



Über Akasha Research

Was wir tun: Im Rahmen von Akasha Research recherchieren Personen aus den Bereichen Politik-, Natur-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, sowie aus Medizin, Bildung und IT zu drängenden Themen unserer Zeit. Dazu gehören unter anderem Public Health, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz.

In unseren Veröffentlichungen setzen wir uns mit diesen Themen in einer interdisziplinären, wissenschaftlichen und synergistischen Art und Weise und aus einer unabhängigen, ganzheitlichen Perspektive auseinander, arbeiten essenzielle Aspekte heraus und stellen diese im Zusammenhang dar. Ziel dabei ist Synergien zu schaffen sowie Anstöße zum Handeln und für weiterführende Untersuchungen zu geben. Adressaten sind Entscheidungsträger, Personen mit wissenschaftlichem Interesse, sowie die breite Bevölkerung.

Unsere Motivation: In einer vernetzten Welt, die von existenziellen Krisen und politisch-wirtschaftlichen Umbrüchen geprägt ist, können komplexe Fragestellungen nicht isoliert betrachtet oder von Eigeninteressen motiviert behandelt werden. Inspiriert durch die universelle Vision der Akasha Academy des Buddhistischen Meisters Tulku Khyungdor Rinpoche, suchen wir nach praktischen Antworten, die auf Fakten basieren und dem Wohle aller dienen. Unsere buddhistische Basis bezieht sich auf die universellen Prinzipien unserer Existenz: Wir alle leben auf diesem Planeten und teilen die gleichen Ressourcen und Elemente. Wir alle tragen Verantwortung für das große Ganze.

*„We all breathe the same air, we all drink the same water,
we all walk on the same earth.“ TK Rinpoche*

Information zum Akasha Research Netzwerk:

Homepage: <https://www.akasha-academy.org/akasha-research/>

Mail: research@akasha-academy.org

Brave new world: The green conscience of electromobility

Schöne neue Welt. Das grüne Gewissen der Elektromobilität

Über das Paper

Dieses Paper beleuchtet das Thema Elektromobilität, auf der die große Hoffnung für einen zukünftig klimafreundlichen Verkehr ruht. Der erste Abschnitt fasst zusammen, warum Elektrofahrzeuge eine Schlüsselrolle für die Transformation des Transportsektors spielen. Anhand des Lebenszyklus eines E-Autos werden relevante Aspekte und Auswirkungen des großflächigen Einsatzes in Abschnitt 2 dargestellt. Die wichtigsten Punkte dazu werden im letzten Abschnitt zusammengefasst.

Ansprechpartner: Dr. Julia Borchardt und Alexa Schaechner

Version: Langfassung, 01.02.2022

1 Die positive Klimabilanz von E-Fahrzeugen als Hoffnungsträger der Mobilitätswende

Elektromobilität ist das Herzstück der umweltfreundlichen, klima- und ressourcenschonenden Mobilitätskonzepte der Zukunft. Insbesondere E-Autos gelten als Schlüssel der von Politik und Industrie angestrebten Wende in Richtung eines klimafreundlichen Verkehrssystems.

Das deutsche Klimaschutzgesetz sieht vor, verkehrsbedingte Treibhausgasemissionen (aktuell ein Fünftel der Gesamtemission) in den nächsten zehn Jahren stark zu reduzieren und so im Jahr 2030 nur noch 40 bis 42 % des Wertes von 1990 zu erreichen (1). Um das zu ermöglichen, sollen bis 2030 in Deutschland 14 Mio. E-Fahrzeuge zugelassen sein (2).

E-Fahrzeuge zeichnen sich dadurch aus, dass sie elektrisch angetrieben werden, eine Batterie mit sich führen und ihre Energie im Allgemeinen aus dem Stromnetz beziehen. Im Gegensatz zu Benzin- oder Dieselfahrzeugen stoßen E-Autos während der Fahrt kein CO₂ aus, fahren nahezu geräuschlos und gelten als insgesamt energieeffizienter und aus Käufersicht günstiger als vergleichbare Modelle mit Verbrennungsmotor. Damit gelten E-Autos als allgemein hin klima- und umweltfreundlich.

