Eine kritische Analyse des Beitrages der E-Mobilität zum Klimaschutz: Bewertung der Perspektive der Nachhaltigkeit

Diese Ausarbeitung war ein Projekt innerhalb von „NH-Management by weAct“ und wurde ausschließlich von internen Mitarbeitern angefertigt.

Standort: Köln

Fachrichtung: Qualitäts- und Nachhaltigkeitsmanagement

Anzahl der Wörter: 1.599

Verwendeter Zitierstil: APA 7 (im Text)

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas 1
1.2 Zielsetzung und Fragestellung 1
2 Grundlagen der Elektromobilität und des Klimaschutzes 2
2.1 Begriffserklärung Elektromobilität 2
2.2 Klimaschutz im Kontext der Mobilität 2
2.3 Politische und regulatorische Rahmenbedingungen 2
3 Potenziale der Elektromobilität für den Klimaschutz 3
3.1 Reduktion der Treibhausgasemissionen im Betrieb 3
3.2 Integration erneuerbarer Energien 3
3.3 Technologische Fortschritte und Effizienzgewinne 3
4 Kritische Betrachtung aus Sicht der Nachhaltigkeit 4
4.1 Ökologische Herausforderungen 4
4.2 Soziale Aspekte 4
4.3 Ökonomische Aspekte 5
5 Vergleich mit alternativen Mobilitätsformen 6
5.1 Wasserstoffmobilität 6
5.2 Öffentlicher Verkehr und multimodale Konzepte 6
5.3 Bedeutung von Verkehrsvermeidung und -verlagerung 6
6 Fazit und Ausblick 7
6.1 Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse 7
Literatur- und Quellenverzeichnis 9

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas

Die Transformation des Mobilitätssektors ist eine zentrale Herausforderung auf dem Weg der Erreichung der globalen Klimaschutzziele. Der Verkehrssektor trägt in Deutschland mit etwa 20 % erheblich zu den Treibhausgasemissionen bei, wobei der Straßenverkehr den größten Anteil ausmacht. In diesem Kontext wird die Elektromobilität als Schlüsseltechnologie zur Dekarbonisierung des Individualverkehrs betrachtet. Insbesondere batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) gelten als vielversprechende Alternative zu Verbrennungsmotoren, da sie im Betrieb keine direkten CO_2-Emissionen verursachen (Umweltbundesamt, 2023).

Allerdings wird zunehmend infrage gestellt, ob Elektromobilität tatsächlich einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, wenn man den gesamten Lebenszyklus – von der Rohstoffgewinnung über die Fahrzeugherstellung bis hin zur Entsorgung – berücksichtigt. Darüber hinaus sind auch soziale und ökonomische Aspekte zu beleuchten, um eine umfassende Bewertung im Sinne der Nachhaltigkeit zu ermöglichen (Romare & Dahllöf, 2017). Diese Ausarbeitung nimmt daher eine kritische Analyse des Beitrags der Elektromobilität zum Klimaschutz vor, wobei ökologische, soziale und ökonomische Perspektiven integriert werden.

1.2 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den tatsächlichen Beitrag der Elektromobilität zum Klimaschutz kritisch zu bewerten. Dabei wird die Elektromobilität nicht nur als technologische Innovation, sondern im gesamtgesellschaftlichen Kontext betrachtet. Die zentrale Fragestellung lautet:

Inwiefern trägt die Elektromobilität aus Sicht der ökologischen, sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeit tatsächlich (im Hinblick auf die gesamte Wertschöpfungskette) zum Klimaschutz bei?

2 Grundlagen der Elektromobilität und des Klimaschutzes

2.1 Begriffserklärung Elektromobilität

Elektromobilität beschreibt die Nutzung von Fahrzeugen, die vollständig oder teilweise durch elektrische Energie angetrieben werden. Im Fokus dieser Arbeit stehen batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), da sie im Vergleich zu Plug-in-Hybriden (PHEV) oder Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) am weitesten verbreitet sind. BEVs beziehen ihre Energie aus Lithium-Ionen-Batterien, die extern über das Stromnetz geladen werden. Die Differenzierung ist insofern wichtig, als der ökologische Fußabdruck je nach Fahrzeugtyp erheblich variieren kann (International Energy Agency, 2023).

