen, können folgende Handlungsempfehlungen aufgeführt werden:

- Kontinuierlicher Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur für E-Bikes:
  - an den Hauptradwegen bzw. Themenradwege (höhere Frequentierung)
  - entlang des Flüsseradwegs
  - denkbar sind Inselanlagen, die den benötigten Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen beziehen
- Auferlegung eines eigenen Zuschussprogramms, um private Initiativen bei der Bereitstellung von E-Bike-Ladinfrastruktur zu unterstützen
  - finanzieller Anreiz (Prozentualer Anteil je nach System oder ein fester Betrag)
- Errichtung von E-Bike-konformen Radabstellanlagen zum Ausbau der Intermodalität an ländlichen Verkehrsknotenpunkten
  - Bahnhöfe, Bushaltestellen, Pendlerparkplätze
  - besondere Besucherdestinationen des Landkreises

Als eine Unterstützung für Kommunen, können Fördermittel abgerufen werden, u.a. durch die Investive Klimaschutzmaßnahme ist dies möglich [Punkt 3. Klimaschutz und Nachhaltige Mobilität – 3.6 Errichtung von Radabstellanlagen <https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen>]

Eine weitere Möglichkeit der Städte und Gemeinden die nachhaltige Mobilitätsteilnahme innerhalb der Bürgerschaft zu unterstützen, könnte die Anschaffung von E-Pedelecs/E-Lastenrädern auf Gemeindeebene sein. Der Pool an Fahrzeugen kann durch die Kommune im Alltagsgeschäft genutzt werden und weiterhin zu privaten, gewerblichen oder touristischen Zwecken ggf. als Ausleihmodell dienen.

### Übersicht Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Jede Maßnahme wird in einem Übersichtsblatt kurz beschrieben. Die Maßnahmenblätter geben Auskunft über zentrale Informationen, die für eine schnelle Umsetzung relevant sind. Hierbei handelt es sich u. a. um das Ziel und den Zweck der Maßnahme, den Planungshorizont, eine Kurzbeschreibung, die ersten Schritte zur Umsetzung, ggf. vorhandene Förderprogramme sowie wenn möglich/sinnvoll anstehende und absehbare Kosten bzw. die möglichen Effekte auf die Treibhausgasbilanz. Weiterhin sind mit den Adressaten die Umsetzungsstellen gemeint, welche die Maßnahmen durchführen sollen, um die in der Zielgruppe definierten Gruppen zu erreichen.

Die angeführten Prioritäten der Maßnahmen können wie folgt verstanden werden:

	Beschreibung
<b>Priorität 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Maßnahme sollte besonders schnell umgesetzt werden!</li> <li>▪ Es ist ein deutlich positives Kosten-/Nutzen-Verhältnis gegeben!</li> <li>▪ Es besteht ein sehr großes Einsparpotenzial an Treibhausgas-Emissionen!</li> </ul>

<b>Priorität 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es ist ein positives Kosten-/Nutzen-Verhältnis gegeben.</li> <li>▪ Es sind mittlere Amortisationszeiten zu erwarten.</li> <li>▪ Es besteht ein großes Einsparpotenzial an Treibhausgas-Emissionen.</li> </ul>
<b>Priorität 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es ist wahrscheinlich ein positives Kosten-/Nutzen-Verhältnis gegeben.</li> <li>▪ Amortisationszeiten liegen innerhalb, aber wahrscheinlich nahe an der angenommenen maximalen „Lebensdauer“ der Maßnahme.</li> </ul>

Die Maßnahmen lassen sich wie folgt hinsichtlich ihrer Priorität und des Planungshorizonts kategorisieren:

		Planungshorizont		
		kurzfristig	mittelfristig	langfristig
<b>Priorität</b>	<b>1</b>	B1) Mobilitätsmanagement im kommunalen Fuhrpark B2) Anschaffung von E-Bikes B3) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Fahrzeuge B5) Elektrische Omnibusse C1) Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur – Primäres Netz C3) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Fahrzeuge C4) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Angestellte C5) Motivation zum Ausbau der halb-öffentlichen Ladeinfrastruktur	B4) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Nutzfahrzeuge C2) Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur – Sekundäres Netz C6) Ausbau der E-Bike Ladeinfrastruktur D1) Bereitstellen von Info-Materialien D2) Regelmäßige Themenseite „E-Mobilität“ im Amtsblatt D7) Direkte Unternehmensansprache	A1) Umsetzungsmanagement Elektromobilitätskonzept A2) Elektromobilität politisch verankern A5) Monitoring und Controlling A7) Errichtung verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsstationen B7) Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen D4) Mobilitätstag D6) Fallspezifische Öffentlichkeitsarbeit
	<b>2</b>		A3) Eigenes Förderprogramm Elektromobilität auflegen B6) Kommunales E-Carsharing D5) Leitfaden E-Mobilität	A4) Integration der Elektromobilität in die Bauleitplanung A8) Runder Tisch Elektromobilität A9) Alternative Antriebstechnologie D3) Homepage – Themenseite
	<b>3</b>	A6) E-Fahrzeuge privilegieren		

## Handlungsfelder und Maßnahmen

A - Verwaltung, Management und Bauleitplanung.....	105
A1) Umsetzungsmanagement Elektromobilitätskonzept .....	105
A2) Elektromobilität politisch verankern .....	106
A3) Eigenes Förderprogramm Elektromobilität auflegen .....	107
A4) Integration der Elektromobilität in die Bauleitplanung.....	108
A5) Monitoring und Controlling .....	109
A6) E-Fahrzeuge privilegieren .....	110
A7) Errichtung Verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsstationen.....	111
A8) Runder Tisch Elektromobilität .....	112
A9) Alternative Antriebstechnologie.....	113
B - Elektrifizierung der kommunalen Flotte .....	114
B1) Mobilitätsmanagement im kommunalen Fuhrpark.....	114
B2) Anschaffung von E-Bikes .....	115
B3) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Fahrzeuge.....	116
B4) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Nutzfahrzeuge.....	117
B5) Elektrische Omnibusse.....	119
B6) Kommunales E-Carsharing .....	120
B7) Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen .....	121
C - Ausbau der Ladeinfrastruktur .....	122
C1) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Primäres Netz .....	122
C2) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Sekundäres Netz .....	123
C3) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Fahrzeuge.....	124
C4) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Angestellte .....	125
C5) Motivation zum Ausbau der Halb-Öffentlichen Ladeinfrastruktur.....	126
C6) Ausbau der E-Bike Ladeinfrastruktur .....	127
D - Information und Kommunikation .....	128
D1) Bereitstellen von Info-Materialien.....	128
D2) Regelmäßige Themenseite „E-Mobilität“ im Amtsblatt .....	129
D3) Homepage - Themenseite.....	130
D4) Mobilitätstag.....	131
D5) Leitfaden E-Mobilität .....	132
D6) Fallspezifische Öffentlichkeitsarbeit.....	133
D7) Direkte Unternehmensansprache .....	134

## A - Verwaltung, Management und Bauleitplanung

### A1) Umsetzungsmanagement Elektromobilitätskonzept

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A1) Umsetzungsmanagement Elektromobilitätskonzept</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 2	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommune	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion, Etablierung der Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Um das Thema Elektromobilität und das damit verbundene System bzw. die damit einhergehende Änderung der gewohnten Mobilität in den Städten und Gemeinden des Landkreises zu bewerkstelligen, sollte jeweils ein Umsetzungsmanager in den Kommunen definiert werden.</p> <p>Die Berufung eines kommunalen Angestellten zur Umsetzung des Elektromobilitätskonzeptes ist hier zielführend. Dieser ist erster Ansprechpartner und direkte Kontaktperson zu relevanten Akteuren, hierdurch wird eine zentrale Stelle innerhalb der Gemeinde geschaffen, die den Überblick über alle anstehenden Aktivitäten besitzt.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entscheidung für einen Umsetzungsmanager für das Elektromobilitätskonzept</li> <li>2. Einen geeigneten Umsetzungsmanager definieren</li> <li>3. Mit den nötigen Berechtigungen ausstatten</li> <li>4. Unterstützung bei der Umsetzung des Elektromobilitätskonzeptes</li> <li>5. Kooperation mit dem Klimaschutzmanagement</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Zeit- und Personalaufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Nicht direkt, aber durch langfristige Effekte	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	



## A2) Elektromobilität politisch verankern

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A2) Elektromobilität politisch verankern</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 2	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion, Etablierung der Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	Elektromobilität sollte ähnlich dem Klimaschutz auf allen Ebenen der Verwaltung und Kommunalpolitik mit hoher Priorität verankert sein. Ein verbindlicher politischer Beschluss zur Umsetzung des Elektromobilitätskonzeptes dient als Leitbild für kommunales Handeln. Dieser ist eine wesentliche Voraussetzung für die Verwaltung, die entwickelten Maßnahmenvorschläge auf Grundlage der örtlichen Situation umzusetzen. Die Rolle des Gestalters und die Vorbildfunktion werden so untermauert.	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beschluss in den Gremien</li> <li>2. Festlegung der zeitlichen Agenda</li> <li>3. Konsequente Umsetzung</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Manifeste politischer Wille zur Umsetzung des Elektromobilitätskonzeptes	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Nicht direkt, aber durch langfristige Effekte	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

### A3) Eigenes Förderprogramm Elektromobilität auflegen

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A3) Eigenes Förderprogramm Elektromobilität auflegen</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger, Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Förderung der Markthochlaufphase	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Durch ein eigens aufgelegtes Förderprogramm können die staatlichen Förderungen ergänzt und Bürger sowie ggf. örtliche Unternehmen zusätzlich zur Einführung von Elektromobilität animiert werden. Förderinhalte können z. B. sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 500 € Zuschuss zur Anschaffung eines Elektrofahrzeugs</li> <li>▪ 250 € Zuschuss zur Anschaffung einer Elektrotankstelle in der Garage</li> <li>▪ 100 € Zuschuss zur Anschaffung eines Elektro-Fahrrades, etc.</li> </ul> <p>Das Förderprogramm sollte breit in der Öffentlichkeit kommuniziert werden. Das Förderprogramm sollte zudem mit Flyern, öffentlichen Förderaufrufen und regelmäßigen Erinnerungen in den Mitteilungsblättern flankiert werden. Gleichzeitig lässt sich die Nutzung regenerativer Energien und eine Treibhausgaseinsparung dadurch realisieren, indem Bedingungen, wie z. B. die Nutzung von erneuerbaren Stromtarifen etc. als Auflagen erlassen werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konzeptionierung eines Förderprogramms</li> <li>2. Abstimmung in den Entscheidungsgremien</li> <li>3. Beschluss in den Entscheidungsgremien</li> <li>4. Veröffentlichung und Kommunikation</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Abhängig von Anträgen und Förderung; kann gedeckelt erfolgen (dann muss dies jedoch im Vorhinein so kommuniziert werden); z. B. feste Einplanung von 20.000 €/a im Haushalt	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Nicht direkt, regt jedoch zu Einsparungen an	
<b>Best Practice:</b>	Der Landkreis Bamberg fördert z. B. die Anschaffung von E-Rollern und sonstige höher als ein normales E-Bike motorisierte Kleinkrafträder. <a href="http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=360">http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=360</a>	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## A4) Integration der Elektromobilität in die Bauleitplanung

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A4) Integration der Elektromobilität in die Bauleitplanung</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, Bürger	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des motorisierten Individualverkehrs, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Die Integration bzw. Verankerung verkehrstechnisch relevanter Komponenten im Rahmen der Bauleitplanung. Bei Ausweisung von Neubaugebieten sollte die Kommune darauf achten und einwirken, dass die Rahmenbedingungen in zukünftigen Bebauungs-, Vorhabens- und Erschließungsplänen einen nachhaltige Verkehrsteilhabe der Bewohner fördert.</p> <p>Mögliche Regelungen könnten sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Private Baugrundstücke: durch die Schaffung einer Lademöglichkeit entfällt die Gebühr der Stellplatzordnung</li> <li>▪ Eigene Vorgabe (aus kommunaler Sicht): Einplanung von je 1 öffentliche E-Lademöglichkeit je 5 Baugrundstücke.</li> <li>▪ Eigene Vorgabe (aus kommunaler Sicht): Einplanung einer Mobilitätsstation (z. B. für Car- oder Bike-Sharing) je Baugebiet</li> </ul> <p>Oftmals erfolgt die Entwicklung der Kommunen im ländlichen Raum im Bereich Wohnungsneubau durch Neuausweisung zusammenhängender Neubaugebiete. Bereits während der Bauleitplanung kann die Elektromobilität und der Aufbau von privaten und halb-öffentlichen Lademöglichkeiten durch etwaige Anreize bestärkt werden. Neben einer nachhaltigen Energienutzung kann künftig auch die nachhaltige Verkehrsentwicklung mit in den Planungsprozess eingebunden werden. Integrierte Quartierslösungen, wie beispielsweise die Anwesenheit einer Carsharing-Station oder zentrale Solarcarports zur gemeinsamen Nutzung könnten in ersten Pilotprojekten umgesetzt werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausarbeitung von Mindeststandards</li> <li>2. Festsetzung und Verabschiedung der neuen Satzungen</li> <li>3. Konsequente Umsetzung</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Zeitlicher Aufwand zur Erarbeitung der Beschlüsse und bei der Umsetzung	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Nicht direkt, jedoch Auswirkung auf die Verkehrsmittelwahl der Bürger und damit zusammenhängende Einsparpotenziale	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	<p>Ähnlich wie in der Kurzdokumentation „Klimaschutz in der räumlichen Planung: Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung“ können die Inhalte (Wirkmechanismen, Planungspraxis) an den Themenkomplex Elektromobilität angepasst werden.</p> <p><a href="http://www.uba.de/uba-info-medien/4431.html">www.uba.de/uba-info-medien/4431.html</a></p>	

## A5) Monitoring und Controlling

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A5) Monitoring und Controlling</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8 und 10	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Klimaschutzmanager, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Umsetzung der selbst definierten Ziele	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Die erfolgreiche Umsetzung des Elektromobilitätskonzepts bedarf eines regelmäßigen Monitorings der durchgeführten Maßnahmen. In einem Controlling-System sollte die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen kontrolliert und neue Rahmenbedingungen beobachtet werden, um auf diese zielführend reagieren zu können.</p> <p>Dies kann ganzheitlich in größeren Abständen systematisch durch Datenerhebung und -auswertung erfolgen oder separat für die Einzelmaßnahmen. Die zuständigen kommunalen Mitarbeiter, die mit dem Umsetzungsmanagement des Elektromobilitätskonzeptes betraut sind, können hier die Controlling- und Monitoring-Aufgaben übernehmen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeiführen des notwendigen Beschlusses zur Durchführung eines Controllings innerhalb definierter Zeiträume und im genannten Kostenrahmen</li> <li>2. Auswahl einer verantwortlichen Dienststelle</li> <li>3. Ggf. Auswahl eines geeigneten Controlling-Tools</li> <li>4. Ggf. Beauftragung eines Fachbüros für Unterstützungsleistungen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Interne Kosten für organisatorischen Aufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Umsetzung von Maßnahmen mit Einsparpotenzial	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## A6) E-Fahrzeuge privilegieren

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A6) E-Fahrzeuge privilegieren</b>		<b>3</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommune	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Etablierung und Stärkung der Elektromobilität	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Bereits im Jahre 2015 hat die Bundesregierung das Elektromobilitätsgesetz (EmoG) beschlossen, dieses unterstützt elektrisch betriebene Fahrzeuge auch durch Privilegierung im Straßenverkehr und versetzt Städte und Kommunen in die Lage, sofort zu handeln.</p> <p>Folgende Sonderrechte können Elektrofahrzeuge erhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ für Elektrofahrzeuge können besondere Parkplätze an Lade-Stationen im öffentlichen Raum reserviert werden</li> <li>▪ Parkgebühren können für E-Autos verringert oder ganz erlassen werden</li> <li>▪ bestimmte Zufahrtbeschränkungen (wg. Lärm, Abgase) können für E-Fahrzeuge aufgehoben werden</li> <li>▪ die Möglichkeit Busspuren zu befahren</li> </ul> <p>Den Kommunen im Landkreis ist damit die Möglichkeit gegeben, E-Fahrzeuge durch Vergünstigungen und Sonderrechte zu privilegieren. Hierbei gilt es jedoch abzuwägen, in wie weit diese Privilegierung z. B. den bereits vorhandenen Parkdruck verschärfen würde.</p> <p>In der Markthochlaufphase ist eine Möglichkeit das Parken während des Ladevorgangs kostenfrei zu gestalten, in einem späteren Stadium sollte jedoch erneut geprüft werden, ob Parkgebühren berechnet werden, sobald der Ladevorgang abgeschlossen ist.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ggf. Änderung der Gebührensatzung</li> <li>2. Privilegien definieren</li> <li>3. Ausführen der beschlossenen Änderungen</li> <li>4. Begleitende Informationen und Öffentlichkeitsarbeit</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	-	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Keine direkten, jedoch durch Förderung emissionsarmer Fahrzeuge	
<b>Best Practice:</b>	<p>Stadt Schweinfurt: „Stellplätze mit Lademöglichkeit für E-Mobile / Gebührenbefreiung Elektrofahrzeuge: Auf Parkplätzen, die mit Parkschein bewirtschaftet werden, sind elektrisch betriebene Fahrzeuge i. S. d. Elektromobilitätsgesetzes (EmoG) von der Entrichtung der Parkgebühren befreit, soweit die Fahrzeuge mit einem besonderen Kfz-Kennzeichen („E-Kennzeichen“) zugelassen sind. Die an den Parkscheinautomaten oder durch Zusatzzeichen angegebene Höchstparkdauer darf dabei nicht überschritten werden. Der Beginn des Parkvorgangs ist durch Parkscheibe nachzuweisen. Weitere Informationen können Sie den angebrachten Hinweisen am Parkscheinautomaten entnehmen“.</p> <p><a href="https://www.schweinfurt.de/leben-freizeit/umwelt/verkehr/3995.Parken-in-der-Innenstadt.html">https://www.schweinfurt.de/leben-freizeit/umwelt/verkehr/3995.Parken-in-der-Innenstadt.html</a></p>	
<b>Anmerkungen:</b>	Elektromobilitätsgesetz: <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/emog/BJNR089800015.html">https://www.gesetze-im-internet.de/emog/BJNR089800015.html</a>	

## A7) Errichtung Verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsstationen

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A7) Errichtung Verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsstationen</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 5	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Elektromobilität als System stärken, Reduktion des MIV, Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, Änderung des Modal-Split, Treibhausgaseinsparung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Intermodalität und Vernetzung von Verkehrsmitteln ermöglichen Effizienzverbesserungen und erweitern die Gestaltungsmöglichkeiten für eine sozial- und umweltverträgliche Entwicklung auch in eher ländlich geprägten Gebieten.</p> <p>So führt die Steigerung des ÖPNV-Anteils am Modal Split zu einer Treibhausgas-Emissionsminderung, wenn dadurch Pkw-Kilometer eingespart werden. Hierzu müssen jedoch die Übergänge und Schnittstellen vom Fahrrad und Pkw zum ÖPNV optimiert werden, um einen Umstieg so problemlos und attraktiv wie möglich zu gestalten.</p> <p>Aber auch eine Optimierung der Verknüpfung von elektrifizierten Transportmitteln (E-Bike, E-Auto, E-Carsharing) ermöglicht die Erweiterung des Einzugsbereichs für den ÖPNV und schafft somit potenziell neue Kundengruppen, die sonst auf das Auto als alleiniges Verkehrsmittel zurückgreifen würden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbereiten der baulichen Maßnahmen</li> <li>2. Bedarfsanalyse der zielgruppenspezifischen Mobilitätsbedürfnisse</li> <li>3. Partizipations- und Kommunikationskonzept</li> <li>4. Umsetzung</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Langfristige Strategie basierend auf einer Grundsatzentscheidung inkl. kontinuierlicher weiterer Ausbau des Gesamtverkehrssystems	
<b>Förderungen:</b>	Seitens PtJ: Investive Klimaschutzmaßnahmen, Klimaschutz und nachhaltige Mobilität – Errichtung Verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsstationen: <a href="https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/kommunalrichtlinie">https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/kommunalrichtlinie</a>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch vermiedene Wegstrecken des MIV bzw. nachhaltiger zurückgelegte Strecken	
<b>Best Practice:</b>	Stadtwerke Münster - Mobilstation Albachten: Ein Bahnhof auch für Bus und Rad: <a href="https://www.stadtwerke-muenster.de/presse/pressemitteilungen/gesamt/nachricht/artikel/mobilstation-albachten-ein-bahnhof-auch-fuer-bus-und-rad.html">https://www.stadtwerke-muenster.de/presse/pressemitteilungen/gesamt/nachricht/artikel/mobilstation-albachten-ein-bahnhof-auch-fuer-bus-und-rad.html</a>	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## A8) Runder Tisch Elektromobilität

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A8) Runder Tisch Elektromobilität</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, Stadtwerke, Fachplaner	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Vernetzung, Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Aufgrund der komplexen Strukturen des Systems der Elektromobilität und den damit verbundenen unterschiedlichen Akteuren bzw. Interessen können interdisziplinäre „Runde Tische“ die weitere Etablierung und die sinnvolle Entwicklung innerhalb des Landkreises bzw. Kommunen voranbringen.</p> <p>Durch das jeweils zur Verfügung stehende Wissen können so Themenbereiche im Zusammenhang erörtert werden, desweiteren können die verschiedenen Informationskanäle der Mitglieder genutzt werden.</p> <p>Durch eine verbesserte zielgruppenspezifische Ansprache der relevanten Akteure kann so eine höhere Akzeptanz der erarbeiteten Maßnahmen erreicht werden. Gleichzeitig sind durch den Teilnehmerkreis etwaige Experten bereits vorhanden, die dann Veranstaltungen (z. B. E-Mobilitätstag) begleiten können.</p> <p>U. a. können folgende relevante Akteure am Runden Tisch Elektromobilität teilnehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Städte und Gemeinden</li> <li>▪ Stadtwerke</li> <li>▪ Netzbetreiber</li> <li>▪ Fachplaner</li> <li>▪ Kfz- und Elektrofachbetriebe</li> <li>▪ Wohnungsbaugenossenschaften</li> </ul>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mitglieder identifizieren</li> <li>2. Verantwortlichkeiten definieren</li> <li>3. Stetige Treffen vereinbaren</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Gering, Koordinationsaufwand, Zurverfügungstellung von Räumlichkeiten	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch das Anregen von weiteren Handlungen entsteht ein Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## A9) Alternative Antriebstechnologie

Verwaltung, Management und Bauleitplanung		Priorität:
<b>A9) Alternative Antriebstechnologie</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 3	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, Stadtwerke, Fachplaner	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Vernetzung, Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Nicht nur durch die manipulierten Messwerte der Abgas-Emissionen sind dafür verantwortlich, dass die Zulassungszahlen von Verbrennern, insbesondere Dieselmotoren an allen Neuwagen in Deutschland seit 2015 kontinuierlich abnehmen. Auch die Weiterentwicklung im Bereich alternativer Antriebstechnologien trägt ihren Teil dazu bei. Neben der reinen Elektromobilität, sind Hybridantriebe und alternative Kraftstoffe (z. B. Erdgas) in herkömmlichen Verbrennungsmotoren zu nennen.</p> <p>Um das Ziel zu erreichen, die verkehrsbedingten Emissionen weiter zu senken, sollten weiterhin alternative Antriebstechnologien ausgebaut werden. Zusätzlich zu den bereits etablierten Antrieben, sollte weiter an effizienten Technologien und Energiebereitstellung geforscht werden. Als Beispiel hierfür kann die Brennstoffzelle angeführt werden: Die Elektrizität wird an Bord des Fahrzeuges erzeugt, indem innerhalb der Zelle Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) reagieren; dabei entsteht lediglich Wasserdampf als einziges „Abgas“. Hier sind die zentralen Fragestellungen die energieaufwendige Bereitstellung und die Speicherung des Wasserstoffes, sowie die Bereitstellung der Tank-Infrastruktur; an diesen Stellen besteht zusätzlicher Forschungsbedarf, um eine konkurrenzfähige Alternative zu erhalten.</p> <p>Der Landkreis und seine Kommunen sollte einerseits die Bereitschaft zeigen, sich bei etwaigen Modell-Projekten einzubringen und andererseits durch Unterstützungsleistungen solch innovative Technologien aktiv zu fördern. Dies kann beispielsweise durch Einbindung der bestehenden Infrastruktur geschehen, durch Ansiedlung von innovativen Unternehmen oder durch eine aktive monetäre Förderung.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundsatzentscheidung herbeiführen</li> <li>2. Ziele bei künftigen Planungen berücksichtigen</li> <li>3. Einbindung der bestehenden Infrastruktur</li> <li>4. Unterstützung von Forschungsinteressen</li> <li>5. Ggf. monetäre Unterstützungsleistungen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	-	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch das Anregen von weiteren Handlungen entsteht ein Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## B - Elektrifizierung der kommunalen Flotte

### B1) Mobilitätsmanagement im kommunalen Fuhrpark

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>Mobilitätsmanagement im kommunalen Fuhrpark</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 6: Potenzielle Nutzer der E-Mobilität im Landkreis	
<b>Adressaten:</b>	Landkreis, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des MIV, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Effizienzsteigerung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Die Kommune führt ein betriebliches Mobilitätsmanagement für den kommunalen Fuhrpark ein, um umweltfreundliche Verkehrsmittel bei Arbeits- und Dienstfahrten sowie die Nutzung von Carsharing für Dienstfahrten und -reisen zu befördern. Hier könnte bereits ein Belegungsplan für die Nutzung der Dienstfahrzeuge hilfreich sein, in welchem die zeitliche Verfügbarkeit eingetragen wird; bei E-Fahrzeugen sollte zudem ein Posten für den Ladevorgang mitberücksichtigt werden.</p> <p>Unterstützend wirken die Einrichtung von Fahrradstellplätzen, die Schaffung eines Fahrrad- und eines Carsharing-Pools.</p> <p>Die Stärkung des ÖPNVs, ein Job-Ticket-Angebot oder Mitfahrerbörsen können die Wahl des Verkehrsmittels der Angestellten zusätzlich beeinflussen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auswahl des Managements-Systems</li> <li>2. Einführung des neuen Systems</li> <li>3. Ggf. Routenprofile analysieren</li> <li>4. Mitarbeiterschulungen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Personalaufwand, langfristig jedoch eine Kosteneinsparung, zudem Einsparpotenzial durch Effizienzsteigerung	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Einsparung von THG-Emissionen durch Effizientere Nutzung, sowie unnötigen Fahrten mit einem Verbrennungsmotor	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## B2) Anschaffung von E-Bikes

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>B2) Anschaffung von E-Bikes</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunale Mitarbeiter	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des MIV, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Das Dienstfahrrad ist eine umweltschonende Alternative zum Dienstwagen. Dabei rücken E-Bikes immer mehr in den Vordergrund.</p> <p>E-Bikes sind eine wichtige Alternative zum Pkw; insbesondere bei Entfernungen im Nahbereich bis 15 km Wegelänge können diese MIV-Wege leicht substituieren. Auch lassen sich die im Landkreis oftmals vorkommenden Steigungen mit der Unterstützung des E-Motors so problemlos überwinden.</p> <p>Das Elektrofahrrad kann für den Nutzer sowohl privat als auch kommunal als Einstieg in das Thema Elektromobilität fungieren und eventuell vorhandene Ängste überwinden.</p> <p>Jede Kommune sollte zeitnah mindestens ein E-Bike für die Verwaltung anschaffen. Hierbei können lokale Fahrradhändler als Kooperationspartner oder evtl. als Sponsoren auftreten. Weitere Anschaffungen z. B. von E-Lastenfahrrädern oder das Etablieren eines E-Bike-Pools sind als sinnvoll zu bewerten (siehe C6 - Ausbau der E-Bike Ladeinfrastruktur).</p> <p>Zudem ist denkbar das Fahrrad – falls es nicht selbst von der Kommune benötigt wird, zu verleihen, somit können auch Bürger erreicht und zu einer „Erstnutzung“ der E-Mobilität animiert werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kooperationspartner finden</li> <li>2. Kauf von E-Bikes</li> <li>3. Ggf. Leihprogramm anbieten</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Für ein solides E-Bike etwa 2.500 €	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Substitution von Pkw-Fahrten	
<b>Best Practice:</b>	Zahlreiche Praxisbeispiele finden sich auf dem Fahrradportal des Deutschen Instituts für Urbanistik: <a href="https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/praxisbeispiele">https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/praxisbeispiele</a>	
<b>Anmerkungen:</b>	Weiterführende Informationen können u. a. auf der Internetseite der Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundliche Kommunen in Bayern e.V. oder des Deutschen Städte und Gemeindebundes abgerufen werden: <a href="https://agfk-bayern.de/">https://agfk-bayern.de/</a> oder <a href="https://www.dstgb.de">https://www.dstgb.de</a>	

### B3) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Fahrzeuge

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>Substitution thermischer Verbrenner durch E-Fahrzeuge</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 6 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunale Flotte	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Kommunen, die öffentlichen Verwaltungen und Institutionen können durch die Anschaffung und Nutzung von E-Fahrzeugen ihrer Vorbildfunktion gerecht werden und THG-Emissionen einsparen.</p> <p>Neben infrastrukturellen und konzeptionellen Maßnahmen hat die Nutzung von E-Fahrzeugen in der kommunalen Flotte einen positiven Effekt auf die Bürger. Alleine durch die verbesserte Präsenz in der Öffentlichkeit kann die Praxistauglichkeit von E-Fahrzeugen sichtbar nach außen getragen und den teils vorhandenen diffusen Ängsten entgegengewirkt werden.</p> <p>Eine Vielzahl der Dienstfahrten finden im näheren Umfeld der Kommune statt und können daher ohne Zwischenladung durchgeführt werden.</p> <p>Die gesammelten Erfahrungen seitens der Verwaltung können dann wiederum bei dann folgenden Beratungen für Bürger oder Unternehmen hilfreich sein. Durch den damit verbundenen Multiplikatoreffekt, kommt den Kommunen eine zentrale Rolle bei der Etablierung der E-Mobilität zu.</p> <p>Mit Anschaffung von E-Fahrzeugen muss auch eine entsprechende (eigene) Ladeinfrastruktur geschaffen werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeiführen eines Grundsatzbeschlusses des zuständigen Entscheidungsgremiums über die zukünftige Priorisierung von Elektrofahrzeugen und über die gleichzeitige Schaffung der notwendigen Ladekapazitäten</li> <li>2. Vor jeder Neuanschaffung: Detaillierte Prüfung, ob statt einem Fahrzeug auf Basis eines Verbrennungsmotors auch ein Elektrofahrzeug angeschafft werden kann. Die zusätzlichen Möglichkeiten durch Nutzungsoptimierung und/oder Verschiebung von Kapazitäten in Dienst- und/oder Fahrplänen des individuellen Fahrzeugs sollten stets berücksichtigt werden</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	<p>Kleiner Dienstwagen: je ca. 20.000 €</p> <p>Mittelklasse Dienstwagen: je ca. 30.000 € - 40.000 €</p>	
<b>Förderungen:</b>	<p>Steuervergünstigungen, ggf. Umweltbonus</p> <p>Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI: Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur</p> <p>Ausgewählten Klimaschutzmaßnahme Elektromobilität</p> <p><a href="https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen">https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Substitution von thermischen Fahrzeugen	
<b>Best Practice:</b>	<p>In vielen Kommunen sind bereits E-Fahrzeuge im Fuhrpark etabliert: z.B.: die Stadt Würzburg: <a href="https://www.wuerzburg.de/themen/verkehr--mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet/elektromobilitaet/index.html">https://www.wuerzburg.de/themen/verkehr--mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet/elektromobilitaet/index.html</a></p> <p>oder die Gemeinde Wiesent: <a href="http://www.wiesent.de/aktuelles/alle-meldungen/klimafreundlich-mobil-neues-e-auto-zum-ausleihen-bei-der-gemeinde-wiesent/">http://www.wiesent.de/aktuelles/alle-meldungen/klimafreundlich-mobil-neues-e-auto-zum-ausleihen-bei-der-gemeinde-wiesent/</a></p>	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## B4) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Nutzfahrzeuge

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>B4) Substitution thermischer Verbrenner durch E-Nutzfahrzeuge</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 6 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunale Flotte	
<b>Planungshorizont:</b>	Mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des MIV, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Kommunen müssen um ihren alltäglichen Verwaltungs-/Aufgaben (u. a. Abfallentsorgung, Wasserwirtschaft, Transport, etc.) nachkommen zu können auch auf einen Fuhrpark von Nutzfahrzeugen zurückgreifen. Hier müssen oftmals Personen, Lasten oder Güter transportiert werden. Die eingesetzten Fahrzeuge reichen vom Kehrfahrzeug, über die klassischen Kastenwägen, bis hin zu Einsatzfahrzeugen.</p> <p>Hierbei ist die Haltedauer der eingesetzten Spezialfahrzeuge (u. a. aufgrund saisonaler Nutzung: Schneeflug, Grünschnittbeseitigung) tendenziell eher lang. Viele Fahrzeuge besitzen ein Einsatzprofil, welches sich elektrisch abbilden lässt; oft werden die gleichen Routen mit weniger als 100 km am Tag zurückgelegt, zudem werden die Fahrzeuge abends wieder auf eigenen Parkplätzen abgestellt, hier kann der Ladevorgang problemlos stattfinden.</p> <p>Bedarfsgerecht sollten Ergänzungen bzw. Substitutionen vorgenommen werden, hier sollte sowohl auf die finanzielle Belastung bei einer Neuanschaffung, als auch auf die Alltagstauglichkeit geachtet werden.</p> <p>Die bewusste Ergänzung des Fahrzeugbestandes durch ein E-Fahrzeug ist ein erster Schritt zur nachhaltigen Mobilitätsgestaltung. Um einen sinnvollen Einsatz der Nutzfahrzeuge zu gewährleisten, muss selbstverständlich im Rahmen der Fahrzeuganschaffung eine entsprechende Ladeinfrastruktur geschaffen werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeiführen eines Grundsatzbeschlusses des zuständigen Entscheidungsgremiums über die zukünftige Priorisierung von Elektrofahrzeugen und über die gleichzeitige Schaffung der notwendigen Ladekapazitäten</li> <li>2. Vor jeder Neuanschaffung: Detaillierte Prüfung, ob statt einem Fahrzeug auf Basis eines Verbrennungsmotors auch ein Elektrofahrzeug angeschafft werden kann. Die zusätzlichen Möglichkeiten durch Nutzungsoptimierung und/oder Verschiebung von Kapazitäten in Dienst- und/oder Fahrplänen des individuellen Fahrzeugs sollten stets berücksichtigt werden</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	<p>Kleintransporter, Mehrzweckfahrzeug: ab je ca. 30.000 €; je nach Ausstattung</p> <p>Kleinbus: ab je ca. 40.000 €; z. B. Mini-Schulbus mit 7 bis 9 Plätzen</p>	
<b>Förderungen:</b>	<p>Steuervergünstigungen, ggf. Umweltbonus</p> <p>Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI: Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur</p> <p>Ausgewählten Klimaschutzmaßnahme Elektromobilität</p> <p><a href="https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen">https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Substitution von thermischen Fahrzeugen	
<b>Best Practice:</b>	-	



**Anmerkungen:**

StreetScooter GmbH: <https://www.streetscooter.eu/> produziert spezielle Kastenwägen, die für den Gütertransport ausgelegt sind; mit Reichweiten von 80-200 km werden bereits heute einsatzfähige Fahrzeuge gebaut.

## B5) Elektrische Omnibusse

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>B5) Elektrische Omnibusse</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen, Verkehrsbetriebe	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>In verkehrsschwachen Zeiten kann der Linienbus durch bedarfsweise verkehrende Elektrobusse und -fahrzeuge ergänzt werden. Für das sog. Bedarfstaxi können ebenfalls elektrisch betriebene Fahrzeuge eingesetzt werden. Zubringerfunktionen und zu den Hauptlinien bzw. zu den Verkehrsknotenpunkten könnten so elektrisch erfolgen. Auf diese Weise können Fahrplanlücken geschlossen, optimierte Anschlüsse geschaffen und das Gesamtangebot des ÖPNV verbessert werden.</p> <p>Elektromobilität im ländlichen Raum erfordert u. a. Kleinbus mit 8 Sitzplätzen und Reichweiten von etwa 200 km.</p> <p>Werden etwa Schulbusse elektrifiziert, wird Elektromobilität für die Bürger erlebbar und als ein Baustein in das Verkehrssystem der Kommune integriert. Die Sichtbarkeit und Nutzbarkeit der E-Fahrzeuge besitzt bei Schulbussen ein hohes Potenzial zur Öffentlichkeitswirkung.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konzeption für die Nutzung der E-Omnibusse</li> <li>2. Kooperationspartner finden</li> <li>3. Anschaffung von E-Bussen</li> <li>4. Öffentlichkeitsarbeit</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Hohe Anschaffungskosten werden von hohen Einsparungseffekten begleitet	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Substitution eines konventionell betriebenen Antriebs	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## B6) Kommunales E-Carsharing

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>B6) Kommunales E-Carsharing</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 5 ÖPNV in alternativer Form	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunale Flotte bzw. Mitarbeiter, Bürger	
<b>Planungshorizont:</b>	Mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des MIV, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>In Ergänzung zur flächendeckenden Ladeinfrastruktur kann die Einführung eines E-Carsharing-Modells als nächster Schritt angesehen werden. Hierzu werden neben den Ladestandorten E-Fahrzeuge benötigt, die von Bürgern oder durch die Kommunen selbst genutzt werden. So stehen den teilnehmenden Gemeinden die Fahrzeuge beispielsweise bevorzugt zur Verfügung (während der Geschäftszeiten) und können bei nicht-Gebrauch (außerhalb der Dienstzeiten, am Wochenende) an interessierte Nutzer gegen eine Gebühr verliehen werden.</p> <p>Beispielsweise anhand einer Buchungsanfrage per Telefon, E-Mail oder persönlich bei den am E-Carsharing teilnehmenden Kommune kann die Buchungsbestätigung und Vertragsunterzeichnung zur Nutzung des E-Fahrzeuges erfolgen. Nach Abgabe der Unterlagen und Vorlage des gültigen Personalausweises und Führerscheines bekommt der Fahrer die Fahrzeugschlüssel und kann das E-Fahrzeug am angegebenen Standort abholen.</p> <p>Dies stellt für die Kommune eine Ergänzung zum bestehenden Fuhrpark dar und bietet gleichzeitig den Bürgern die Partizipation an einem Sharing-Modell.</p> <p>Entscheidend für die erfolgreiche Einführung ist, dass das Carsharing nicht gesondert für sich alleine steht, sondern Teil eines gesamtheitlichen Mobilitätskonzepts ist.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kooperationspartner finden</li> <li>2. Ggf. Arbeitsgemeinschaft ausgründen</li> <li>3. Ggf. Modelprojekt umsetzen</li> <li>4. begleitende Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>5. Vorbildfunktion wahrnehmen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	-	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Substitution von Fahrten mit einem Verbrennungsmotor	
<b>Best Practice:</b>	<p>Nicht nur im urbanen Raum erfolgreich, sondern insbesondere erfolgreich im ländlichen Raum umsetzbar:</p> <p>E-Carsharing Angebot in Ostbayern: <a href="https://e-wald.eu/">https://e-wald.eu/</a></p> <p>E-Carsharing Landkreis Bamberg: <a href="http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=353">http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=353</a></p>	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## B7) Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen

Elektrifizierung der kommunalen Flotte		Priorität:
<b>B7) Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 6: Verkehrsleistung und Zulassungszahlen	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger, MIV, Unternehmen, Kommunen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	regenerative Bereitstellung des Ladestroms, Reduktion der verkehrsbedingten Treibhausgase	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Die lokale Erzeugung und Bereitstellung regenerativer Energie für den Verkehrssektor ist ein wichtiger Aspekt bei der Nutzung von Elektromobilität und somit ein essentieller Bestandteil des kommunalen Klimaschutzes.</p> <p>Der Anteil von regenerativ erzeugtem Strom für das Laden der Elektrofahrzeuge sollte möglichst bei 100 % liegen.</p> <p>Zumindest im kommunalen E-Fahrzeugbereich kann eine solche Quote angestrebt und durchgesetzt werden.</p> <p>Zusätzlich zur Nutzung des grünen Ladestroms, kann die Kommune den regenerativen Strom selbst produzieren. Durch die Installation von Photovoltaikanlagen, z. B. durch Solarcarports oder auf eigenen kommunalen Gebäuden kann hier der Anteil erhöht werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kooperationen fördern</li> <li>2. Potenzielle Projekte selbst initiieren</li> <li>3. Dachfläche für PV-Nutzung prüfen</li> <li>4. „Grün-Ladestrom“ präferieren bzw. unterstützen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Hohe Kosten stehen einem langfristig positiven Ergebnis gegenüber. Beispiel Solarcarport ca. 25.000 € (Stellplätze, Module, Netzanschluss, etc.)	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	Am Rathaus Erlangen (Ostseite) wurde in Zusammenarbeit der Stadt mit den Stadtwerken Erlangen ein Solarcarport mit drei Stellplätzen installiert.	
<b>Anmerkungen:</b>	Die in Rugendorf ansässige Firma Münch Energie bietet ein Solarcarport-Lösung für Firmen an: <a href="https://muench-energie.de/loesungen/wir-verschenken-carports/">https://muench-energie.de/loesungen/wir-verschenken-carports/</a>	

## C - Ausbau der Ladeinfrastruktur

### C1) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Primäres Netz

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C1) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Primäres Netz</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Schaffung der Voraussetzungen zur weiteren Markthochlaufphase der Elektromobilität. Ein Angebot, welches dem Nutzern in ausreichenden Zahl Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum bietet, trägt zum Abbau der „Reichweitenangst“ bei und sorgt für ein hohes Maß an Komfort; dies kann als die wichtigste Voraussetzung für eine insgesamt Zunahme der Elektromobilität im Landkreis angesehen werden.</p> <p>Der weitere Ausbau der Ladeinfrastruktur sollte bedarfsgerecht auf Basis der im Konzept ermittelten Standortempfehlungen erfolgen.</p> <p>So ist der erste Schritt für die Kommunen im Landkreis die 38 primär-wichtigen Ladestandorte zu entwickeln und dort eine Option der Aufladung zu schaffen. Diese sind an wichtigen zentralen Verkehrsknoten und gut sichtbar im öffentlichen Raum vorgesehen. Derzeit ist das beschleunigte parallele Laden mit 2x 22 kW zielführend.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exakte Aufstellorte definieren</li> <li>2. Netzanschluss mit dem Netzbetreiber klären</li> <li>3. Antrag auf Fördermittel vorbereiten</li> <li>4. Umsetzung/Bau der primären Ladestandorte</li> <li>5. Ggf. Betrieb</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Hohe anfängliche Kosten stehen einem langfristig positiven Ergebnis gegenüber.	
<b>Förderungen:</b>	<p>Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI  <a href="https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html">https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html</a></p> <p>Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern  <a href="http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung">http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung.	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## C2) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Sekundäres Netz

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C2) Ausbau der Öffentlichen Ladeinfrastruktur – Sekundäres Netz</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Reduktion des MIV, Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Aufbauend auf der vorherigen Maßnahme: Für den weiteren mittelfristigen Ausbau einer öffentlichen, durch die Kommune betriebenen, Ladeinfrastruktur kann ebenfalls auf die ermittelten Standorte der Kategorie Sekundär und Erweiterung zurückgegriffen werden. Diese Standorte sind zwar nicht ganz so prioritär wie die Primärstandorte, jedoch ergänzen Sie das Angebot für Ladeinfrastruktur auf langfristige Sicht.</p> <p>Zusätzlich können sich weitere räumliche Mobilitätsschwerpunkte (öffentliche Einrichtungen, Wohnstandorte) noch entwickeln, hier gilt es bedarfsgerecht und zu gegebener Zeit zu agieren.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exakte Aufstellorte definieren</li> <li>2. Netzanschluss mit dem Netzbetreiber klären</li> <li>3. Antrag auf Fördermittel vorbereiten</li> <li>4. Umsetzung/Bau der primären Ladestandorte</li> <li>5. Ggf. Betrieb</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Hohe anfängliche Kosten stehen einem langfristig positiven Ergebnis gegenüber.	
<b>Förderungen:</b>	<p>Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI  <a href="https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html">https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html</a></p> <p>Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern  <a href="http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung">http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

### C3) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Fahrzeuge

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C3) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Fahrzeuge</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, kommunale Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Vorbildfunktion Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung, Imagegewinn	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Um die kommunalen E-Fahrzeuge sicher und komfortabel aufladen zu können, muss die dazu passende Ladeinfrastruktur installiert werden. Da die Fahrzeuge oftmals über Nacht am Parkort stehen und dort problemlos aufgeladen werden können, ist eine Wandladestation (Wallbox) mit 11 kW Anschlussleistung die praktikabelste Lösung; hier stehen relativ niedrige Kosten einem hohen Nutzen gegenüber.</p> <p>Zusätzlich wird keine aufwendige Abrechnungs-Software benötigt. Es empfiehlt sich daher an den zentralen Einsatzorten/Parkflächen die Lademöglichkeiten aufzustellen (je nach Nutzung Bauhof oder Rathaus).</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exakte Aufstellorte definieren</li> <li>2. Netzanschluss mit dem Netzbetreiber absprechen</li> <li>3. Antrag auf Fördermittel vorbereiten</li> <li>4. Umsetzung der Lademöglichkeiten</li> <li>5. Betrieb</li> <li>6. Schulung der Mitarbeiter</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Kosten einer Wallbox 1x 11 kW liegen etwa bei 1.500 €, hinzu kommt die Installation	
<b>Förderungen:</b>	<p>Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI  <a href="https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html">https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html</a></p> <p>Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern  <a href="http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung">http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## C4) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Angestellte

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C4) Ausbau der Ladeinfrastruktur für kommunale Angestellte</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunal Angestellten	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Etablierung der Elektromobilität, Ausbau der Ladeinfrastruktur	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Neben den weiterführenden Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur zu fördern sollten die Kommunen auch für die eigenen Mitarbeiter Lademöglichkeiten zur Verfügung stellen.</p> <p>Hier können beispielsweise einzelne Stellplätze für E-Fahrzeuge reserviert werden und zudem kann der Ladestrom als zusätzlicher Anreiz kostenfrei für die Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>So können kommunale Mitarbeiter zusätzlich zum Kauf eines E-Fahrzeuges animiert werden, können so weitere Multiplikatoreffekte in der Bürgerschaft auftreten.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lademöglichkeiten schaffen</li> <li>2. Informationen bereitstellen</li> <li>3. Bedarfsgerecht weiteren Ausbau forcieren</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Kosten einer Wallbox 1x 11 kW liegen etwa bei 1.500 €, hinzu kommt die Installation; ggf. der für Mitarbeiter kostenfreie Ladestrom	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## C5) Motivation zum Ausbau der Halb-Öffentlichen Ladeinfrastruktur

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C5) Motivation zum Ausbau der Halb-Öffentlichen Ladeinfrastruktur</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Unternehmen, Einzelhandel	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurzfristig	
<b>Ziel:</b>	Etablierung der Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Für einen weiterführenden und zielführenden Ausbau der Ladeinfrastruktur im Landkreis sollten auch externe Akteure, wie Unternehmen oder Privatpersonen bei der Aufstellung unterstützt bzw. mit Informationen versorgt werden, um so auch im halb-öffentlichen und privaten Raum eine solide Lademöglichkeit für E-Fahrzeugnutzer zu schaffen.</p> <p>Die Kategorie „Erweiterung“ fasst die durch die Standortanalyse als sinnvolle Punkte zur Installation einer Ladeinfrastruktur im halb-öffentlichen Raum zusammen. Die Kommunen sollten die Kooperation mit den Unternehmen suchen, um so diese Potenziale zu erschließen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informationen bereitstellen</li> <li>2. Ggf. Fördermittel bereitstellen</li> <li>3. Ansprache der Unternehmen</li> <li>4. Netzwerktreffen</li> <li>5. Weitere Anreize schaffen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Personalaufwand, ggf. Kosten durch die Nutzung des eigenen Förderprogramms	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## C6) Ausbau der E-Bike Ladeinfrastruktur

Ausbau der Ladeinfrastruktur		Priorität:
<b>C6) Ausbau der E-Bike Ladeinfrastruktur</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 4, 7 und 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Kommunen, Unternehmen, Einzelhandel	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurz- bis mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Etablierung der Elektromobilität, Treibhausgaseinsparung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Von der E-Bike- bzw. Pedelec-Ladeinfrastruktur können nicht nur Bürger im Alltagsverkehr profitieren, sondern auch Besucher und Touristen des Landkreises. Durch einen kontinuierlichen Ausbau und die Positionierung der Ladestationen an Orten mit hoher Aufenthaltsqualität entsteht nicht nur ein dichtes Netz und somit ein Vorteil für die E-Bike-Nutzer selbst, sondern auch ansässige Einzelhändler können hiervon profitieren. Sinnvolle Aufstellorte sind u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale Knotenpunkte des ÖPNV</li> <li>• Pendlerparkplätze</li> <li>• an den Hauptradwegen bzw. Themenradwege</li> <li>• entlang des geplanten Flüsseradwegs</li> <li>• Gastronomie- und Hotelbetriebe</li> <li>• Sehenswürdigkeiten/POIs</li> </ul> <p>Die Form der jeweiligen Ladestation muss sinnvoll und bedarfsgerecht an die einzelnen Aufstellorte angepasst werden; denkbar sind hierbei auch „Inselanlagen“, die den benötigten Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen beziehen.</p> <p>Ein weiterer ergänzender Ausbau der E-Bike-Ladeinfrastruktur im Landkreis findet durch externe Akteure, wie Unternehmen oder Privatpersonen statt. Die Kommunen sollten die Kooperation mit jenen (Gastronomie, Freizeiteinrichtungen, etc.) suchen, um so diese Potenziale zu erschließen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informationen bereitstellen</li> <li>2. Ggf. Fördermittel bereitstellen</li> <li>3. Ansprache der Unternehmen</li> <li>4. Netzwerktreffen</li> <li>5. Einkaufsgemeinschaften organisieren</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	<p>Kosten variieren je nach verwendeter Ladestation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 200 € für einfache Ladesteckdosen</li> <li>- 1.500 € kombinierte Lade- und Abstelllösungen</li> <li>- ab 4.500 € freistehende Systeme (ggf. inkl. Abrechnungssystem)</li> </ul>	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	<p>Die Stadt Würzburg engagiert sich stark für eine nachhaltige und klimafreundliche Verkehrsteilhabe, u.a. auch im Bereich E-Bike:  <a href="https://www.wuerzburg.de/themen/verkehr--mobilitaet/nachhaltige-mobilitt/fahrrad-fahren/414239.Interkommunales-Pedelec--und-Radverkehrsnetz.html">https://www.wuerzburg.de/themen/verkehr--mobilitaet/nachhaltige-mobilitt/fahrrad-fahren/414239.Interkommunales-Pedelec--und-Radverkehrsnetz.html</a></p>	
<b>Anmerkungen:</b>	<p>Diese Maßnahme korrespondiert mit der Anschaffung von eigenen kommunalen E-Bikes bzw. mit der Errichtung von verkehrsmittelübergreifenden Mobilitätsstationen. Das Klimaschutzmanagement plant derzeit die Einführung eines zentralen Meldeportals für E-Bike-Stationen, um den Bestand zu erfassen und die Routenplanung zu vereinfachen.</p>	

## D - Information und Kommunikation

### D1) Bereitstellen von Info-Materialien

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D1) Bereitstellen von Info-Materialien</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger, Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurz- bis mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Um die potenziellen Nutzer der Elektromobilität über das nachhaltige Verkehrssystem zu informieren und zu sensibilisieren, bedarf es oftmals einer konkreteren, ggf. individuellen Beratung.</p> <p>Anhand von Informationsmaterialien, der direkten Ansprache der Bürger vor Ort und einem regelmäßigen Beratungsangebot seitens der Kommunen oder des Landratsamtes können die positiven Aspekte hervorgehoben und etwaige Ängste abgebaut werden.</p> <p>Zudem können so ortsspezifische Wünsche und Anregungen der Bürger mit aufgenommen und in den Planungsverlauf mitaufgenommen werden.</p> <p>Durch Ausstellungen (z. B. verschiedenen Ladevarianten, Steckertypen, Innovationen) oder Probefahrten der verschiedenen E-Fahrzeuge können die Menschen selbst Erfahrungen sammeln und die E-Mobilität bzw. der neuen Technik erleben.</p> <p>So kann die weitere und sich selbstständig weiterentwickelnde Verbreitung von neuen Mobilitätsangeboten (z. B. Ladeinfrastruktur, E-Carsharing) unterstützt und in die richtigen Bahnen gelenkt werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ansprechpartner definieren</li> <li>2. Informationsmaterial beschaffen und bereitstellen</li> <li>3. Durchführen von Beratungstagen</li> <li>4. Ggf. Etablierung einer festen Beraterstelle</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	-	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch das Anregen von weiteren Handlungen entsteht ein Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## D2) Regelmäßige Themenseite „E-Mobilität“ im Amtsblatt

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D2) Regelmäßige Themenseite „E-Mobilität“ im Amtsblatt</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürgerschaft	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurz- bis mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Durch eine gezielte Informationskampagne im Amtsblatt können die Bürger informiert werden und so potenziell als Nutzer der Elektromobilität gewonnen werden. Neben den Hinweisen zu aktuellen Veranstaltungen kann durch eine kontinuierliche Berichterstattung das Thema Elektromobilität innerhalb der Bürgerschaft etabliert werden.</p> <p>Weiterhin wird das Amtsblatt als „offizieller seriöser“ Informationskanal durch die Bürger wahrgenommen und stellt somit eine gute Plattform dar, um Informationen zum neuen Mobilitätssystem öffentlich zu verteilen. Dem Motto folgend „tue Gutes und rede auch darüber“ sollten hier auch Neuigkeiten, Anschaffung von kommunalen E-Fahrzeugen, Ladeinfrastruktur etc. veröffentlicht werden, die Vorbildfunktion der Kommunen wird hier manifestiert.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ansprechpartner definieren</li> <li>2. Aktuelle Informationsmaterialien bereitstellen</li> <li>3. Regelmäßige Berichterstattung</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Personalaufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch das Anregen von weiteren Handlungen entsteht ein Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	



### D3) Homepage - Themenseite

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D3) Homepage - Themenseite</b>		<b>3</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Um die potenziellen Nutzer der Elektromobilität auf die Vorteile hinzuweisen und für die Thematik des nachhaltigen Verkehrssystems zu sensibilisieren kann ein spezielles Informationsangebot sehr hilfreich sein.</p> <p>Neben der Bereitstellung von Informationen kann auch die gestalterische Umsetzung dieser Maßnahme zum Erfolg beitragen; ein möglichst einheitliches und wiederkehrendes Erscheinungsbild aller Informationen (auch analog) wirkt hier vertrauensstiftend. Aktuelle Termine und Veranstaltungen können so zielführend publiziert werden.</p> <p>Verlinkungen zu: Fahrzeugbestand, Kostenrechnern, aktuellen Fördermöglichkeiten für die unterschiedlichen Nutzergruppen sowie die Einbindung der verschiedenen Ladeatlanten ist als sinnvoll zu bewerten. Die Kontaktdaten von externen Experten bzw. Ansprechpartner zu speziellen Themen können hinterlegt werden. Insgesamt sollten alle relevanten Informationen hier gebündelt werden und aktuell zusammenlaufen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ansprechpartner definieren</li> <li>2. Einrichtung der Webpräsenz ggf. Integration in bestehende Angebote</li> <li>3. Informationsmaterial beschaffen und bereitstellen</li> <li>4. Durchführen von Beratungstagen</li> <li>5. Pflege der Homepage</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Geringer finanzieller Aufwand, jedoch Personalaufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch das Anregen von weiteren Handlungen entsteht ein Beitrag zur Treibhausgaseinsparung	
<b>Best Practice:</b>	Homepage des Landkreises Bamberg, eine Vielzahl an Informationen kann abgerufen werden: <a href="http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=336">http://www.klimaallianz-bamberg.de/index.php?id=336</a>	
<b>Anmerkungen:</b>	Auf die Themenseite sollte im Amtsblatt hingewiesen werden!	

## D4) Mobilitätstag

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D4) Mobilitätstag</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Kommunen	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Ausbau der Elektromobilität, Sensibilisierung der Bevölkerung	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Neue Technologien rufen bei einigen Menschen Skepsis und Angst hervor, am besten können jene Personen überzeugt werden, wenn die neue Technik selbst ausprobiert wird. Er-Fahren von Elektromobilität soll an einem eigens dafür veranstalteten Aktionstag stattfinden.</p> <p>Neben der reinen Informationsvermittlung kann vor allem der subjektive Eindruck und die selbst gemachten Erfahrungen helfen etwaige Barrieren abzubauen.</p> <p>So können Ressentiments abgebaut werden, Routinen evtl. gebrochen und die Offenheit für die Elektromobilität geschaffen werden.</p> <p>Die Kosten können ggf. durch Standgebühren und Sponsoren bewältigt werden. Die Organisation kann durch die Gemeinde, das Landratsamt und/oder durch örtliche Vereine erfolgen.</p> <p>Flankiert durch die weiteren Informationskampagnen werden Synergien erzeugt und ein Ausbau im Bereich der Elektromobilität kann erfolgen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ansprechpartner definieren</li> <li>2. Themen fixieren</li> <li>3. Sponsoren und Kooperationspartner finden</li> <li>4. Informationsmaterial beschaffen und bereitstellen</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Etwa 5.000 €	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Keine direkten Einsparungen, jedoch Animation und Motivation der Bürger	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	<p>Der Verein Energievision Frankenwald ist Projektträger des LEADER-Kooperationsprojektes „E-Lenker sind Zukunftsdenker“; hier steht bereits ein erfahrener Kooperationspartner für Kommunen/Landkreis bereit.</p> <p><a href="http://www.zukunftsdenker.vision/">http://www.zukunftsdenker.vision/</a></p>	

## D5) Leitfaden E-Mobilität

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D5) Leitfaden E-Mobilität</b>		<b>2</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Konsistente flächendeckende Ladeinfrastruktur	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Der kommunale Einfluss auf Unternehmen oder Privatpersonen ist etwas limitiert und kann am besten durch ein gutes Angebot an Informationen und Unterstützungsleistungen gelten gemacht werden.</p> <p>So könnte ein Leitfaden entstehen, der Rahmenbedingungen aufzeigt, verschiedenen Handlungsmöglichkeiten skizziert und Kontakte zu relevanten Akteuren bietet.</p> <p>Bei Bedarf kann so der weitere Ausbau der Ladeinfrastruktur gewährleistet werden. Durch eine umfangreiche Partizipation kann die Ladeinfrastruktur im halb-öffentlichen und privaten Raum weiter verdichtet werden und die Kommunen werden in die Lage versetzt, die Rahmenbedingungen zu steuern. Auch bei Neubauvorhaben kann künftig die Komponente „Elektromobilität“ mit in den Ablauf integriert werden, um so bereits im Planungsprozess die Relevanz des Themas zu unterstreichen.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relevante Akteure finden</li> <li>2. Infomaterialien bereitstellen; ggf. eigenen Leitfaden erstellen</li> <li>3. Begleitende Öffentlichkeitsarbeit</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Geringe Kosten für Info-Material, interner Aufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Maßgeblicher Beitrag zur Umsetzung von Maßnahmen mit Einsparpotenzial	
<b>Best Practice:</b>	<p>Das hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung hat einen Leitfaden für private Nutzer erstellt:  <a href="https://www.strom-bewegt.de/mm/E-Mobilitaet_Private.pdf">https://www.strom-bewegt.de/mm/E-Mobilitaet_Private.pdf</a></p>	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## D6) Fallspezifische Öffentlichkeitsarbeit

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D6) Fallspezifische Öffentlichkeitsarbeit</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Bürger, Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Langfristig	
<b>Ziel:</b>	Aufklärung und Motivation der Bürgerschaft	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Ein Großteil des Potenzials der Nutzung von Elektromobilität findet innerhalb der Bürgerschaft und außerhalb der direkten kommunalen Einflussmöglichkeiten statt. Hier müssen durch das Engagement von Bürgern und von Gewerbe- und Industrieunternehmen weitere Schritte erfolgen. Die Kommunikation der Umsetzung eigener Maßnahmen ist deshalb sehr wichtig.</p> <p>Es sollte daher an möglichst vielen Stellen Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden. Neben dem ökologischen Nutzen sollte stets der ökonomische Vorteil durch die Nutzung der E-Fahrzeuge im Vordergrund stehen. Alle von den Kommunen umgesetzten Maßnahmen sollten stets der Öffentlichkeit dargestellt und der ökologische wie auch der ökonomische Nutzen kommuniziert werden.</p> <p>Auf bestehendes Ausstellungsmaterial, Informationsbroschüren und Flyer (Publikationen der Bayerischen Staatsregierung, Publikationen der Bundesregierung, anderer Verbände und Institutionen) sollte zurückgegriffen werden. Ggf. kann lokalspezifisches Informationsmaterial (wie z. B. eigene Flyer) mit Sponsoren kostenneutral erstellt werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beschaffung von Informationsmaterial</li> <li>2. Die Umsetzung eigener Maßnahmen kommunikativ aufbereiten</li> <li>3. An entsprechenden Stellen veröffentlichen (lassen)</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Interner Arbeitsaufwand	
<b>Förderungen:</b>	-	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Durch die Öffentlichkeitsarbeit werden Bürger und Unternehmen dazu animiert, eigene Anstrengungen zu tätigen	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## D7) Direkte Unternehmensansprache

Information und Kommunikation		Priorität:
<b>D7) Direkte Unternehmensansprache</b>		<b>1</b>
<b>Referenz:</b>	Kapitel 8	
<b>Adressaten:</b>	Landratsamt, Kommunen, Umsetzungsmanagement	
<b>Zielgruppe:</b>	Unternehmen	
<b>Planungshorizont:</b>	Kurz- bis Mittelfristig	
<b>Ziel:</b>	Aufklärung und Motivation der ansässigen Unternehmen	
<b>Beschreibung:</b>	<p>Unternehmen sind bei der Einführung der Elektromobilität in einer zentralen Position und müssen auf diese Verantwortung hingewiesen werden, um das große Potenzial hier auch zu nutzen.</p> <p>Das Unternehmen als Arbeitgeber und damit die Bereitstellung von Ladestrom für die Angestellten/Mitarbeiter auf der einen Seite und als aktiver Handelnder auf der anderen Seite im Bereich des eigenen Fuhrparks nimmt eine bedeutende Rolle bei der stärkeren Etablierung der E-Mobilität ein; weiterhin kann zusätzlich bei eigener erneuerbarer Stromproduktion (z. B. PV-Carports oder Dachanlagen) der Ladestrom selbst bereitgestellt werden. Zum ökologischen Nutzen sollte stets der ökonomische Vorteil durch die Nutzung der E-Mobilität kommuniziert werden.</p> <p>Im Handlungsfeld des alltäglicher Pendlerverkehr können Unternehmen zusammen mit den Kommunen/Landratsamt Angebote schaffen, um den tägliche Arbeitsweg nachhaltiger zu gestalten.</p> <p>Das Umsetzungsmanagement sollte besonders E-Mobilität affine Unternehmen und die größeren Arbeitgeber in der Region gezielt ansprechen, um: 1. den Ausbau der halböffentlichen Ladeinfrastruktur voranzutreiben (siehe C5), 2. die Unternehmen zu sensibilisieren und mit Informationen zu versorgen und 3. bei bereits geplanten Maßnahmen seitens der Betriebe diese zu unterstützen. Eine gemeinsame Plattform zum Informationsaustausch „Elektromobilität“ kann z. B. in Kooperation mit der IHK ins Leben gerufen werden.</p>	
<b>Erste Schritte:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beschaffung von Informationsmaterial</li> <li>2. Identifikation der „Pionier-Unternehmen“</li> <li>3. Organisation der Gesprächsrunden</li> <li>4. Ggf. externe Experten hinzuziehen</li> <li>5. Etablierung eines regelmäßigen Austauschs</li> <li>6. Modell-Projekte initiieren</li> <li>7. Best-Practice-Sharing</li> </ol>	
<b>Investition/Kosten/Aufwand:</b>	Interner Arbeitsaufwand	
<b>Förderungen:</b>	<p>Mit dem sog. „Umweltbonus“ wird derzeit seitens der Bundesregierung versucht der Absatz neuer Elektrofahrzeuge zu fördern: <a href="http://www.bafa.de">http://www.bafa.de</a></p> <p>Programm "Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern" des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Energie und Technologie; Laufzeit: 1. September 2017 - 31. Dezember 2020; <a href="http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung">http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung</a></p>	
<b>Effekte THG-Emissionen:</b>	Nicht direkt, jedoch werden Unternehmen dazu animiert, eigene Anstrengungen zu tätigen bzw. durch die Möglichkeit des Ladens am Arbeitsplatz wird die Nutzung von E-Fahrzeugen befördert	
<b>Best Practice:</b>	-	
<b>Anmerkungen:</b>	-	

## 9. Fördermöglichkeiten

Mit einem speziell erarbeiteten Programm zur Elektromobilität hat die Bundesregierung eine Strategie und die dazugehörigen Instrumente zur Förderung beschlossen. Bereits im Mai 2016 wurden Maßnahmen konzipiert, welche die Entwicklung auf dem Markt der Elektromobilität beschleunigen sollten und das Ziel hatten bzw. haben Deutschland zum „Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln“ (vgl. BMUB 2018). Insgesamt ist ein Investitionsvolumen von einer Milliarde Euro bereitgestellt worden. Das Maßnahmenpaket ergänzt die bereits bestehenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der Elektromobilität mit „zeitlich befristeten Anreizen zur Unterstützung der schnellen Verbreitung elektrisch betriebener Fahrzeuge im Markt (Kaufprämie), Steuervergünstigungen und umfassende Zuschüsse zur Verbesserung der Ladeinfrastruktur“ (vgl. BMUB 2018).

*Stand des Wissens: Informationen zu den verschiedenen Fördermöglichkeiten - Januar 2019.*

**Elektromobilitätsgesetz** - Am 12.06.2015 trat das Elektromobilitätsgesetz (EmoG) in Kraft. Das Gesetz gibt den Kommunen die Möglichkeit, Nutzern von E-Fahrzeugen bestimmte Bevorrechtigungen im Straßenverkehr einzuräumen. Privilegien gelten für elektrisch betriebene Fahrzeuge, die auch als solche besonders gekennzeichnet sein müssen (Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge oder Brennstoffzellenfahrzeuge, siehe EmoG 2015, §2). [Sonderrechte z. B.: Parkplätze an Ladestationen im öffentlichen Raum, Reduzierte Parkgebühren oder kostenlose Parkplätze für Elektrofahrzeuge, Aufhebung von Zufahrtsbeschränkungen und Durchfahrtsverboten, die Freigabe von Busspuren für elektrisch betriebene Fahrzeuge vgl. EmoG 2015, §3].

Link: <https://www.gesetze-im-internet.de/emog/BJNR089800015.html>

**Carsharing-Gesetz CsgG** - Das Gesetz zur Bevorrechtigung des Carsharings ist seit 01. September 2017 offiziell in Kraft getreten. „Die kommunale Selbstverwaltung macht es den Kommunen möglich sofort zu handeln. Mit dem Carsharing-Gesetz macht der Bund klar, dass stationsbasierte Stellplätze als Sondernutzung genehmigt werden können. Kommunen können dies auf Straßen in ihrer Straßenbaulast sofort nachvollziehen. Es geht also nicht mehr um Fragen der Rechtssicherheit, sondern allein darum, ob vor Ort der politische Wille besteht, das Thema Carsharing voranzubringen“ (vgl. <https://carsharing.de/presse/pressemitteilungen/carsharinggesetz-kommunen-koennen-carsharing-foerderung-sofort-beginnen>).

Link: <https://www.gesetze-im-internet.de/csgg/BJNR223000017.html>

**Kfz-Steuer** - Elektro-Pkw (mit Erstzulassung) sind von der Kraftfahrzeugsteuer befreit. Die Befreiung für alle Fahrzeuge, die bis zum 31.12.2020 erstmalig angemeldet werden. Weiterhin wurde in einer Novellierung diese zehnjährige Steuerbefreiung für reine Elektrofahrzeuge auch auf „technisch angemessene, verkehrsrechtlich genehmigte Umrüstungen zu reinen Elektrofahrzeugen ausgeweitet“ (vgl. BMUB 2018).

**Dienstwagenbesteuerung** - Dienstwagenflotten stellen ein wichtiges potenzielles Marktsegment für Elektrofahrzeuge dar. Damit der derzeit noch höhere Anschaffungspreis eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs im Vergleich zu herkömmlichen Kraftfahrzeugen kein hinderliches Kaufkriterium darstellt, wird die Regelung für die private Nutzung dieser Fahrzeuge verbessert. Nach Gesetzesbeschluss des Deutschen Bundestages ist vorgesehen, dass bei der Besteuerung des geldwerten Vorteils von Dienstwagen der höhere Listenpreis von Elektro-Pkw gegenüber konventionellen Kraftfahrzeugen um

den Batteriepreis ausgeglichen werden soll. Somit soll sichergestellt werden, dass Elektro- und Hybridfahrzeuge keinen einkommensteuerrechtlichen Nachteil haben. Im Jahr 2019 können so 200 € pro kW Batteriespeicher (pro weiteres Jahr -50 €) vom Listenpreis abgezogen werden.

Für Elektro- und Hybridfahrzeuge, die vom 1. Januar 2019 bis zum 31. Dezember 2021 gekauft oder geleast werden, gilt ab 2019 der halbierte Steuersatz von 0,5 Prozent. Für Fahrzeuge, die vor und nach diesem Zeitraum angeschafft werden, bleibt der bisherige Nachteilsausgleich in Form pauschaler Abschläge für das Batteriesystem unverändert gültig.

**Lohnsteuervorteile** - Das seit dem 01.01.2017 gültige Gesetz (bis zum 31.12.2020) zur steuerlichen Förderung von Elektromobilität im Straßenverkehr hat Auswirkungen auf das Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer. Im Einkommensteuergesetz werden vom Arbeitgeber gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines Elektrofahrzeugs (oder Hybrid) im Betrieb des Arbeitgebers oder eines verbundenen Unternehmens und für die zeitweise zur privaten Nutzung überlassene betriebliche Ladevorrichtung steuerbefreit (vgl. § 3 Nummer 46 EStG). Der Arbeitgeber hat auch die Möglichkeit, die Lohnsteuer für geldwerte Vorteile aus der unentgeltlichen oder verbilligten Übereignung einer Ladevorrichtung sowie für Zuschüsse zu den Aufwendungen des Arbeitnehmers für den Erwerb und für die Nutzung einer Ladevorrichtung pauschal mit 25 % zu erheben (§ 40 Absatz 2 Satz 1 Nummer 6 EStG) (vgl. Bundesministerium der Finanzen).

**Kaufprämie/Umweltbonus** - Seit dem 02.07.2016 wird der Erwerb (Kauf oder Leasing) eines Elektroautos bezuschusst. Der Bonus gilt rückwirkend für alle Autos, die seit dem 18. Mai 2016 erworben wurden. Für rein elektrisch angetriebenen Fahrzeuge erhalten die Käufer einen Umweltbonus in Höhe von 4.000 €, für Plug-in Hybride (mit weniger als 50 g CO<sub>2</sub>-Emission pro km) bekommen Käufer eine Prämie von 3.000 €; hier wird der Zuschuss zur Hälfte vom Staat und von Seiten der Hersteller getragen. Für den Erhalt des Bonus gibt es zwei Voraussetzungen: Es sind nur Autos bestimmter Hersteller förderwürdig (zu finden auf der sog. „BAFA-Liste“). Außerdem muss der Netto-Basislistenpreis (ohne Zusatzausstattung) des Autos unter 60.000 € liegen (brutto 71.400 €). Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften, Vereine und kommunale Einrichtungen, auf die das förderfähige Neufahrzeug zugelassen wird. Die Förderung ist so lange erhältlich, bis die vorgesehenen Mittel in Höhe von 600 Mio. Euro aufgebraucht sind, längstens jedoch bis Ende 2019. Der Förderantrag kann beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gestellt werden.

Link: [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet\\_node.-html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.-html).

**KfW-Umweltprogramm für Unternehmen und Freiberufler** - Mit dem KfW-Umweltprogramm 240/241 werden Investitionen in den Bereichen Umweltschutz und Nachhaltigkeit gefördert, u. a. die Anschaffung von Elektrofahrzeugen und die Installation von Ladeinfrastruktur. Durch günstige Kredite zur Finanzierung werden die Antragsberechtigten (Unternehmen, Freiberufler) unterstützt. Die KfW stellt einen Kreditbetrag bis zu 10 Millionen Euro pro Vorhaben zur Verfügung und trägt damit bis zu 100 % der Investitionskosten. Eine Finanzierung ist ab einem Zinssatz von 1 % möglich.

Link: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Umweltprogramm-\(240-241\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Umweltprogramm-(240-241)/)

## Förderung der Ladeinfrastruktur

**Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur** – Seit Anfang 2017 wird im Rahmen des Förderprogramms „Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge“ der Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur durch eine anteilige Finanzierung der Investitionskosten gefördert. Mit dem Programm will die Bundesregierung den Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Schnelllade- und Normalladestationen beschleunigen. Ziel ist der Aufbau von mindestens 15.000 Ladesäulen bis zum Jahr 2020. Die Bundesregierung stellt hierfür 300 Millionen Euro von 2017 bis 2020 bereit. Dabei werden sowohl private Investoren als auch Städte und Gemeinden unterstützt.

Gefördert werden Normalladepunkte mit einer Ladeleistung bis 22 Kilowatt, Schnellladepunkte mit mehr als 22 Kilowatt, sowie der erforderliche Anschluss an das Nieder- bzw. Mittelspannungsnetz. Die technischen Mindestanforderungen an die geförderte Ladeinfrastruktur werden durch die Ladesäulenverordnung vorgegeben. Ergänzt werden weitere Vorgaben, welche die Kundentreue der Ladeinfrastruktur stärken.

- Normalladepunkte bis einschließlich 22 kW werden gefördert mit einem prozentualen Anteil von maximal 40 % bis höchstens 2.500 € pro Ladepunkt
- Schnellladepunkte werden gefördert mit einem prozentualen Anteil von:
  - maximal 50 % bis höchstens 12.000 € für Ladepunkte kleiner als 100 kW
  - maximal 50 % bis höchstens 30.000 € für Ladepunkte ab einschließlich 100 kW
- Ergänzend wird der Netzanschluss pro Standort gefördert mit einem prozentualen Anteil von
  - maximal 50 % bis höchstens 5.000 € für den Anschluss an das Niederspannungsnetz
  - maximal 50 % bis höchstens 50.000 € für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz

**Der Dritte Förderaufruf läuft im Zeitraum vom 22.11.2018 bis zum 21.02.2019 und ist über das Förderportal des Bundes easy-Online einsehbar. Weitere Förder-Calls zu einem späteren Zeitpunkt sind nicht ausgeschlossen, können jedoch mit veränderten Konditionen einhergehen.**

Link: [https://www.bav.bund.de/DE/3\\_Aufgaben/6\\_Foerderung\\_Ladeinfrastruktur/Foerderung\\_Ladeinfrastruktur\\_node.html](https://www.bav.bund.de/DE/3_Aufgaben/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html)

**Landesförderung in Bayern** – Förderrichtlinie für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern – Das Ziel ist ein flächendeckendes, bedarfsgerechtes und nutzerfreundliches Netz an Ladeinfrastruktur zu initiieren, sodass der Nutzer eines E-Fahrzeugs überall in Bayern schnell und unkompliziert laden kann. Im ersten Förderaufruf wurde die Errichtung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur bei Normalladepunkten bis einschließlich 22 kW mit maximal 40 % bis höchstens 3.000 € pro Ladepunkt finanziell unterstützt. Ergänzend wird der Netzanschluss pro Standort mit einem prozentualen Anteil von maximal 40 % bis höchstens 5.000 € für den Anschluss an das Stromnetz gefördert. Voraussetzungen sind u. a.:

- Öffentlicher Zugang zu den Ladesäulen
- Nutzung von erneuerbaren Energien
- Mindestbetrieb von sechs Jahren
- Einhaltung der Vorgaben der gültigen Ladesäulenverordnung

Laufzeit: 1. September 2017 - 31. Dezember 2020, Antragsteller: Natürliche und juristische Personen inkl. Kommunen. Eine kumulierte Förderung in Verbindung mit anderen öffentlichen Förderprogrammen ist nicht möglich (vgl. STMWI 2018). **Ein weiterer regional nicht beschränkter Förderaufruf wird mittelfristig erfolgen. Hier wird der Förderaufruf jeweils zwei Wochen vor Antragsstart veröffentlicht.**

Link: <http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung>

## Projektförderung

### LandMobil - Innovative Mobilitätsprojekte im ländlichen Raum

Mit der Förderung „LandMobil“ hat die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) ein Programm aufgelegt, welches durch Modellvorhaben im Bereich Mobilitätsverbesserung, Sicherung der Verkehrsteilhabe und Stärkung der Daseinsvorsorge die ländlichen Räume als Wohn- und Wirtschaftsstandorte stärken soll.

Bis zum 01.04.2019 können geeignete Projektskizzen abgegeben werden. Dabei spielen insbesondere der Nutzen für die ländlichen Regionen bzw. dort lebenden Menschen, Innovationsgrad und Kreativität sowie die Übertragbarkeit auf andere Räume eine wichtige Rolle. Der Förderzeitraum beläuft sich auf maximal drei Jahre. Potenzielle Vorhaben können von natürlichen und juristischen Personen und Personengemeinschaften gestellt werden und sollen mindestens eines der folgenden Themenbereiche abdecken:

- Integrierte Mobilität
- Bewusstseinswandel in Richtung alternativer Mobilitätsformen
- Neue Geschäfts- und Finanzierungsmodelle im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit für Anbieter und Nutzer
- Verbesserung der Anschlussmobilität
- Elternunabhängige Mobilitätslösungen

Die Zuwendungen werden im Wege der Projektförderung als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt. Der Höchstbetrag der Förderung beträgt maximal 180.000 €. Der Fördersatz beträgt bis zu 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben bzw. Kosten. In Ausnahmefällen ist auch ein höherer Fördersatz möglich, wobei Gemeinden und Gemeindeverbänden einen Eigenanteil von 10 % leisten müssen. Förderfähig sind dabei u. a.: die Vergabe von Aufträgen, nutzungs- bzw. projektbedingte Aus- und Umbaumaßnahmen bestehender baulicher Anlagen, die Anschaffung von Fahrzeugen im Rahmen von Nutzungsüberlassungsverträgen oder anteilige Abschreibung jeweils für den Bewilligungszeitraum (z. B. Leasing) und projektspezifisches, zusätzliches Verbrauchsmaterial.

Link: <https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Kompetenzzentrum-Laendliche-Entwicklung/LandMobil.html>

## 10. Weiterführende Öffentlichkeitsarbeit

Flankierende und kommunikative Instrumente sind unverzichtbar in der Bürger- bzw. Unternehmensansprache und bei der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen. Nur durch eine zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit kann die Teilnahme der Bürgerschaft gewährleistet werden. Durch Information und Sensibilisierung der Bürger können diese motiviert und aktiviert werden.

Die spezifische Zielgruppenansprache (Pendlern, Verwaltung und Unternehmen) muss jeweils auf direktem Wege die Bedürfnisse der einzelnen Gruppen erfüllen. So kann auf lange Sicht eine Bewusstseins- und anschließend eine Verhaltensänderung erwirkt werden.

Kommunikationsmaßnahmen müssen stetig an die sich wandelnden Ansprüche und das Mediennutzungsverhalten angepasst werden.

- regelmäßig Informationsveranstaltungen zum Thema Elektromobilität
- Ausbauen der bestehenden Informationsangebote
- Beratung zu Rahmenbedingungen Ladeinfrastruktur (Gesetze, Technik, Förderung)
- Angebot kostenloser Probefahrten

Zudem sollten die Maßnahmen und Handlungsempfehlungen nicht als separate Einzeloptionen verstanden werden, sondern vielmehr zusammenwirken. Eine nachhaltige Mobilität bzw. Verkehrspolitik ist eine komplexe Aufgabe und sollte in allen relevanten Entwicklungs- und Lebensbereich integriert werden, dies betrifft auch künftige Planungen seitens der Kommunen. Durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Aktionen und Projekten wird eine Veränderung stattfinden, durch die eine nachhaltige Mobilität etabliert und eine Reduktion der Treibhausgase führt.

Neben den investiven Maßnahmen und der Umgestaltung der eigenen Fahrzeugflotte, werden auch politische und planerische Entscheidungen Effekte haben und so Verbesserungen erzielen. Zudem sollte der Landkreis bzw. die Kommunen ihr Wirken nicht nur auf die unmittelbar betroffenen Aufgabenfelder beschränken, sondern sollten möglichst alle relevanten Akteure aktivieren und ggf. zusammenbringen. Die aktive Beteiligung der Bürger und der Unternehmen ist hier entscheidend. Durch Sensibilisierung, Information und Motivation kann eine nachhaltige positive Veränderung herbeigeführt werden. Für das Erreichen eines langfristigen Zieles ist es hilfreich sowohl Fern-Ziele zu definieren, als auch Meilensteine zu setzen:

- Dieses Konzept und die enthaltenen Handlungsempfehlungen sollen kontinuierlich im Interesse des Landkreises und der Kommunen umgesetzt werden
- Wahrung der Vorbildfunktion
- Beratungsangebot schaffen und die Bevölkerung weiter sensibilisieren
- Die konsequente Weiterentwicklung der nachhaltigen Verkehrsentwicklung auch bei Sanierungs-, Umbau- und Neubauvorhaben
- Die Nutzung erneuerbarer Energien bei Bereitstellung des Ladestroms

Um diese Aufgaben, insbesondere das Einnehmen der Vorbildfunktion bewältigen zu können, müssen zeitliche, personelle und finanzielle Grundlagen geschaffen werden. Unter Berücksichtigung der Haushaltssituation sollte jede Kommune einen gewissen finanziellen Betrag bereitstellen, um so ein finanzielles Grundgerüst zu schaffen, damit die gemeinsamen Ziele umgesetzt werden können.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen in Mio. Tonnen-CO <sub>2</sub> -Äquivalent nach Verkehrsmitteln.....	4
Abbildung 2: Elektromobilität verbindet – Darstellung der Projekt Region .....	5
Abbildung 3: Vergleich der CO <sub>2</sub> -Äquivalente der verschiedenen Energieträger .....	8
Abbildung 4: Streetscooter der deutschen Post und Renault ZOE .....	10
Abbildung 5: Vergleich der direkten Emissionen je Kilometer – Mittelklasse-Pkw .....	12
Abbildung 6: Beispiel einer Ladestation – Schnelllader Mode 3 und Mode 4 .....	15
Abbildung 7: Verschieden Steckerarten.....	19
Abbildung 8: Ladezeit um einen bestimmten Ladezustand einer Li-Ionen Batterie zu erreichen, in Abhängigkeit der Anschlussleistung – Ladeeffizienz 85 %, Batteriekapazität 25 kW .....	19
Abbildung 9: Preisentwicklung für Li-Ion-Batteriespeicher für Elektro-Pkw.....	20
Abbildung 10: Energieflussdiagramm für das AC-Laden .....	21
Abbildung 11: Standwahrscheinlichkeit von E-Fahrzeugen zuhause .....	22
Abbildung 12: Mittlere Ladeleistung je Fahrzeug für verschiedene Ladeleistungen .....	24
Abbildung 13: Spannungsbereiche.....	26
Abbildung 14: Vergleich herkömmliche Tankstellen vs. Elektrotankstellen .....	27
Abbildung 15: Innovationszyklus nach dem Diffusionsmodell von Rogers.....	29
Abbildung 16: Beispiel einer intermodalen Transportkette.....	34
Abbildung 17: Untersuchungsgebiet.....	40
Abbildung 18: Raumordnung .....	42
Abbildung 19: Verkehrsmengen: Gegenüberstellung links 2005 und rechts 2015; je breiter die linienhafte Darstellung, desto höher ist das Verkehrsaufkommen .....	43
Abbildung 20: Verkehrslärm an Hauptverkehrsstraßen, nachts.....	44
Abbildung 21: Nahverkehrsraum Hof.....	45
Abbildung 22: Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energien 2012-2017 .....	52
Abbildung 23: Gegenüberstellung: E-Fahrzeuge und Ladestrom .....	54
Abbildung 24: Standorte der Tankstellen im Landkreis Hof ( .....	56
Abbildung 25: Vergleich: installierte Ladestecker in Deutschland und im Landkreis Hof.....	57
Abbildung 26: Gegenüberstellung: Stromverbrauch Private Haushalte - Anzahl E-Fahrzeuge – Ladestrom.....	59
Abbildung 27: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 des Bundes .....	60
Abbildung 28: Zulassungsstatistik privater Pkw - Vergleich.....	62
Abbildung 29: Veranschaulichung des Einsparpotenzials der privaten Haushalte bei Effizienzsteigerung .....	63

Abbildung 30: Vergleich – Energiebedarf und THG-Emissionen und Elektromobilität mit unterschiedlichen Annahmen zur Stromherkunft.....	64
Abbildung 31: Pendlerbeziehungen des Landkreises Hof .....	68
Abbildung 32: Fahrstrecken der Arbeitnehmer .....	68
Abbildung 33: Schaubild - Systematik der „Zentralen Orte“ .....	72
Abbildung 34: Darstellung Standortdefinition - Methodik .....	74
Abbildung 35: Methodik/Arbeitsschritt zur Identifikation potenzieller Ladestandorte .....	75
Abbildung 36: Mögliche E-Ladeinfrastruktur - Standortvorschläge.....	76
Abbildung 37: Schema – Ladeinfrastruktur.....	80
Abbildung 38: Überblick – Verschiedene Möglichkeiten des frei zugänglichen Ladens .....	84

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswahl am Markt verfügbarer E-Fahrzeuge .....	9
Tabelle 2: Unterscheidung der Antriebstechnologien .....	10
Tabelle 3 Lademodi für Elektrofahrzeuge nach internationalem Standard .....	16
Tabelle 4: Übersicht der verschiedenen Lademöglichkeiten .....	18
Tabelle 5: Übliche Stellplatznutzung nach Haushaltsgröße .....	22
Tabelle 6: Bevölkerungsstruktur Änderung 2035 gegenüber 2015 .....	47
Tabelle 7: Beherbergungstatistik.....	49
Tabelle 8: Übersicht der Ladestationen im Landkreis und Stadt Hof, Stand: 31.01.2019 .....	55
Tabelle 9: Zulassungsstatistik privater Pkw im Landkreis Hof.....	61
Tabelle 10: Zulassungsstatistik privater Pkw - Vergleich.....	62
Tabelle 11: Gegenüberstellung Elektro-Benzin-Diesel .....	65
Tabelle 12: Vergleich der Betriebskosten innerhalb der Lebensdauer .....	66
Tabelle 13: Standortvorschläge für das Primär-Netz im Landkreis .....	76
Tabelle 14: Schätzung der Netto-Kosten der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für 2020 .....	78
Tabelle 15: Kostenstruktur zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur.....	84
Tabelle 16: Fahrzeugklassen und eine mögliche Elektrifizierung.....	91
Tabelle 17: Solar Carport Lösung – E-Fahrzeug.....	98
Tabelle 18: Vergleich der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	98

## Quellenverzeichnis

**Acatech 2017:** Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V. 2017: »Sektorkopplung« – Optionen für die nächste Phase der Energiewende.

**AGIT 2014:** Angewandte Geoinformatik – Symposium und Fachmesse Angewandte Geoinformatik Energieeffiziente Elektroautos? Zum realen Stromverbrauch von Elektrofahrzeugen.

**Ahrens 2009:** Endbericht zur Verkehrserhebung, Mobilität in Städten – SrV 2008 und Auswertungen zum SrV-Städtepegel. Mobilität in Städten, Dresden 2009.

**ARL 2016:** Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Neue Mobilitätsformen und -technologien: Merkmale und Potenziale für eine nachhaltige Raumentwicklung.

