

era-Bewertung der ifeu-Studie „CO₂-Opportunitätskosten von Biokraftstoffen in Deutschland“ (2022)

27.02.2022

1 Zusammenfassende Bewertung

Die Studie „CO₂-Opportunitätskosten von Biokraftstoffen in Deutschland“ des ifeu stellt die Berechnungsergebnisse eines hypothetischen Szenarios dar, das die komplexen Prozesse und Wechselwirkungen von Landnutzung sowie Elektromobilität nicht berücksichtigt und die aktuellen Forschungsergebnisse außen vorlässt. Besonders die wichtigste Prämisse der ifeu-Studie, die langfristige CO₂-Speicherung auf den stillgelegten Biokraftstoffflächen, ist mit sehr hohen Unsicherheiten verbunden, da wiederaufgeforstete landwirtschaftliche Flächen in den Tropen häufig von erneuten Rodungen betroffen sind [Was ist mit wiederaufgeforsteten Flächen in Deutschland und Europa?]. Statt des hypothetischen Ansatzes des ifeu, landwirtschaftliche Fläche durch eine verringerte Nachfrage nach Biokraftstoffen zu reduzieren, gibt es wesentlich bessere und realistische Lösungen für den Klimaschutz. So sind weltweit enorme Flächeneinsparungspotenziale durch effizientere Produktionsmethoden vorhanden, die die heutige Agrarproduktion auf nahezu der Hälfte der heutigen landwirtschaftlichen Flächen ermöglichen könnten. Weitere methodische Probleme der ifeu-Studie ergeben sich durch den Vergleich der Biokraftstoffe mit PV-Strom für Elektrofahrzeuge, da die Substitution der Biokraftstoffe durch PV-Strom nur bilanziell, d. h. mit der kumulierten Jahresmenge, und nicht physikalisch erfolgt. Die Jahreszeiten- und Tagesschwankungen der PV-Stromerzeugung gehen nicht in die ifeu-Kalkulation ein. Außerdem werden in der ifeu-Studie die Lebenszyklus-Analyse von Elektrofahrzeugen nicht berücksichtigt und nur einseitig die Umweltauswirkungen von Biokraftstoffen betrachtet.

2 Untersuchungsziel und Methodik der Studie

In der Studie „CO₂-Opportunitätskosten von Biokraftstoffen in Deutschland“ des ifeu (Autoren: Horst Fehrenbach und Silvana Bürck, im Auftrag der Deutschen Umwelthilfe), veröffentlicht am 23.02.2022¹, werden die Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz in Deutschland berechnet, wenn auf Biokraftstoffe verzichtet wird und stattdessen auf den für die Biokraftstoffproduktion genutzten landwirtschaftlichen Flächen natürliche Vegetation (in der Regel Wald) aufwächst. Die Opportunitätskosten sind in diesem Zusammenhang die Kohlenstoffbindung auf den ungenutzten Flächen in Deutschland und den Importregionen (v. a. Asien). Nach den Berechnungen des ifeu können durch den Aufwuchs der natürlichen Vegetation auf den stillgelegten Flächen durchschnittlich 16,4 Mio. t CO₂ pro Jahr gespeichert werden (siehe Abbildung 1). Die Studie vergleicht diese Menge mit der Treibhausgasminderung durch Anbau-Biokraftstoffe von 9,2 Mio. t CO₂-Äq im Jahr 2020. Das ifeu berechnet außerdem in seiner Studie, dass 3% der heutigen Biokraftstofffläche ausreichen würden, um die durch Biokraftstoffe in Deutschland bereitgestellte Energie durch PV-Strom zu ersetzen.

¹ <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/neue-studie-der-deutschen-umwelthilfe-offenbart-immenser-flaechenverbrauch-macht-agrosprit-klimaschae/>

3 CO₂-Senke durch Flächenrenaturierung

Der Kern der ifeu-Berechnung ist die Betrachtung eines „hypothetischen Szenarios“², wonach Deutschland vollständig auf Produktion sowie Nutzung von Biokraftstoffen verzichtet. Stattdessen werden die dafür in Deutschland und im Ausland genutzten Flächen stillgelegt und renaturiert. Dafür wird angenommen, dass sich die natürliche Vegetation in einem Zeitraum von 30 Jahren entwickeln kann. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen dagegen, dass wiederaufgeforstete landwirtschaftliche Flächen in den Tropen keine langfristig sichere CO₂-Senke darstellen, weil es häufig zu erneuten Rodungen auf den Arealen kommt³. Diese Problematik betrifft beispielsweise auch Projekte für die CO₂-Kompensation von Flugreisen. Deswegen wird die langfristige Sicherung der CO₂-Speicherung auf Wiederaufforstungsflächen auch in der Bewertung des "The Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)" als Herausforderung gesehen⁴. Da es mehrere (sowohl menschliche als auch natürliche) Treiber für die Entwaldung gibt, können heutige Maßnahmen zur Verringerung der Entwaldung möglicherweise in Zukunft nicht mehr wirksam sein. Deswegen ist ein langfristiges Monitoring für die renaturierten Flächen notwendig. Erfahrungen in Brasilien zeigen aber, dass trotz intensiver Flächenüberwachung mit Hilfe von Satelliten und Flugzeugen die Rodungsraten sehr hoch sein können und von vielen, vor allem politischen Faktoren abhängen⁵.

Auch für die im EU-Ausland gespeicherten 1,8 Mio. t CO₂ ist das Risiko einer Flächennutzungsänderung für die renaturierten Flächen sehr groß. Damit ist die Unsicherheit für die wichtigste Prämisse der ifeu-Studie, die langfristige CO₂-Speicherung auf den stillgelegten Biokraftstoffflächen, außerordentlich hoch. Dieses Grundproblem der ifeu-Studie zeigt, dass die Studie tatsächlich nur ein hypothetisches Szenario darstellt und nicht die realen, komplexen Prozesse der Landnutzung berücksichtigt.

Es gibt neben der Rodung der renaturierten Flächen auch weitere Risiken für den Erhalt der Vegetation wie z. B. Brände oder andere Naturereignisse (Erdbeben, Überschwemmungen, Stürme).

Die Realitätsferne der Studie wird außerdem durch das Fehlen von Handlungsempfehlungen für die Renaturierung der heutigen für Biokraftstoffflächen deutlich. Die Flächenstilllegung in Deutschland und den Importländern könnte nur mit finanziellen Anreizen erfolgen, d. h. die Landwirte bzw. Eigentümer der Agrarflächen und Plantagen müssten für die endgültige Umwidmung in natürliche Vegetation entschädigt werden. Der finanzielle Aufwand dafür wäre erheblich, da bereits in Deutschland die jährlichen Flächenerlöse mit bis zu 6.500 Euro pro Hektar sehr hoch ausfallen⁶ (Ackernutzung und Viehhaltung, siehe Abbildung 2). In den Tropen können die Erlöse aufgrund der größeren Erträge noch höher liegen.

Die wirtschaftlichen Hürden für die ifeu-Prämissen sind besonders hoch, da die landwirtschaftlichen Flächen endgültig in Wald umgewidmet werden. Dafür braucht der Flächeneigentümer die Garantie, dass er auch in mehreren Jahrzehnten die jährliche Kompensation für die Stilllegung noch ausgezahlt bekommt. Deswegen erscheint der finanzielle Aufwand für die endgültige Umwidmung in natürliche Vegetation viel zu teuer. Bei hochwertigen landwirtschaftlichen Flächen, das wird der Fall für den Großteil der heutigen Produktion landwirtschaftlicher Biomasse für Biokraftstoffe sein, wird das

² Wörtlich aus der ifeu-Studie zitiert

³ Schwartz et al. 2017, Schwartz et al. 2020, Piffer et al. 2021, Reid et al. 2019

⁴ Europäische Kommission 2021

⁵ Brandão et al 2020

⁶ <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/verdienen-bauern-meisten-geld-womit-regionen-580891>

Interesse für die Nutzungsaufgabe und Wiederaufforstung sehr gering ausfallen. Das zeigen bereits heutige Erfahrungen mit „Payments for Environmental Services (PES)“-Systemen. Forschungsergebnisse bestätigen die begrenzten Möglichkeiten von PES für Waldschutz, da PES-Systeme nur begrenzt dafür geeignet sind, Einnahmeausfälle durch Waldschutz zu kompensieren⁷. So ist PES z. B. in Costa Rica, dem Land mit den längsten Erfahrungen mit diesem System, vor allem in den Regionen erfolgreich, die nur geringe Opportunitätskosten aufweisen, d. h. nur einen geringen landwirtschaftlichen Wert haben und sich nur für die extensive Landwirtschaft eignen. Die Wirkung von PES mit dem Ziel, Kompensationszahlungen für Waldflächen zu leisten, ist damit begrenzt. So zeigen diese Praxiserfahrungen, die leider nicht in die ifeu-Studie eingeflossen sind, die sehr großen finanziellen Hürden, um ertragreiche landwirtschaftliche Flächen in Wald umzuwandeln. Selbst wenn z. B. in Europa eine Nutzung der entstandenen Waldfläche möglich wäre, würden die Erlöse wesentlich geringer als die der landwirtschaftlichen Nutzung ausfallen (siehe Abbildung 3).

Die ifeu-Studie betrachtet außerdem nur einseitig die CO₂-Senke durch Renaturierung von landwirtschaftlichen Flächen. Es gibt aber außerdem sehr große Potenziale, Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Flächen zu speichern, ohne die Nutzung zu ändern⁸.

4 Komplexe Effekte durch Flächenrenaturierung

Es gibt weitere Anzeichen dafür, dass die Berechnung des ifeu nur ein rein hypothetisches Szenario liefert, das die komplexen Effekte der Flächenrenaturierung nicht berücksichtigt. Durch die Biokraftstoffherstellung werden als Koppelprodukte Futtermittel erzeugt. Findet die Biokraftstoffherstellung nicht mehr statt, muss z. B. der Rapschrot durch andere Futtermittel ersetzt werden. Eine mögliche Alternative im Inland sind Leguminosen wie Ackerbohnen oder Erbsen. Aufgrund der wesentlich geringeren Proteingehalte können sie Rapschrot als Viehfutter nur zu einem geringen Teil ersetzen⁹. Eine praktikablere Option ist Sojaschrot, das wesentlich höhere Proteingehalte als heimische Leguminosen aufweist und bereits in großen Mengen in Deutschland eingesetzt wird. Für diese Option muss der Sojaimport aber gesteigert werden. Mit einer Ausweitung des Sojaanbaus in Brasilien, dem größten Sojaexporteur¹⁰, ist ein signifikantes Rodungsrisiko verbunden [Quelle?].