2 Theorie und Praxis: Voraussetzungen, Herstellung, Nutzung und Entsorgung

Das Potenzial von E-Mobilität wird häufig nur anhand der Aspekte, die für Verbrennungsmotoren bekannt und relevant sind, bewertet. Für ein umfassendes Bild müssen jedoch darüber hinaus für E-Mobilität spezifische Aspekte wie die Verfügbarkeit von Ökostrom, die Umweltbilanz der Batterieproduktion, -ladung und -entsorgung, die Batteriesicherheit sowie der Einfluss von elektromagnetischen Feldern (EMF) auf Mensch und Natur und deren Wechselwirkungen untereinander diskutiert werden. Außerdem kommen beim Ladevorgang auch Fragen zum Datenschutz zum Tragen. Im Folgenden soll im Rahmen des „Lebenszyklus“ eines E-Autos aufgezeigt werden, wo weitere Untersuchungen für eine realistische Einschätzung des Einsatzes von E-Mobilität notwendig sind.

2.1 Ökostrom als Grundlage für E-Mobilität

Die Verfügbarkeit von Strom ist wesentliche Voraussetzung des breiten Einsatzes von E-Mobilität. Insbesondere ergibt sich eine positive Klimabilanz aus der Nutzung von Ökostrom. Bis 2030 wird der allgemeine Strombedarf im Vergleich zum heutigen Stand signifikant zunehmen, während gleichzeitig die Stromproduktion von Atomkraft und fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien umgestellt werden soll. Von dem zusätzlichen Strombedarf entfallen rund ein Viertel auf E-Mobilität, bei einem Szenario von rund 14 Mio. neu zugelassenen E-Fahrzeugen bis 2030. Fraglich ist, ob die Verfügbarkeit von Strom im Allgemeinen und Ökostrom im Besonderen für den flächendeckenden Einsatz von E-Autos überhaupt gewährleistet werden kann.

Neueste, wissenschaftliche Prognosen zeigen, dass sowohl der tatsächliche Gesamtstrombedarf in Deutschland als auch der davon abhängige Bedarf an erneuerbaren Energien¹ bis 2030 deutlich höher liegen wird als in den gesetzlichen Grundlagen (Klimaschutzgesetz und Erneuerbare-Energien-Gesetz) festgeschrieben (3). Viele Untersuchungen sprechen von einer sogenannte Ökostrom-Lücke, die bei circa 100 Terrawattstunden pro Jahr liegt (4). Wie diese Lücke ausgeglichen werden soll, ist aktuell noch nicht bekannt.

Neben einer fehlenden, realistischen Planung des tatsächlichen Ökostrombedarfs ist die Machbarkeit der Bedarfsdeckung bisher unzureichend diskutiert worden. Anhand des Platzbedarfs von Windkraft und Solaranlagen zum Beispiel wird verständlich, dass entsprechend genügend Fläche zur Verfügung stehen muss. Ökologische Konsequenzen, wie eine zunehmende Rodung von Waldflächen für Wind- und Solarparks werden aktuell meist nur von Umweltverbänden diskutiert. Dass insbesondere alte Waldbestände erheblich zur Kompensation von CO₂ beitragen, sollte unbedingt in die Planung des Zubaus von Wind- und

¹ Vgl. Erneuerbare-Energien-Gesetz: Bis 2030 sollen mindestens 65 % des in Deutschland insgesamt erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen

Solarparks einbezogen werden. Eine Gesamtbetrachtung sowie realistische Folgenabschätzung der verschiedenen Ausbauszenarien sind daher zwingend erforderlich.

2.2 Herstellung

Die Herstellung von E-Autos unterscheidet sich vor allem in der Batterieproduktion von Modellen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren. Die Produktion der hauptsächlich verwendeten Lithium-Ionen-Batterien ist im gesamten Prozess sehr energie- und ressourcenintensiv. Die benötigten Rohstoffe wie z.B. Kobalt, Nickel und Graphit sowie kostspielige Erden sind rar (5). Dies steht einem enorm wachsenden Bedarf an Batteriezellen gegenüber, der sich in den nächsten Jahren mindestens verzehnfachen wird (6).

Ein Großteil der Batterien wird aktuell unter Einsatz fossiler Energieträger in China produziert, was sich negativ auf die Klimabilanz von E-Autos auswirkt. Die Angaben über den fossilen Anteil am Strommix in China sind ungenau und bewegen sich zwischen 30 und 70 %. (7) Geplant ist einen Großteil der Produktion bis 2030 nach Deutschland und in andere europäische Länder zu verlagern (6). Ob das umsetzbar ist und inwieweit sich die Klimabilanz der Batterieherstellung dadurch verbessern wird, ist aufgrund der dünnen Datenlage schwer zu beurteilen.

Trotz intensiv betriebener Forschung liegen zu den bei der Produktion verursachten Treibhausgasemissionen wie auch den prognostizierten Verbesserungen nur wenige belastbare, aktuelle Daten vor. Viele Studien werden von Akteuren aus der Industrie durchgeführt, die ihre Daten aus Wettbewerbsgründen kaum detailliert veröffentlichen (8). Existierende Untersuchungen kommen außerdem zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Um informierte politische Entscheidungen treffen zu können, ist Transparenz bezüglich der Forschungsdaten zur Klimabilanz von Batterien dringend erforderlich.

Durch die hohe Energiedichte, reaktionsfreudigen Inhaltsstoffe und Sensitivität der Lithium-Ionen-Batterien gegen äußere Bedingungen stellen sich außerdem Fragen zu deren Sicherheit. Fehlfunktionen können schwer zu löschende Brände oder gar Explosionen hervorrufen (9; 10). Daher ist es notwendig, die Sicherheit der Lithium-Ionen-Batterien realistisch zu bewerten und für Käufer transparent darzustellen.

2.3 Laden

2.3.1 Lade-Infrastruktur

Die Umstellung auf E-Fahrzeuge hat einen nahezu kompletten Umbau der Tank- in eine Ladeinfrastruktur zur Folge.

Geladen werden kann das E-Auto entweder an öffentlichen E-Tankstellen/Ladestationen oder je nach den Gegebenheiten Zuhause oder am Arbeitsplatz. Dafür sind zunächst rechtliche Fragen zu klären und technische Voraussetzungen zum sicheren Laden wie die Anschaffung einer Wallbox zu erfüllen (11). Das Laden über eine haushaltsübliche Steckdose ist möglich, sollte aber aus Sicherheitsgründen nur im Notfall eingesetzt werden (12).

Der nötige Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur geht derzeit nur schleppend voran, so dass momentan nur jeder vierte Nutzer eine Ladesäule im öffentlichen Raum zur Verfügung hat (13). Fraglich bleibt, ob der Ausbau dem angestrebten Bedarf zeitnah gerecht werden kann.

Mit der wachsenden Neuzulassung von E-Fahrzeugen, wächst auch die Dichte an über die gleichen Netze zu ladenden Fahrzeuge, beispielsweise in Mehrfamilienhäusern oder am Arbeitsplatz. Das macht den Einsatz eines elektronischen Lademanagements nötig, um die Netzbelastung beim Laden mehrerer Autos auszugleichen (14). Dabei kommen Fragen zum Datenschutz zum Tragen, die in *Abschnitt 2.7* diskutiert werden.

2.3.2 Ladevorgang

Für die Langlebigkeit der Batterie sollten extreme Ladestände (Tiefenentladung und dauerhafte Vollladung) vermieden werden. Im Stand verliert die Batterie stetig an Ladung. Diese Entladung hat zur Folge, dass der Ladestand dauerhaft kontrolliert und die Batterie nachgeladen werden muss (15). Beim Laden entstehen zwangsläufig EMF. Zu deren Auswirkungen auf Mensch und Natur in Abhängigkeit ihres Frequenzbereichs existieren bisher kaum wissenschaftliche Studien (siehe *Abschnitt 2.6*).

Auch beim Ladevorgang ist ein Ladeverlust zu beachten (16), der eine Wärmeabgabe an die Umgebung zur Folge hat. Unzureichend untersucht ist der Einfluss dieser Wärmeabgabe für die Umwelt bei einem großflächigen Einsatz von E-Autos.

In Zusammenhang zur Wärmeabgabe und den erzeugten EMF ist die Möglichkeit des Austritts von elektrochemischen Dämpfen aus der Batterie zu untersuchen. Bekannt ist, dass sich die elektrischen Eigenschaften von Luft durch eine hohe Schadstoffkonzentration ändern. Diese Eigenschaften bestimmen, wie die EMF auf die Luftpartikel wirken. In Verbindung mit den reaktionsfreudigen, elektrochemischen Stoffen, insbesondere in einer aufgeheizten Umgebung, ist die Gefahr von Bränden und Explosionen zu bewerten.

2.4 Fahren

In Untersuchungen zeigt sich, dass die Energieeffizienz von E-Autos von der Geschwindigkeit abhängt. Während bei niedrigen Geschwindigkeiten im Stadtverkehr E-Autos hier einen Vorteil gegenüber Modellen mit Verbrennungsmotoren vorweisen können, arbeiten bei hohen Geschwindigkeiten Verbrenner effizienter (8). Diese Tatsache findet kaum Einfluss in der Entwicklung von Mobilitätskonzepten. In ganzheitlichen Modellen sollte der Einsatz von E-Autos im Kontext aller zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel erarbeitet werden.

Wie beim Ladevorgang entstehen auch beim Fahren EMF (17) insbesondere im Bereich der Batterie und des Motors, gegen die der Fahrgastraum je nach Modell nicht abgeschirmt ist. Neben der direkten Auswirkung auf die Insassen und den damit einhergehenden gesundheitlichen Fragestellungen ist außerdem der biologische Effekt der Wechselwirkung mit den Feldern, die von Apparaturen wie der Klimaanlage, dem Lüfter und der Sitzheizung ausgehen (18), nicht untersucht worden.

Während E-Autos dafür stehen, das Problem der Feinstaubemission in Abgasen zu lösen, betont der OECD-Bericht (19), dass die Nicht-Auspuff-Feinstaubemissionen weiterhin ein Problem darstellen. Dieser Feinstaub entsteht unter anderem durch Reifenabrieb. Die im Vergleich zu einem Verbrenner geringeren Emissionen eines leichten Elektrofahrzeugs werden durch das generell höhere Gewicht von E-Fahrzeugen aufgrund ihrer Batterien und der von den Kunden bevorzugten Größe der Fahrzeuge wettgemacht oder sogar noch erhöht. Im Gegensatz zu Feinstaubemissionen in Abgasen sind Nicht-Auspuff-Feinstaubemissionen weitestgehend unreguliert. (19)

2.5 Entsorgung

Im Vergleich zu Autos mit Verbrennungsmotor stellt sich durch die Zusammensetzung der Elektrobatterie bei E-Fahrzeugen die kritische Frage einer fachgerechten Entsorgung bzw. geeigneter Recyclingverfahren. Die verwendeten Lithium-Ionen-Batterien sind größer, schwerer und bestehen aus mehreren hundert Zellen, die einzeln zerlegt werden müssen. Die Stoffe sind nicht nur hochgiftig, sondern auch leicht explosiv. Besondere Anforderungen gelten daher beim Transportieren und Lagern. Mutmaßlich werden bisher lediglich 5 % der Batterien oder weniger recycelt. (20) Eine Standardisierung des Recyclingverfahrens gestaltet sich auch aufgrund verschiedener Batteriemodelle als schwierig. Eine Entsorgungsinfrastruktur besteht bisher praktisch nicht.

2.6 Erhöhte Exposition von Menschen und Umwelt durch elektromagnetische Felder

Wie bereits beschrieben geht mit dem Einsatz von E-Mobilität eine erhöhte Exposition von Menschen und Umwelt durch EMF einher (21). Die Felder der einzelnen Systeme in E-Fahrzeugen sind so stark, dass sie vor gegenseitiger Beeinflussung abgeschirmt werden müssen. Dies geschieht auf Basis der Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit von elektrischen Systemen untereinander (siehe (22)). Hingegen wird der Einfluss der EMF von E-Autos auf Menschen und Umwelt kaum wissenschaftlich untersucht. Es gibt Indizien dafür, dass EMF dieser Art biologische, bis hin zu potenziell krebserzeugenden Wirkungen haben könnten. Basierend auf Hinweisen aus einigen tierexperimentellen und auch epidemiologischen Studien schätzt die International Agency for Research on Cancer (IARC) sowohl niederfrequente als auch hochfrequente EMF als möglicherweise kanzerogen für Menschen ein. (23) Im Zwischenfrequenzbereich gibt es Hinweise, dass EMF Auswirkung auf beispielsweise Herzschrittmacher haben (24). Angesichts des geplanten Ausbaus von E-Mobilität sind wissenschaftliche Studien mit eindeutigen Ergebnissen und darauf aufbauend eine verbindliche Strahlenschutzregelung, die maximale Expositionswerte festlegt, zwingend erforderlich.

2.7 Offene Fragen zum Datenschutz

Mit der Nutzung von E-Autos kommen Technologien wie beispielweise das elektronische Lademanagement zum Einsatz, die aufgrund der verarbeiteten Daten Fragen zum Datenschutz aufwerfen. Neben Assistenzsystemen, die auch in Verbrennern verwendet

werden und Daten aus Klimaanlage, Tacho, Beleuchtung etc. auslesen, wird bei E-Autos ein Batteriemanagementsystem verwendet. Dieses überwacht den Zustand der Batterie und speichert oder übermittelt die sensiblen Daten direkt an den Hersteller (25). Daraus lassen sich direkt Rückschlüsse auf das Nutzerverhalten ziehen, was aus Datenschutzsicht als sehr problematisch einzuschätzen ist. Hinzu kommen die stark eingesetzte Aufzeichnung des Innenraums sowie der Fahrzeugumgebung. Da es momentan Unklarheiten bei der Zuständigkeit der Datenschutzregulierung gibt, empfiehlt der TÜV Süd unter anderem eine einheitliche Regelung auf europäischer Ebene (26).

3 Schlussfolgerungen & Handlungsempfehlungen

Stromproduktion als Schlüssel für Umsetzbarkeit von E-Mobilität

Der Gesamtstrombedarf und die notwendige Kapazität von erneuerbaren Energien ist vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus Atom- und Kohlekraft bisher nicht realistisch eingeschätzt worden. Da die Menge an Ökostrom, die in den nächsten Jahren für E-Mobilität (inklusive Herstellung der Batterie und des Antriebs) zur Verfügung steht, entscheidend für den angenommenen Klimavorteil ist, ist eine Neubewertung der E-Mobilität im Gesamtkontext der Energiewende zwingend erforderlich. Dabei müssen auch ökologische Konsequenzen der Energiewende, wie eine zunehmende Rodung von Waldflächen für Wind- und Solarparks kritisch bewertet werden. Darauf aufbauend ist eine Anpassung der festgeschriebenen Ziele im Klimaschutzgesetz und Erneuerbare-Energien-Gesetz an realistische Szenarien notwendig.

Mögliche (gesundheitliche) Auswirkungen auf Mensch & Umwelt

Der beschleunigte Ausbau der Elektromobilität bringt durch Laden und Fahren eine steigende Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder mit sich. Eine umfassende Risikoabschätzung über evidenzbasierte, wissenschaftliche Studien ist unbedingt notwendig. Dabei geht es vor allem um die Wirkungen von hoch-, zwischen- und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern sowie der Wechselwirkungen der Felder von Batterie und Apparaturen im Auto untereinander. Darauf aufbauend muss eine verbindliche Strahlenschutzregelung erstellt werden, die maximale Expositionswerte durch elektromagnetische Felder festlegt.

Durch den kontinuierlichen Ladeverlust der Batterie wird konstant Wärme an die Umgebung abgegeben. Da E-Autos als Hoffnungsträger im „Kampf“ gegen die Klimaerwärmung gelten, sollte hier der Einfluss der abgegebenen Wärme auf die Umwelt unter Berücksichtigung eines großflächigen Ausbaus von E-Mobilität untersucht werden. Auch die Möglichkeit und Auswirkung des Austritts von elektrochemischen Dämpfen in Zusammenhang mit dem Ladeverlust und elektromagnetischen Feldern sollten in die Untersuchungen mit einbezogen werden.

Regelung offener Fragen zum Datenschutz

In E-Autos wird eine Vielzahl an intensiv datennutzenden Technologien verbaut. Die Speicherung und Übermittlung von Daten zu Fahrt und Ladung an die Hersteller, insbesondere das Batteriemanagementsystem und die Aufzeichnung von Kameraaufnahmen vom Fahrzeuginnenraum und der Fahrzeugumgebung ist datenschutzrechtlich problematisch, aber bisher größtenteils unreguliert. Eine einheitliche Regelung auf europäischer Ebene im Sinne der DSGVO ist daher zwingend erforderlich. Um eine informierte Kaufentscheidung treffen zu können, sollte die Zivilgesellschaft als zukünftige E-Auto-Nutzer Zugang zu diesen bisher kaum in der Öffentlichkeit diskutierten Informationen bekommen.

Transparenz von Forschungsdaten für Batterieproduktion und -sicherheit

Damit informierte, politische Entscheidungen hinsichtlich des Ausbaus von E-Mobilität getroffen werden können, braucht es eine breite Datenbasis und eine zunehmende Transparenz von Forschungsdaten zur Batterieproduktion und -sicherheit. Studien, die aktuell durch die Industrie finanziert und unter Verschluss gehalten werden, sollten der Politik sowie der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

4 Referenzen

1. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/bundes-klimaschutzgesetz>.
2. [Online] Zugriff im Nov 2021. https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/07/NPM_AG1_Wege-fuer-mehr-Klimaschutz.pdf.
3. [Online] Zugriff im Dez 2021. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/prognos-bruttostromverbrauch-2018-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=2.
4. [Online] Zugriff im Nov 2021. https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/202004_BEE-Szenario_2030_Aktualisierung.pdf.
5. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>.
6. Agora Verkehrswende (2021): Batteriestandort auf Klimakurs. Perspektiven einer klimaneutralen Batterieproduktion für Elektromobilität in Deutschland. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/batteriestandort-auf-klimakurs/>.
7. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.bundestag.de/resource/blob/710958/88d53d0482edb1731594729850ee49e7/WD-8-165-19-pdf-data.pdf>.
8. Agora Verkehrswende (2019): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimabilanz-von-elektroautos/>.
9. M. Henriksen, K. Vaagsaether, J. Lundberg, S. Forseth, D. Bjerketvedt. Explosion characteristics for Li-ion battery electrolytes at elevated temperatures. *Journal of Hazardous Materials*. 2019, Bd. 371.
10. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/07/27/considering-an-electric-car-review-the-risks-and-learn-how-to-stay-safe/?sh=5711098c5578>.

11. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/elektroauto-laden-wallbox-faq/>.
12. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/strom-sparen/elektroauto-mit-eigener-ladestation-solarstrom-vom-dach-laden-22557>.
13. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/umfrage-elektromobilitaet/>.
14. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/wallbox-lastmanagement/>.
15. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/motor/selbstentladung-wenn-das-elektroauto-seinen-strom-verliert/25517934.html?ticket=ST-2990513-6oKWjNjoU6WZVZmcTNB5-ap6>.
16. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.electrive.net/2020/07/23/ladeverluste-laut-adac-oft-hoeheral-angegeben/>.
17. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.emf-portal.org/de/emf-source/672>.
18. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/e-mobilitaet/e-mobilitaet.html>.
19. [Online] Dec 2021. <https://www.oecd.org/environment/non-exhaust-particulate-emissions-from-road-transport-4a4dc6ca-en.htm>.
20. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.bbc.com/news/business-56574779>.
21. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.emf-portal.org/de/cms/page/home/technology/intermediate-frequency/electric-vehicles>.
22. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32014L0030>.
23. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013>.
24. S. Driessen, A. Napp, K. Schmiedchen, T. Kraus, D. Stunder. Electromagnetic interference in cardiac electronic implants caused by novel electrical appliances emitting electromagnetic fields in the intermediate frequency range: a systematic review. *EP Europace*. 2019, Bd. 21.
25. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-batterie/>.
26. [Online] Zugriff im Nov 2021. <https://datenschutz-fachportal.tuev-sued.de/artikel/elektroautos-datenschutz.html>.