2.2 Klimaschutz im Kontext der Mobilität

Klimaschutz umfasst alle Maßnahmen zur Reduktion anthropogener Treibhausgasemissionen, insbesondere CO_2. Der Verkehrssektor ist bislang einer der emissionsintensivsten Bereiche und zeigt nur geringe Fortschritte bei der Emissionsreduktion. Die CO_2-Emissionen des Verkehrs in Deutschland im Jahr 2022 lagen bei 148 Millionen Tonnen (UBA,2023). Um die Ziele des Pariser Klimaabkommens und des deutschen Klimaschutzgesetzes zu erreichen, ist eine tiefgreifende Transformation notwendig. Elektromobilität wird in diesem Zusammenhang als eine zentrale Maßnahme gesehen, die den Ausstieg aus fossilen Antrieben ermöglichen soll (Kasten et al., 2020).

2.3 Politische und regulatorische Rahmenbedingungen

Die politische Förderung der Elektromobilität erfolgt auf europäischer und nationaler Ebene. Die EU verfolgt mit dem „Fit for 55“-Paket das Ziel, die Emissionen bis 2030, um mindestens 55 % gegenüber 1990 zu senken. Ein zentrales Element ist das Verbot von Neuzulassungen emissionsintensiver Fahrzeuge ab 2035 (Europäische Kommission, 2021). In Deutschland flankieren Maßnahmen wie der Umweltbonus, steuerliche Vergünstigungen und der Ausbau der Ladeinfrastruktur diese Ziele. Die Mobilitätsstrategie ist dabei eingebettet in die nationale Klimaschutzstrategie, welche bis 2045 Klimaneutralität anstrebt (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

3 Potenziale der Elektromobilität für den Klimaschutz

3.1 Reduktion der Treibhausgasemissionen im Betrieb

Ein zentrales Argument für Elektromobilität ist die Tatsache, dass BEVs im Fahrbetrieb keine direkten CO_2-Emissionen verursachen. Studien zeigen, dass BEVs in Deutschland bereits heute über ihren Lebenszyklus hinweg rund 30 – 50 % weniger Treibhausgase emittieren als vergleichbare Verbrenner. Mit dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien im Strommix nimmt dieser Vorteil weiter zu (Agora Verkehrswende, 2022; Fraunhofer ISI, 2020).

Beispielweise verursacht laut einer Analyse des International Council on Clean ein mittelgroßes BEV in der EU über seinen gesamten Lebenszyklus etwa 66 – 69 % weniger CO_2-Emissionen als ein gleichwertiger Benziner. Vorausgesetzt ist hier, dass der Strom zu mindestens 75 % aus erneuerbaren Quellen stammt (ICCT, 2021).

3.2 Integration erneuerbarer Energien

Ein zusätzlicher Vorteil besteht in der potenziellen Verknüpfung von Elektromobilität mit der Energiewende. BEVs können nicht nur als Stromverbraucher, sondern auch als flexible Speicher in einem dezentralen Energiesystem agieren. Konzepte wie „Vehicle-to-Grid“ (V2G) ermöglichen es, überschüssigen Ökostrom temporär in Fahrzeugbatterien zu speichern und bei Bedarf wieder in das Netz einzuspeisen. Diese sogenannte Sektor-Kopplung fördert die Stabilisierung erneuerbarer Energiesysteme und kann zur Netzentlastung beitragen (Wietschel et al., 2019).

3.3 Technologische Fortschritte und Effizienzgewinne

Die Effizienz batterieelektrischer Fahrzeuge liegt deutlich über der, der konventionellen Antriebe. Während Otto- und Dieselmotoren nur etwa 20 – 30 % der eingesetzten Energie in Vortrieb umwandeln, erreichen BEVs Wirkungsgrade von bis zu 90 % (UBA, 2023). Gleichzeitig führt die Weiterentwicklung von Batteriechemie und Leichtbautechnologien zu einer kontinuierlichen Verbesserung von Reichweite, Lebensdauer und Energieeffizienz. Auch in der Ladeinfrastruktur gibt es Fortschritte. Schnelllade-Technologien und intelligente Ladesysteme ermöglichen einen nutzungsfreundlicheren Betrieb (IEA, 2023).

4 Kritische Betrachtung aus Sicht der Nachhaltigkeit

4.1 Ökologische Herausforderungen

Bei der Rohstoffgewinnung und Batterieproduktion ist ein ökologisches Problem der Elektromobilität die Produktion der Lithium-Ionen-Batterien. Diese erfordert den Abbau kritischer Rohstoffe wie Lithium, Kobalt und Nickel, der mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden ist. Der Lithiumabbau verbraucht große Mengen Wasser, was in ariden Regionen zu Konflikten mit der lokalen Bevölkerung und zu ökologischen Schäden führen kann (Vikström et al., 2020, S. 77 ff.).

Insbesondere die Gewinnung von Kobalt ist sowohl ökologisch als auch sozial bedenklich, da oft ohne Umweltstandards gearbeitet wird (Sovacool et al., 2020, S. 19 ff.). Zudem ist der Energieaufwand bei der Batterieproduktion erheblich. Laut einer Meta-Analyse fallen für eine 75-kWh-Batterie zwischen 3 und 17 Tonnen CO_2-Äquivalente an, abhängig von der Produktionsregion und dem Energiemix (Ellingsen et al.,2017).

Die Produktion eines BEVs verursacht im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug rund 40 – 60 % mehr Treibhausgasemissionen, was primär auf die Batterieherstellung zurückzuführen ist (Romare & Dahllöf, 2017). Erst bei einer Laufleistung von etwa 50.000 bis 100.000 Kilometern ergibt sich ein ökologischer Vorteil gegenüber dem Verbrenner. Dieser Wert hängt jedoch stark vom Strommix und dem Fahrprofil ab (ICCT, 2021).

Ein weiteres Problem stellt die Entsorgung und das Recycling der Batterien dar. Obwohl Lithium-Ionen-Batterien grundsätzlich recycelbar sind, existiert derzeit noch kein flächendeckendes, energieeffizientes und ökologisch vorteilhaftes Recyclingsystem (Gaines, 2018). Derzeit liegt die Recyclingquote für Lithium weltweit unter 5 %. Zukünftige Innovationen im „Urban Mining“ und in der Kreislaufwirtschaft könnten hier jedoch Fortschritte bringen (Harper et al., 2019, S. 75 ff.).

4.2 Soziale Aspekte

Die Arbeitsbedingungen im Rohstoffabbau sind kritisch zu betrachten. Die sozialen Folgen der Elektromobilität treten besonders im globalen Süden auf. Der Kobaltabbau im Kongo erfolgt in vielen Fällen unter prekären Bedingungen, oft unter Einsatz von Kinderarbeit und ohne Arbeitsschutz (Amnesty International, 2016). Auch indigene Gemeinschaften in Südamerika berichten von Landraub und mangelnder Partizipation bei Lithiumprojekten (Zikova & Arlt, 2022, S. 33 ff.).

Damit steht die Elektromobilität in einem Spannungsfeld zwischen technologischem Fortschritt und globaler sozialer Gerechtigkeit.

In Europa und Deutschland ist Elektromobilität derzeit noch eine Mobilitätsform für eine kleine Personengruppe. Die Ladeinfrastruktur konzentriert sich auf städtische Gebiete, und Menschen in ländlichen Regionen oder bleiben oft ausgeschlossen. Eine sozial gerechte Verkehrswende müsste daher Elektromobilität in ein integratives, multimodales Mobilitätssystem einbetten (Sperling & Gordon, 2021, S.235 ff.).

4.3 Ökonomische Aspekte

Die Kosten für BEVs sind in den letzten Jahren stark gesunken, bleiben aber aufgrund der Batterien weiterhin höher als bei Fahrzeugen mit Verbrenner-Motoren. Staatliche Förderungen wie der Umweltbonus und Steuervergünstigungen haben dazu beigetragen, die Markteinführung zu beschleunigen (BMWK, 2023). Kritiker bemängeln jedoch, dass diese Subventionen nicht immer zielgerichtet sind und insbesondere einkommensstärkere Haushalte begünstigen (Agora Verkehrswende, 2022).

Zudem verändert die Elektromobilität die Struktur der Automobilindustrie grundlegend. BEVs benötigen bis zu 30 % weniger Einzelteile, was langfristig zu einem Rückgang von Arbeitsplätzen im klassischen Maschinenbau führen könnte. Gleichzeitig entstehen neue Beschäftigungsfelder in den Bereichen Batterietechnologie, Software und Ladeinfrastruktur. Eine sozialverträgliche Transformation erfordert gezielte Weiterbildungsmaßnahmen und industriepolitische Steuerung (IMU Institut, 2020).

5 Vergleich mit alternativen Mobilitätsformen

5.1 Wasserstoffmobilität

Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge gelten als mögliche Alternative zu BEVs, insbesondere im Schwerlast- und Langstreckenbereich. Allerdings ist die Effizienz von FCEVs deutlich geringer, da bei der Wasserstoffproduktion und -nutzung hohe Energieverluste entstehen (Agora Verkehrswende, 2020). Der Wirkungsgrad liegt bei nur etwa 30–40 % gegenüber über 80 % bei BEVs. Zudem ist grüner Wasserstoff derzeit nur begrenzt verfügbar und teuer in der Herstellung. Ein weiterer, kritischer Aspekt ist zudem die hohe Explosionsgefahr, beispielsweise bei Unfällen (IEA, 2023).