Der Rapsanbau stellt in Deutschland außerdem ein wichtiges Glied in den Fruchtfolgen des Ackerbaus dar. Ackerbohnen und Erbsen könnten den Raps als Fruchtfolge im Getreideanbau nur bedingt ersetzen, auch weil, wie oben beschrieben, deren Einsatz als Futtermittel im Vergleich zum Raps begrenzt ist. [Fruchtfolge?]

⁷ Schebek et al. 2016.

⁸ Zomer et al. 2017, Mayer et al. 2018

⁹ Engelhard und Meyer 2017

¹⁰ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/257813/umfrage/marktanteile-der-drei-groessten-exporteure-von-sojabohnen/>

5 Flächeneinsparungspotenziale durch effizientere Produktionsmethoden

Die ifeu-Studie betrachtet nur den Rückgang der landwirtschaftlichen Fläche durch eine verringerte Nachfrage nach Biokraftstoffen. Weltweit sind aber enorme Flächeneinsparungspotenziale durch effizientere Produktionsmethoden vorhanden. Ein Forschungsprojekt der Ludwig-Maximilians-Universität München hat mit Hilfe eines biophysikalischen Ertragsmodells berechnet, dass mit effizienteren Anbaumethoden der derzeitige globale Flächenbedarf zwischen 37 und 48 Prozent reduziert werden könnte, um die gleich großen Mengen landwirtschaftlicher Güter produzieren zu können¹¹.

Durch Ertragssteigerungen ist der landwirtschaftliche Flächenbedarf pro Person in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gesunken, so dass die landwirtschaftliche Fläche insgesamt konstant gehalten werden konnte (siehe Abbildung 4 und 5)¹². Weltweit gibt es beim Flächenbedarf pro Person aber noch große Unterschiede. Besonders in Afrika und Lateinamerika können die Flächenerträge noch deutlich gesteigert werden. Aber auch in Asien existieren noch große Effizienzpotenziale. So liegen z. B. die Palmölerträge der Kleinbauern in Indonesien, die 40% der gesamten Palmöfläachen bewirtschaften, nur halb so hoch wie bei großen Plantagen¹³. Besonders große Flächenpotenziale sind durch die effizientere Weidelandnutzung in den Tropen vorhanden¹⁴. Dort überwiegt immer noch die extensive Viehhaltung, die aufgrund fehlender Landmanagementmaßnahmen in vielen Regionen (z. B. der Amazonas-Region in Brasilien) zu starker Degradierung der Böden geführt hat. Effizientere Viehhaltung bedeutet in den Tropen sowohl Boden- als auch Waldschutz.

6 Substitution der Biokraftstoffe durch Elektromobilität

Nach den Berechnungen des ifeu würden 3% der bislang genutzten Anbaufläche für Biokraftstoffe ausreichen, um die Biokraftstoffmenge in Deutschland mit PV-Strom zu ersetzen. Die Substitution der Biokraftstoffe durch PV-Strom für Elektrofahrzeuge erfolgt in der ifeu-Untersuchung aber nur rein bilanziell (d. h. mit der kumulierten Jahresmenge) und nicht physikalisch. Da es beträchtliche Jahreszeiten- und Tagesschwankungen der PV-Stromerzeugung gibt (siehe Abbildung 6 und 7), ist die mögliche PV-Nutzung für Elektrofahrzeuge zunächst gering, wenn nicht zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden¹⁵. Deswegen müssen im Sommer die PV-Überschüsse durch die stärkere Sonneneinstrahlung für die Herbst- und Wintermonate gespeichert werden, um in dieser Zeit die Elektrofahrzeuge mit Strom zu versorgen. Dafür ist die Langzeitspeicherung mit Wasserstoff mit den Prozessschritten Elektrolyse, Transport, Speicherung und Wiederverstromung notwendig. Für die höhere Tagesnutzung einer PV-Einspeisung sind gesteuertes Laden und die Nutzung von stationären Batterien erforderlich. Insgesamt müssen für die Speicherung und Wiederverstromung erhebliche Energieverluste einkalkuliert werden. Zudem muss der zusätzliche Materialbedarf dafür berücksichtigt werden.

¹¹ Schneider et al. 2022

¹² <https://ourworldindata.org/yields-vs-land-use-how-has-the-world-produced-enough-food-for-a-growing-population>

¹³ <https://www.wri.org/insights/intensification-smallholder-farmers-key-achieving-indonesias-palm-oil-targets>

¹⁴ Schebek et al. 2016

¹⁵ te Heesen et al. 2020, Heinz 2018

7 Lebenszyklus-Analyse der Elektromobilität

In der ifeu-Studie wird die Lebenszyklus-Analyse von Elektrofahrzeugen beim Vergleich mit Biokraftstoffen nicht berücksichtigt, und es werden einseitig nur die Umweltauswirkungen von Biokraftstoffen betrachtet. Bei Elektrofahrzeugen sind die THG-Emissionen und Umweltauswirkungen der Herstellung (v. a. der Batterien) aber besonders relevant¹⁶. Insbesondere die Versorgungsprobleme mit seltenen Rohstoffen (Metalle und seltene Erden) können diese Problematik weiter verschärfen (siehe Abbildung 8).¹⁷

8 Quellen

Brandão, F. et al 2020: Lessons for Jurisdictional Approaches From Municipal-Level Initiatives to Halt Deforestation in the Brazilian Amazon. *Front. For. Glob. Change*, 14 August 2020.

<https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00096>

Bürgi, P. 2016 et al.: Forstbetriebe Zentraleuropas im direkten Leistungsvergleich AFZ - Der Wald, 71(17), S. 18-21. Deutscher Landwirtschaftsverlag.

Engelhard und Meyer 2017: Heimische Körnerleguminosen – die Antwort auf den Sojaverzicht? www.proteinmarkt.de

Heinz, D. 2018: Erstellung und Auswertung repräsentativer Mobilitäts- und Ladeprofile für Elektrofahrzeuge in Deutschland. Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP).

<https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000086372>

Europäische Kommission 2021: Assessment of ICAO's global market-based measure (CORSIA) pursuant to Article 28b and for studying cost pass-through pursuant to Article 3d of the EU ETS Directive. Autoren: ICF Consulting, Air Transportation Analytics, NewClimate Institute, Cambridge Econometrics, HFW und Starckx, S. 2020.

Kiemel, T. et al. 2021: Critical materials for water electrolyzers at the example of the energy transition in Germany. *International Journal of Energy Research*. First published: 11 February 2021.

<https://doi.org/10.1002/er.6487>

Mayer et al. 2018: The potential of agricultural land management to contribute to lower global surface temperatures. *Science Advances* 29 Aug 2018 Vol 4, Issue 8. DOI: 10.1126/sciadv.aaq0932.

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaq0932>

Piffer, P. R. et al. 2021: Ephemeral forest regeneration limits carbon sequestration potential in the Brazilian Atlantic Forest. *Glob Chang Biol*. 2022 Jan;28(2):630-643.doi: 10.1111/gcb.15944. Epub 2021 Nov 1.<https://doi.org/10.1111/gcb.15944>

Pipitone et al. 2021: Life Cycle Environmental Impact Comparison between Traditional, Hybrid, and Electric Vehicles in the European Context. *Sustainability* 2021, 13, 10992.

<https://doi.org/10.3390/su131910992>

¹⁶ Pipitone et al. 2021. Unctad 2020. <https://unctad.org/news/developing-countries-pay-environmental-cost-electric-car-batteries>

¹⁷ Kiemel et al. 2021, Wellings et al. 2021

Reid J. L. et al. 2019: The ephemerality of secondary forests in southern Costa Rica. Conservation Letters. 2019. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/conl.12607>

Schebek et al. 2016. Governance zur Verminderung indirekter Landnutzungsänderungen-GoViLa. Schlussbericht zum Verbundvorhaben. TU Darmstadt Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft. <https://www-archiv.tu-darmstadt.de/govila/publikationen.de.html>

Schneider et al 2022: Global cropland could be almost halved: Assessment of land saving potentials under different strategies and implications for agricultural markets. PLOS ONE 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0263063.

Schwartz, N. et al. 2017: Land-use dynamics influence estimates of carbon sequestration potential in tropical second-growth forest. Environmental Research Letters, Volume 12, Number 7. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa708b/meta>

Schwartz, N. et al. 2020: Reversals of Reforestation Across Latin America Limit Climate Mitigation Potential of Tropical Forests. Front. For. Glob. Change, 14 July 2020 <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00085>.

Soliman et al. 2016: Closing oil palm yield gaps among Indonesian smallholders through industry schemes, pruning, weeding and improved seeds. R Soc Open Sci. 2016 Aug 13;3(8):160292. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27853605/>

Te Heesen et al. 2020: Studie zum Ertrag von Photovoltaikdachanlagen 2020 in Deutschland. Herausgegeben von der Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld. Institut für Technologie- und Betriebsmanagement (IBT). Web: <https://www.umwelt-campus.de/ibt>

Wellings et al. 2021: Understanding the Future Impacts of Electric Vehicles—An Analysis of Multiple Factors That Influence the Market. Vehicles 2021, 3, 851–871. <https://doi.org/10.3390/vehicles3040051>

Zomer et al. 2017: Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. Scientific Reports volume 7, Article number: 15554 (2017). <https://www.nature.com/articles/s41598-017-15794-8>

9 Anhang

Abbildung 1: Mittlere jährliche Kohlenstoffspeicherung auf stillgelegten Biokraftstoffflächen (Berechnungsergebnis der ifeu-Studie)

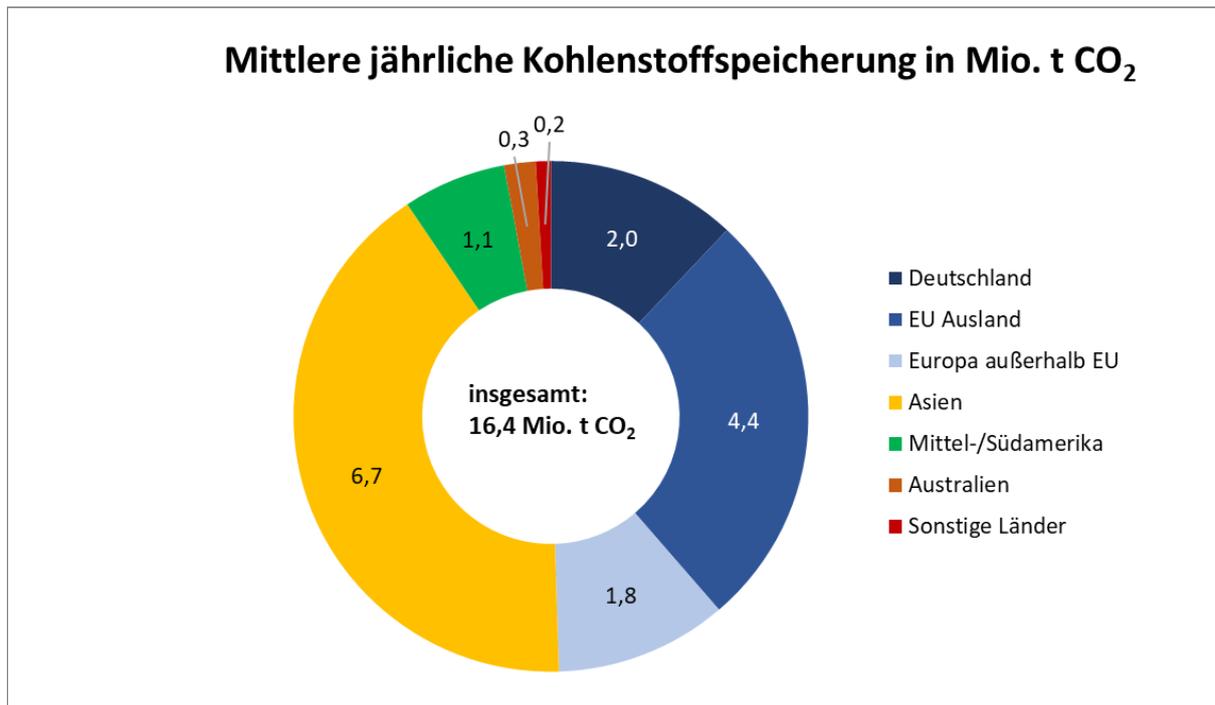
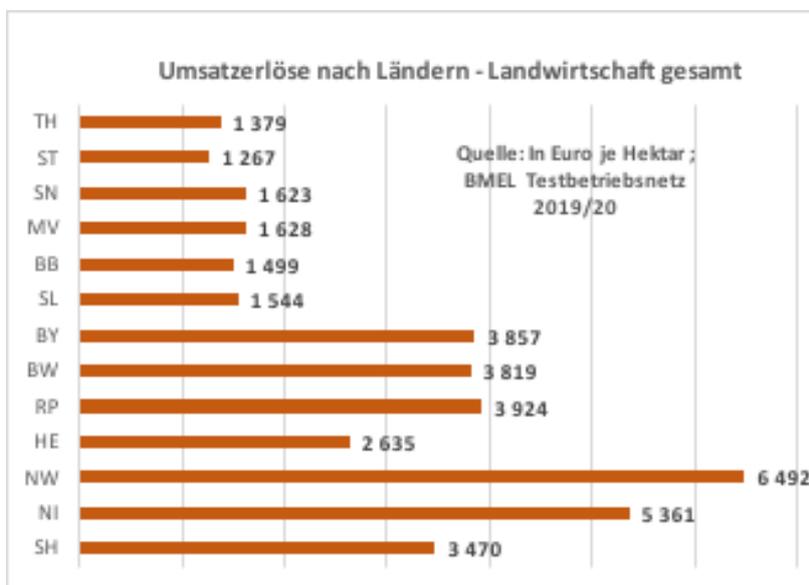


Abbildung 2: Umsatzerlöse pro Hektar in Deutschland (Landwirtschaft)



<https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/verdienen-bauern-meisten-geld-womit-regionen-580891>

Abbildung 3: Umsatzerlöse pro Hektar in Deutschland (Forstwirtschaft)

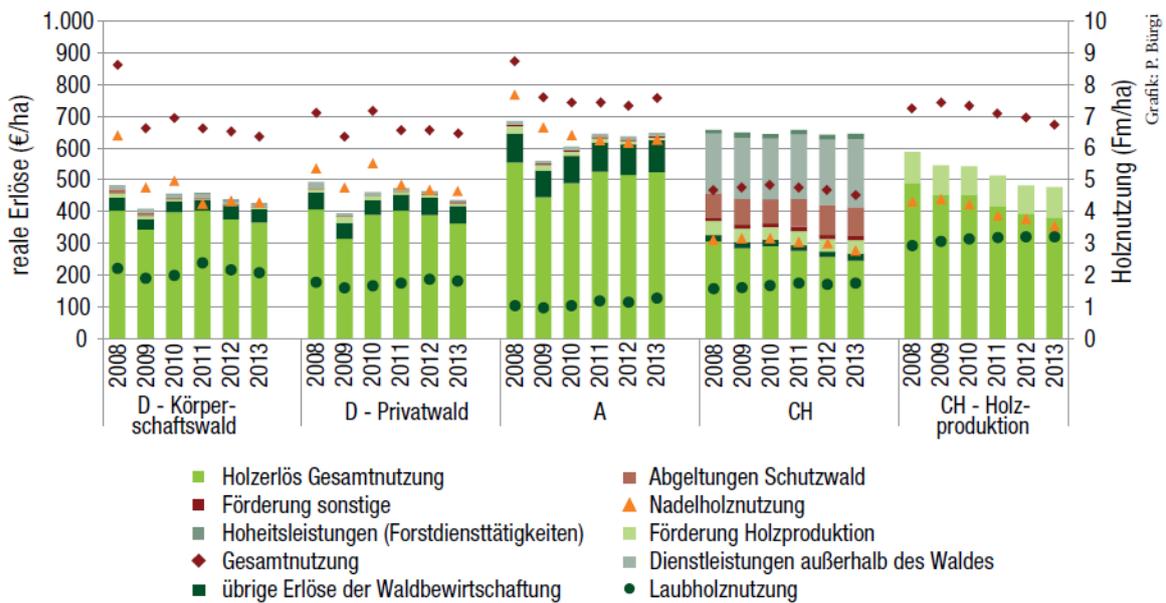


Abb. 1: Erlöse in der Waldbewirtschaftung, für Dienstleistungen und hoheitliche Aufgaben sowie Holznutzung in der DACH-Region 2008 bis 2013 (reale Werte, Basis = 2013; Wechselkurs 1,23 €/CHF Jahresmittelwert 2013, Quelle: [4])

Abbildung 4: Landwirtschaftlicher Flächenbedarf pro Person weltweit

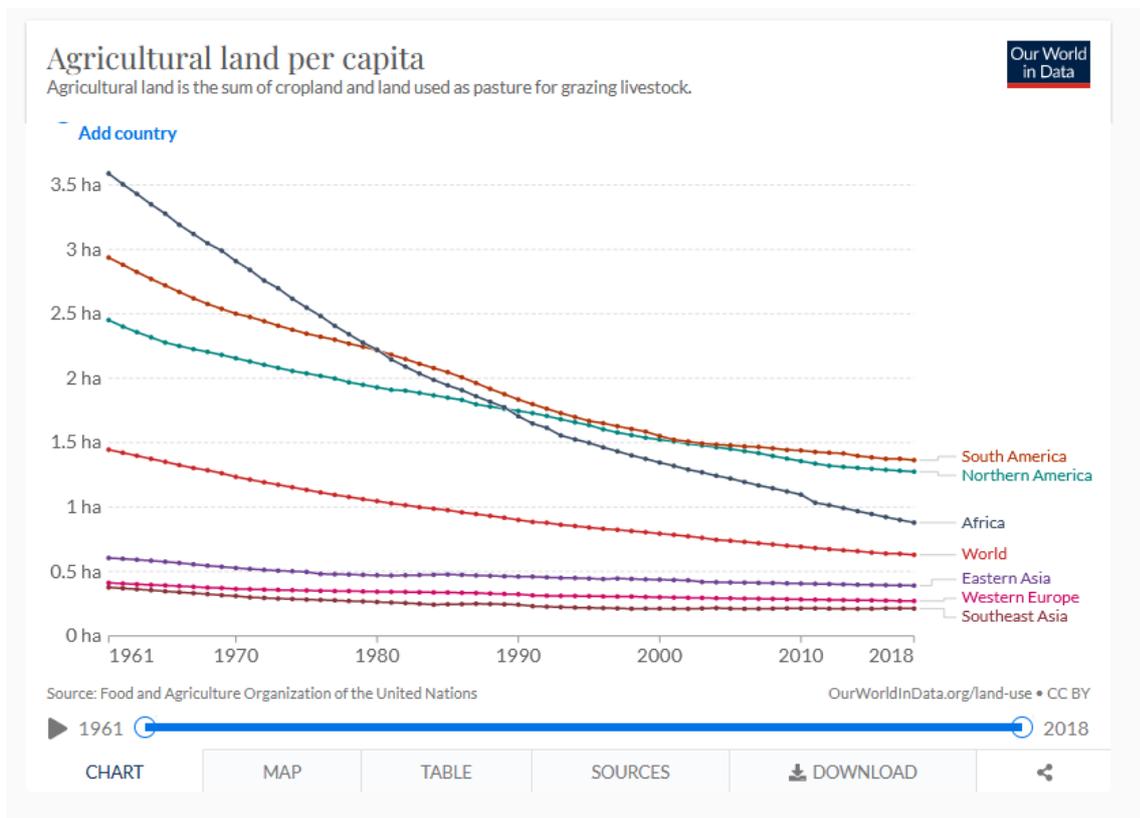


Abbildung 5: Landwirtschaftliche Flächenentwicklung weltweit

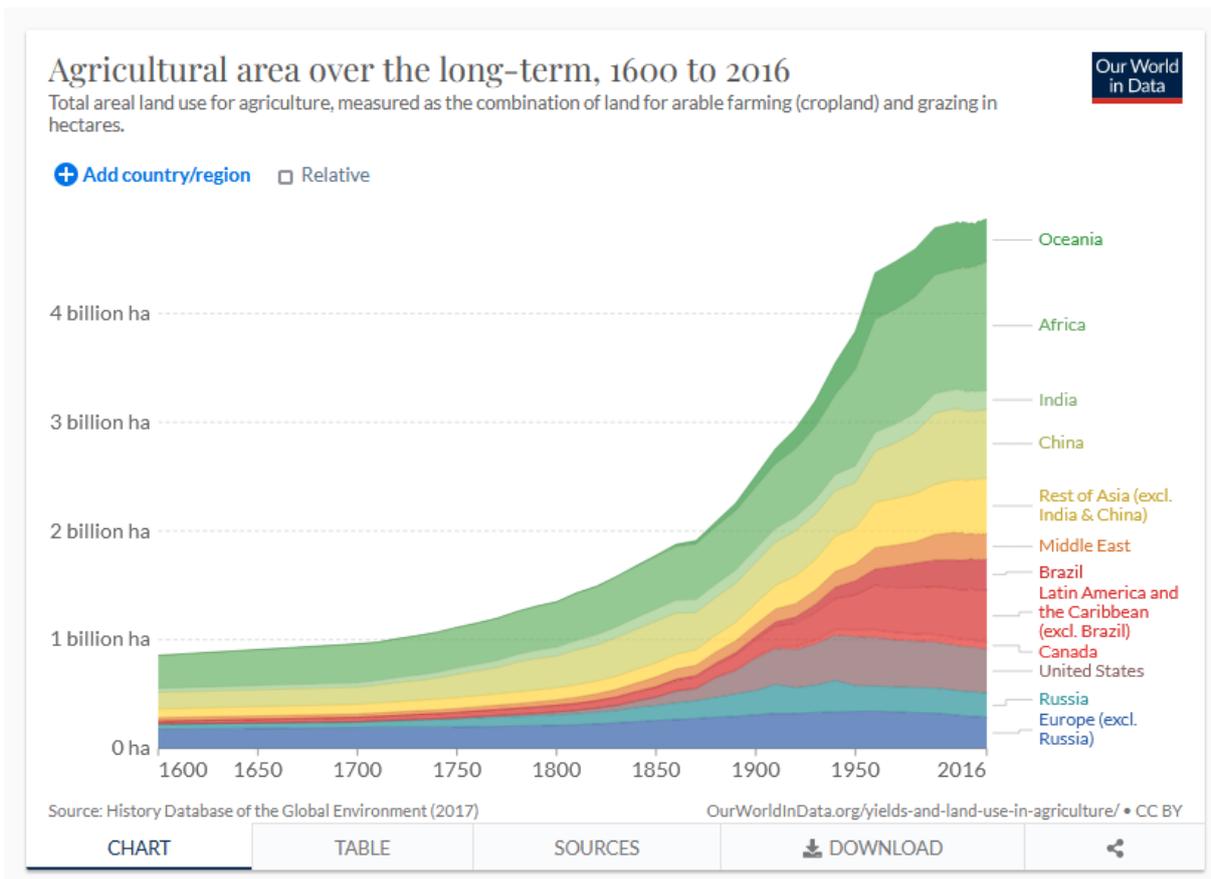


Abbildung 6: Mittlere spezifische Tageserträge von PV-Anlagen in Deutschland für 2020

