

Abstract zur Masterarbeit ökologische und soziale Nachhaltigkeitsbewertung von Li-Ionen Batterien für Elektrofahrzeuge

Ökologische und soziale Nachhaltigkeitsaspekte gewinnen neben kommerziellen Fakten im politischen, industriellen, finanziellen und privaten Bereich zunehmend an Bedeutung. Die Auswirkungen eines Produkts wie Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge auf die ökologische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit sind jedoch komplex miteinander verknüpft und schwer zu quantifizieren. Deshalb besteht die Notwendigkeit für eine systematische Nachhaltigkeitsbewertung mit wissenschaftlichen Methoden.

In der Masterarbeit erfolgt eine modelgestützte ökologische und soziale Nachhaltigkeitsbewertung von Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge. Dazu werden die Batterietypen NMC 111 und NMC 811 über ihren gesamten Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung bis zum Batterierecycling und der Entsorgung der Reststoffe betrachtet. NMC 111 ist für Elektrofahrzeuge weit verbreitet. NMC 811 besitzt gegenüber NMC 111 einen erhöhten Nickel- und reduziertem Kobaltanteil. Diese Zusammensetzung führt zu einer höheren spezifischen Speicherkapazität.

Aufgrund der Aktualität der Fragestellung kann in der wissenschaftlichen Literatur zum Zeitpunkt der Erstellung der Masterarbeit im zweiten Halbjahr 2022 noch keine kombinierte ökologische und soziale Nachhaltigkeitsbewertung der Batterietypen NMC 111 und NMC 811 gefunden werden.

Die ökologische Nachhaltigkeitsbewertung erfolgt als Ökobilanz. Die soziale Nachhaltigkeitsbewertung erfolgt als soziale Lebenszyklusanalyse. Als Software für die Modellierung dienen openLCA sowie die Datenbanken Ecoinvent 3.8 und PSILCA 3.

Mit der Ökobilanz und der sozialen Lebenszyklusanalyse werden die folgenden Forschungsfragen untersucht:

- Welche Auswirkungen auf die **Klimaänderung**, die **Bodenversauerung** und die **Erschöpfung metallischer Ressourcen** haben die Batterietypen NMC 111 und NMC 811 über ihren Lebenszyklus?
- Welche Risiken für **Kinderarbeit**, **tödliche Arbeitsunfälle** und **Verstöße gegen Arbeitnehmerrechte** verursachen die Batterietypen NMC 111 und NMC 811 über ihren Lebenszyklus?
- Welchen Einfluss hat **Batterierecycling** auf die ökologische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit?

Die Ökobilanz ergibt, dass die Verwendung von Strom aus dem konventionellen, deutschen Strommix in der Nutzungsphase unabhängig vom Batterietyp 70 % der gesamten Treibhausgasemission verursacht. Regenerative Energie senkt die Treibhausgasemission um 72 %. Der Verbrauch von Nickelsulfat und Kupfer bewirkt 40 % der SO₂-Emissionen zur Bodenversauerung. Der Einsatz von Mangansulfat, Kupfer und Nickelsulfat als primärer Rohstoff verursacht 78 % der Erschöpfung der metallischen Ressourcen.

Die soziale Lebenszyklusanalyse zeigt ein hohes Risiko für Kinderarbeit durch den Kobaltabbau in der DR Kongo. Der geringere Kobaltanteil der NMC 811 Batterie senkt das Risiko für Kinderarbeit um 54 %.

Aus den Ergebnissen des Modells werden in der Masterarbeit Handlungsempfehlungen abgeleitet:

Wissenschaft

In der Forschung an neuartigen Batteriematerialien ist neben der technischen Eignung auch die ökologische und soziale Nachhaltigkeit von Batterien zu berücksichtigen. Ein Forschungsobjekt, das durch Verzicht auf Kobalt und Nickel deren ökologischen und sozialen Belastungen eliminiert, ist die Lithium-Schwefel-Batterie.

Verbraucher

Eine deutliche Senkung der Treibhausgasemission ist durch eine regenerative Stromquelle in der Nutzungsphase erreichbar, da der Strommix der Nutzungsphase den größten Einfluss auf die Treibhausgasemission des Batterielebenszyklus hat. Aus der sozialen Lebenszyklusanalyse folgt für den Verbraucher, NMC 811 Batterien mit ihren geringeren sozialen Risiken zu bevorzugen.

Hersteller

Ökobilanz und soziale Lebenszyklusanalyse ergeben ein Potential zur Senkung der Belastungen durch Recycling von Altbatterien. Deshalb sind Investitionen in Forschung und Entwicklung von Recyclingverfahren und der Aufbau von Recyclingkapazitäten erforderlich.

Neuere Batterietypen wie NMC 811 erreichen ihre erhöhte spezifische Speicherkapazität durch einen erhöhten Nickelanteil im Kathodenmaterial. Damit durch den Mehrbedarf an Nickel die Bodenversauerung nicht ansteigt, muss in der Nickelproduktion anfallendes SO₂ mit einer Gaswäsche aufgefangen werden.

Zur Senkung der sozialen Risiken sind Eingriffe bei der Rohstoffgewinnung und der Herstellung der Zwischenprodukte am wirksamsten. Die Automobilhersteller können ihre Marktmacht durch den Bezug von Rohstoffen und Zwischenprodukte aus Ländern mit geringeren sozialen Risiken einsetzen oder Anreize für Verbesserungen in Risikoländern setzen. Da jedoch das Angebot der Rohstoffe und wesentlicher Zwischenprodukte auf wenige Lieferanten konzentriert ist und die Nachfrage nach Li-Ionen-Batterien stark steigt, ist die Durchsetzungsstärke der Automobilhersteller begrenzt.