**Gruppe 3 – Die Emissionen der Batterie**

Für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen bei der Batterieproduktion besteht das Problem, dass diese von vielen Herstellern als Betriebsgeheimnis behandelt werden. Dennoch gibt es einige Studien, die diese auf Basis eigener Untersuchungen angeben (vgl. Tabelle 2). Die Studie des ifo Instituts greift auf eine erste veröffentlichte Metastudie von 2017 zurück, also eine Studie, die bisherige Ergebnisse vieler anderer Studien vergleicht und einordnet. Diese bietet einerseits einen deutlich besseren Überblick, als es einzelne Studien ermöglichen und gibt dabei eine Spannweite an, in der die Emissionen während der Batterieproduktion üblicherweise liegen. Wie hoch die genauen Emissionen sind, hängt vor allem von der Herkunft des verwendeten Materials und des Stroms für die Produktion ab. Allerdings wurden für die Metastudie hauptsächlich Untersuchungen herangezogen, bei denen Autobatterien noch in geringer Stückzahl produziert wurden. Daher kritisieren einige später veröffentlichte Studien die ermittelten Werte als deutlich zu hoch, da die Emissionen im Schnitt bei größeren Produktionen sinken würden.

Das ifo Institut folgt diesem Argument nicht. Dies könnte damit begründet werden, dass die Massenproduktion von Elektroautos noch am Anfang steht und daher im Vergleich zu Diesel- und Benzinfahrzeugen von höheren Produktionsaufwand ausgegangen werden muss. Die TU Eindhoven konnten dagegen auf eine aktualisierte Version derselben Metastudie von 2019 zurückgreifen, die zum Zeitpunkt der Studie des ifo Instituts noch nicht veröffentlicht war. In dieser zeigt sich, was bereits vorab in einigen anderen Studien vermutet wurde. Die Treibhausgasemissionen bei der Batterieproduktion liegen deutlich niedriger als zuvor angenommen. Die Ergebnisse der Metastudien und die angenommenen Rechenwerte der Studien des ifo Instituts (2019) und der TU Eindhoven (2020) gliedern sich wie folgt:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Studie | Metastudie 2017 | Metastudie 2019 |
| Ermittelte Emissionen | 145 – 195 [kg CO2eq/kWh] | 61 – 106 [kg CO2eq/kWh] |
| Studie | ifo Institut | TU Eindhoven |
| Für die Berechnung genutzte Emissionen | 145 – 195 [kg CO2eq/kWh]  Ø 170 kg CO2/kWh | 61 – 106 [kg CO2eq/kWh]  Ø 75 [kg CO2eq/kWh] |

Tabelle 1: Emissionen bei der Batterieproduktion in CO2eq/kW

Ein wichtiger Unterschied der beiden Studien liegt auch in der angenommenen Lebensdauer der Batterien. Während das ifo Institut davon ausgeht, dass eine Batterie nach spätestens 150.000 km ersetzt werden muss, setzt die TU Eindhoven 250.000 km als Lebensdauer einer Batterie an. Bei einer höheren Lebensdauer der Batterie verteilen sich die Produktionsemissionen auf mehr Kilometer als bei einer geringen Lebensdauer. Die Emissionen pro Kilometer sinken entsprechend. Die Lebensdauer der Batterien und die hiermit verbundene Garantie werden von den Autoherstellern Volkswagen, Mercedes, Fiat und Nissan mit 160.000 km angegeben. Bei Tesla liegt diese bei einigen Modellen sogar bei 240.000 km. Erste empirische Studien zeigen, dass die Batterien in der Regel länger halten und teilweise sogar die Lebensdauer der Autos selbst übersteigen können. Jedoch ist die Studienlage hierzu noch begrenzt. Keine der beiden Studien berechnet jedoch die Emissionen des Recyclingprozesses, sowohl für die Autos als auch für die Batterien. Der Grund ist, dass gerade für letztere vielfach noch verlässliche Daten fehlen.

**Arbeitsaufträge:**

1. Erläutere die Bedeutung der ausgewählten Emissionsberechnung für die Datenlage der Studie.
2. Begründet, welchem Ansatz der beiden Studien ihr folgen würdet.
3. Entwickelt zusätzliche Möglichkeiten für einen Vergleich, die von den Studien nicht gewählt wurden.

**Gruppe 3: Zusatzinformationen**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Studienautoren | Lebenszyklus | Treibhausgasemissionen | Batteriekapazität |
| Notter et al. (2010) | 150.000 km | 52,6 kg CO2eq/kWh | 34 kWh |
| Hawkins et al. (2010) | 150.000 km | 187,5 kg CO2eq/kWh | 24 kWh |
| Bauer et al. 2015 | 240.000 km | 168 kg CO2eq/kWh | 25 kWh |
| Helms et al. 2016 | 168.000 km | 124 kg CO2eq/kWh | 27,3 kWh |
| Ellingsen et al. 2016 | 180.000 km | 120 kg CO2eq/kWh | 26,6 kWh |
| ADAC 2018 | 150.000 km | 129 kg CO2eq/kWh | 28 kWh |

Tabelle 2: Weitere Studienergebnisse zur Emission bei der Batterieproduktion

**Glossar**

|  |  |
| --- | --- |
| **Studienautoren** | Die Schreibweise Notter et al. (2010) oder Bauer et al. (2010) beinhaltet den Nachnamen des Erstautors (Notter), den Hinweis, das mehrere Autoren an der Studie beteiligt waren (et al. ist die Abkürzung für et alia, lateinisch für „und andere“) sowie die Jahreszahl der Veröffentlichung. Notter et al. (2010) bedeutet also, dass eine Person mit dem Nachnamen Notter zusammen mit anderen im Jahr 2010 die Studie veröffentlich hat. |
| **g CO2eq/km bzw. kg CO2eq/kWh** | Bei der Herstellung von Strom, Batterien und Fahrzeugteilen werden verschiedenste Treibhausgase mit unterschiedlichen Effekten auf den Klimawandel emittiert. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu schaffen, werden alle diese Treibhausgase in Kohlenstoffdioxidäquivalente umgerechnet. So entspricht beispielsweise die Erhitzungswirkung von 1g Methan der von 28g CO2. Die Einheit misst also alle entstehenden Treibhausgase in der Einheit Gramm CO2-Äquivalente pro gefahrenen Kilometer bzw. in Kilogramm CO2-Äquivalente pro kWh (Kilowattstunde) Stromkapazität der Batterie. In vielen Artikel wird häufig der Einfachheit halber der trotzdem der Begriff CO2 genutzt, auch wenn damit alle CO2-Äquivalente gemeint sind. |
| **Treibhausgasemissionen** | Hier wird angegeben, wie viele Kilo CO2-Äquivalente pro kWh Kapazität der Batterie emittiert werden. Die Daten hier weisen große Unterschiede auf, was unter anderem daran liegt, dass die Hersteller diese Angaben als Betriebsgeheimnis betrachten. Viele Studien mit besonders hohen Werten haben dabei Daten zur Grundlage, die vor der Massenfertigung von Batterien erhoben wurden. Durch diese Massenfertigung wurde es möglich, Batterien auch mit deutlich weniger Treibhausgasemissionen zu produzieren. |
| **Batteriekapzizät und Umrechnung** | Die Emissionen bei der Produktion einer Batterie sind von ihrer Leistung und den Kilowattstunden (kWh) abhängig, die die Speicherkapazität einer Batterie beschreiben. In den Studien des ifo Instituts und der TU Eindhoven werden diese Werte auf jeden gefahrenen Gramm (g) pro Kilometer (km) umgerechnet, damit sie mit den Emissionen des Treibstoffs vergleichbar werden. Die Umrechnung erfolgt dabei folgendermaßen: |

Zusatzaufgabe

1. Berechne die g/km Emission aller Studien aus Tabelle 2 und vergleiche sie mit den Ergebnissen des ifo Instituts und der TU Eindhoven