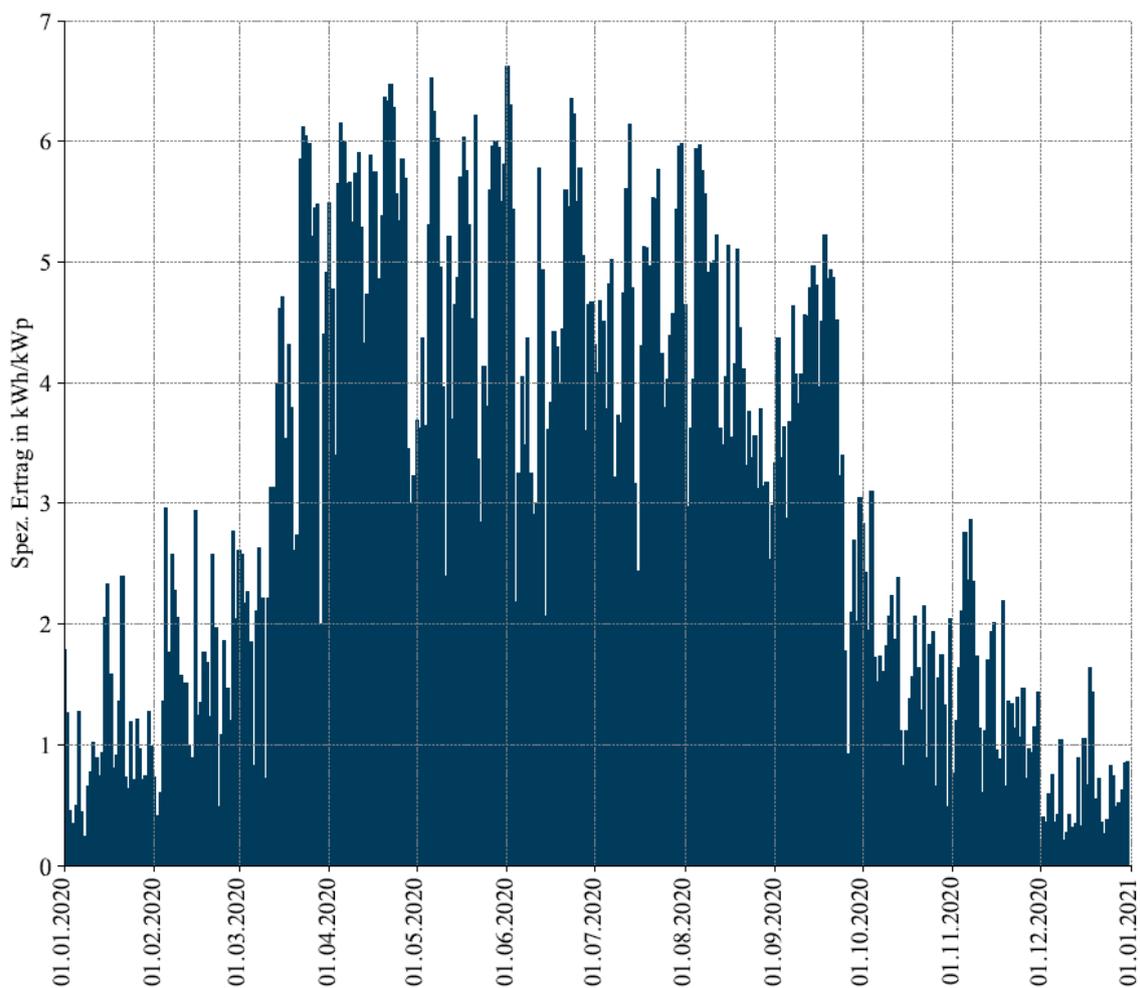


Abbildung 7: Lastprofile für die Elektromobilität bei ungesteuerten Laden

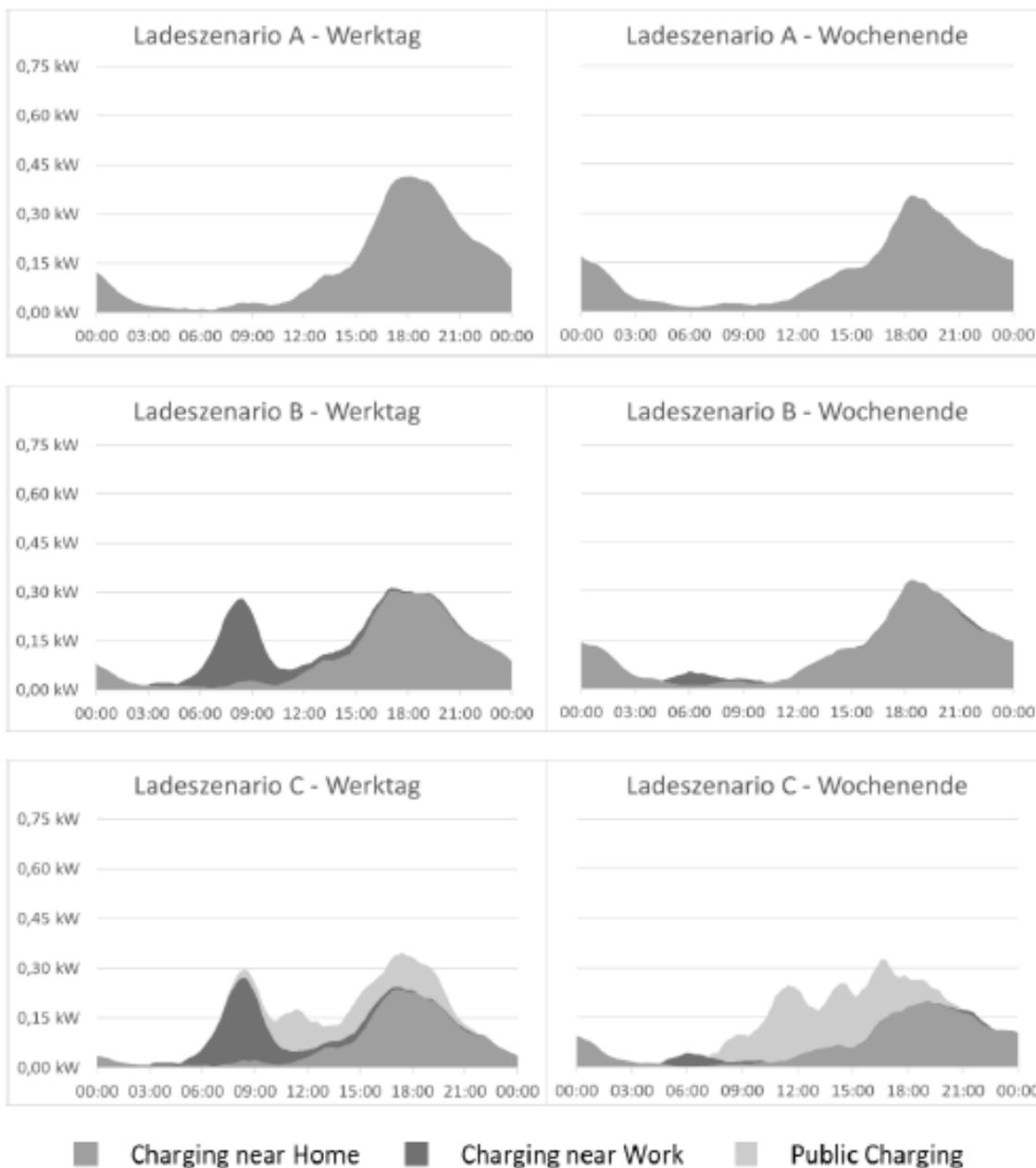


Abbildung 24: Standardlastprofile bei ungesteuertem Laden je Ladeszenario (Typ 1).

Abbildung 8: Rohstoffbedarf Elektromobilität

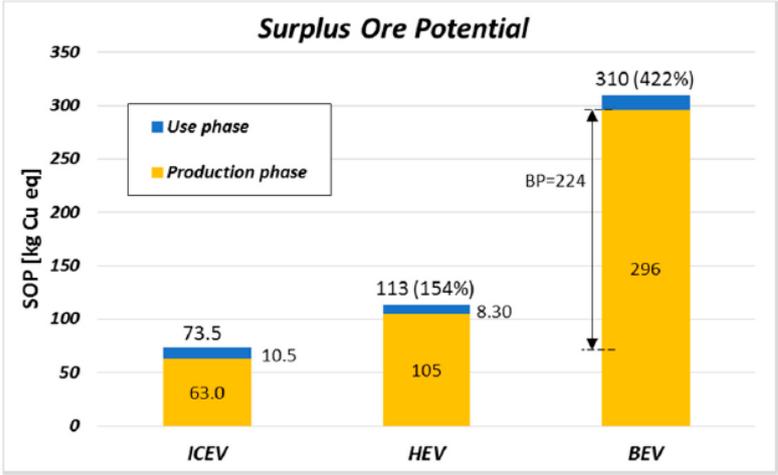


Figure 5. Mineral resource depletion related to the entire lifecycle of the three reference vehicles (BP = Battery Production).