5.2 Öffentlicher Verkehr und multimodale Konzepte

Aus Nachhaltigkeitsperspektive ist der Ausbau des öffentlichen Verkehrs (ÖPNV) sowie multimodaler Mobilitätskonzepte wie Carsharing oder On-Demand-Dienste effektiver als der bloße Umstieg vom Verbrenner zum BEV. Studien zeigen, dass durch den Wechsel auf Bus und Bahn mehr Emissionen eingespart werden können als durch individuelle Elektromobilität. Zudem fördert multimodale Mobilität soziale Inklusion und verringert Flächenversiegelung (Schwedes & Rammert, 2021, S. S. 215 ff.).

5.3 Bedeutung von Verkehrsvermeidung und -verlagerung

Die Diskussion um Elektromobilität sollte nicht von der Notwendigkeit ablenken, den motorisierten Individualverkehr insgesamt zu reduzieren. Maßnahmen der Verkehrsvermeidung (z. B. durch Digitalisierung und Homeoffice) und der Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (z. B. Radverkehr) sind zentrale Elemente einer nachhaltigen Mobilitätsstrategie (Knie & Lenz, 2019, S.1 ff.).

6 Fazit und Ausblick

6.1 Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse

Die Elektromobilität wird häufig als zentrale Lösung zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors propagiert. Tatsächlich bieten batterieelektrische Fahrzeuge im Betrieb erhebliche Vorteile hinsichtlich der Reduktion direkter CO_2-Emissionen – insbesondere in Verbindung mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien im Strommix. Auch die fortlaufenden technologischen Innovationen, etwa bei der Batterieeffizienz oder der Ladeinfrastruktur, tragen dazu bei, die Elektromobilität zunehmend praxistauglicher und wirtschaftlich attraktiver zu machen. Mit zunehmender Marktdurchdringung wird die Technologie durch Skaleneffekte zudem weiter verbessert und findet verstärkt Eingang in andere Lebensbereiche – etwa in die Energiespeicherung oder in das Smart Grid. Insofern stellt Elektromobilität durchaus einen wichtigen Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Mobilität dar.

Gleichzeitig darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Elektromobilität aus ökologischer und sozialer Sicht bislang keineswegs eine rundum nachhaltige Alternative zum Verbrennungsmotor darstellt. Die Herstellung der Batterien ist mit einem enormen Energieaufwand und erheblichen Umwelteingriffen verbunden. Der Abbau kritischer Rohstoffe wie Kobalt, Lithium und Nickel erfolgt vielfach unter fragwürdigen Bedingungen, insbesondere in Ländern des Globalen Südens. Dort sind Menschenrechtsverletzungen, Umweltzerstörung und die gewaltsame Vertreibung indigener Gruppen dokumentiert. Während wohlhabende Industrienationen von den Vorteilen der Elektromobilität profitieren, zahlen viele Menschen im Globalen Süden den Preis – mit ihrer Gesundheit, ihrer Umwelt und mitunter ihrem Leben. Diese Form der externalisierten Kosten widerspricht grundlegenden Prinzipien globaler Gerechtigkeit.

Zudem zeigt sich, dass ein ökologischer Vorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen erst nach einer Laufleistung von etwa 50.000 bis 100.000 Kilometern eintritt – abhängig vom Strommix und dem individuellen Fahrverhalten. Dies verdeutlicht, dass Elektromobilität zwar ein wichtiges Instrument, aber keine pauschale Lösung für die Klimakrise ist. Noch ist die Technologie nicht ausgereift genug, um in jeder Hinsicht einen vollwertigen Ersatz für den Verbrennungsmotor darzustellen – sei es hinsichtlich der Reichweite, der Ladeinfrastruktur oder der ökologischen Gesamtbilanz.

Vor diesem Hintergrund ist die Förderung der Elektromobilität zwar grundsätzlich zu begrüßen, sollte jedoch in eine umfassendere Mobilitätsstrategie eingebettet werden. Diese muss neben technologischem Wandel auch soziale Gerechtigkeit, ökologische Verantwortung und eine strukturelle Verkehrsvermeidung berücksichtigen. Erst dann kann Mobilität im Sinne der Nachhaltigkeit tatsächlich gelingen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Agora Verkehrswende. (2020). *Klimaschutz im Verkehr: Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele 2030*. Abgerufen von, https://www.agora-verkehrswende.de am 22.04.2025.

Agora Verkehrswende. (2022). *Klimabilanz von Elektroautos – Aktualisierte Betrachtung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu Verbrennern.* Abgerufen von, https://www.agora-verkehrswende.de am 22.04.2025.

Amnesty International. (2016). *This is what we die for: Human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt.* Abgerufen von, https://www.amnesty.org/en/documents/afr62/3183/2016/en/ am 22.04.2025

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2023). *Elektromobilität in Deutschland – Fördermaßnahmen und Strategie*. Abgerufen von, https://www.bmwk.de am 22.04.2025.

Ellingsen, L. A.-W., Singh, B., & Strømman, A. H. (2017). *The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles.* Environmental Research Letters. Abgerufen von, https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6eb7 am 22.04.2025.

Europäische Kommission. (2021*). Fit for 55: Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*. Abgerufen von, https://ec.europa.eu am 22.04.2025.

Fraunhofer ISI. (2020). *Treibhausgasemissionen von Elektroautos im Vergleich zu Verbrennern.* Abgerufen von, https://www.isi.fraunhofer.de am 22.04.2025.

Gaines, L. (2018*). Lithium-ion battery recycling processes: Research towards a sustainable course.* Sustainable Materials and Technologies. Abgerufen von, https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.e00068 am 22.04.2025.

Harper, G.,et.al. (2019*). Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles*. Nature. Abgerufen von, https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5 am 25.04.2025.

IMU Institut. (2020). *Strukturwandel in der Automobilindustrie – Herausforderungen und Strategien für Beschäftigte*. Abgerufen von, https://www.imu-institut.de am 25.04.2025

International Council on Clean Transportation (ICCT). (2021). *A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars.* Abgerufen von https://theicct.org/publication/global-LCA-passenger-cars-jul2021/ am 22.04.2025.

International Energy Agency (IEA). (2023). *Global EV*. Aberufen von, https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023 am 22.04.2025.

Kasten, P., Bratzel, S., Hacker, F., & Mostert, C. (2020). *Klimaschutzbeitrag von Pkw-Antriebstechnologien bis 2050*. Öko-Institut e.V. Abgerufen von, https://www.oeko.de am 22.04.2025.

Knie, A. (2024). *Kein Richtiges Leben im Falschen? Die Grenzen der Verkehrswende unter herrschenden Bedingungen.* In: Canzler, W., Haus, J., Knie, A., Ruhrort, L., *Handbuch Mobilität und Gesellschaft.* Springer VS, Wiesbaden. Aberufen von, https://doi.org/10.1007/978-3-658-37804-2_3-1 am 22.04.2025.

Romare, M., & Dahllöf, L. (2017). *The life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions from lithium-ion batteries*. IVL Swedish Environmental Research Institute. Abgerufen von, https://www.ivl.se am 22.04.2025.

Schwedes, O., & Rammert, M. (2021). *Nachhaltige Mobilität und soziale Inklusion*. In M. Lanzendorf & C. Kenneweg (Hrsg.), *Mobilitätsforschung – eine interdisziplinäre Einführung*. Springer VS. Abgerufen von, https://doi.org/10.1007/978-3-658-32119-2_12 am 22.04.2025.

Sovacool, B. K., Hook, A., Martiskainen, M., & Baker, L. (2020*). The human dimensions of a sustainable energy transition.* Nature Energy. Abgerufen von, https://doi.org/10.1038/s41560-019-0726-6 am 22.04.2025.

Sperling, D., & Gordon, D. (2021). *Two billion cars: Driving toward sustainability*. Oxford University Press. Abgerufen von, https://academic.oup.com/book/53447 am 22.04.2025.

Umweltbundesamt (UBA). (2023). *Daten zum Verkehr – Emissionen des Verkehrssektors 2022.* Abgerufen von, https://www.umweltbundesamt.de am 22.04.2025.

Vikström, H., Davidsson, S., & Höök, M. (2020). *Lithium availability and future production outlooks*. Applied Energy. Abgerufen von, https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.06.042 am 22.04.2025.

Wietschel, M., Kühnbach, M., & Schreyer, M. (2019). *Sektorkopplung von Strom, Wärme und Mobilität: Potenziale und Herausforderungen.* Fraunhofer ISI. Abgerufen von, https://www.isi.fraunhofer.de am 22.04.2025.

Zikova, N., & Arlt, M. (2022). *Lithiumabbau im globalen Süden: Ressourcenextraktivismus in Lateinamerika*. Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht.