



Ingenieurbüro Stappenbeck GbR

Ihr Partner für Versorgungs- Energie- und Umwelttechnik

Ausarbeitung zum Einsatz von Elektrofahrzeugen

für den kreiseigenen Fuhrpark des Wetteraukreises

Auftraggeber:

**Wetteraukreis
Europaplatz
61169 Friedberg**

Auftragnehmer:

**IBS - Ingenieurbüro Stappenbeck GbR
In den Brunnenwiesen 10
69245 Bammental**

Datum:

April 2020

INHALT

1. EINLEITUNG.....	4
2. GRUNDLAGEN ELEKTROMOBILITÄT.....	5
2.1 Varianten von Elektromobilität.....	5
2.1.1 Kraftfahrzeuge.....	5
2.1.2 Fahrräder.....	6
2.2 Fahrzeug-Modellpalette.....	7
2.2.1 Batterieelektrische PKW.....	7
2.2.2 Hybrid-PKW.....	10
2.2.3 Brennstoffzellen-PKW.....	12
2.2.4 Pedelecs/E-Bikes.....	12
2.3 Lademöglichkeiten.....	13
2.3.1 Strom.....	13
2.3.1.1 Ladesäulenverordnung.....	13
2.3.1.2 Normal- und Schnellladepunkte.....	14
2.3.1.3 Steckertypen.....	14
2.3.1.4 Ladezeiten.....	15
2.3.1.5 Bezahlverfahren und Auffinden von Ladesäulen.....	17
2.3.1.6 Ladesäulentypen.....	18
2.3.1.7 Kosten von Ladesäulen.....	19
3. ENERGIEVERBRAUCH UND UMWELTAUSWIRKUNGEN VON MOBILITÄT.....	20
3.1 Klimarelevanz.....	20
3.1.1 Fossile Kraftstoffe versus Strom.....	20
3.1.2 Wasserstoff.....	22
3.3 Luftschadstoffe.....	23
3.4 Lärm.....	24



4. BESTANDSANALYSE KOMMUNALER FUHRPARK DES WETTERAUKREISES.....	25
4.1 Fahrleistung und Treibhausgase.....	27
5. HANDLUNGSFELD KREISEIGENER FUHRPARK	28
5.1 Analyse für elektrobetriebene Fahrzeuge im Fuhrpark des Wetteraukreises	28
5.2 Vergleich der Treibhausgasemissionen.....	31
5.3 Ladeinfrastruktur für den kreiseigenen Fuhrpark	31
5.3.1 Verwendetes Lademanagement.....	131
5.3.2 Untersuchung der Standorte des Wetteraukreises für die Installation von Ladestationen	35
5.3.3 Betrachtung der einzelnen Standorte mit den erforderlichen Maßnahmen und Investitionen.....	35
6. ZUSAMMENFASSUNG.....	47

1. EINLEITUNG

Laut Kreistagsbeschluss vom 18.04.2018 wird der Kreisausschuss des Wetteraukreises zu Folgendem beauftragt:

1. Das Klimaschutzkonzept des Wetteraukreises über das Jahr 2020 hinaus fortzuschreiben;
2. Durch geeignete Maßnahmen bis zum Jahr 2030 sicherzustellen, dass mindestens 55 % der CO₂-Emissionen in kreiseigenen Liegenschaften gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden. Für eine bessere Erfolgskontrolle ist das Jahr 2006 als weiteres Bezugsjahr anzuführen;
3. Die Klimaschutzziele aus dem Jahr 2009 anzupassen und die CO₂-Einsparung mit 55 % bis zum Jahr 2030 als Ziel zu formulieren;
4. Im Zuge der Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes einen geeigneten Maßnahmenkatalog zu erstellen. Der Einsatz regenerativer Energien, Maßnahmen im Bereich der energetischen Sanierung der Heizungsmodernisierung sowie der effiziente Einsatz von Beleuchtungstechnik und Elektrofahrzeugen sind im Maßnahmenkatalog aufzunehmen;
5. Den Berichtszeitraum für den Klimaschutz auf zwei Jahre zu ändern.

Die Klimaschutzziele aus dem Jahr 2009 werden in einer separaten Betrachtung geprüft und ggfs. angepasst.

Der Wetteraukreis betreibt in seinem Fuhrpark zurzeit fast ausschließlich benzin- bzw. dieselmotortriebene Autos, die sich überwiegend im Leasing befinden. Daneben befinden sich 2 Elektroautos im Fuhrpark. In dieser Ausarbeitung soll aufgezeigt werden, wie der Wetteraukreis seinen Fuhrpark wenn möglich wirtschaftlich auf Strom umstellen kann. Auch soll ein möglicher Einsatz von Elektrofahrzeugen geprüft werden.

Es erfolgen folgende Betrachtungen:

- Analyse der Ist-Situation (Fahrzeugbestand pro Bereich, Energie-, CO₂- und Kostenbilanz, Anforderungen an Funktionalität und Strecken, Standorte)
- Marktrecherche
- Konzeption des neuen Fuhrparks

2. GRUNDLAGEN ELEKTROMOBILITÄT

2.1 Varianten von Elektromobilität

2.1.1 Kraftfahrzeuge

Elektromobilität bedeutet, dass Fahrzeuge nicht mehr (ausschließlich) durch Verbrennungsmotoren (Benzin/Diesel), sondern elektrisch angetrieben werden. Dabei kann zwischen verschiedenen Typen von Antrieben unterschieden werden:

- (Paralleler) Hybridantrieb (z. B. Toyota Prius):
Hier erfolgt das Bremsen nicht, wie sonst bei Fahrzeugen üblich, über Reibung, sondern durch „Rekuperationsbremsen“, bei denen die kinetische Energie (Bewegungsenergie) des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt und in einer Batterie gespeichert wird. Mit deren Hilfe kann dann ein Elektromotor das anschließende Anfahren des Fahrzeugs unterstützen; ansonsten arbeitet der Verbrennungsmotor. Daraus ergibt sich eine gewisse Einsparung des konventionellen Kraftstoffes, insbesondere im Stadtverkehr (bei häufigem „stop and go“). Die Kapazitäten der Batterie sind jedoch begrenzt und eine externe Lademöglichkeit ist nicht vorgesehen. Überwiegend bleibt der Antrieb also fossil.
- Plug-In Hybridantrieb (z. B. VW Golf GTE):
Beim Plug-In-Hybrid kann, ergänzend zum parallelen Hybridantrieb, die Batterie extern über einen Stromanschluss aufgeladen werden. Damit sind größere Batteriekapazitäten sinnvoll und mit diesen höhere elektrische Reichweiten möglich. Ob das Fahrzeug überwiegend elektrisch genutzt wird und der Verbrennungsmotor nur gelegentlich - etwa bei einzelnen besonders weiten Fahrten oder wenn keine elektrische Lademöglichkeit verfügbar ist - oder ob doch die Nutzung des Verbrennungsmotors überwiegt, hängt von der genauen Fahrzeugkonfiguration (Batteriekapazität, Verbrauch des Elektromotors) und dem individuellen Fahrverhalten bzw. den typischen Fahrstrecken ab.
- Serieller Hybridantrieb (z. B. BMW i3):
Hier erfolgt der Antrieb ausschließlich über einen Elektromotor. Die Batterie wird zunächst extern aufgeladen. Es wird jedoch Kraftstoff mitgeführt, und mit Hilfe eines Generators (d. h. eines mit Benzin oder Diesel betriebenen „Kraftwerks“ im Fahrzeug als „Range Extender“) kann die Batterie auch während der Fahrt nachgeladen werden.
- (Rein) batterieelektrisches Fahrzeug (z. B. Nissan Leaf):
Auch hier erfolgt der Antrieb ausschließlich über einen Elektromotor. Die Batterie wird ausschließlich über einen externen Stromanschluss geladen.

- Brennstoffzellenfahrzeug (z. B. Toyota Mirai):
Auch hier erfolgt der Antrieb ausschließlich über einen Elektromotor. Es wird jedoch Wasserstoff (unter Druck und damit verflüssigt) mitgeführt, und mit Hilfe einer Brennstoffzelle, die aus dem mitgeführten Wasserstoff und dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft Strom (und Wasser) erzeugt, wird die Batterie während der Fahrt nachgeladen. Optional kann zusätzlich eine direkte Lademöglichkeit der Batterie über einen externen Stromanschluss vorgesehen werden.
- Wasserstoff-Verbrennungsmotor:
Hier handelt es sich wieder um einen Verbrennungsmotor, der auf der Dieselmotor-Technologie basiert, in dem statt Diesel jedoch Wasserstoff verbrannt wird. Aufgrund des relativ „sauberen“ Treibstoffs ist ein wesentlich geringerer Aufwand für die Abgasreinigung erforderlich und auch die Stickoxid-Emissionen können deutlich unter denjenigen der heutigen Verbrennungsmotoren liegen. Die Möglichkeit, Bremsenergie über Rekuperationsbremsen zu nutzen, ist beim Wasserstoff-Verbrennungsmotor nicht gegeben.

Da der Wasserstoff in einer regenerativen Energiewirtschaft mittels Elektrolyse aus (regenerativ) erzeugtem Strom gewonnen werden kann und das Fahrzeug damit, ebenso wie ein batterieelektrisches Fahrzeug beim Laden von Strom aus erneuerbaren Energieträgern, praktisch klimaneutral fährt, kann auch der Wasserstoff-Verbrennungsmotor zur Elektromobilität im weiteren Sinne gezählt werden. Der Nachteil des Einsatzes von Wasserstoff, gleichermaßen bei Brennstoffzellen wie Verbrennungsmotoren, liegt in den Umwandlungsverlusten bei der Erzeugung und (bei Brennstoffzellen) Rückverstromung des Wasserstoffs, sein Vorteil in der Speicherbarkeit. Aktuelle Entwicklungen des Wasserstoff-Verbrennungsmotors fokussieren auf Busse oder andere schwere Nutzfahrzeuge.

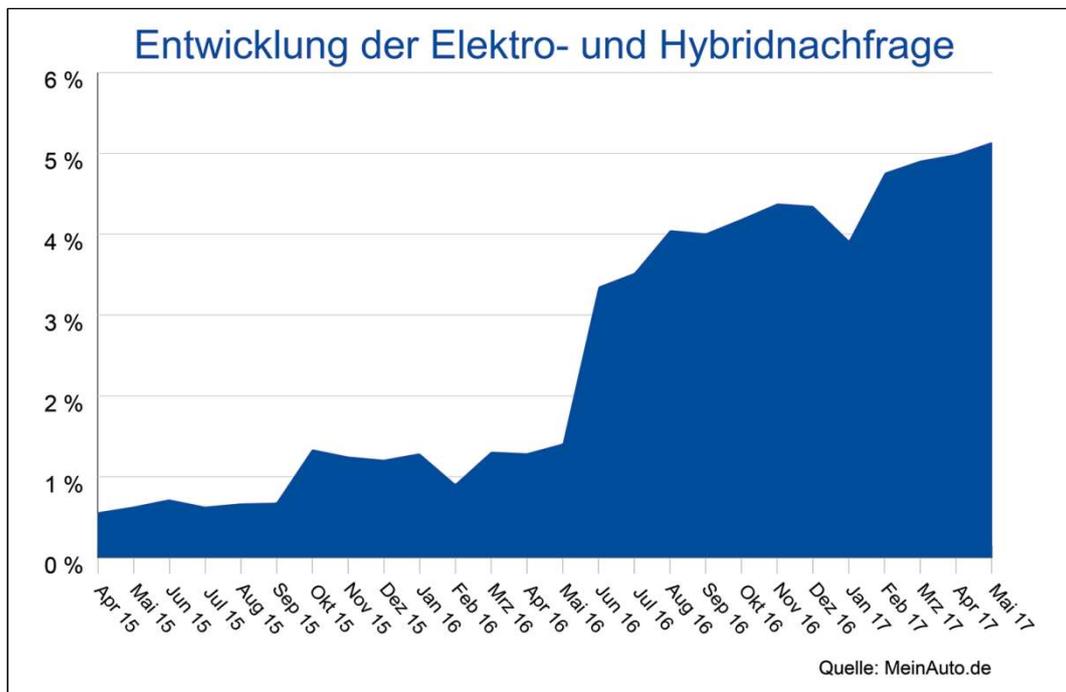
2.1.2 Fahrräder

Bei elektrisch betriebenen Fahrrädern - „Pedelecs“ (Pedal Electric Cycle) - wird der Antrieb durch menschliche Muskelkraft ergänzt durch einen Elektromotor. Bei E-Bikes ist auch ein Fahren komplett ohne Muskelkraft, d.h. ein ausschließliches Fahren mit dem Elektromotor, möglich. E-Bikes entsprechen damit im Grundsatz dem rein batterieelektrischen Fahrzeug der o. g. Kategorien der Kraftfahrzeuge. Pedelecs könnten als Plug-In-Hybride bezeichnet werden, wobei die Muskelkraft auf dem Fahrrad dem Motor im Kfz. entspricht.

Wenn sich die Motorunterstützung von Pedelecs bei einer Geschwindigkeit von 25 km/h automatisch abschaltet und der Motor maximal eine Leistung von 250 W erreicht, sind sie in Deutschland rechtlich dem „normalen“ Fahrrad gleichgestellt (keine Kennzeichen-, Haftpflichtversicherungs-, Führerschein- und Helmpflicht). Bei höheren Motorleistungen oder höheren motorunterstützten Geschwindigkeiten werden sie als Kleinkraftfahrzeug betrachtet. E-Bikes gelten als Leicht-Mofa, mit den entsprechenden Anforderungen an Fahrerlaubnisse, Versicherung, Nutzung von Radwegen etc.

2.2 Fahrzeug-Modellpalette

Die Märkte für Elektro-Fahrzeuge und Pedelecs entwickeln sich derzeit sehr dynamisch und die Nachfrage nach Elektro- und Hybridfahrzeugen steigt ständig. Insofern erheben die nachfolgenden Ausführungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellen lediglich exemplarisch verschiedene Typen von Fahrzeugen vor. Eine jeweils aktuelle Marktübersicht elektrischer Kraftfahrzeuge findet sich unter <https://www.e-stations.de/elektroautos/liste>.



Nachfrageentwicklung von Elektro- und Hybridfahrzeugen (MeinAuto.de)

2.2.1 Batterieelektrische PKW

Der Markt für Elektroautos ist aufgrund der hohen Nachfrageentwicklung in den vergangenen Jahren deutlich gewachsen. Viele der großen Hersteller bieten mittlerweile eine Auswahl von Modellen mit batterieelektrischem Antrieb an. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht dieser mit den angegebenen Herstellerpreisen, Reichweiten und Ladedauern.

Marktübersicht Elektro-PKW (ADAC 2018)

Modell	Preis, brutto [€]	Norm-reichweite [km]	Ladezeit (Gleichstrom) [Min.]	Ladezeit (Typ 2 22 kW) [h]	Ladezeit bis 80 % (Schuko) [h]	Stromverbrauch [kWh / 100 km]
BMW i3 (120Ah)	ab 38.000	309	45	n. v.	15	13,1
e.GO Mobile Life 60	ab 19.900	184	n. v.	n. v.	9,8	12,5
Opel Ampera-E Plus	ab 42.990	423	k. A.	n. v.	k. A.	14,5
Smart forfour EQ	ab 22.600	128	n. v.	0,7	6	14,5
Smart fortwo EQ coupé	ab 21.940	132	n. v.	0,7	6	13,9
Smart fortwo EQ cabrio	ab 25.200	130	n. v.	0,7	6	13,9
VW Golf VII e-Golf	ab 35.900	231	45	n. v.	17	13,2
VW e-up	ab 22.975	134	30	n. v.	9	11,7
Citroen C-Zero	ab 21.800	150	30	n. v.	6-11	12,6
Citroen E-Mehari	ab 25.270	195	n. v.	n. v.	16,5	20,0
Peugeot i-On	ab 21.800	100	30	n. v.	6-11	12,6
Renault Kangoo Z.E.	ab 24.776	270	n. v.	9	17	15,2
Renault Twizy	ab 6.950	120	n. v.	n. v.	3,5	5,8
Renault Zoe Z.E. 22	ab 29.900	175	n. v.	1	9-14	k. A.
Hyundai Kona Elektro (39)	ab 34.600	312	54	n. v.	k. A.	k. A.
Hyundai Ioniq Premium	ab 38.000	280	23	n. v.	12-20	11,5

Modell	Preis, brutto [€]	Norm-reichweite [km]	Ladezeit (Gleichstrom) [Min.]	Ladezeit (Typ 2 22 kW) [h]	Ladezeit bis 80 % (Schuko) [h]	Stromverbrauch [kWh / 100 km]
Kia Soul EV Play	ab 31.390	250	33	n. v.	20	14,3
Nissan e-NV200 Evalia	ab 41.053	200	50	n. v.	17	k. A.
Nissan Leaf Acenta	ab 35.600	270	50	8,5	16	15,2
Tesla Model 3	ab 57.900	354	42	4	30	k. A.
Tesla Model S 75D	ab 71.900	490	42	3,9	31	18,6
Tesla Model X 75D	ab 96.280	417	42	4	30	20,8
Jaguar I-pace(X590) EV400 S AWD	ab 77.850	480 km	90	n. v.	44	k. A.

Für viele Nutzer von Elektroautos hat die Reichweite einen sehr hohen Stellenwert. Auch dann, wenn das Auto im Normalfall lediglich nur eine zweistellige Anzahl von Kilometern am Tag fährt - PKW fahren im Durchschnitt 38 km täglich - besteht oft die Erwartung, auch die wenigen Fahrten pro Jahr mit dreistelligen Kilometerzahlen möglichst ohne Unterbrechung ausführen zu können. Wirtschaftlich gesehen wäre es gerade bei einer Nutzung von Elektromobilität möglicherweise sinnvoller, in solchen Fällen auf andere Verkehrsmittel oder leihweise ein Auto mit fossilen Kraftstoffen oder Wasserstoff als Energieträger zurückzugreifen. Ungeachtet dessen hat sich die durchschnittliche Reichweite auch der Elektrofahrzeuge deutlich erhöht: Während sie 2011 noch bei etwa 150 km lag, liegt sie heute bei über 300 km.

Für die Reichweitenermittlung orientiert sich die o. g. Studie an den Herstellerangaben entsprechend dem sogenannten NEFZ-Verfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Da dieses Verfahren Reichweiten unter optimierten Bedingungen ermittelt, liegen die tatsächlichen Reichweiten in der Praxis unter diesen Werten. Praxistests von Institutionen wie dem ADAC haben gezeigt, dass die tatsächlich mögliche Reichweite bei etwas mehr als der Hälfte der angegebenen Reichweite liegt.

Damit liegt die Reichweite dennoch heute schon deutlich über den durchschnittlichen gefahrenen Strecken der Nutzer. Der positive Reichweitentrend wird sich wohl auch in Zukunft weiter fortsetzen, denn fast alle Hersteller haben angegeben, bereits 2020 Modelle auf den Markt zu bringen, die deutlich mehr als 300 km ohne Nachladen zurücklegen können.

Teilweise bestehen Befürchtungen hinsichtlich der Lebensdauer der Batterien. Hier bieten einige Hersteller die Möglichkeit, die Batterie lediglich zu mieten, was einer dauerhaften Garantie entspricht. Ob der Kauf der die Miete günstiger ist, hängt maßgeblich vom jeweiligen Fahrprofil ab. In vorheriger Tabelle sind stets die Preise der Kauf-Varianten angegeben (auf Ausnahmen wird in der Fußzeile verwiesen). Werden die Batterien lediglich gemietet, reduziert sich der Kaufpreis.

2.2.2 Hybrid-PKW

Da bei Hybridfahrzeugen sowohl der elektrische Antrieb als auch der herkömmliche Verbrennungsmotor verwendet wird, gehen hier die Meinungen und Akzeptanz auseinander. Für die einen ist es eine Brückentechnologie, für die anderen die ideale Lösung, da die Reichweiten durch den Verbrennungsmotor deutlich höher sind als bei (reinen) Elektrofahrzeugen. Aus diesem Grund ist der Markt für Hybridfahrzeuge in den vergangenen Jahren ebenfalls deutlich gewachsen. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die auf dem Markt verfügbaren Fahrzeuge und deren elektrische Reichweite (Normreichweite) sowie Gesamtreichweite einschließlich der Nutzung fossiler Kraftstoffe.

Marktübersicht Hybrid-PKW (Smarter fahren 2018)

Modell	Hybridtyp	Preis [€]	Normreichweite elektrisch [km]	Gesamtreichweite hybrid [km]
BMW 330e	Plug-In	ab 43.500	35	600
BMW 225xe	Plug-In	ab 37.800	41	550
BMW X5 Drive 40e	Plug-In	ab 72.600	31	k. A.
VW Golf GTE	Plug-In	ab 36.900	45	933
VW Passat GTE	Plug-In	ab 45.250	50	k. A.
Hyundai Ioniq	Plug-In	ab 29.900	63	k. A.
Kia Optima	Parallel / Plug-In	ab 40.490	54	k. A.
Kia Niro	Parallel / Plug-In	ab 32.750	58	1.216
Toyota Auris	Parallel	ab 23.490	2	1.125
Toyota Prius	Parallel	ab 37.550	50	1.265
Ford C-Max	Plug-In	ab 35.500	30	
Mercedes-Benz C 300 de	Plug-In	ab 53.000	56	683
Mercedes GLE 500e	Plug-In	ab 74.197	30	600
Audi A3 Sportback e-tron	Plug-In	ab 38.400	50	940
Audi Q7 e-tron	Plug-In	ab 80.500	56	1.410
Mitsubishi Outlander	Plug-In	ab 39.990	54	800
Volvo V90	Plug-In	ab 71.300	44	k. A.
Volvo XC60	Plug-In	ab 69.270	42	k. A.
Volvo XC90	Plug-In	ab 73.750	40	k. A.
Land Rover P400e	Plug-In	ab 120.000	51	k. A.
Lexus GS 300h	Parallel	ab 47.100	2	1.500
Porsche Panamera 4 E	Parallel	ab 109.219	25	k. A.
Porsche Cayenne S	Parallel	ab 86.133	36	600

2.2.3 Brennstoffzellen-PKW

Seit einiger Zeit gibt es auch immer mehr Brennstoffzellenfahrzeuge. Besonders auf dem Vormarsch sind die asiatischen Hersteller Hyundai und Toyota. In Zukunft dürfte sich ein ähnlicher Trend bei den übrigen Herstellern abzeichnen, so dass eine Entwicklung der Fahrzeugpalette wie bei den Elektrofahrzeugen zu beobachten sein wird. Die Hersteller werden voraussichtlich weitere Modelle mit Brennstoffzellenantrieb auf den Markt bringen, sodass ein gemischter Markt mit reinen Elektrofahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen entsteht.

Modell	Preis [€]	Normreichweite [km]	Verbrauch [kg/100 km]
Hyundai Nexo	Ab 69.000	756	0,84
Toyota Mirai	Ab 78.600	500	0,76

Marktübersicht Brennstoffzellenfahrzeuge (ADAC 2018)

2.2.4 Pedelecs/E-Bikes

Das Angebot an E-Bikes ist in der Vergangenheit parallel zur Nachfrage stark gewachsen. So gibt es mittlerweile verschiedene E-Bikes für sämtliche denkbare Anwendungsbereiche. Hierzu gehören:

- Komfort E-Bikes
- E-Mountainbikes
- Lifestyle E-Bikes
- Trekkings E-Bikes
- Speed Pedelecs
- Lasten E-Bikes
- Kompakt E-Bikes

An der Liste ist zu erkennen, dass es ähnliche Anwendungsbereiche gibt wie bei herkömmlichen Fahrrädern. So werden Fahrräder für Geländefahrten, für Fahrlandtouren, für die Nutzung in der Stadt u. a. angeboten. Ferner gibt es Lasten-E-Bikes und zusammenfaltbare E-Bike (Kompakt E-Bikes). Den Möglichkeiten sind hier keine Grenzen mehr gesetzt.

Dies spiegelt sich auch in der Anzahl der Hersteller, in der zum Teil auch Automobilhersteller vertreten sind und in der Modellpalette wider. Zu den verfügbaren namhaften E-Bike-Herstellern zählen unter anderem Babboe, BMW e-Bikes, Electra, Giant, Hercules, Husqvarna e-Bikes, Stromer und Pfau Tex Dreiräder.

Die Reichweiten von E-Bikes sind abhängig von der Technik und Betragen üblicherweise 40 km bis 120 km. Einflussfaktoren sind hier

- Gewicht
- Steigung
- Reifendruck
- gewählter Unterstützungsmodus
- eventuelle Rückspeisung von Bremsenergie (Rekuperation)
- Nutzungsbereich (Stadtverkehr, Überland etc.)

Das Aufladen von E-Bikes erfolgt über die normale Haushaltssteckdose. Hier gibt es keine Standardisierungen wie bei den Autos, sondern jedes Fahrrad hat sein eigenes Kabel mit einem eigenen Stecker und Ladegerät. Aus diesem Grund müssen E-Bike-Nutzer das Ladekabel immer bei sich führen. Als Ladestation bietet sich deswegen ein Schrank mit Schließfächern und integrierten Steckdosen an.

Der Einsatz von E-Bikes ist für den Wetteraukreis relativ bedeutungslos. Eine weitere Betrachtung entfällt daher nachfolgend.

2.3 Lademöglichkeiten

2.3.1 Strom

In der Vergangenheit gab es keine Standardisierung von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge, aber diverse unterschiedliche Möglichkeiten, Elektroautos zu laden. Zwischen folgenden Eigenschaften muss unterschieden werden:

- Steckertyp
- Laden mit Wechselstrom oder Gleichstrom
- Spannungsebene

Die Folge hiervon war, dass Elektromobil-Nutzer diverse Adapter und Kabel mit sich führen mussten, um an allen Säulen laden zu können.

2.3.1.1 Ladesäulenverordnung

Dieser Missstand wurde mit der Ladesäulenverordnung (LSV) im März 2016 aufgehoben. In der Verordnung sind die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile geregelt.

Als öffentliche Ladepunkte sind solche definiert, die 24 Stunden pro Tag und 7 Tage die Woche für die Allgemeinheit zugänglich sind. Halböffentliche Ladesäulen sind z. B. an Öffnungszeiten von Geschäften gebunden. Private Ladesäulen sind nur für autorisierte Personen zugänglich.

2.3.1.2 Normal- und Schnellladepunkte

Normalladepunkte im Sinne des Gesetzes (LSV) sind Ladepunkte mit einer Ladeleistung von bis zu 22 kW. Diese werden mit Wechselstromladen ausgerüstet.

Schnellladepunkte im Sinne des Gesetzes sind Ladepunkte mit mehr als 22 kW Ladeleistung. An diesen wird oftmals zusätzlich zum Wechselstromladen das Gleichstromladen angeboten. Durch das Gleichstromladen können höhere Leistungen bereitgestellt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass an einer Batterie immer Gleichstrom anliegt, das Netz der allgemeinen Versorgung stellt hingegen Wechselstrom zur Verfügung. Damit muss der Strom aus dem Netz der allgemeinen Versorgung, bevor er in die Batterie eingespeichert werden kann, gleichgerichtet werden. Die Leistung des Gleichrichters im Auto ist begrenzt, weshalb Ladepunkte mit Wechselstromlademöglichkeit nur eine geringere Ladeleistung ermöglichen als Gleichstromladepunkte. Bei Schnellladesäulen ist der Gleichrichter bereits in die Ladeinfrastruktur integriert, sodass hier leistungsstärkere Gleichrichter verwendet und damit auch eine höhere Ladeleistung angeboten werden können.

2.3.1.3 Steckertypen

In der LSV wird festgelegt, dass ein öffentlicher Normalladepunkt immer mindestens mit einem Typ-2-Stecker ausgestattet sein muss. Ein Schnellladepunkt muss zusätzlich mit einem Combo-2-Stecker (auch CCS genannt) ausgestattet werden. Zusätzlich zu den in der Ladesäulenverordnung geforderten Steckern Typ-2 und Combo-2 / CCS gibt es noch zwei weitere Steckertypen, die in der Elektromobilität zum Einsatz kommen. Das ist zum einen der Typ 1 Stecker und zum anderen der CHAdeMO. Der Typ 1 Stecker ist die japanische Lösung des Ladesteckers für Elektrofahrzeuge, weshalb dieser an vielen asiatischen Fahrzeugen verbaut wird. Zum Laden an einem Ladepunkt nach LSV gibt es Adapter, welche der Elektromobil-Nutzer selber mitführen kann. Die Gleichstromladelösung des asiatischen Marktes ist der CHAdeMO. Dieser ist bereits an vielen Schnellladesäulen zu finden, da keine Adapter auf dem Markt verfügbar sind und die übertragenen Leistungen zu hoch sind.



Ladestecker Typ CHAdeMO



Ladestecker Typ 2



Ladestecker Typ 1

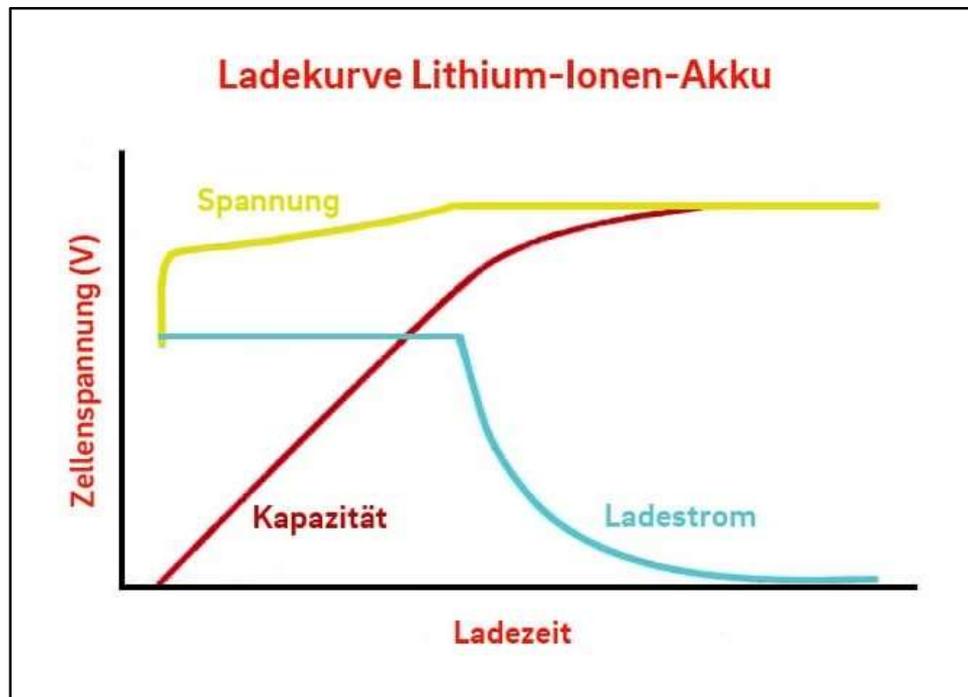


Ladestecker Typ Combo 2

2.3.1.4 Ladezeiten

Die Ladezeit ist neben der Ladeleistung der Ladeinfrastruktur auch abhängig von der Leistung des Gleichrichters im Auto (Ladeleistung des Autos), der Akkukapazität und dem Füllstand des Akkus. Zusätzlich ist die Frage, ob der Akku angesichts anstehender Fahrten zu 100 % geladen werden soll, oder ob z. B. 80 % Akkufüllstand ausreichen.

Wie bei jedem Lithium-Ionen-Akku dauert die letzte Ladephase am längsten. Das liegt daran, dass zunächst eine gleichbleibende Stromstärke durch ansteigende Spannung gewährleistet wird. Nach gut 80 % Ladung ist kein weiterer Spannungsanstieg mehr möglich und die Stromstärke, mit der geladen wird, nimmt daher langsam ab. Die Kapazität in der Abbildung entspricht dem Ladezustand der Batterie.



Generell bleiben Lithium-Ionen-Akkus länger leistungsfähig, wenn möglichst „flache“ Ladezyklen stattfinden, also beispielsweise öfter von 40 auf 60 Prozent geladen wird als von 10 auf 100 Prozent. Die Vollladung beansprucht diese Akkus besonders – viele Fahrzeuge regeln daher vor allem beim DCLaden den Ladevorgang ab, bevor der Akku vollständig geladen ist.

Ein weiterer begrenzender Faktor ist entweder die Ladeleistung des Autos oder die Ladeleistung der Säule. Im Bereich des Normalladens stellen Ladesäulen entweder 3,7 kW (Ladeleistung einer herkömmlichen Schuko-Steckdose), 11 kW oder 22 kW zur Verfügung. Auch die Elektrofahrzeuge selbst haben eine maximale Ladeleistung. Diese kann ebenfalls bei 1 kW bis 22 kW liegen. Aus dem jeweils geringeren Wert (Ladesäule oder Auto) ergibt sich die mögliche Ladeleistung des jeweiligen Ladevorganges.

Beim Gleichstromladen funktioniert dieses System analog.

Typische Ladezeiten Elektro-PKW in Abhängigkeit von Ladeleistung und Übertragungstechnik:

Typische Ladezeiten Elektro-PKW in Abhängigkeit von Ladeleistung und Übertragungstechnik

Übertragungstechnik	Ladeleistung der LIS [kW]	Geeignet für folgende Standorte	Ladezeit
Wechselstrom	3,7	Stellplatz beim Eigenheim, Parkplätze von Wohnanlagen, Firmenparkplätze	6 - 8 Stunden
Wechselstrom/ Gleichstrom	11 - 22	Parkplätze und Wohnblocks, öffentliche Parkplätze	2 - 5 Stunden
Gleichstrom	50	Autohöfe, Autobahnraststätten	1 Stunde
Gleichstrom	150	Autohöfe, Autobahnraststätten	20 Minuten
Gleichstrom	350	Autohöfe, Autobahnraststätten	5 - 10 Minuten

(Ladezeit basierend auf einem 20-kWh-Akku)

2.3.1.5 Bezahlverfahren und Auffinden von Ladesäulen

Ein weiterer in der Vergangenheit umständlicher Aspekt der Elektromobilität war das Bezahlen bzw. Autorisieren an einer Ladesäule. Die Ladesäulen waren oftmals nicht untereinander kompatibel, sodass viele verschiedene RFID-Karten (radio-frequency identification, Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen) zum Freischalten der Ladesäulen mitgeführt werden mussten (eine RFID-Karte pro Betreiber).

Heute ist das Abrechnen bzw. Autorisieren an einer Ladesäule durch das sogenannte Roaming deutlich einfacher geworden. Hiermit verbunden ist auch eine erleichterte Auffindbarkeit von Ladesäulen über entsprechende Apps.

Im Bereich des Auffindens von Ladeinfrastruktur gibt es verschiedene Anbieter, auch unabhängig von Abrechnungssystemen. Hier gibt es neben der Ladesäulenkarte der unabhängigen Bundesnetzagentur, bei welcher alle in Betrieb genommenen Säulen gemeldet werden müssen, auch Portale wie lemnet.org oder goingelectric.de.

Auch bei den Abrechnungsportalen gibt es Anbieter, die unabhängig vom Auffinden der LIS (Ladeinfrastruktur) sind. Hierzu gehört zum Beispiel e-clearing. Hier können sich Betreiber von LIS anmelden. Wenn ein Elektromobilnutzer laden möchte, benötigt er entweder eine RFID-Karte eines teilnehmenden Betreibers oder er kann auf kartenunabhängige Lösungen wie z. B. Apps oder SMS-basierte Systeme zurückgreifen.

Eine andere Möglichkeit sind übergreifende Anbieter wie intercharge/Hubject. Dieser Anbieter bietet eine App an, über die verfügbare Ladesäulen gefunden werden können und über die die Säule freigeschaltet und der Ladevorgang abgerechnet wird. Viele Betreiber von Ladesäulen sind diesem Verbund mittlerweile angeschlossen.

2.3.1.6 Ladesäulentypen

Bei den Ladesäulen werden verschiedene Typen unterschieden. Zum einen gibt es sogenannte Wallboxen, Normalladesäulen und Schnellladesäulen.

Die Wallboxen gehören in die Kategorie der Normallader. Es sind kleine Boxen, die an der Wand oder alternativ auf einer Stehle befestigt werden können. Sie eignen sich besonders für Parkhäuser, Garagen oder den Privatgebrauch. Zudem haben die Wallboxen oftmals nur einen Ladepunkt. Das bedeutet, dass nur jeweils ein Elektroauto gleichzeitig laden kann.

Die verfügbare Ladeleistung reicht von 3,7 kW bis 22 kW, wobei hier immer der verfügbare Stromanschluss und der konkrete Anwendungsfall entscheidend sind. Gerade im privaten Bereich werden oftmals geringe Ladeleistungen gewählt, da diese am einfachsten zu installieren sind, die Lebensdauer der Akkus erhöhen und da ein schnelles Aufladen zum kurzfristigen Weiterfahren nur selten erforderlich ist. Gerade für die Anwendung in Garagen mit mehreren Stellplätzen gibt es sogenannte Master-/Slave-Systeme, die eine intelligente Laststeuerung ermöglichen. In einem solchen Fall gibt es eine Master-Wallbox, welche die Lastverteilung und Steuerung aller Slave-Wallboxen übernimmt. Damit lassen sich anhand der Ladekennlinien die Ladevorgänge so steuern, dass die Spitze der Leistung, die in der Summe aus allen angeschlossenen Boxen bezogen wird, möglichst gering bleibt. Dies ist zum einen netzdienlich und vermeidet zum anderen hohe Leistungspreise der Netzentgelte.

Normalladesäulen finden sich häufig im innerstädtischen, öffentlichen Bereich. Sie haben oftmals zwei Ladepunkte mit jeweils 22 kW, so dass zwei Fahrzeuge gleichzeitig laden können.

An Schnellladesäulen kann sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom geladen werden. Diese haben oftmals zwei Stecker zum Gleichstromladen (CCS, CHAdeMO) und einen zum Wechselstromladen (Typ-2-Stecker). Auch diese Säulen sind mit zwei Ladepunkten ausgestattet, allerdings kann nur ein Fahrzeug das schnelle Gleichstromladen nutzen, das andere muss mit Wechselstrom laden. Aktuell sind viele Säulen mit einer Ladeleistung von 50 kW (Gleichstrom) verfügbar. Der Trend geht aber zu deutlich höheren Ladeleistungen, oberhalb von 100 kW bis hin zu 300 kW.

Ende 2017 waren in Deutschland 12.500 öffentlich zugängliche Ladepunkte installiert an insgesamt 4.730 Ladesäulen und diversen Wallboxen. Von den 4.730 Ladesäulen sind etwa 18 % Schnellladesäulen (NPE 2018 b, Nationale Plattform Elektromobilität).

Eine weitere Möglichkeit ist die Installation von Wallboxen / Ladepunkten direkt an der vorhandenen Straßenbeleuchtung. Generell ist ein solches System möglich und auf dem Markt verfügbar. Allerdings ist es oftmals so, dass die Straßenlaternen über ein separates Netz versorgt werden. In einem solchen Fall fließt kein Strom, wenn die Laternen tagsüber abgeschaltet sind, sodass auch keine Fahrzeuge geladen werden können. Zusätzlich sind hohe Leistungen nötig, die ein separates Beleuchtungsnetz oftmals nicht vorhält.

2.3.1.7 Kosten von Ladesäulen

Für die Hardware, die Installation und den Betrieb von Ladeinfrastruktur kommen Kosten auf den jeweiligen Betreiber zu.

Die einmaligen Kosten setzen sich aus dem Preis für die Hardware, der Installation und dem Netzanschluss zusammen. Für den Betrieb der Ladesäule kommen monatliche Kosten auf den Betreiber hinzu. Hierin sind bei marktüblichen Angeboten auch Kosten für die Abrechnung mit den Nutzern und die Wartung enthalten.

Typische Kosten Ladeinfrastruktur

	Wallbox	Standardladesäule	Schnellladestation 50 kW
Ladeleistung [kW]	1 x 11 oder 22	2 x 22	1 x 50 1 x 22
Preis (inkl. Hardware und Installation) [€]	1.200 - 2.000	5.000 - 7.000	27.000 - 35.000
Monatliche Wartungs- / Abrechnungskosten [€]	ca. 30	50 - 70	100 - 150
Typische Netzanschlusskosten [€]	0	2.000 - 4.000	5.000 - 10.000

Die Hardwarekosten sind fixe Kosten unterschiedlich je nach Anbieter. Die Kosten für Installation sowie den Netzanschluss können je nach örtlichen Gegebenheiten variieren. Besonders gilt das für den Netzanschluss einer Schnellladestation, da hier der nächste Netzanschlusspunkt gefunden werden muss und eine separate Leitung zu legen ist. Üblich sind hierfür Kosten zwischen 5.000 € und 10.000 €, sie können aber auch durchaus 50.000 € betragen, wenn der nächste Anschlusspunkt sehr weit entfernt ist.

3. ENERGIEVERBRAUCH UND UMWELTAUSWIRKUNGEN VON MOBILITÄT

3.1 Klimarelevanz

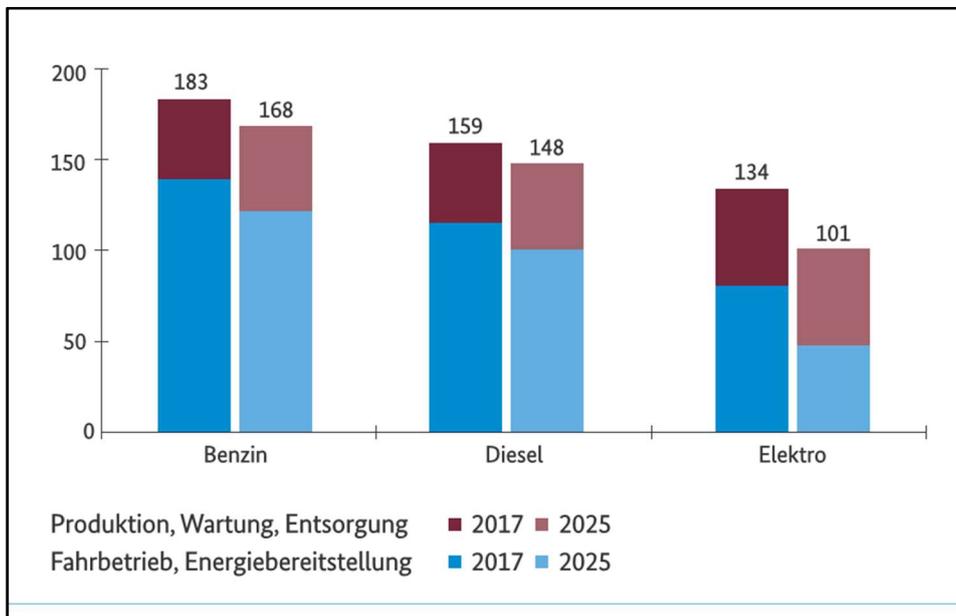
3.1.1 Fossile Kraftstoffe versus Strom

Klimaauswirkungen von Kraftfahrzeugen gehen von der Herstellung, dem Betrieb und der Entsorgung aus.

Im Betrieb entstehen bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe (Benzin, Diesel) Treibhausgase, insbesondere CO₂. Ebenso entstehen Treibhausgase bei der Erzeugung von Strom mittels fossiler Energieträger (Kohle, Erdgas etc.), mit dem Elektroautos geladen werden können. Bei der Verwendung von Strom aus regenerativen Energieträgern können lediglich in sehr geringem Umfang prozessbedingt und bei der Herstellung der Energieerzeugungsanlagen Treibhausgase anfallen. Elektroautos sind also dann besonders klimafreundlich, wenn sie mit regenerativ erzeugtem Strom geladen werden.

„Ein heute gekaufte Elektroauto schneidet im Vergleich mit verbrennungsmotorischen Fahrzeugen unter Klimagesichtspunkten besser ab - auch beim aktuellen deutschen Strom-Mix. Im Vergleich mit einem besonders sparsamen Dieselfahrzeug liegt der CO₂-Vorteil eines Elektroautos bei 16 Prozent, gegenüber einem modernen Benziner bei 27 Prozent. Die Tankfüllung der Elektroautos, die bereits auf der Straße unterwegs sind, macht darüber hinaus ‚die Energiewende mit‘, die eines normalen Autos eher nicht. Berechnungen des Umweltbundesamtes zeigen: Ein Elektrofahrzeug, das 2025 neu zugelassen wird, wird über seinen Lebensweg 32 % weniger CO₂-Emissionen als ein moderner Diesel verursachen. Verglichen mit einem Benzinauto sind es sogar 40 Prozent“ (BMU 2018: 7).

Eine Übersicht unter Berücksichtigung auch der CO₂-Emissionen von Produktion, Wartung und Entsorgung sowie mit einer Abschätzung der Entwicklung bis 2025 findet sich in nachfolgender Abbildung. Dabei wird von einer Beladung mit Strom gemäß dem deutschen Strommix ausgegangen, d. h. die Klimavorteile fallen bei der Nutzung regenerativ erzeugten Stroms deutlich höher aus. Eine Übersicht über spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger für den Antrieb von Kraftfahrzeugen findet sich in nachfolgenden Tabellen. Die zweite Tabelle stellt für jeweils in etwa vergleichbare Kleinwagen, Mittelklassen- und Oberklassen-PKW die durch die Energiebereitstellung des Fahrbetriebs erzeugten Treibhausgase jeweils für einen Benzinmotor, für ein E-Fahrzeug mit Strombezug gemäß deutschen Strommix sowie für ein E-Fahrzeug mit Bezug regenerativ erzeugten Stroms gegenüber.



CO₂-Emissionen in Gramm pro Fahrzeug-Kilometer über den gesamten Lebenszyklus am Beispiel eines PKW der Kompaktklasse (BMU 2018:7)

CO₂-Emissionen unterschiedlicher Kraftstoffe/Energieträger (vgl. Demrovski o.J. und UBA 2018)

Kraftstoff	CO ₂ -Emissionen	Einheit
Diesel	3.090	g/l
Benzin	2.500	g/l
Erdgas	3.300	g/kg
Elektromobilität (Strommix 2017)	516	g/kWh
Elektromobilität (100 % Grünstrom)	0	g/kWh

Emissionen des Fahrbetriebs verschiedener PKW (Werte 2018)

Fahrzeuge	Volkswagen UP! ⁵⁰	Volkswagen Golf ⁵¹	Mercedes E-Klasse (Benzin) ⁵² bzw. Tesla Model S (Strom) ⁵³
Energieträger	Benzin	Benzin	Benzin
Motor	1.0 55 kW	1.5 TSI ACT OPF BlueMotion (6-Gang), 96 kW	E350 Limousine, 220 kW
spez. Verbrauch (kombiniert) [l / 100 km]	4,2	5,0	6,7
CO₂-Emissionen [kg / 100 km]	10,5	12,5	16,8
Energieträger	Strom	Strom	Strom
Motor	Elektro 60 kW	Elektro 100 kW	Elektro 270 kW
spez. Verbrauch [kWh / 100 km]	11,7	13,7	18,1
CO₂-Emissionen Strommix 2017 [kg / 100 km]	7,4	7,0	9,3
CO₂-Emissionen 100 % regenerativer Strom [kg / 100 km]	0,0	0,0	0,0

Die Tabelle zeigt die CO₂-Emissionen pro zurückgelegter Strecke für verschiedene Fahrzeugklassen und unterschiedliche Antriebe sowie Energieträger. Es wird deutlich, dass positive Klimaauswirkungen von Elektromobilität vor allem bei Verfügbarkeit einer ausreichenden Menge regenerativ erzeugten Stroms gegeben sind. Ohne, dass dies in der vorliegenden Ausarbeitung detaillierter betrachtet werden kann, ist davon auszugehen, dass dies mit zunehmendem Anteil von Elektromobilität bundesweit einen weiteren massiven Ausbau der Erzeugungskapazitäten für Strom aus erneuerbaren Energieträgern, funktionierende Mechanismen zur zeitlichen Anpassung des Stromverbrauchs an schwankende Erzeugung sowie einen deutlichen Auf- und Ausbau der Speichermöglichkeiten erfordert.

3.1.2 Wasserstoff

„Grüner“ Wasserstoff kann mittels Elektrolyse aus (regenerativ erzeugtem) Strom erzeugt werden. Abgesehen von geringen prozessbedingten Emissionen kann er damit, ebenso wie regenerativ erzeugter Strom, als weitestgehend klimaneutral gelten. „Grauer“ Wasserstoff, wie heute noch in typischen Industrieanwendungen eingesetzt, wird dagegen meist durch Dampfreformierung aus fossilen Brennstoffen (Erdöl, Erdgas o. ä.) gewonnen und ist damit nicht klimaneutral. Konkrete Emissionsfaktoren für „grauen“ Wasserstoff lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Erzeugungsmöglichkeiten nur schwer festlegen. Der Einsatz von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen erscheint nur dann sinnvoll, wenn regenerativ erzeugter Wasserstoff genutzt wird. Ansonsten könnten z.B. anstatt Wasserstoff aus Erdgas zu erzeugen, auch direkt Fahrzeuge mit Erdgas-Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

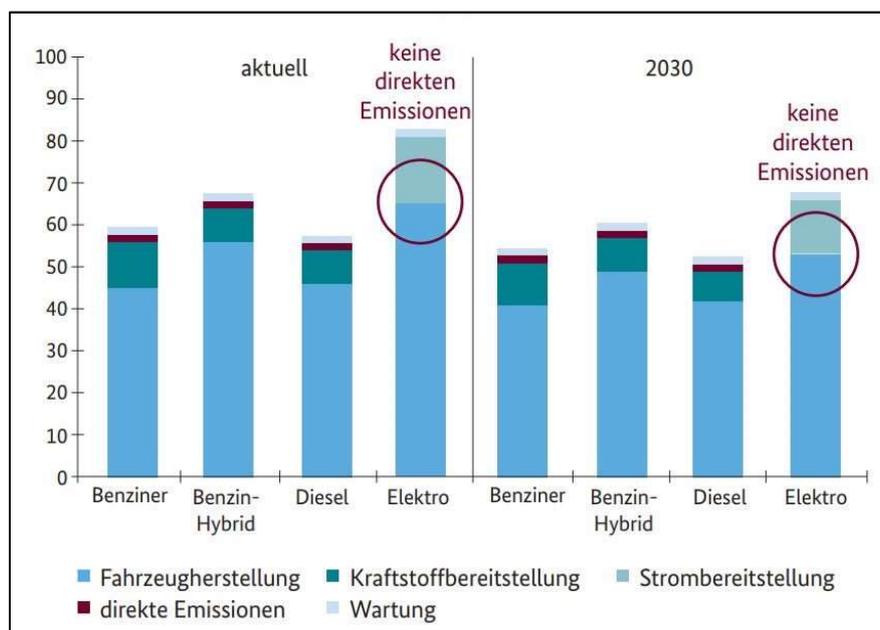
3.3 Luftschadstoffe

Neben den diskutierten Treibhausgasen, die eine Klimawirkung entfalten, gehen vom Kfz.-Verkehr auch Emissionen von Luftschadstoffen aus, die sich lokal oder regional auf die Umwelt und die Gesundheit Betroffener auswirken. Hierzu gehören Schwefeldioxid, Stickoxide, Staub, speziell Feinstaub, Kohlenmonoxid, diverse organische Verbindungen, Schwermetalle und andere.

Der vom Verkehr verursachte Feinstaub resultiert in ähnlichen Anteilen aus den Verbrennungsprozessen des Motors wie den Aufwirbelungen z. B. von Reifenabrieb und Bremsabrieb. Der Reifenabrieb fällt unabhängig davon an, ob es sich um fossil oder elektrisch betriebene Kfz. handelt.

Ansonsten sind die betriebsbedingten Emissionen von Elektrofahrzeugen, die mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden, nahe Null. Wird hingegen mit Strom gemäß deutschem Strommix geladen, fallen ebenfalls Luftschadstoffe an, jedoch nicht dezentral entlang der Fahrstrecke sondern zentral in entsprechenden Kraftwerken. Damit können durch Elektromobilität lokale Belastungen z. B. an stark befahrenen Straßen reduziert werden; die Belastungen werden dafür großflächiger verteilt.

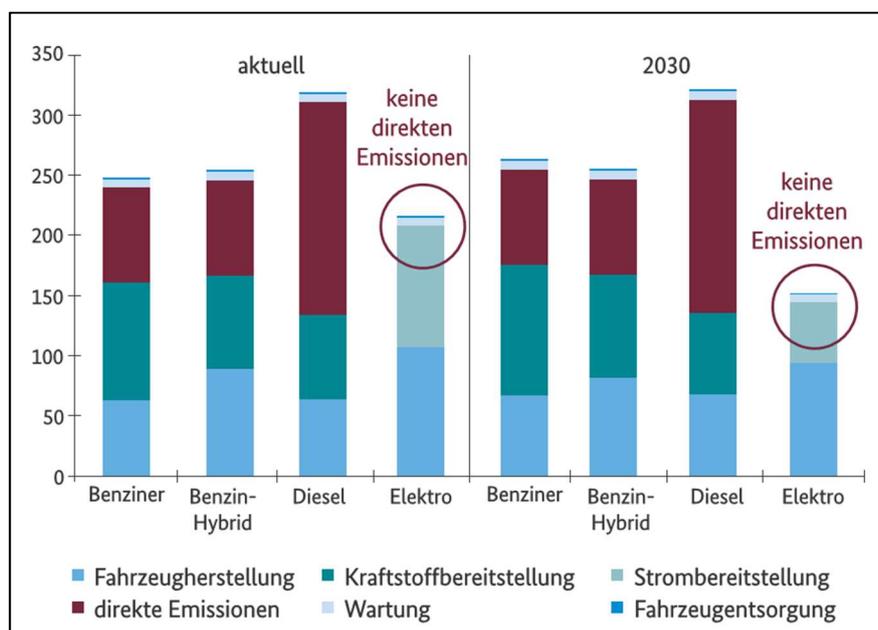
Nachfolgende Abbildung zeigt die mit der Herstellung und dem Betrieb von Kfz. verbundene Entstehung von Feinstaub. Ein maßgeblicher Anteil entsteht im Zuge der Produktion der Fahrzeuge, insbesondere bei der Stahlherstellung. Emissionen durch Reifenabrieb sind in dieser Grafik nicht mit berücksichtigt.



Feinstaubemissionen über den Gesamtlebenszyklus verschieden angetriebener Fahrzeuge in mg/km

BMU 2018: Direkte Emissionen fallen lokal beim Fahren an. Bei Elektrofahrzeugen wird eine Strombereitstellung gemäß deutschem Strommix unterstellt. Bei Nutzung regenerativ erzeugten Stroms gehen die Emissionen durch die Strombereitstellung gegen Null. Es muss darauf hingewiesen werden, dass bei fossil betriebenen Kfz. deutliche Unterschiede je nach Abgasreinigung, Alter etc. auftreten können.

Die nächste Abbildung zeigt die mit Herstellung und Betrieb von Kraftfahrzeugen verbundenen Stickoxidemissionen. Stickoxide wirken als Reizgas, so dass hier die lokale Belastung besonders relevant ist. Hier weisen Elektrofahrzeuge deutliche Vorteile auf.



Stickoxidemissionen über den Gesamtlebenszyklus verschieden angetriebener Fahrzeuge in mg/km (BMU 2018)

3.4 Lärm

Vom Kfz.-Verkehr gehen erhebliche Lärmbelastungen aus, die für die betroffenen Menschen wiederum mit nachhaltigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Schäden verbunden sein können. Die größte Lärmbelastung ist auf den Autobahnring zurückzuführen. Auch einige innerstädtische Straßen sind jedoch als hoch belastet anzusehen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob Elektromobilität einen Beitrag zur Lärmmin- derung leisten kann. Der bezüglich des Lärms wesentlichste Unterschied betrifft den Motor. Motorgeräusche sind bei niedrigen Geschwindigkeiten maßgeblich. Ab 25 km/h überwiegen Rollgeräusche. Bei höheren Geschwindigkeiten kommen aerodynamische Geräusche („Luftwiderstand“) hinzu. (BMU 2018:8f)

Insofern bieten Elektro-PKW nur bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten eine Lärmentlastung.

4. BESTANDSANALYSE KOMMUNALER FUHRPARK DES WETTERAUKREISES

Der kommunale Fuhrpark des Wetteraukreises umfasst 66 Fahrzeuge (Stand: 10/2019). Von den 66 Fahrzeugen sind 2 mit einem rein elektrischen Antrieb (Smart, Renault ZOE) ausgestattet, eines mit einem Vollhybridantrieb (KIA Niro Hybrid).

Diese Fahrzeuge bleiben in der nachfolgenden Bilanz unbetrachtet. Des Weiteren wird in der nachfolgenden Betrachtung von dem Energieträger Diesel ausgegangen, da dies den überwiegenden Anteil darstellt. Es sind zwar einige benzinbetriebene Fahrzeuge im Bestand, dies ist jedoch für die grundsätzliche Betrachtung und Analyse nicht ausschlaggebend.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Fuhrpark des Wetteraukreises:

Tabelle: Fahrzeugbestand Wetteraukreis (Stand 10/2019)

	Kennzeichen	Leasingablauf	Hersteller/Typ
1	FB-WK 133	22.10.2019	BMW 116 d
2	FB-WK 707	05.07.2019	BMW 116 d
3	FB-WK 132	07.05.2020	Mini Countryman
4	FB-WK 197	05.07.2019	BMW 116 d
5	FB-WK 258	Eigentum	DACIA Duster
6	FB-WK 608	07.05.2020	BMW 316d Touring
7	FB-WK 152	22.10.2019	BWM 316d Touring
8	FB-WK 607	07.05.2020	BWM 316d Touring
9	FB-WK 7777	22.10.2019	BWM 216d Active Tourer
10	FB-WK 155	07.05.2020	Mini Countryman
11	FB-WK 126	Eigentum	DACIA Logan
12	FB-WK 178	22.10.2019	BWM 116d
13	FB-WK 411	Eigentum/EZL 24.08.2017	DACIA Duster
14	FB-KB 5020	05.12.2019	Mercedes E-Kombi Allterrain
15	FB-JW 1000	26.09.2019	BMW 6er GT
16	FB-WK 174	22.10.2019	BMW 116d
17	FB-WK 146	22.10.2019	BMW 116d
18	FB-WK 147	22.10.2019	BMW 116d
19	FB-WK 632	22.10.2019	BMW 116d
20	FB-WK 173	22.10.2019	BMW 116d
21	FB-WK 611	Eigentum	DACIA Duster
22	FB-WK 158	22.10.2019	BMW 116d

	Kennzeichen	Leasingablauf	Hersteller/Typ
23	FB-WK 159	Eigentum	DACIA Duster
24	FB-WK 630	Eigentum	DACIA Duster
25	FB-JC 130	22.02.2020	BMW 116d
26	FB-JC 131	20.02.2020	BMW 116d
27	FB-JC 132	22.02.2020	BMW 116d
28	FB-JC 133	22.02.2020	BMW 116d
29	FB-WK 196	07.05.2020	Mini Countryman
30	FB-WK 148	07.05.2020	BMW 316d Touring
31	FB-WK 199	Eigentum	Volkswagen
32	FB-WK 144	07.05.2020	Mini Countryman
33	FB-Wk 13		Smart
34	FB-WK 127	26.02.2020	BMW 116d
35	FB-WK		Renault ZOE
36	FB-WK 220	Eigentum	Ford Transit
37	FB-WK 150	Eigentum	DACIA Logan
38	FB-WK 112	Eigentum	Ford Kuga
39	FB-WE 220	04.09.2019	BMW 320d Touring
40	FB-WK 184	28.04.2020	Mini Countryman
41	FB-WK 185	28.04.2020	Mini Countryman
42	FB-WK 355	26.02.2020	BMW 116d
43	FB-WK 166	26.02.2020	BMW 116d
44	FB-WK 128	26.02.2020	BMW 116d
45	FB-WK 1000	Eigentum	VW Tiguan
46	FB-WK 1100	Eigentum	Audi Q5
47	FB-WK 1102	Eigentum	Audi Q5
48	FB-WK 234	29.04.2023	KIA Niro Hybrid

Eigentum	13
Leasing	35

Die Tabelle zeigt, dass der Wetteraukreis sowohl über eigenen Fahrzeugbestand, als auch über Leasingfahrzeuge verfügt. Über Kauf oder Leasing und Fabrikat entscheidet jeweils die Marktanalyse.

Zwischenzeitlich wurden 14 BMW Modelle auf 12 Audi-Modelle A3 und 2 Audi-Modelle A4 Avant umgestellt.

Des Weiteren sind noch folgende Fahrzeuge für verschiedene Dienstleistungen im Einsatz, die sich im Eigentum des Wetteraukreises befinden:

Flüchtlingshilfe		
1	FB-WK 87	Dacia Dokker - VAN
2	FB-WK 199	VW-Bus
3	FB-WK 238	Opel Vivaro - VAN
4	FB-WK 640	Opal Movano - VAN
5	FB-WK 760	Ford Connect - VAN
6	FB-WA 907	Ford Transit - Kombi
Reinigung		
7	FB-WK	KIA Ceed - Kombi
8	FB-WA 491	Ford Connect - Kombi
Hausmeister / Poststelle		
9	FB-WA 903	VW-Bus
Handwerkerteam (5.4.1)		
10	FB-WK 793	Skoda-Kombi
Bauhof		
11	FB-BH 292	Mercedes Sprinter Pritsche
12	FB-BH 70	LKW Mercedes 12,5 t
13	FB-LX 468	Opel Combo
Bauunterhaltung		
14	FB-AV 40	Opel Combo, Diesel
15	FB 2830	VW T5, Diesel
16	FB-WK 102	Opel Vivaro, Diesel
17	FB-WK 260	Opel Vivaro, Diesel
18	FB-WK 793	Skoda Praktik Benzin

4.1 Fahrleistung und Treibhausgase

Laut Angaben des Wetteraukreises kann pro Fahrzeug eine Fahrleistung von jährlich 17.000 km angesetzt werden. Bei 64 relevanten Fahrzeugen ergibt dies eine jährliche gesamte Fahrleistung von 1.088.000 km.

Durch die Nutzung der Autos werden Treibhausgase wie etwa CO₂ und Luftschadstoffe wie z.B. Stickoxide ausgestoßen. Bei Dieselmotoren werden 3,09 kg/l und bei Benzinmotoren 2,50 kg/l CO₂ ausgestoßen. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Betrachtung für Dieselmotoren, da dies der überwiegend eingesetzte Kraftstoff ist.

Aktuell liegt daraus folgend der CO₂-Austausch im kommunalen Fuhrpark des Wetteraukreises bei ca. 5,5 Liter pro 100 km, entsprechend 59.840 Liter bei jährlich 185 t.

5. HANDLUNGSFELD KREISEIGENER FUHRPARK

Es besteht die Befürchtung, dass die Nennung konkreter Fahrzeuge in einer im Auftrag erstellten Ausarbeitung aus Sicht Dritter als präjudizierend für spätere Beschaffungsvorgänge gewertet werden könnte und damit vergaberechtlich problematisch sei. Daher wird auf die Zuordnung konkret verfügbarer elektrischer Austauschfahrzeuge zu den derzeit vorhandenen fossil betriebenen Fahrzeugen verzichtet. Bei konkreten Beschaffungsvorgängen ist in diesem Sinne die dann jeweils aktuelle Marktsituation zu erkunden, die sich ohnehin in aller Regel von den Gegebenheiten zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes unterscheiden wird.

5.1 Analyse für elektrobetriebene Fahrzeuge im Fuhrpark des Wetterauskreises

Die PKW gemäß nachfolgender Tabelle gehören zu denjenigen, die beispielsweise für den Einsatz im kommunalen Fuhrpark nach aktueller Marktsituation in Betracht kommen. Die Auswahl der Fahrzeuge basiert zum einen auf den bisher im Fuhrpark vorhandenen Fahrzeugen, zum anderen auf der ausgereiften Technik: Der Renault Zoe z. B. ist aktuell eines der wenigen Fahrzeuge in der entsprechenden Fahrzeugklasse, die mit 22 kW Wechselstrom laden können und somit eine geringe Ladedauer an vielen öffentlichen Säulen hat. Im Zuge konkreter Beschaffungsvorgänge wäre die dann jeweils aktuelle Marktsituation zu erkunden.

Beispiele möglicher Austausch-PKW für den kreiseigenen Fuhrpark (exemplarisch, vorbehaltlich konkreter Anfragen im Zuge eines Beschaffungsverfahrens)

Fahrzeugart	Marke	Modell	Normreichweite	Realreichweite	Preis
Hochdachkombi	Renault	Kangoo Z.E.	270 km	149 km	24.776 €
PKW Kombi	Renault	ZOE Z.E. 40	388 km	213 km	21.900 €

Bei den laufenden Kosten muss ggf. berücksichtigt werden, dass noch eine monatliche Batteriemiete zu zahlen sein könnte. Dadurch sind die Anschaffungskosten des Elektroautos deutlich geringer als bei Elektroautos, deren Preis die Batterie enthält. Allerdings sind die laufenden Kosten des Fahrzeugs höher.

Ein Vorteil des Mietens der Batterie ist, dass die Batterie bei Defekten oder nachlassender Leistung (im Rahmen der Leistungsgrenzen) kostenfrei ausgetauscht werden kann.

Exemplarischer Vergleich Batteriekauf und -miete am Beispiel eines Kleinwagens

	Kfz. mit Batteriemiete		Kfz. mit Batteriekauf
Kaufpreis	21.900 €		29.900 €
Monatliche Batteriemiete	59 €	119 €	--
Jährliche Kilometerlaufleistung	7.500 km	mehr als 20.000 km	--
Garantie auf Batterie	komplette Mietzeit		8 Jahre bzw. 160.000 km

Die Tabelle zeigt die Struktur eines exemplarischen Vergleichs eines Kleinwagens mit Batteriekauf und mit Batteriemiete. Bei der Batteriemiete wird oft zwischen Tarifen mit unterschiedlicher Kilometerlaufleistung unterschieden; dies spiegelt sich auch im monatlichen Abtrag wieder.

Die Differenz des Fahrzeugpreises ohne Batterie gegenüber dem mit Batterie beträgt im gewählten Beispiel 8.000 €. Es wurde unterstellt, dass der Kunde bei einem Kauf mit Batterie 8 Jahre Garantie bzw. eine Garantie für 160.000 km erhält.

Bei Wenigfahrern mit dem günstigsten Tarif (7.500 km/Jahr; 59 €/Monat) würden laut Beispielrechnung bei einer Laufzeit von 8 Jahren neben den Anschaffungskosten für das Auto zusätzliche Kosten für die Batteriemiete in Höhe von 5.664 € entstehen und 60.000 km gefahren werden können. Bei dem unbegrenzten km-Tarif hingegen würden für die Batteriemiete zusätzliche Kosten in Höhe von 11.424 € auf den Nutzer zukommen (Kilometerlaufleistung in 8 Jahren mehr als 160.000 km).

Das bedeutet, dass sich ein Fahrzeug mit Batteriekauf insbesondere lohnen würde, wenn der Elektroautofahrer als Vielfahrer zu bezeichnen wäre. Bei der Miete ist zusätzlich der Vorteil gegeben, dass auch nach den acht Jahren die Batterie im Falle eines Defekts ausgetauscht wird.

Hier ist also im Einzelfall zu entscheiden, welche Variante die wirtschaftlichere ist.

Bezüglich der Herstellung und Entsorgung der Batterien sei noch folgendes angemerkt:

- Ökologischer Schwachpunkt durch Abbau der Rohstoffe Lithium und Kobalt, bei der Herstellung entsteht u.a. Feinstaub und CO₂.
- In Deutschland gibt es lediglich 6 Recyclingbetriebe für lithiumhaltige Altbatterien (Stand Ende 2018).

- Laut EU-Richtlinie müssen bei lithiumhaltigen Batterien mindestens 50 % der Materialien recycelt werden (Anmerkung: lediglich).
- Recycling nicht immer „lohnend“. Teilweise ist es umweltbelastender, Lithium zu recyceln, als neues abzubauen (Einsatz großer Mengen an Chemikalien).

Beispielrechnung für den Wirtschaftlichkeitsvergleich von konventionellem und elektrischem Antrieb eines Kleinwagens

	fossil betriebener PKW	Elektro-PKW
Modell	Hochdachkombi	
Anschaffungspreis ohne Batterie	19.090 €	24.776 €
staatliche Kaufprämie	0 €	6.000 €
Kfz.-Steuer	196 €	0 €
technische Daten		
Antriebsenergie	Diesel	Strom
Verbrauchswert	5,5 l/100 km	12,2 kWh/100 km
jährliche Kosten		
Kilometeraufleistung	17.000 km	17.000 km
Betriebsstoffpreis	1,25 €/l	32,0 ct/kWh
Betriebsstoff	953 l/Jahr	2.074 kWh/Jahr
Betriebsstoffkosten	1.168,75 €	668,68 €
Batteriemiete	---	1.200,00 €
Wartungskosten	1.346,00 €	816,00 €
Kapitalkosten (10 Jahre, 2 %)	2.217,89 €	2.159,24 €
Summe jährliche Kosten	4.733,04 €	4.838,92 €

Die Differenz beträgt somit ca. 105,88 € pro Jahr und Fahrzeug, bei der relevanten Gesamtstückzahl von 64 Fahrzeugen somit 6.776,32 €/a.

Anmerkung:

Die Betrachtung wurde für die PKW-Fahrzeuge des Wetteraukreises durchgeführt. Die Analyse von Nutzfahrzeugen ist derzeit nicht relevant, da sich die Entwicklung noch im Anfangsstadium befindet und keine Wirtschaftlichkeit vorliegt.

5.2 Vergleich der Treibhausgasemissionen

Wie dargestellt, werden mit dem aktuellen Fuhrpark des Wetterauskreises ca. 185 t CO₂ pro Jahr ausgestoßen.

Berücksichtigt man den aktuellen Strommix von 516 g/kWh, ergibt sich bei der Laufleistung von 1.088.000 km pro Jahr ein Verbrauch für elektrobetriebene Fahrzeuge (10.000 km, entsprechend 1.220 kWh) von 132.736 kWh. Dies entspricht bei dem aktuellen Strommix einem Austausch von Treibhausgasemissionen von 68 t.

Bei 100 % Grünstrom reduziert sich die CO₂-Emission auf 0.

5.3 Ladeinfrastruktur für den kreiseigenen Fuhrpark

Für die neuen Fahrzeuge im Fuhrpark ist eine geeignete Ladeinfrastruktur zu errichten. Ein Großteil der Fahrzeuge wird den gesamten Arbeitstag genutzt und nach der Arbeitszeit auf dem Betriebsparkplatz abgestellt. Aus diesem Grund ist für jedes Fahrzeug ein eigener Ladepunkt zu errichten.

Derzeit sind 3 Ladestationen (Wall-Boxen) vorhanden. Diese befinden sich im Tiefhof am Europaplatz in Friedberg.

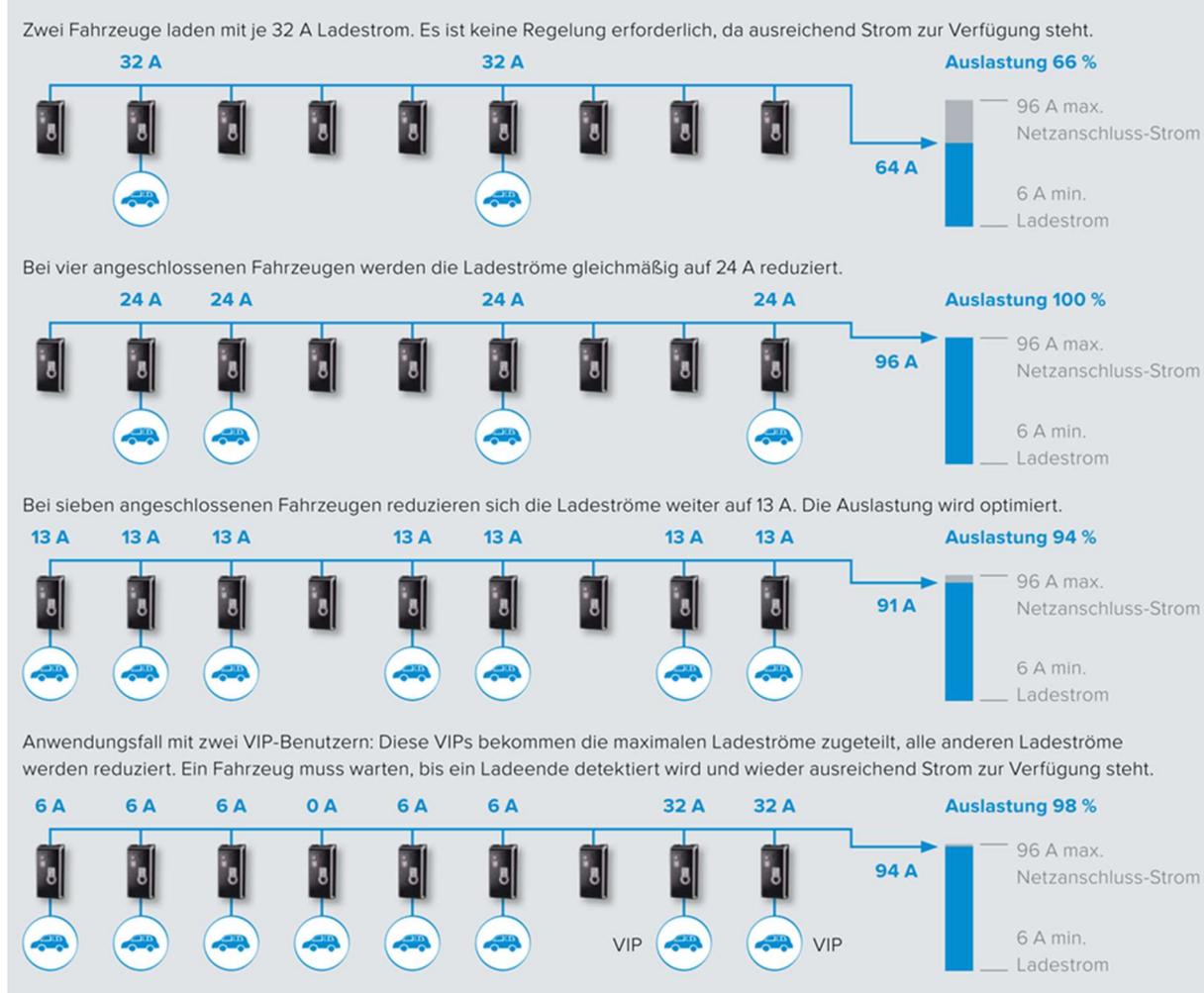
Es wären neben den vorhandenen Ladestationen somit weitere zu errichten, insbesondere auch an den anderen Standorten.

5.3.1 Verwendetes Lademanagementsystem

Die verwendeten Ladesysteme für die Standorte des Wetterauskreises bieten Lastmanagement-Funktionen und das ganz ohne gesondertes externes Energiemanagementsystem. Das Ziel ist die Berücksichtigung von dynamischen Messwerten als Vorgabe für die zur Verfügung stehende Höhe des Stroms der zu versorgenden Ladepunkte.

Hierzu wird ein externes Messgerät über das Ethernet-Netzwerk mit eingebunden und ausgewertet. Die einzelnen Ladeströme der angeschlossenen Fahrzeuge können nun phasengenau ausgewertet und amperegenau nachgeregelt werden. Die Ladeinfrastruktur ordnet sich somit allen anderen Verbrauchern in der Liegenschaft unter. Einfach und kostengünstig – so lässt sich ein Blackoutschutz mit den verwendeten Ladesystemen realisieren und das Potenzial der zur Verfügung stehenden Energie optimal ausnutzen.

Anwendungsbeispiele für das statische Lastmanagement und die Lademanagement-Funktionen

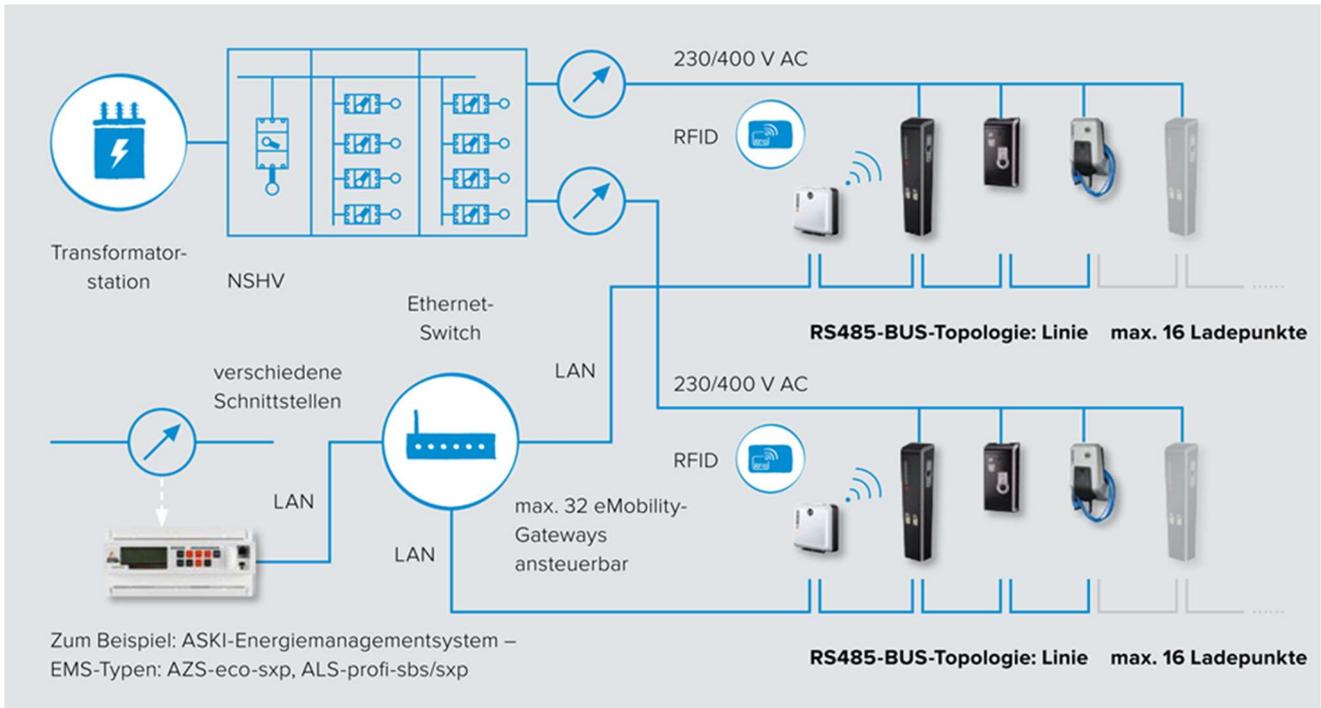


Optional mit Abrechnung, mit eMobility-Backendanbindung/Laden abhängig von zur Verfügung stehender Energie - Steuerung via direkter Schnittstelle zum eMobility-Gateway.

Ausstattungsmerkmale der Ladestationen:

- Allgemein
 - Ladung nach Mode 3 (IEC 61851)
 - Steckvorrichtungen nach IEC 62196
 - Ladeleistungen bis zu 7,4 kW (1ph) / 22 kW (3ph)
 - MID zertifizierter Energiezähler
 - Enriegelungsfunktion bei Stromausfall (bei Geräten mit Ladesteckdose)
 - Statusinformation per LED-Infofeld
 - Integrierte Kabelaufhängung
 - Welding detection: Überwachung des Lastschützes, um im Fehlerfall (klebendes Lastschütz) den Ladepunkt spannungsfrei zu schalten.
- Authentifizierung
 - Autorisierung über ein Backend-System oder RFID-Karte
- Kommunikation / Vernetzung
 - Lokal vernetzbar über LAN (RJ45)
 - Backendanbindung via optionalem Mobilfunkmodem (Micro-SIM, 3G (UMTS) / 4G (LTE)) oder lokalem Internet (LAN)
 - Kompatibel mit OCPP 1.5 und OCPP 1.6
 - Backendanbindung von bis zu 50 Ladepunkten über eine SIM-Karte
 - Powerline-Modem (PLC) für die Kommunikation nach ISO 15118 (PnC)
- Lade- und Lastmanagement
 - Dynamisches und phasengenaues Lastmanagement für bis zu 100 Ladepunkte
 - Anbindung eines externen MODBUS TCP Zählers für Blackoutschutz
- Schutzeinrichtung
 - Integrierter Fehlerstrom- (Typ A) und Leitungsschutzschalter
 - DC-Fehlerstromüberwachung > 6mA
- Es handelt sich hierbei um sinngemäße Ausstattungsmerkmale, die für Wall-Boxen/Ladesäulen gelten.





Applikationsbeispiel Parkhaus

5.3.2 Untersuchung der Standorte des Wetteraukreises für die Installation von Ladestationen

Für den Wetteraukreis erfolgt die Betrachtung zur Installation von Ladesäulen an nachfolgenden Standorten:

Lfd. Nr.	Standort	Autos	Grundstück Wetteraukreis Eigentümer	Versorger	Parkplätze
1	Europaplatz/Leonhardstraße Friedberg	33	X	OVAG	Hofparkplätze/ Tiefgaragenparkplätze
2	Berliner Str. 31 Büdingen	5	X	SW Büdingen	Hofparkplätze
3	Homburger Str. Friedberg	4	X	OVAG	Hofparkplätze
4	Pfingstweide 7 Friedberg	3	X	OVAG	Hofparkplätze
5	Bismarckstr. 13 Friedberg	2		OVAG	Hofparkplätze
6	Am Seebach 1 Friedberg	1	X	OVAG	Öffentlicher Parkplatz
7	Schulze-Delitzsch-Str. 1, Friedberg	4		OVAG	Öffentlicher Parkplatz
8	Im Wingert Friedberg	1	X	OVAG	Hofparkplätze

5.3.3 Betrachtung der einzelnen Standorte mit den erforderlichen Maßnahmen und Investitionen

Es soll konkret geprüft werden:

- welche Möglichkeiten mit welchem Aufwand sind an den jeweiligen Standorten erforderlich,
- welche Kapazitäten hat der Wetteraukreis ohne Erweiterungsmaßnahmen und Kosten,
- welche Kapazitäten werden benötigt, um 100 % Elektromobilität abbilden zu können und welche Kosten entstehen,
- Bewegung jedes Fahrzeug an jedem Standort mindestens 2x am Tag
- Übergang mit Hybridautos nach und nach zu Elektromobilität.

Bei allen nachfolgenden Standorten sind bei den Investitionen die Ladestationen, das Lastmanagement, Verteilerkästen und Leitungen sowohl Grab- und Verlegearbeiten sowie Netzanschlusskosten berücksichtigt.

Alle Ladepunkte verfügen über einen geeigneten Stromzähler, für eine weiterführende Zählung muss individuell für den jeweiligen Standort eine Planung erstellt werden. Für die Zuleitung wurde über alle Standorte eine Länge von 50 m angesetzt.

Für alle Standorte wurde je Ladepunkt eine benötigte Leistung von 11 KW angesetzt, dies entspricht den meisten heutzutage üblichen Fahrzeugen, Wie oben dargestellt ist es mittels Lastmanagement möglich einzelne Ladepunkte zu priorisieren und diese mit sowohl geringerer Ladeleistung, jedoch auch mit Ladeleistungen bis 22 KW zu versorgen.

Bei exakter Berechnung der freien Kapazitäten müsste eine komplette, sehr aufwendige Netzberechnung durchgeführt werden. Dies ist in der jetzigen Phase nicht erforderlich.

Daher wurde bei der OVAG die benötigte Leistung abgefragt. Nach Angaben der OVAG ist die benötigte Netzkapazität, wie nachfolgend dargestellt, vorhanden.

Die nachfolgenden Investitionen wurden überschlägig ermittelt und sind bei einer Detailplanung zu konkretisieren.

Standort Europaplatz / Friedberg

Am Standort Friedberg wären Ladestationen für insgesamt 33 Autos zu installieren. Im Tiefhof sind bereits 3 Ladestationen als Wallboxen vorhanden.



Vorhandener Anschluss für Wallboxen im Tiefhof

Die Trafostation zur elektrischen Versorgung befindet sich neben den Parkplätzen bei den Wallboxen.



Trafostation Europaplatz im Tiefhof

Im Tiefhof stehen noch insgesamt 9 Parkplätze für Ladestationen zur Verfügung.

Die restlichen 21 Parkplätze können in der Tiefgarage installiert werden. Hierfür bietet sich die Ebene 1 an. Es sind noch 21 Parkplätze vorhanden.



Parkplätze für Elektroautos in der Tiefgarage Ebene 1

Ladestationen

Aufgeteilt in Tiefgaragen-Ladestellen als Wand-hängende Ladestation und Ladesäulen für die Hofparkplätze

Insgesamt 33 Ladestationen, davon 24 Wallboxen und 5 Ladesäulen, teilweise mit zwei Ladeanschlüssen.

Die Installation einer neuen Trafostation ist nicht erforderlich. Die benötigte Leistung kann über ein Lastmanagement entsprechend angepasst und reduziert werden.

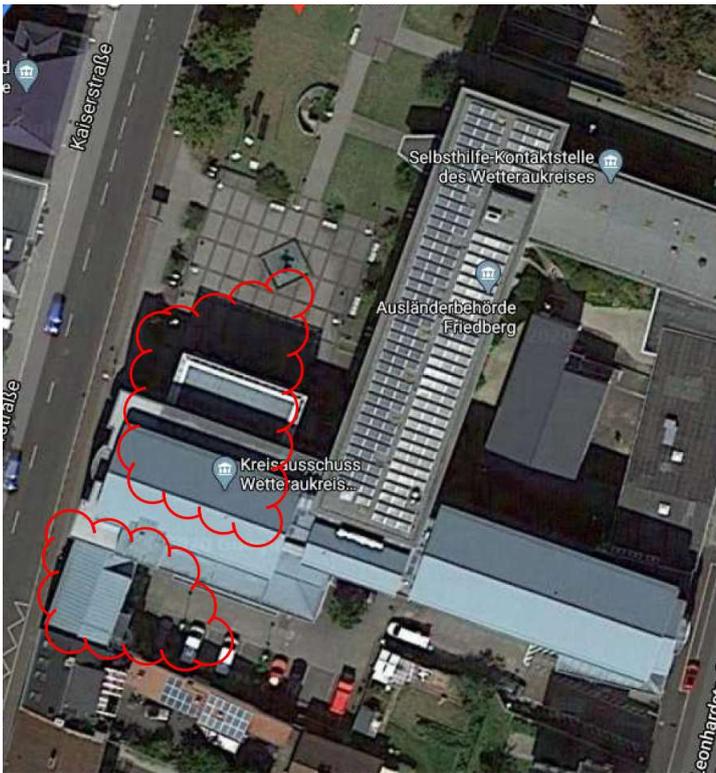
Da erfahrungsgemäß während zeitlich begrenzter Perioden ein hohes Ladeaufkommen stattfindet, gleicht das Lastmanagement-System diese Spitzenlasten aus, indem es für vordefinierte Ladepunkte vordefinierte Ladeleistungen zur Verfügung stellt, ohne die zur Verfügung stehende Gesamtleistung zu missachten. Weiterhin können Ladepunkte auch priorisiert werden, so dass diese vorrangig behandelt werden.

Da ein Ladezyklus nicht durchgehend mit der maximalen Leistung durchgeführt wird, regelt das Lademanagement-System Ladepunkte nach, so dass die maximal zur Verfügung stehende Leistung auf alle Ladepunkte aufgeteilt wird und möglichst die maximale Ladeleistung an der anfordernden Ladestation zur Verfügung steht.

Die Investition sich auf insgesamt 110.000,00 €, diese teilt sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	13.000,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	10.400,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	86.600,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 350 KW



Homburger Straße

Ladestationen

Insgesamt 4 Ladestationen, realisiert mit zwei Ladesäulen, mit jeweils zwei Ladeanschlüssen.

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 21.600,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	3.600,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	4.400,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	13.600,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 44 KW



Pfingstweide 7

Ladestationen

Insgesamt 3 Ladestationen, realisiert mit drei Wallboxen, mit jeweils einem Ladenschluss.

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 14.500,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	5.000,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.000,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	6.500,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 33 KW



Bismarckstr. 13

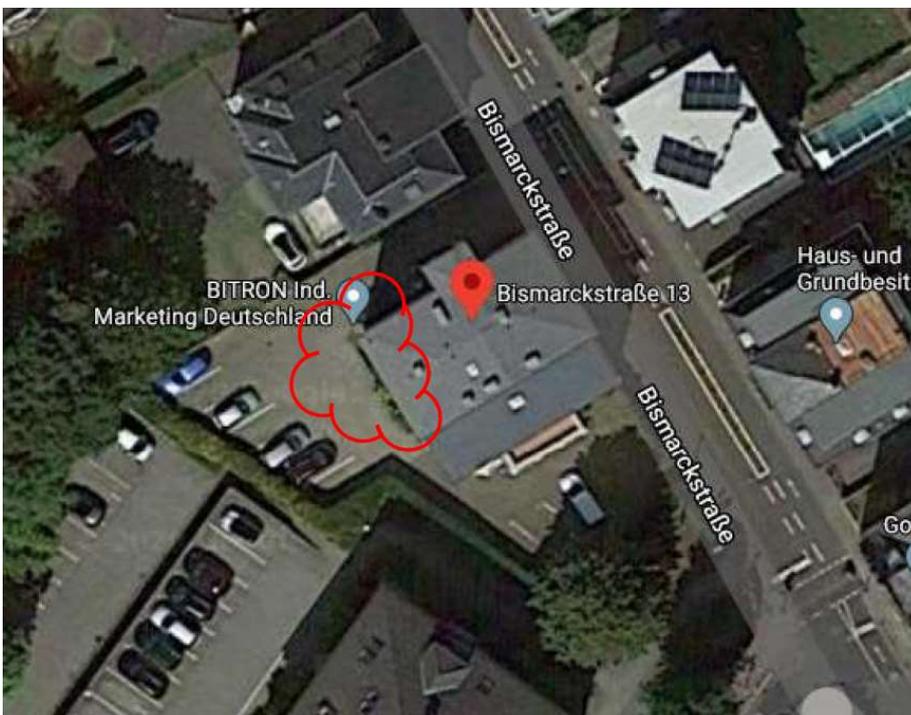
Ladestationen

Insgesamt 2 Ladestationen, realisiert mit einer Ladesäule, mit zwei Ladeanschlüssen.

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 15.100,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	4.500,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.800,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	6.600,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 22 KW



Am Seebach 1

Ladestationen

1 Ladestationen, realisiert mit einer Wallbox

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 10.800,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	4.400,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.600,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	2.800,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 11 KW



Schulze-Delitzsch-Straße 1

Ladestationen

Insgesamt 4 Ladestationen, realisiert mit zwei Ladesäulen, mit jeweils einem Ladeanschluss.

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 23.800,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	7.200,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.000,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	13.600,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 44 KW



Bauhof

Ladestationen

1 Ladestation, realisiert mit einer Wallbox

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 12.100,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	5.600,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.700,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	2.800,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 11 KW



Berliner Str. 31, Büdingen

Ladestationen

Insgesamt 5 Ladestationen, realisiert mit drei Ladesäulen

Die Investition beläuft sich auf insgesamt 25.300,00 €, diese teilen sich wie folgt auf:

Kabel/Leitungen und Verlegearbeiten	5.000,00 €
Netzanschluss und Energieverteilung	3.900,00 €
Ladetechnik- Wallbox und Ladesäule	16.400,00 €

Mit der OVAG abgestimmte zur Verfügung stehende Leistung 55 KW



Die Gesamtinvestition für die Standorte des Wetteraukreises inklusive der Nebenarbeiten für die Ladetechnik der Elektroautos beläuft sich auf ca. 233.200,00 €.

Übergang mit Hybridautos nach und nach zu Elektromobilität

Für Plug-in-Hybrid reduziert sich die Prämie für Elektroautos erheblich. Bei Fahrzeugen bis 40.000,00 € von 6.000,00 € auf 4.500,00 €, für Fahrzeuge über 40.000,00 € von 5.000,00 € auf 3.750,00 €. Bei der Nutzung der Fahrzeuge des Wetteraukreises wird eine relativ geringe CO₂-Minderung erreicht, die in keinem Verhältnis zu der Investition steht.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Bei einer vollständigen Umstellung für den kreiseigenen Fuhrpark von fossilbetriebenen Fahrzeugen auf elektrobetriebene Fahrzeuge ergibt sich folgendes Ergebnis:

Betriebswirtschaftliche Mehrkosten von fossilbetriebenen PKW auf Elektro-PKW pro Jahr	6.800,00 €
Kosten für Ladestationen 233.200,00 €, jährliche Kapitalkosten (10 Jahre, 2 %)	26.818,00 €
Jährliche Wartungskosten Ladestationen	2.000,00 €
Mehrbelastung Gesamtkosten pro Jahr	35.618,00 €

Die Treibhausbilanz CO₂ stellt sich wie folgt dar:

Ausstoß CO ₂ mit derzeitigem Fuhrpark	185 t/a
Ausstoß CO ₂ aktueller Strommix mit Elektro-PKW	68 t/a
Ausstoß Grünstrom mit Elektrobetrieb	0 t/a
Treibhausreduzierung	von 117 - 185 t/a

Allgemein gilt: Elektroautos haben eine bessere Klimabilanz als Verbrenner. Ganz so einfach ist es jedoch nicht. In der Produktion steht das E-Auto schlechter da, was vor allem auf die energieintensive Batterieproduktion zurückzuführen ist. Anmerkungen zur Herstellung und Entsorgung der Batterien:

- Ökologischer Schwachpunkt durch Abbau der Rohstoffe Lithium und Kobalt, bei der Herstellung entsteht u.a. Feinstaub und CO₂.
- In Deutschland gibt es lediglich 6 Recyclingbetriebe für lithiumhaltige Altbatterien (Stand Ende 2018).
- Laut EU-Richtlinie müssen bei lithiumhaltigen Batterien mindestens 50 % der Materialien recycelt werden (Anmerkung: lediglich).
- Recycling nicht immer „lohnend“. Teilweise ist es umweltbelastender, Lithium zu recyceln, als neues abzubauen (Einsatz großer Mengen an Chemikalien).

Die meisten Studien gehen von 100 bis 200 Kilogramm CO₂-Ausstoß pro Kilowattstunde (kWh) Batterieleistung aus. Nimmt man einen Mittelwert von 150 kg Treibhausgasen pro Kilowattstunde an, so entstehen bei der Herstellung eines gängigen E-Auto-Akkus mit 35 kWh Leistung rund 5 t CO₂. Addiert man die restliche Herstellung, kommt man am Ende auf gut 12 t. Zum Vergleich: Für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sind es rund 7 t.

Ihren ökologischen Nachteil bei der Herstellung machen die E-Autos jedoch im Betrieb wett. Der Elektromotor ist wesentlich effizienter als ein Verbrennungsmotor. Ein Ökobilanzvorteil ergibt sich gegenüber einem Benziner nach rund 50.000 gefahrenen Kilometern, bei einem Diesel nach rund 80.000 Kilometern.

Die Umstellung des kreiseigenen Fuhrparks des Wetteraukreises führt bei dem derzeitigen aktuellen Strommix zu einer Reduzierung der Treibhausemissionen in Höhe von 117 t/a, bei Grünstrom in Höhe von 185 t/a. Dies entspricht 1,0 bzw. 1,6 % der Gesamtemissionen, die derzeit mit den Energiearten Wärme, Strom entstehen.

Im Fuhrpark des Wetteraukreises befinden sich noch Traktoren, Lastwagen und Fahrzeuge des Bauhofes. Diese sind von der Betrachtung ausgenommen, da sie von der Kilometerleistung, der technischen Umrüstbarkeit und der Treibhausgasemissionen uninteressant und von untergeordneter Bedeutung sind.

Die Betrachtung wurde für die PKW-Fahrzeuge des Wetteraukreises durchgeführt. Die Analyse von Nutzfahrzeugen ist derzeit nicht relevant, da sich die Entwicklung noch im Anfangsstadium befindet und keine Wirtschaftlichkeit vorliegt.