**ARL 2018:** Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Begriffserklärung: <https://www.arl-net.de/de/lexica/de/raumstruktur-und-siedlungsstruktur> [letzter Zugriff: 18.10.2017]

**Bast 2017:** Bundesanstalt für Straßenwesen. Informationen via homepage: [http://www.bast.de/DE/Home/home\\_node.html](http://www.bast.de/DE/Home/home_node.html) [letzter Zugriff: 18.10.2017]

**BeMobility 2014:** Charging the City - Praxisleitfaden Integrierte Ladeinfrastruktur. BuroHappold Engineering 2014.

**BBSR 2015:** Modellvorhaben der Raumordnung Praxis 2 - Anpassungsstrategien zur regionalen Daseinsversorgung. Empfehlungen der Facharbeitskreise Mobilität, Hausärzte, Altern und Bildung. Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

**BMUB 2018:** Maßnahmenpaket der Bundesregierung - Informationen zur Förderkulisse. <http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/elektromobilitaet/bmub-foerderprogramm/massnahmenpaket-der-bundesregierung/> [letzter Zugriff: 29.01.2018]

**BMWI 2017:** Strommarkt der Zukunft. <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/strommarkt-der-zukunft.html> [letzter Zugriff: 28.09.2017]

**BMVI 2017:** Energie auf neuen Wegen. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Referat G 20 „Energie und Klimaschutz“.

**BMWI 2017:** Innovationen in der Elektromobilität. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

**Brix 2015:** Jonathan Brix - Entwicklung eines verteilten Energiemanagementsystems. Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung Band 46.

**BuW 2017:** Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität (BuW) - Ergebnispapier Nr. 35.

**destatis 2016:** Statistisches Bundesamt. Datenreport 2016 - Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland, Bonn 2016.

**DLR 2015:** Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum - Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland.

**Eckert 2016:** Ökobilanz von E-Fahrzeugen – Entscheidungshilfe für kommunale Investitionen. Abschlussergebnisse der Umweltbegleitforschung „PraxPerform E“, 08.03.2016 Aachen.

**Electrify-BW 2017:** CO<sub>2</sub>-Rucksack eines Elektroautos - der Podcast #14. <http://electrify-bw.de/electrify-bw-der-podcast-14-der-co2-rucksack-eines-elektroautos/> [letzter Zugriff: 21.06.2017]

**FSEM 2011:** Nutzerakzeptanz von Elektromobilität - Eine empirische Studie zu attraktiven Nutzungsvarianten, Fahrzeugkonzepten und Geschäftsmodellen aus Sicht potenzieller Nutzer. Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität, Karlsruhe, Mai 2011.

**GEMIS 2017:** Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS). Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS). Stand: Version 4.95, März 2015. Berechnungsprogramm für Treibhausgasemissionen. Zum Download kostenfrei erhältlich auf der Internetseite des IINAS: [iinas.org](http://iinas.org) [zuletzt abgerufen am 17.01.2017]

**Helmers 2017:** Dr. Prof. Eckard Helmers (IfaS - Abteilung für zukunftsfähige Mobilität) - Elektroautos nur sinnvoll mit 100 % Ökostrom? Ein Gastbeitrag für: <https://www.electrive.net-/2017/06/19/mythbuster-elektroautos-nur-sinnvoll-mit-100-oekostrom/> [letzter Zugriff: 21.06.2017]

**Hildebrand 2016:** Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung idealtypischer Ladebedarfe - Eine institutionenökonomische Analyse. Dissertation TU Berlin.

**Hiller 2014:** Praxishandbuch Stromverteilungsnetze - Technische und wirtschaftliche Betriebsführung, Vogel Buchverlag 2014.

**Ifeu 2007:** Elektromobilität und erneuerbare Energien. Arbeitspapier Nr. 5 im Rahmen des Projektes „Energiebalance – Optimale Systemlösungen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz“, Heidelberg, Wuppertal, November 2007.

**KIT 2016:** Karlsruher Institut für Technologie - Vergleichsstudie von Systemansätzen für das Schnellladen von Elektrofahrzeugen.

**Klatt 2018:** Mobilität netzdienliche Integration: Elektromobilität als netzdienlicher Beitrag zur Energiewende.

**Liu 2018:** Einfluss der privaten Elektrofahrzeuge auf Mittel- und Niederspannungsnetze. Dissertation Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Darmstadt zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.), Darmstadt 2017.

**MB-Research 2017:** Michael Bauer Research GmbH - Kaufkraft Kreiskarte 2017.

**NFZ 2017:** Nullemissionsnutzfahrzeuge - Vom ökologischen Hoffnungsträger zur ökonomischen Alternative.

**Nobis 2015:** Netzstabilität mit Elektromobilität. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

**NPE 2012:** Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht).

**NPE 2015:** Auf dem Weg zur Elektromobilität - Abschluss der Marktvorbereitungsphase, Vortrag Henning Kagermann, Nationale Bildungskonferenz Elektromobilität 2015, Berlin.

**NOW 2017:** NOW GmbH - Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie - Starterset Elektromobilität.

**Öko-Institut 2017:** Öko-Institut e. V. - Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität (BuW) Ergebnispapier Nr. 29.

**Öko-Institut 2017:** Öko-Institut e. V. - 3 Antworten zum Rohstoffbedarf der Elektromobilität. <https://www.oeko.de/presse/archiv-presse-meldungen/2017/3-antworten-zum-rohstoffbedarf-der-elektromobilitaet/> [letzter Zugriff: 18.12.2017]

**Schierhorn 2015:** Überblick zur Bedeutung der Elektromobilität zur Integration von EE-Strom auf Verteilnetzebene.

**Scope 2017:** Branchenstudie Tankstellenmarkt Deutschland 2016. Scope Ratings 2017.

**Seeliger 2016:** Seeliger et al. Elektrobusse im ÖPNV - Eine technisch/wirtschaftliche Analyse unter Berücksichtigung praktischer Anwendungsbeispiele.

**Statista 2017:** Infografiken Elektromobilität. Statista [letzter Zugriff: 23.06.2017]

**STMWI 2018:** Informationen zum Förderprogramm - Ladeinfrastruktur. <https://www.stmwi.bayern.de/service/foerderprogramme/ladeinfrastruktur/> [letzter Zugriff: 18.12.2017]

**UBA 2017:** Umwelt Bundesamt. Geräuschbelastung im Straßenverkehr - Beitrag auf der Homepage. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrs-laerm/strassenverkehrs-laerm#textpart-1> [letzter Zugriff: 18.12.2017]

**UBA 2018:** Erneuerbare Energien in Zahlen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen> [letzter Zugriff: 18.12.2018]

**VCD 2017:** Verkehrsclub Deutschland e.V. - Carsharing: Autos nutzen statt besitzen. Homepage des VCD. <https://www.vcd.org/themen/auto-umwelt/carsharing/> [letzter Zugriff: 23.06.2017]

**VDE 2016:** Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. - Homepage: erneuerbar-mobil.de [letzter Zugriff: 23.06.2017]

## Abkürzungen und Glossar

Gewöhnliche Abkürzungen entsprechen den Bedeutungen des allgemein gebräuchlichen Sprachgebrauchs; nachfolgend werden lediglich die für das Konzept spezifischen Kürzel beschrieben:

**Ladesäule** - eine Lademöglichkeit für Elektrofahrzeuge, die aus einem oder mehreren Ladepunkten bestehen kann.

**Ladepunkt** - eine Einrichtung, die zum Aufladen des Elektrofahrzeugs bestimmt ist; zur gleichen Zeit kann an einem Ladepunkt nur ein Elektrofahrzeug geladen werden.

**Normalladepunkt** - ein Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von maximal 22 kW an ein Elektrofahrzeug übertragen werden kann.

**Schnellladepunkt** - ein Ladepunkt, an dem Strom mit einer Ladeleistung von mehr als 22 kW an ein Elektrofahrzeug übertragen werden kann.

**Netzanschluss** - ein Netzanschluss ist die technische Verbindung des Landstandorts an das Energieversorgungsnetz (Nieder- und Mittelspannungsnetz) sowie das Telekommunikationsnetz.

**Phasen** - das Niederspannungsnetz basiert auf einem Dreiphasensystem und besteht dabei aus drei spannungsführenden Leitern, auch Phasen genannt. Die Anzahl der Phasen bestimmt die Leistungsaufnahme und -abgabe des Speichers. D.h. bei einphasigen Systemen ist die Leistung für die Versorgung mehrerer großer Verbraucher i. d. R. nicht ausreichend.

**Gleichzeitigkeitsfaktor** - die Summe aller zu erwartender Verbraucher einer elektrischen Anlage/ Netzverteilung werden zusammengefasst und mit einer Gleichzeitigkeit  $g$  verknüpft (üblicherweise zwischen  $g=0,1$  bis  $g=1,0$ ). Der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt die Tatsache, dass in der Regel nie alle Geräte einer Elektroanlage (z. B. in einem Einfamilienhaus) gleichzeitig und mit voller Leistung eingeschaltet sind.

**AC** - Alternating Current, Wechselstrom

**BEV** - Battery Electric Vehicle, engl. für Elektrofahrzeug

**BGB** - Bürgerliches Gesetzbuch

**CCS** - Combined Charging System, kombiniertes Ladesystem ist ein internationaler Ladestandard für Elektrofahrzeuge.

**CE** - Communauté Européenne bzw. europäische Gemeinschaft, mit der CE-Kennzeichnung erklärt ein Hersteller, dass sein Produkt den gängigen Anforderungen genügt, welche in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Gemeinschaft festgelegt sind.

**CO<sub>2</sub>** - Kohlenstoffdioxid ist das quantitativ wichtigste Treibhausgas (THG), welches insbesondere durch anthropogene Aktivitäten (insbesondere Verbrennung fossiler Energieträger) freigesetzt wird.

**CPO** - mit CPO wird der Charge Point Operator abgekürzt. Der CPO ist der technische Betreiber von Ladeinfrastruktur; z. B. Allego, N-Ergie, Bayernwerk.

**DC** - Direct Current, Gleichstrom

EMP - der Elektro-Mobilitäts-Anbieter engl. Provider, bietet Kunden den Zugang zu unterschiedlichen Ladestationsnetzwerken an; z. B. ChargeNow, Plug-Surfing, Hubject.

GSM - Groupe Spécial Mobile, ist ein Standard für volldigitale Mobilfunknetze, welcher für Telefonie, aber auch für Datenübertragung genutzt wird.

H<sub>i</sub> - Heizwert (früher „H<sub>u</sub> unterer Heizwert) ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare Wärmemenge.

kVA - Kilo Voltampere, gesetzliche Maßeinheit für die elektrische Scheinleistung.

LAN/WLAN - Local Area Network/Wireless Local Area Network, bezeichnet ein lokales/-funk Netzwerk

MIV - Motorisierte Individualverkehr; Kraftfahrzeuge (z. B. Pkw, Motorräder) zum individuellen Personentransport

OICP/OCHP - Open Intercharge Protocol/Open Clearing House Protocol, ermöglicht eine Ladung von Elektrofahrzeugen über Ladestationsnetzwerke hinweg. Mithilfe von OCHP können Serviceprovider für das EV-Laden eine Verbindung zu Infrastrukturanbietern herstellen, um den Zugriff auf ihr Netzwerk zu ermöglichen (vgl. <http://www.ochp.eu/>)

PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle, engl. für Steckdosenhybrid.

SO<sub>2</sub> - Schwefeldioxid ist ein Luftschadstoff (sauer wirkendes Gas), diese kann reizend auf die Atemwege und ätzend auf Oberflächen wirken.

SSL/TLS - Secure Sockets Layer/Transport Layer Security, ist ein Verschlüsselungsprotokoll zur sicheren Datenübertragung im Internet.

TOPP - tropospheric ozone precursor potential equivalents = troposphärische Ozon-Vorläufer-Äquivalente; drückt quantitativ das Potenzial zur Bildung von bodennahem Ozon aus. Diese werden aus der relativen Ozonbildungsrate der Luftschadstoffe CO, NMVOC und NO<sub>x</sub> sowie des Treibhausgases CH<sub>4</sub> gebildet. Je größer die Menge an troposphärischen Ozon-Vorläufer-Äquivalenten, umso höher ist die Gefahr von Sommersmog.

VDE - Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. erstellen elektrotechnische Normen und Sicherheitsbestimmungen für die Elektrotechnik in Deutschland.

## Anhang

(Die Anhänge liegen ausschließlich in digitaler Form vor)

- Anhang 1: Standort-Kennblätter der Kommunen (Primärnetz)
- Anhang 2: Kommunalen Fragebogen
- Anhang 3: A3-Karte - Übersichtskarte Infrastruktur
- Anhang 4: A3-Karte - Pendlerbeziehungen
- Anhang 5: A3-Karte - E-Ladeinfrastruktur - Bestand
- Anhang 6: A3-Karte - E-Ladeinfrastruktur - Potenzielle Standorte
- Anhang 7: A3-Karte - E-Ladeinfrastruktur - Potenzielle E-Bike-Standorte

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Nationale Organisation Wasserstoff-  
und Brennstoffzellentechnologie



Landkreis Hof  
wir sind Heimat



Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich