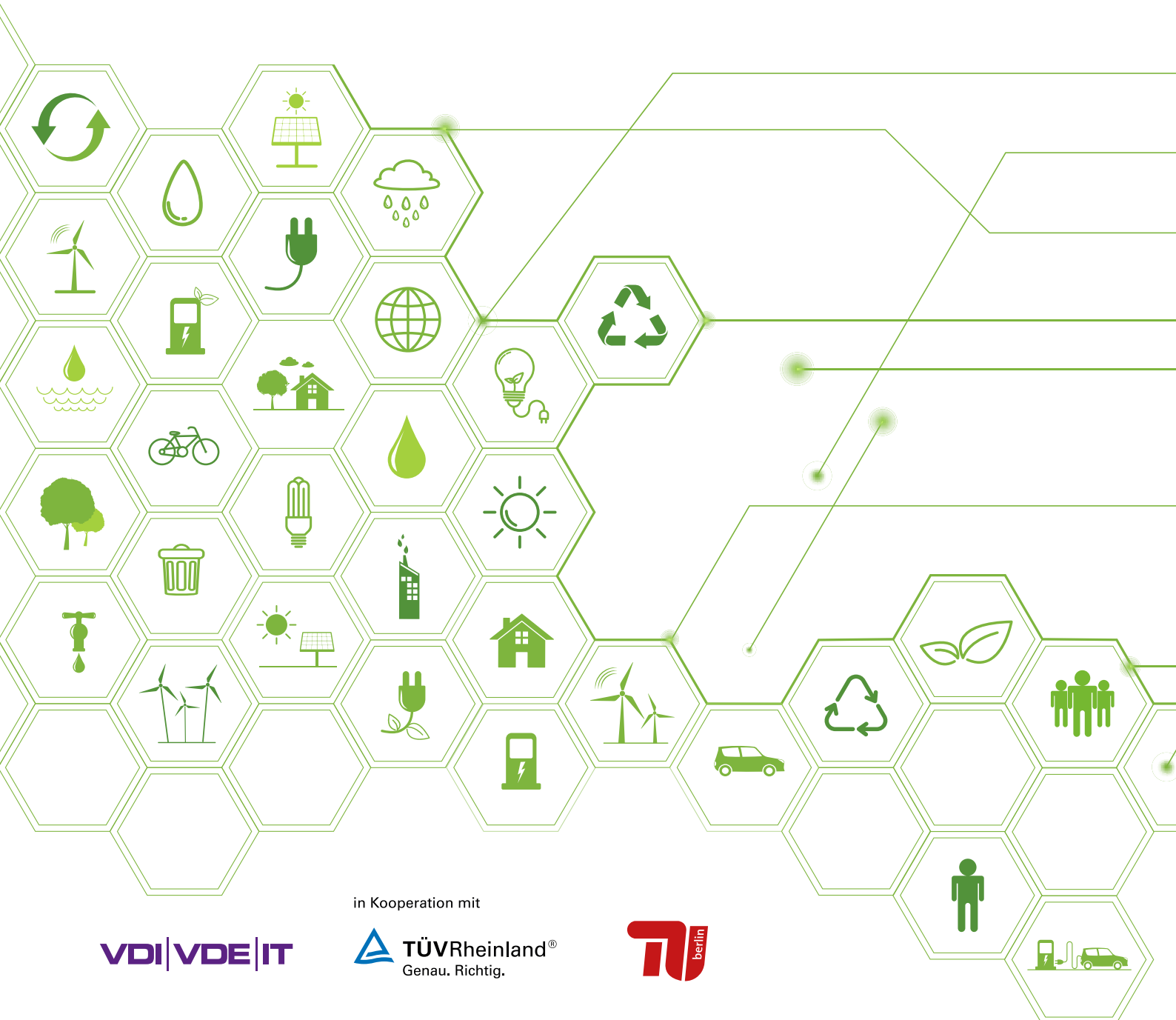


Messen von Nachhaltigkeit: Eine konsistente Metrik für nachhaltige Batterien

Welche Indikatoren sind relevant und welche Rolle spielt das
End-of-Life-Management in China?

Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung
im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz



in Kooperation mit

Herausgeber

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin

Autor:innen

Vera Beermann
Aiko Bünting
Frederik Vorholt
Frauke Bierau-Delpont
Mischa Bechberger
Roman Korzynietz
Arno Spreen

Redaktion

Mira Maschke
Isabel Martin
Stefan Wolf

Gestaltung

VDI/VDE-IT, Anne-Sophie Piehl

Berlin, Januar 2022

Bildnachweise

Titelseite: flyalone/AdobeStock
S. 2: malp/AdobeStock
S. 4; S. 8–14; S. 16–18; S. 21–24; S. 26–28:
AdobeStock/davooda, presentationload

in Kooperation mit

INHALT

Executive Summary	3
1 Messbarkeit der Nachhaltigkeit in der Batteriezellfertigung	4
2 Nachhaltigkeitsindikatoren für die Batterieindustrie	8
2.1 Die Nachhaltigkeitsindikatoren im Überblick	8
2.2 Steckbriefe der Nachhaltigkeitsindikatoren	8
3 Fallstudie: Nachhaltigkeit des Batterierecyclings in China	26
3.1 Politische Vorgaben zur Regulierung des Recyclings in China	27
3.2 Die chinesische Recyclingindustrie ist bereits weit entwickelt.....	27
3.3 Auswirkungen auf Europa	30
4 Ausblick	32
Literaturverzeichnis	33
Abbildungsverzeichnis	38
Abkürzungsverzeichnis	39

EXECUTIVE SUMMARY

Der Nachweis der Compliance mit Nachhaltigkeitsanforderungen in Batterieproduktion und -recycling mittels Indikatoren wird sowohl seitens des Gesetzgebers eingefordert als auch seitens der Wirtschaftsunternehmen benötigt. Die Schaffung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen und kreislauffähigen Batteriewertschöpfungskette in Europa bedarf der Sicherstellung gleicher Wettbewerbsbedingungen sowie der Gewährleistung eines Wettbewerbs, der nicht mehr nur auf den Preis, sondern auch auf Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit ausgerichtet ist. Dazu müssen Rahmenbedingungen durch Regularien vorgegeben und die Erfüllung von Nachhaltigkeitsanforderungen durch entsprechende Instanzen überprüft werden können. Hervorgerufen von den Regulatoren, aber auch von Kund:innen und Investor:innen, die zunehmend eine überprüfbare Nachhaltigkeit einfordern, ist der Handlungsdruck auf Unternehmen zuletzt stark gestiegen. Unternehmen werden immer stärker in die Pflicht genommen, ihre Produktion und Produkte nachhaltig zu gestalten bzw. herzustellen. Für den Nachweis einer nachhaltigen Produktion bzw. nachhaltiger Produkte sowie für die Konstituierung zielführender Rahmenbedingungen sind daher geeignete Indikatoren notwendig.

Zur Charakterisierung und Vergleichbarkeit der Nachhaltigkeit von Batterien und deren Produktion ist also eine einheitliche Nachhaltigkeitsmetrik erforderlich. Für viele Nachhaltigkeitsaspekte sind bereits Indikatoren entwickelt worden, jedoch sind nicht alle entwickelten Nachhaltigkeitsindikatoren für die Batterieindustrie gleichermaßen relevant und in der Praxis erprobt. Es zeigt sich, dass für die Oberthemen *Umweltauswirkungen, Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management, soziale Belange & Menschenrechte* sowie *Arbeitsbedingungen* grundsätzlich geeignete Indikatoren für die Messbarkeit der Nachhaltigkeit existieren. Diese Indikatoren sind zum Teil branchenunspezifisch und weitverbreitet. Andere wiederum haben einen stärkeren Branchenfokus und sind im Einzelfall bisher noch nicht in der Batterieindustrie operationalisiert.

Ein vergleichender Blick auf die chinesische Recyclingwirtschaft zeigt, dass dort eine Vielzahl von Maßnahmen zur Regulierung der Kreislaufwirtschaft und des End-of-Life-Managements verabschiedet wurden. Die dort zur Anwendung kommenden Indikatoren, wie z.B. Materialrückgewinnungsquoten, sind teilweise ähnlich ambitioniert wie diejenigen, die derzeit auf europäischer Ebene diskutiert und zeitnah eingeführt werden. Ein Großteil der Maßnahmen in China ist jedoch nicht bindend, so dass sie nicht vollumfänglich von der gesamten Recyclingindustrie umgesetzt werden. Einige der führenden Unternehmen sind allerdings vermutlich gut gerüstet, um auch den Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft der kommenden europäischen Batterieverordnung gerecht zu werden. Da die Verschärfung der europäischen Nachhaltigkeitsanforderungen jedoch weit über den Aspekt der Kreislaufwirtschaft hinausgeht, bleibt abzuwarten, ob chinesische Batteriezellen den Konkurrenzdruck auf dem EU-Binnenmarkt aufrechterhalten können.

1 MESSBARKEIT DER NACHHALTIGKEIT IN DER BATTERIEZELLFERTIGUNG

Eine einheitliche Nachhaltigkeitsmetrik ist notwendig für nachhaltige Batterien

Batterien sind eine entscheidende Schlüsseltechnologie für die klimapolitisch notwendige Transformation der Mobilität und Energieversorgung. Ihr Beitrag zum Übergang zu einer zukunftsfähigen, d.h. klimaschonenden, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft ist dann am größten, wenn die Batterien mit den geringstmöglichen Auswirkungen auf die Umwelt hergestellt werden und dabei Materialien Verwendung finden, die unter voller Achtung der Menschenrechte sowie sozialer und ökologischer Standards gewonnen und produziert werden. Damit diese Nachhaltigkeitsanforderungen an Produktion und Produkt nicht nur formuliert, sondern deren Einhaltung durch Regularien auch vorgegeben und durch Instanzen überprüft werden können, gilt: **Nachhaltigkeitsaspekte müssen messbar sein.** Aus dieser Forderung resultiert die Notwendigkeit einer entsprechenden Metrik, die eine nachvollziehbare und interoperable Bestimmung von Nachhaltigkeit per Indikatoren sicherstellt.

Für einen klimafreundlicheren Verkehr ist die Batterietechnologie ein ebenso wesentlicher Baustein wie für eine Aufrechterhaltung der Netzstabilität bei zunehmend größeren Anteilen an regenerativer Energieerzeugung. Entsprechend ist der globale Bedarf an Batteriezellen in den letzten Jahren stark angestiegen und wird sich zudem bis zum Ende dieses Jahrzehnts voraussichtlich mehr als verzehnfachen.¹ Damit einher geht eine **starke Zunahme des Bedarfs an Produktionsstätten für Batteriezellen.** In Europa werden erste neue Produktionsstandorte in Betrieb genommen, ein Großteil der angekündigten neuen Fabriken befindet sich derzeit im Aufbau oder in Planung. Neben den Herausforderungen der Etablierung eines neuen Industriezweigs bietet die sich aktuell vollziehende Ausbildung eines Batterie-Ökosystems aber auch die Chance zur Implementierung von Kriterien, die die **Nachhaltigkeit sowohl der Produktion als auch der Produkte entlang der gesamten Wertschöpfung sicherstellen** und somit den Beitrag von Batterien zu einer modernen Wirtschaft maximieren. Diese Kriterien quantifizierbar und



damit statuerbar zu machen, ist der Zweck entsprechender Indikatoren.

Regulatorische Anforderungen an Nachhaltigkeit werden verschärft

Auf europäischer Ebene wird die **Nachhaltigkeit als zwingende Notwendigkeit, aber auch als Wettbewerbsvorteil** gesehen. Denn Batterien stellen weder eine universelle Lösung für die klimaspezifischen Herausforderungen der Transformation von Verkehr oder Energieversorgung dar noch verfügen sie per se über eine positive Ökobilanz. Gleichwohl birgt die Batterietechnologie großes Potenzial, bei nachhaltiger Produktion zu einer Schlüsseltechnologie für emissionsarme Mobilität und Energiespeicherung zu werden. Im Hinblick auf eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Batterieherstellung werden zukünftig entsprechend hohe

1 Beermann, Vorholt, 2022

Nachhaltigkeitsanforderungen an Batterien gestellt werden, die in der EU in Verkehr gebracht werden. Eine Kernforderung ist, dass Batterien über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg nachhaltig, leistungsfähig und sicher sein müssen. Batterie(zelle)n, die diese Anforderungen erfüllen, können einerseits auf dem EU-Binnenmarkt in Verkehr gebracht werden und tragen andererseits auch zum Erreichen des im **Europäischen Green Deal** festgelegten Ziels der Klimaneutralität bis 2050 bei.²

Der **Entwurf der neuen europäischen Batterieverordnung** (BattVO-E) ist von entscheidender Bedeutung für die Schaffung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen und kreislauffähigen Batteriewertschöpfungskette in Europa. Neben transparenten Angaben zur Treibhausgasemission des Herstellungsprozesses sind im BattVO-E unter anderem auch Mindestanforderungen an die Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit von Batterien sowie einen Mindestgehalt an Recyclingrohstoffen formuliert.

Das Weltforum für die Harmonisierung von Fahrzeugvorschriften der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) erarbeitet derzeit eine Bestimmung in Form einer **Globalen Technischen Regelung** (GTR) der Vereinten Nationen. Diese sieht eine Verpflichtung der Fahrzeughersteller zur Bescheinigung einer Mindesthaltbarkeit der verbauten Traktionsbatterie vor.³ Durch diese Anforderungen an Batterien entlang ihres gesamten Lebenswegs tragen der BattVO-E und der UNECE-Regelungsentwurf, die voraussichtlich beide im Laufe des Jahres verabschiedet werden, zur Schaffung gleicher Wettbewerbsbedingungen bei. Darüber hinaus setzen sie **Anreize für einen nachhaltigeren Wettbewerb**, der nicht mehr nur vom Preis dominiert wird, sondern auf Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit ausgerichtet ist.

Im Sinne einer nachhaltigen Wertschöpfungskette werden Unternehmen zudem durch „Lieferkettengesetze“ verpflichtet, sich verstärkt mit der **Herkunft zugekaufter Produkte oder Dienstleistungen** auseinanderzusetzen und die Achtung von Menschenrechten sowie sozialer und ökologischer

Standards sicherzustellen. Entsprechende Gesetze auf nationaler Ebene haben bereits mehrere Staaten in Europa, wie die Niederlande, Frankreich und Großbritannien, auf den Weg gebracht oder bereits umgesetzt.⁴ In Deutschland wurde das nationale „Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten“ im Juli 2021 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht.⁵ Auf europäischer Ebene hat das Europäische Parlament im März 2021 den „Legislativbericht über menschenrechtliche und umweltbezogene Sorgfaltspflichten von Unternehmen“ verabschiedet und der Europäischen Kommission somit empfohlen, ein europäisches Lieferkettengesetz einzuführen. Am 1. Januar 2021 ist zudem die EU-Verordnung zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette bestimmter „Konfliktmaterialien“ in Kraft getreten, die darauf abzielt, für Transparenz und Sicherheit hinsichtlich der Lieferpraktiken von sog. Unionseinführern sowie von Hütten und Raffinerien zu sorgen, die bestimmte Rohstoffe aus Konflikt- und Hochrisikogebieten beziehen.⁶

Die verschärften regulatorischen Nachhaltigkeitsanforderungen tragen insgesamt zu dem Ziel bei, unter Einhaltung von Sorgfaltspflichten sowie sozialer und ökologischer Standards eine **Kreislaufwirtschaft für Batterierohstoffe und -komponenten** in Europa aufzubauen.

Kund:innen und Investor:innen stellen ebenfalls Nachhaltigkeitsanforderungen

Nachhaltigkeit ist zu einem strategischen Muss geworden. Für Batteriehersteller sowie für die Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette sollte Nachhaltigkeit nicht mehr nur eine regulatorische Anforderung sein, sondern zu einem elementaren Bestandteil der Unternehmensstrategie werden. Vor allem deshalb, weil die Nachhaltigkeitsanforderungen hinsichtlich Klimaschutz, Einhaltung von Menschenrechten und verantwortungsvollem Umgang mit Rohstoffen nicht nur seitens der Politik, sondern auch seitens Investor:innen, Kund:innen und Interessensgruppen stetig forciert werden.

Der Markt für Öko-, Fairtrade- oder Recyclingprodukte wächst seit Jahren. Allein der Umsatz von Biotextilien (Pri-

2 Europäische Kommission, 2019

3 UNECE

4 Oxfam

5 Bundestag, 2021

6 Europäische Union, 2017

vathaushalte) hat sich im Zeitraum von 2013 bis 2018 mehr als vervierzigfacht.⁷ Entsprechende Untersuchungen zeigen, dass es heute ein Geschäftsrisiko darstellt, diesen „Trend“ zu ignorieren.⁸ Interesse an einer Mess- und Nachweisbarkeit der Nachhaltigkeit von Produkten und Wertschöpfungsketten haben dementsprechend Kund:innen, die vermehrt nachhaltig produzierte Güter und Dienstleistungen anfragen und folglich **verlässliche Angaben zur Nachhaltigkeit** einfordern. Bei einer entsprechenden Umfrage gaben 79% der Befragten an, ihre Kaufpräferenzen auf der Grundlage sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Auswirkungen bereits geändert zu haben oder dies zumindest in Erwägung zu ziehen.⁹ Aber auch Investor:innen sind diesbezüglich zunehmend sensibilisiert. Larry Fink, CEO des weltgrößten privaten Anlegerfonds BlackRock, wird in dem jährlichen Brief an die Vorstände der größten Unternehmen der Welt 2020 sehr deutlich (s. Infobox): „Das Klimarisiko ist auch ein Anlagerisiko“.¹⁰ In der Global Investor Survey von PwC ga-

„Angesichts der wachsenden nachhaltigkeitsbezogenen Anlagerisiken sind wir zunehmend geneigt, Vorständen und Aufsichtsräten unsere Zustimmung zu verweigern, wenn ihre Unternehmen bei der Offenlegung von Nachhaltigkeitsinformationen und den ihnen zugrundeliegenden Geschäftspraktiken und -plänen keine ausreichenden Fortschritte machen.“

Larry Fink, CEO Blackrock

ben 79 % der befragten Investor:innen an, dass ökologische und soziale Nachhaltigkeitsrisiken wichtige Entscheidungsfaktoren für ihre Investmententscheidungen sind. 49 % der Investor:innen sind sogar gewillt, Kapital aus Unternehmen abzuziehen, die Nachhaltigkeitsanforderungen nicht nachkommen.¹¹



Abbildung 1: Übersicht über die globalen Ziele (Sustainable Development Goals, SDGs) für eine soziale, wirtschaftliche und ökologisch nachhaltige Entwicklung. (BMZ, a)

7 Umwelt Bundesamt, 2020
 8 Deloitte
 9 Kees et al., 2020
 10 Fink
 11 Chalmers et al, 2021

Der **Handlungsdruck auf Unternehmen steigt** also nicht nur seitens der Gesetzgeber, sondern auch seitens der Kund:innen und Investor:innen, die zunehmend eine überprüfbare Nachhaltigkeit einfordern.

Indikatoren sind für viele Nachhaltigkeitsaspekte bereits vorhanden

Die Definition unterschiedlicher Nachhaltigkeitsaspekte sowie Formulierungen bestimmter Indikatoren existieren bereits. Als Maxime gelten die in Abbildung 1 dargestellten globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs). Im Jahr 2015 hat die Weltgemeinschaft die Agenda 2030 mit dem Leitziel verabschiedet, weltweit menschenwürdiges Leben sicherzustellen.¹² Die 17 SDGs der Agenda 2030 umfassen ökonomische, ökologische und soziale Entwicklungsaspekte und richten sich an alle: Staaten, Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und jede und jeden Einzelnen. Den Stand der nachhaltigen Entwicklung im Sinne des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrades der Sustainable Development Goals erhebt in Deutschland das Statistische Bundesamt, wobei auf ein Set von insgesamt 231 Indikatoren zu sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekten der Nachhaltigkeit zurückgegriffen wird.

Aufgrund der Vielzahl an potenziellen Indikatoren wurden in dieser Studie die Quellen für die Identifikation der für die Batterieindustrie relevanten Indikatoren auf BattVO-E, Product Social Impact Life Cycle Assessment Database (PSILCA) sowie Leitlinien für die Berichterstattung über nicht finanzielle Informationen der EU KOM begrenzt. Die betrachteten Indikatoren sind tabellarisch zusammengefasst (Tabelle 1) und werden in Steckbriefen charakterisiert. Die Steckbriefe umfassen eine Kurzbeschreibung, die Angaben zur gebräuchlichen Einheit der Messgröße enthält und einen ggf. vorhandenen Bezug zu den SDGs herstellt. Zudem werden auch ggf. vorhandene Anwendungsbeispiele aus der Praxis aufgeführt, wodurch der Status der Operationalisierung der einzelnen Indikatoren beschrieben wird.

2 NACHHALTIGKEITSINDIKATOREN FÜR DIE BATTERIEINDUSTRIE

Nicht alle Nachhaltigkeitsindikatoren sind für die Batterieindustrie gleichermaßen relevant

Es existieren zahlreiche Nachhaltigkeitsindikatoren, wie die der **Sustainable Development Goals**. Mit 17 Zielen und 169 Unterzielen ist die Agenda 2030 sehr umfangreich und nicht alle festgelegten Entwicklungsziele bzw. Indikatoren weisen einen Bezug zu einer nachhaltigen und kreislauffähigen Batteriewertschöpfungskette auf.¹³

In der im Juni 2021 veröffentlichten Studie „Nachhaltigkeit der Batteriezellfertigung in Europa“ (Download) wurde eine Übersicht über den Status quo und die Perspektiven der Aspekte Klimaschutz, Industriepolitik, Kreislaufwirtschaft, Rohstoff-Governance, Wirtschaftlichkeit und Beschäftigung einer nachhaltigen Batteriezellfertigung in Europa aufgezeigt.¹⁴

Die vorliegende Studie liefert eine Übersicht über Nachhaltigkeitsindikatoren, die sowohl die vorgenannten Nachhaltigkeitsaspekte betreffen als auch für die Batteriezellfertigung relevant sind. Neben den relevanten Indikatoren zur Bestimmung des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrades der SDGs finden auch spezifisch auf die Batteriezellfertigung bezogene Indikatoren Berücksichtigung. Konkrete batteriebezogene Indikatoren werden im Entwurf der EU-Batterieverordnung genannt. Wichtige Beiträge zur Vervollständigung dieses Rahmenwerks an Nachhaltigkeitsindikatoren werden von internationalen Akteuren wie der ETIP Batteries oder der Global Battery Alliance (GBA) entwickelt. In diesem Kapitel wird ein Überblick über die für die Batteriewertschöpfungskette relevanten Indikatoren gegeben sowie weiterführende Information über diese bereitgestellt.

2.1 Die Nachhaltigkeitsindikatoren im Überblick

Die für die Batterieindustrie relevanten Indikatoren sind in Tabelle 1 nach den Oberthemen *Umweltauswirkungen, Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management, soziale Belange & Menschenrechte* sowie *Arbeitsbedingungen* als Übersicht gezeigt. Mittels der in Abbildung 2 dargestellten Piktogramme der einzelnen Wertschöpfungsstufen der Batterieindustrie wird zudem darauf hingewiesen, in welcher Wertschöpfungsstufe die jeweiligen Indikatoren schwerpunktmäßig Anwendung finden.

2.2 Steckbriefe der Nachhaltigkeitsindikatoren

Im Folgenden werden die in Tabelle 1 gezeigten, nach Oberthemen sortierten Nachhaltigkeitsindikatoren im Einzelnen in Form von Steckbriefen beschrieben. In diesen wird dargelegt, welche Parameter den jeweiligen Indikator definieren und in welcher Einheit dieser typischerweise angegeben wird. Zudem werden weiterführende Informationen angeführt und die Sustainable Development Goals benannt, für deren Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrad die jeweiligen Indikatoren herangezogen werden. Die exemplarisch aufgeführten Anwendungsfälle geben Aufschluss darüber, ob und wie intensiv der Indikator operationalisiert ist bzw. werden kann.

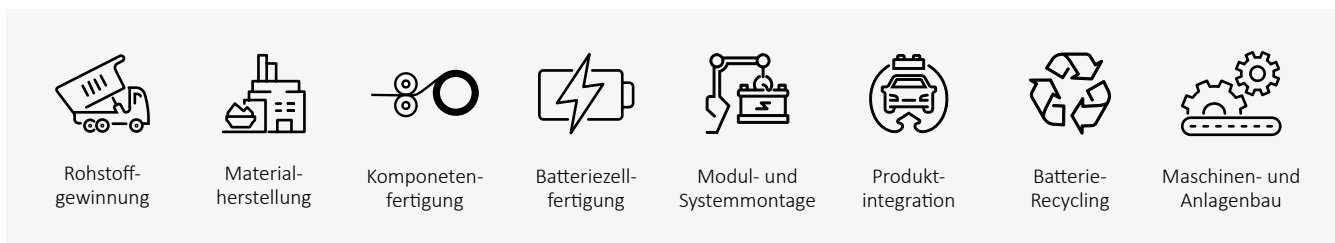


Abbildung 2: Wertschöpfungsstufen der Batteriezellfertigung und zugehörige Piktogramme.

¹³ BMZ, a

¹⁴ Bechberger et al., 2021





 Umweltauswirkungen	Wertschöpfungsstufe(n)
Energieeffizienz	
Energiebezug aus erneuerbaren Quellen	
Treibhausgasemissionen	
Abbau/Verbrauch natürlicher Ressourcen	
Wasserverbrauch	
Verwendung gefährlicher Stoffe	
 Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management	Wertschöpfungsstufe(n)
Recyclingeffizienzen	
Verwertungsquoten Sekundärrohstoffe	
Sammelziel/-quote für Batterien	
Gesundheitszustand (SoH) Batterie	
 Soziale Belange & Menschenrechte	Wertschöpfungsstufe(n)
Kinderarbeit	
Zwangsarbeit	
Gesundheit und (Arbeits-)Sicherheit	
Diskriminierung	
Arbeitsplätze (Beschäftigung)	
 Arbeitsbedingungen	Wertschöpfungsstufe(n)
Arbeitszeiten, Ausbildung, gerechter Lohn, Rechte der Arbeit-nehmer:innen, Sozialleistungen	

Tabelle 1: Überblick über die Nachhaltigkeitsindikatoren je Oberthema (farblich codiert) und die schwerpunktmäßig betroffenen Stufen der Wertschöpfungskette der Batteriezellfertigung.



Umweltauswirkungen

2.2.1 Umweltauswirkungen

Für eine nachhaltige Fertigung von Batteriezellen müssen direkte sowie indirekte Umweltauswirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette so gering wie möglich ausfallen. Von hoher Relevanz ist dabei der Umgang mit Rohstoffvorkommen und der Ressource Wasser direkt, aber auch indirekt bei Rohstoffgewinnungs- und Produktionsprozessen. Neben der Emission klimaschädlicher Gase haben auch Aspekte wie Energieeffizienz und die Art des Energiebezugs bei zahlreichen Prozessschritten der Wertschöpfung einen entscheidenden Einfluss auf deren jeweilige Umweltauswirkung.¹⁵

Die unter dem Oberthema Umweltauswirkungen angeführten Indikatoren leisten einen entscheidenden Beitrag zur Ermittlung des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrads verschiedener SDGs, die in Abbildung 3 dargestellt sind. Die Indikatoren im Bereich der Umweltauswirkungen zeichnen sich durch eine vergleichsweise gute Messbarkeit aus. An-

hand entsprechender Grenzwerte oder bezifferter Mindestanforderungen können klar messbare und überprüfbare Zielvorgaben entwickelt bzw. verfolgt werden.

Energieeffizienz

Typische Einheit(en): Wirkungsgrad [%]



Kurzbeschreibung

Allgemein beschreibt die **Energieeffizienz** den zum Erreichen eines festgelegten Nutzens notwendigen (Energie-) Aufwand. Die (technische) Energieeffizienz wird meist als Wirkungsgrad (η) dimensionslos bzw. in Prozent angegeben. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis der nutzbaren Leistung bzw. Energie zur aufgewendeten Leistung bzw. Energie.¹⁶

	3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN	6 SAUBERES WASSER UND SANITÄR-EINRICHTUNGEN	7 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE	9 INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR	11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN	12 NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION	13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ	15 LEBEN AN LAND
Energieeffizienz			✓	✓				
Energiebezug aus erneuerbaren Quellen			✓	✓	✓		✓	
Treibhausgasemissionen			✓	✓	✓		✓	
Abbau/Verbrauch natürlicher Ressourcen						✓		
Wasserverbrauch		✓				✓		✓
Verwendung gefährlicher Stoffe	✓					✓		

Abbildung 3: Bezug der Indikatoren im Bereich der Umweltauswirkungen zu den SDGs.

15 Bechberger et al., 2021

16 Europäische Union, 2012a

Der Indikator Energieeffizienz zahlt auf die Ziele von SDG 7 (bezahlbare und saubere Energie) und SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur) ein. SDG 7 fordert in Bezug auf die Energieeffizienz, dass Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die weltweite Energieeffizienz zu verdoppeln.^{17,18} SDG 9 zielt auf technologischen Fortschritt und Innovation ab, was wiederum die Grundlage für gesteigerte Energieeffizienz darstellt.¹⁹

Operationalisierung

Der Indikator **Energieeffizienz** findet bereits breite Anwendung in Form von Energieeffizienzklassen/Labels, beispielsweise im Bereich von Elektrogroßgeräten (z. B. Kühlschränke, Waschmaschinen).^{20,21}

Die **EU-Klima- und Energiepolitik** (EU Energy efficiency targets) sieht eine grundsätzliche Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 32,5 % im Vergleich zu den Projektionen des erwarteten Energieverbrauchs bis 2030 vor.^{22,23}

Im Entwurf der **EU-Batterieverordnung** wird gefordert, dass die Batterieherstellung u. a. eine höhere Energieeffizienz aufweisen soll. Eine batteriespezifische Angabe zur Energieeffizienz (d. h. die zur Produktion einer Einheit Batterie-Speicherkapazität aufgewendete Energiemenge, also $\text{kWh}_{\text{Speicher}}/\text{kWh}_{\text{Aufwand}}$) soll zukünftig im digitalen Batteriepass nachgehalten werden, der in diesem Zusammenhang auch Auskunft über den CO₂-Fußabdruck über den gesamten Lebenszyklus gibt.

Für alternativ angetriebene Fahrzeuge spielt die Energieeffizienz auch bei der Bewertung der Antriebseffizienz eine Rolle, d. h. wieviel der zugeführten Energie tatsächlich in kinetische Energie umgesetzt wird. Für die Umsetzung in 1 kWh mechanische Bewegungsenergie müssen für batterieelektrische Fahrzeuge (BEVs) 1,4 kWh, für brennstoffzellenbetriebene

Fahrzeuge (FCEVs) 2,8 kWh und für Verbrennungsmotoren, die mit synthetischem Kraftstoff betrieben werden, 8,7 kWh erneuerbare Energie bereitgestellt werden.²⁴ Entsprechend ist ein BEV deutlich energieeffizienter als andere alternative Antriebstechnologien.

Energiebezug aus erneuerbaren Quellen

Typische Einheit(en): Anteil erneuerbarer Energien [%]



Kurzbeschreibung

Der Indikator **Energiebezug aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen** beschreibt den Anteil an Energie, die für einen betrachteten Prozess, z. B. die Herstellung eines Produkts, benötigt wird und aus regenerativen Quellen stammt. Der Anteil erneuerbarer Energien wird in Prozent angegeben und ergibt sich aus dem Verhältnis von dem Einsatz erneuerbarer Energien zum Gesamtenergieeinsatz. Dieser Indikator ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette anwendbar und von hoher Relevanz, da die Energieerzeugung aus fossilen Quellen einen erheblichen Teil der Treibhausgasemission in Produktionsprozessen verursacht.²⁵ In jedem (Prozess-)Schritt sollte der Energieeinsatz möglichst gering ausfallen (s. Indikator Energieeffizienz) und zu größtmöglichen Anteilen durch Energie aus erneuerbaren Quellen, wie z. B. Wind-/Solarenergie, gedeckt werden. Je höher der Anteil erneuerbarer Energien, desto nachhaltiger ist die Produktion in Bezug auf THG-Emissionen.

Der Indikator Energiebezug aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen zahlt auf SDG 7 (bezahlbare und saubere Energie), SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), SDG 11 (nachhaltige Städte und Gemeinden) und weiterfüh-

17 König, 2021

18 BMZ, b

19 UNRIC, a

20 Umwelt Bundesamt, 2021

21 Europäische Union, 2019

22 Europäische Kommission, 2021

23 Europäische Union, 2012a

24 Bechberger et al., 2021

25 Bechberger et al., 2021

rend auch auf SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) ein.²⁶ SDG 11 adressiert in diesem Zusammenhang das Ziel, die von Städten ausgehenden Umweltbelastungen mit Fokus auf Luftqualität zu minimieren.

Operationalisierung

Derzeit werden zahlreiche **neue Produktionsanlagen** für die Herstellung von Batterien errichtet. Eine Batteriezellfabrik benötigt derzeit etwa 40 bis 50 GWh Energie pro GWh Speicherkapazität der produzierten Batteriezellen.²⁷ Die Nutzung erneuerbarer Energien ist ein bedeutender Hebel für die Nachhaltigkeit. Bereits bei der Standortwahl sollte die Versorgungsmöglichkeit mit erneuerbaren Energien berücksichtigt werden. Entsprechend sollte bei Planung und Bau von Produktionsanlagen die Vor-Ort-Erzeugung erneuerbarer Energien evaluiert werden. Beispielsweise können die Dächer großer Produktionshallen mit Photovoltaikanlagen ausgestattet oder entsprechende Lieferverträge geschlossen werden. Um die Nutzung von erneuerbaren Energien zu beschleunigen und Treibhausgasemissionen zu reduzieren, haben sieben deutsche Bundesländer beispielsweise bereits eine Photovoltaikpflicht für Dachanlagen beschlossen. Diese Pflicht betrifft insbesondere Unternehmen, die neue Nichtwohngebäude und größere Parkplätze errichten. Teilweise greift die Pflicht aber auch bei Wohngebäuden oder bei der Sanierung von Dächern von Bestandsgebäuden.²⁸ Im Koalitionsvertrag „MEHR FORTSCHRITT WAGEN“ zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP) vom November 2021 wird festgehalten, dass bei Neubau gewerbliche **Dachflächen** verpflichtend für die **Gewinnung von Solarenergie** genutzt werden sollen.²⁹

Treibhausgasemissionen

Typische Einheit(en):

Masse an THG [g/kWh oder g/kg_{Rohstoff}]



Kurzbeschreibung

Der Indikator **Treibhausgasemissionen** umfasst alle THG-Emissionen, die in Prozess- und Produktionsschritten eines Unternehmens entstehen. Dabei müssen sowohl direkte Emissionen, die vor Ort verursacht werden, als auch indirekte Emissionen, die durch vorgelagerte Prozesse oder erworbene Rohstoffe, Bauteile oder Energie entstehen, berücksichtigt werden. Die Masse an THG kann in g oder kg pro entstehende kWh Batteriekapazität oder pro kg hergestellten Rohstoff angegeben werden.

Dieser Indikator ist stark mit den Indikatoren „Energieeffizienz“ sowie „Energiebezug aus erneuerbaren Quellen“ verknüpft und wird oftmals auch als „**CO₂-Fußabdruck**“ bezeichnet.

Der Indikator Treibhausgasemissionen zählt ebenso wie der Indikator „Energiebezug aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen“ auf SDG 7 (bezahlbare und saubere Energie), SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), SDG 11 (nachhaltige Städte und Gemeinden) und weiterführend auch auf SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) ein.^{30,31}

Operationalisierung

Die THG-Emissionen der Batteriezellfertigung resultieren zumeist aus der **Energiebereitstellung** für verschiedene Prozessschritte in der Wertschöpfungskette sowie dem Gesamtenergiebedarf der Zellproduktion. Dabei beeinflussen neben der Energieeffizienz vor allem der Produktionsstandort und die lokal bzw. regional vorhandene Energiebereitstellung die

26 Bayerischer Industrie- und Handelskammertag e.V., 2020

27 Jinasena et al., 2021

28 Kühl, Petruschke

29 SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, FDP, 2021

30 Bayerischer Industrie- und Handelskammertag e.V., 2020

31 BMZ, c

Emissionsbilanz.³² Zur Bilanz der THG-Emission tragen u. a. auch Prozessemissionen bei, die beispielsweise während der **Minenarbeit** entstehen. Diese können aber oftmals durch den Abbau von Rohstoffen aus anderen Quellen, durch die Verwendung anderer Verfahren oder durch Substitution der Rohstoffe reduziert werden. Eine weitere Reduktionsmöglichkeit besteht darin, **Prozessgase zu binden oder abzufangen** und diese nicht in die Umwelt entweichen zu lassen.^{33,34,35}

Eine **Elektrifizierung** von Prozessschritten oder der Umstieg auf **nachhaltige Energieträger**, wie beispielsweise grünen Wasserstoff, trägt zudem dazu bei, den CO₂-Fußabdruck vieler Fertigungsprozesse zu reduzieren.³⁶ Jedoch sollte bei der Elektrifizierung von Prozessen von Anfang an auf eine Versorgung mittels regenerativer Energien gesetzt werden. Eine Elektrifizierung von Industrieprozessen findet bereits durch den Einsatz von Wärmepumpen und Elektrodenkesseln zur Warmwasser- und Dampferzeugung oder durch die Nutzung von Lichtbogenöfen in der Metallherzeugung statt.

In Bezug auf die Batteriezellfertigung findet der Indikator Anwendung in dem **BattVO-E**, der zunächst eine Informationspflicht und dann eine Erhöhung der Anforderungen an den CO₂-Fußabdruck in Form eines Grenzwerts vorsieht. Aufgrund der großen Bedeutung von THG-Emissionen für die Nachhaltigkeit der Batteriezellfertigung ist dieser Indikator einer der ersten KPIs, der im Rahmen des **Battery Passports der Global Battery Alliance** (GBA) implementiert werden soll.^{37,38}

Weitere Anwendung findet der Indikator u. a. bei der Formulierung von Zielen zur Begrenzung von THG-Emissionen in der EU und Deutschland, wie beispielsweise bei der Benennung konkreter CO₂-Einsparziele im Verkehrssektor und der Anfang 2021 in Kraft getretenen CO₂-Bepreisung von Energieträgern im Verkehr.

Abbau/Verbrauch natürlicher Ressourcen

Typische Einheit(en): Anteil [%]; Gewicht [kg]



Kurzbeschreibung

Der Indikator **Abbau bzw. Verbrauch natürlicher Ressourcen** beschreibt die Menge eines abgebauten natürlichen Rohstoffs, die in einem in Verkehr gebrachten Produkt, wie bspw. einer Batterie, enthaltenen ist. Diese Menge wird entweder als relative Angabe in Prozent oder als absolute Gewichtangabe zumeist in kg angegeben.

Die Angabe zum Umfang der entnommenen natürlichen Ressourcen für die Produkte und Geschäftstätigkeit eines Unternehmens ist von entscheidender Bedeutung. In einer sogenannten Ökobilanzierung können Unternehmen die Umweltwirkungen ihrer wirtschaftlichen Aktivitäten darstellen (Input-Output-Bilanz). Hinsichtlich der Ziele der nachhaltigen Entwicklung zählt der Indikator auf das SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) ein.

Operationalisierung

Die EU formuliert eindeutige Vorgaben für Unternehmen zur Einhaltung der **Sorgfaltspflicht in Lieferketten** zwecks Minderung von Umweltrisiken im Zusammenhang mit Rohstoffen für die Batterieherstellung. Konkrete Verpflichtungen und Systeme zur Erfüllung der Sorgfaltspflicht in der Lieferkette für Wirtschaftsakteure, die Batteriespeicher mit einer Kapazität von mehr als 2 kWh in den Verkehr bringen, werden schwerpunktmäßig in den Artikeln 39 und 72 der Verordnung (EU) 2019/1020 adressiert.³⁹ Auch die **Vereinten Nationen** haben Richtlinien und Handlungsempfehlungen zum nachhaltigen Rohstoffabbau veröffentlicht, in denen

32 Bechberger et al., 2021

33 Wittpahl, 2020

34 IEA

35 Kretschmer

36 Wittpahl, 2020

37 GBA, 2020

38 World Economic Forum, 2019

39 Europäische Union, 2020

u.a. festgehalten wird, dass neben dem Umweltmanagement auch Menschenrechts-, Arbeits- und Konfliktrisiken im Bergbau, einschließlich der kontinuierlichen Transparenz und Korruptionsbekämpfung von entscheidender Bedeutung sind.⁴⁰

Wasserverbrauch

Typische Einheit(en):

Entnahme Wasser in Kubikmetern [m³]

Wasserfußabdruck [m³/a]



Kurzbeschreibung

Der **Wasserverbrauch**, auch Wasserfußabdruck genannt, ist ein Indikator für den Verbrauch der Ressource Wasser. Anhand dieses Indikators kann eine Angabe zu dem direkten und indirekten Verbrauch von Wasser bezogen auf einen Prozess, ein Produkt, ein Unternehmen, einen Sektor, ein Land oder eine Privatperson gemacht werden. Betrachtet werden dabei sowohl der direkte **Verbrauch als auch die Verschmutzung von Wasser** während eines gesamten Zyklus – zumeist von der Lieferkette bis zu den Endverbraucher:innen. Der Indikator Wasserverbrauch zählt auf die SDG 6 (sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen), SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) und SDG 15 (Leben an Land) ein.^{41,42,43} Dabei werden in SDG 6 vor allem die Ziele der effizienten Nutzung der Ressource Wasser und die Wiederaufbereitung adressiert. Für SDG 12 zielt der Indikator vor allem auf die nachhaltige und effiziente Nutzung von Rohstoffen ab und SDG 15 fokussiert die Erhaltung von Lebensräumen und die Bekämpfung von Wüstenbildung.

Operationalisierung

Zur Einordnung des Wasserfußabdrucks wird das gebrauchte Wasser in Kategorien eingeteilt: Grün (natürlich vorkommendes Boden- und Regenwasser), Blau (Grund- oder Oberflächenwasser), Grau (durch den Herstellungsprozess verschmutztes Wasser).

Der Wasserfußabdruck wurde von Arjen Hoekstra am Unesco Institute for Water Education (Unesco-IHE) als Messgröße für die Menge an Wasser entwickelt, die für die Produktion von Waren und Dienstleistungen entlang der gesamten Lieferkette verbraucht bzw. verschmutzt wird. Außerdem gründete Hoekstra das **Water Footprint Network** (WFN) als gemeinnütziges Multi-Stakeholder Netzwerk. Ziel des WFN ist es, ein Netzwerk für den Austausch zu schaffen, eine Bewusstseins-schärfung für die Ressource Wasser herbeizuführen, entsprechende Kapazitäten aufzubauen, Wissen und Daten zu verbreiten und entsprechend Einfluss auf Politik und Praxis zu nehmen. Außerdem werden gemeinsam mit den Partnern Aktivitäten und Herangehensweisen zum optimierten Umgang mit der Ressource Wasser initiiert.

In dem Entwurf der **EU-Batterieverordnung** wird verfügt, dass in den Lieferketten verbindliche Strategien zur Erfassung der Umweltrisiken und -auswirkungen aufgenommen werden müssen. Dabei wird insbesondere der Wasserverbrauch erwähnt. Der Indikator Wasserverbrauch dient zur Erfassung der diesbezüglichen Umweltrisiken.

Ein etablierter Indikator ist der Wasserverbrauch in der **Textilindustrie**, in der er seit Jahren praktische Anwendung findet und beispielsweise in Zertifikate wie dem „Blauen Engel“ mit einfließt.⁴⁴

Verwendung gefährlicher Stoffe

Typische Einheit(en):

Menge [Liter oder kg pro Endprodukt]



Kurzbeschreibung

Das Nachhalten der **Verwendung gefährlicher Stoffe** ist für viele Prozessschritte relevant, da beispielsweise in Reinigungs- oder Extraktionsschritten vielfach Chemikalien und Hilfsstoffe verwendet werden, die oftmals **gesundheits- oder umweltschädlich** sind. Die Verwendung gefährlicher

40 United Nations, 2019

41 BMZ, d

42 BMZ, e

43 BMZ, f

44 Bundesregierung, 2020

Stoffe wird als Menge Liter oder Kilogramm pro Endprodukt angegeben. Neben dem direkten Einsatz solcher Stoffe fallen gefährdende Stoffe jedoch oft auch als Nebenprodukte in Prozessen an. Der Einsatz von **Prozesschemikalien** und anderen gefährlichen Stoffen sollte daher eingehend auch in Hinblick auf nachhaltigere Alternativen oder veränderte Prozessführung überprüft werden. Auch sollten Prozesse gut verstanden und kontrolliert sein, um Risiken durch anfallende **Nebenprodukte** zu minimieren und angemessene Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Der Indikator zählt auf die SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen) und SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) ein. Zur Erreichung von SDG 3 adressiert der Indikator insbesondere das Unterziel, dass die durch gefährliche Chemikalien sowie der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden hervorgerufene Anzahl an Todesfällen verringert werden muss.⁴⁵ SDG 12 fordert, dass der Umgang mit Chemikalien umweltverträglicher zu gestalten ist.

Operationalisierung

Durch Verwendung des Indikators **Verwendung gefährlicher Stoffe** sind Unternehmen in der Lage darzulegen, wie erfolgreich die zur **Vermeidung gefährlicher Chemikalien**, besorgniserregender Stoffe oder biozider Wirkstoffe ergriffen Maßnahmen im Hinblick auf deren Vorkommen in Produkten, Geschäftsabläufen und Lieferkette sind. Bereits existierende Vorgaben zur Kennzeichnung chemischer Stoffe, wie z. B. **REACH** und **CLP-Einstufung**, sollten in diesem Zusammenhang global verpflichtend und konsequent angewandt werden.⁴⁶ Die Verordnungen REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) und CLP (Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) sind beide auf Chemikalien anzuwenden und gültiges EU-Recht. REACH zielt auf die Bewertung und Risikominimierung ab, die von chemischen Stoffen für Mensch und Umwelt ausgeht, während CLP die Kennzeichnung und Verpackung chemischer Stoffe regelt. Die Beweislast und Verpflichtung, diese Verordnungen zu befolgen, tragen nicht nur Unternehmen der chemischen Industrie, sondern alle Unternehmen, die mit potenziellen Gefahrenstoffen arbeiten.⁴⁷

In Ländern mit **Umweltvorschriften**, die eine Verwendung gefährlicher Stoffe regulieren, können durch besorgniserregende Stoffe verursachte Probleme teilweise entschärft werden. Allerdings wird aus Ländern mit unzureichenden Umweltvorschriften und niedrigeren Strafen für deren Missachtung immer wieder über Fälle berichtet, in denen es aufgrund von unsachgemäßer Handhabung von Chemikalien zu Umweltschäden kommt, wie beispielsweise der Versauerung von Grundwasser. Eine verpflichtende Angabe zum Umgang mit gefährlichen Stoffen und insbesondere auch von entsprechenden Prozessnebenprodukten sowie konsequentere Umweltauflagen könnten perspektivisch Abhilfe schaffen.⁴⁸

45 BMZ, g

46 Europäische Union, 2012b

47 REACH

48 Dolega et al, 2020



Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management

2.2.2 Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management

Um Materialkreisläufe zu schließen und unsachgemäße Entsorgung von Batterien zu vermeiden, müssen EU-weit gültige Anforderungen formuliert sowie Rahmenbedingungen zur Kreislaufwirtschaft und dem End-of-Life-Management von Batterien harmonisiert und festgelegt werden. Verlässliche Informationen zum Gesundheitszustand von Batterien sind in diesem Kontext insbesondere relevant für 2nd-Use Anwendungen. Für Altbatterien, die für alternative Anwendungen nicht mehr in Frage kommen, müssen Zielgrößen hinsichtlich Sammelquoten vorgegeben und Recyclingeffizienzen definiert werden sowie Verwertungsquoten für Sekundärrohstoffe im Produktionsprozess greifen. Durch die Schaffung von Recyclingmärkten für Batterien und den aus ihnen gewonnenen Sekundärrohstoffen lassen sich Materialkreisläufe schließen und Handelshemmnisse sowie Wettbewerbsverzerrungen vermeiden.⁴⁹ Die relevanten Indikatoren sind allesamt messbar und lassen sich einheitlich durch Ziel- und Grenzwerte abbilden und überprüfen.

	8 MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM	11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN	12 NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION
Recyclingeffizienzen	✓		✓
Verwertungsquoten Sekundärrohstoffe	✓		✓
Sammelziel/-quote für Batterien	✓	✓	✓
Gesundheitszustand (SoH) Batterie	✓		✓

Abbildung 4: Bezug der Indikatoren im Bereich Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management zu den SDGs.

Die unter dem Oberthema Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management angeführten Indikatoren leisten einen entscheidenden Beitrag zur Ermittlung des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrads verschiedener SDGs, die in Abbildung 4 dargestellt sind.

Recyclingeffizienz

Typische Einheit(en): Anteil [%]



Kurzbeschreibung

Die **Recyclingeffizienz** eines Recyclingverfahrens für Batterien wird durch den Quotienten aus der Masse der anrechenbaren Outputfraktionen und der Masse der aus Altbatterien und Altakkumulatoren bestehenden Inputfraktion in Prozent beschrieben. Dabei ist die Inputfraktion die Masse der dem Recyclingverfahren zugeführten Altbatterien und -akkumulatoren und die Outputfraktion die Masse der mit dem Recyclingverfahren aus der Inputfraktion hergestellten Stoffe, die ohne weitere Behandlung kein Abfall mehr sind oder für ihren ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke verwendet werden können.⁵⁰ Wie der Indikator bereits impliziert, ist hierbei vor allem die Wertschöpfungsstufe **Batterierecycling** betroffen. Indirekt zahlen die Anforderungen, die mit diesem Indikator einhergehen, jedoch auch auf die Wertschöpfungsstufen Materialherstellung, Komponentenfertigung, Batteriezellfertigung und Modul-/Systemintegration ein, da bereits diese Prozessschritte im Folgenden entscheidend für effizientes Recycling sind und die Sekundärrohstoffe wiederum Ausgangspunkt weiterer Produktion sind.

49 Dolega et al, 2020

50 Europäische Kommission, 2012

Der Indikator Recyclingeffizienz zählt auf die SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) und SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) ein. SDG 8 wird durch den Indikator insofern berücksichtigt, als dass das Ziel fordert, dass Wirtschaftsleistung und Wohlstand vom Ressourcenverbrauch entkoppelt werden müssen. Durch effizientes Recycling kann dieses Ziel ein Stück weit realisiert werden. SDG 12 wird adressiert, indem Ziele für nachhaltige und effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen und Vermeidung bzw. Recycling von Abfällen beziffert werden.^{51,52}

Operationalisierung

Das **deutsche Batteriegesezt** (BattG 2)⁵³ schreibt für spezifische Batterietypen bereits konkrete Recyclingeffizienzen vor. Diese betragen beispielsweise 75 % für Nickel-Cadmium-Batterien, 65 % für Blei-Säure-Batterien und 50 % für alle anderen Batterien.^{54,55}

Der Entwurf der **EU-Batterieverordnung** sieht für Lithium-Ionen-Batterien insgesamt eine Recyclingeffizienz von mind. 65 % ab 2025 und mind. 70 % ab 2030 vor. Bezogen auf konkrete Rohstoffe sollen ab 2025 die Rückgewinnungsquoten für Kobalt, Nickel und Kupfer bei mind. 90 % und für Lithium bei mind. 35 % liegen. Diese materialspezifischen Quoten sollen bis zum Jahr 2030 auf 95 % für Kobalt, Nickel sowie Kupfer und auf 70 % für Lithium gesteigert werden.⁵⁶

Verwertungsquote für Sekundärrohstoffe

Typische Einheit(en): Quote [%]



Kurzbeschreibung

Die **Verwertungsquote für Sekundärrohstoffe** beschreibt den Anteil recycelter Rohstoffe in neu produzierten Wirtschaftsgütern im Verhältnis zu erstmals in die Wertschöpfungskette eingebrachten Rohstoffen und wird in Prozent angegeben. Die Verwertungsquote für Sekundärrohstoffe hat zum Ziel, **Wertschöpfungskreisläufe** zu schließen, Rohstoffe auch nach der Erstanwendung weiter zu nutzen und somit eine effiziente und nachhaltige Produktion von Gütern zu ermöglichen. Durch verbindliche Verwertungsquoten wird sichergestellt, dass entsprechende industrielle Recyclingprozesse entwickelt bzw. verwendet werden. Somit wird auch sichergestellt, dass sich Märkte für Sekundärrohstoffe entwickeln. Handelshemmnisse und Wettbewerbsverzerrungen infolge der Einführung unterschiedlich hoher Quoten lassen sich vermeiden, indem diese durch (EU-) einheitliche Regulierungen und Gesetze vorgegeben werden.⁵⁷ Ebenso wie bei dem Indikator Recyclingeffizienz zählt der Indikator auf die SDG 8 und 12 ein.

Operationalisierung

Der Entwurf der **EU-Batterieverordnung** sieht vor, dass ab 2027 die Angabe des Anteils an recycelten Materialien in Neubatterien verpflichtend ist. Ab 2030 sollen Mindestrecyclinganteile für Kobalt, Nickel und Lithium in Aktivmaterialien vorgeschrieben werden, welche für Kobalt mindestens 12 % und für Nickel sowie Lithium mindestens 4 % betragen sollen. Ab dem Jahr 2035 werden diese Ziele voraussichtlich weiter verschärft, der recycelte Anteil soll infolgedessen auf

51 BMZ, h

52 BMZ, c

53 Bundestag, 2020

54 Bundestag, 2020

55 Bundestag, 2009

56 Europäische Union, 2020

57 Europäische Union, 2020

mindestens 20 % für Kobalt, 12 % für Nickel und 10 % für Lithium steigen.⁵⁸

Allerdings ist nicht vorherzusagen, wie sich das Verhältnis von Recyclingmengen und Rohstoffbedarf der Produktion entwickeln wird, da derzeit auf Ebene der Zellchemie Weiterentwicklungen stattfinden, bspw. um den Anteil kritischer Rohstoffe weitestgehend oder vollständig zu reduzieren (z. B. Erhöhung des Nickelanteils ggü. den Anteilen von Kobalt und Mangan auf der Kathodenseite).

Sammelziel/-quote für Batterien

Typische Einheit(en): Quote [% produzierte kWh]



Kurzbeschreibung

Der Indikator **Sammelziel/Sammelquote für Batterien** beschreibt die absolute Menge von bzw. den Anteil an Batterien, die/der nach (Erst-)Anwendung gesammelt werden soll. Somit soll sichergestellt werden, dass möglichst viele Altbatterien im Kreislaufsystem verbleiben und nach Anwendung nicht unsachgemäß entsorgt werden. Durch die Vorgabe von Sammelzielen wird zudem sichergestellt, dass ausreichend Altbatterien für das Recycling zur Verfügung stehen. Die Sammelquote berechnet sich aus der Masse der Altbatterien, die in einem definierten Zeitraum zurückgenommen wurde, im Verhältnis zu der Masse an Batterien, die im Durchschnitt in einem definierten davorliegenden Zeitraum auf den Markt gebracht wurde.⁵⁹ Ebenso wie bei dem Indikator Recyclingeffizienz zählt der Indikator auf die SDG 8, 11 und 12 ein.

Operationalisierung

Verbindliche und angemessen hohe **Sammelquoten** sind insofern wichtig, als dass zu niedrige Sammelquoten unter

dem Gesichtspunkt der Rentabilität problematisch sind. Recyclingtechnologien sind kapitalintensiv und rechnen sich wirtschaftlich nur, wenn erhebliche **Skaleneffekte** vorliegen.⁶⁰

Das seit Januar 2021 gültige neue **deutsche Batteriegesetz**⁶¹ schreibt eine Sammelquote von 50 % für Gerätebatterien vor.⁶² Im Vergleich dazu sieht der aktuelle **Entwurf der EU-Batterieverordnung** deutlich strengere Sammelvorschriften vor: Ab dem Jahr 2025 soll die Sammelquote auf 65 % und ab 2030 auf 70 % erhöht werden. Für die Altbatterien aus Elektrofahrzeugen wird dagegen eine Sammelquote von 100 % vorgegeben.

Gesundheitszustand Batterie

Typische Einheit(en): SoH [%]; Restkapazität [Ah]; Betriebsstunden [h]



Kurzbeschreibung

Der **Gesundheitszustand** („State of Health“, abgekürzt SoH) ist einer der Schlüsselindikatoren für die Beschreibung der **Leistungsfähigkeit** einer Batterie. Er gibt Auskunft über den Zustand der untersuchten Batterie im Vergleich zu ihrem idealen bzw. initialen Zustand. Definiert wird der SoH durch den Quotienten aus maximal speicherbarer (Rest-)Ladung und dem initialen bzw. optimalen Speichervermögen der Batterie. Während ihres Nutzungszeitraums reduziert sich die Speicherfähigkeit der Batterie aufgrund von Zellalterung, welche durch eine Veränderung der Zellchemie bzw. eine Verschiebung des elektrochemischen Gleichgewichts hervorgerufen wird. Batterien mit deutlich verringerten Restkapazitäten eignen sich z. B. nicht mehr uneingeschränkt für automobiler Anwendungen, da mit dem reduzierten Speichervermögen der Batterie ein Reichweitenrückgang des

58 Europäische Union, 2020

59 Bundestag, 2009

60 Europäische Union, 2020

61 Bundestag, 2020

62 Bundestag, 2020

Fahrzeugs einhergeht.^{63,64} Insofern ist dieser Indikator auch im Hinblick auf die Etablierung eines Marktes für gebrauchte Elektrofahrzeuge sowie für die Zweitnutzung („Second Life“) von Batterien aus automobilen Anwendungen von großer Bedeutung.

Ebenso wie bei dem Indikator Recyclingeffizienz zählt der Indikator SoH auf die SDG 8 und 12 ein.

Operationalisierung

Zur Bestimmung des SoH einer Batterie müssen verschiedene Parameter hinzugezogen und in einem **Batterie-management-System (BMS)** ausgewertet werden. Dabei ist der Zugriff auf Daten wie Betriebsstunden oder Ladezustand („State of Charge“, abgekürzt SoC) eine gleichermaßen große Herausforderung wie die Erhebung dynamischer Betriebsdaten. Erstere Art von Daten liegt häufig im Eigentum der Automobilhersteller, weshalb geklärt werden muss, wer diese Daten in welcher Form nutzen darf. Dynamische Daten können auch mit Hilfe von KI bestimmt oder alternativ in Werkstätten direkt gemessen werden. **Entsprechende Regelwerke** müssen also geschaffen werden, um über das BMS verlässliche Angaben über den SoH mit vertretbarem Aufwand zu generieren.

Neben der Erfassung relevanter Daten zur Bestimmung des SoH spielt in der Praxis auch der Umgang mit der Batterie eine entscheidende Rolle, um ihre Leistungsfähigkeit und Gesundheit möglichst lange zu gewährleisten. **Batterieschonendes Laden** (Kommunikation nach ISO 15118) ist beispielsweise für den Gebrauchtwagenmarkt sowie Second-Life Anwendungen von enormer Bedeutung.

63 BioLogic

64 Neißendorfer



Soziale Belange & Menschenrechte

2.2.3 Soziale Belange & Menschenrechte

Die Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien ist derzeit in der Öffentlichkeit noch oftmals der Kritik ausgesetzt, dass in der Lieferkette Menschenrechtsverletzungen stattfinden. Dies betrifft insbesondere den Rohstoffabbau in Ländern wie beispielsweise der Demokratischen Republik Kongo oder in Südamerika. Aber auch in Europa müssen soziale Belange bei dem Aufbau der neuen Industrie angemessen berücksichtigt werden. Zwischen den Oberthemen **soziale Belange und Menschenrechte** existieren große Schnittmengen, weshalb diese hier zusammen betrachtet werden.

Menschenrechte sind laut „Allgemeiner Erklärung der Menschenrechte“ unveräußerliche Rechte und Grundfreiheiten, über die alle Menschen von Geburt an gleichermaßen verfügen.⁶⁵ Dazu zählen u.a. das Recht auf Leben, Freiheit und Sicherheit der Person (Artikel 3) oder die Tatsache, dass niemand der Folter oder grausamer, unmenschlicher oder erniedrigender Behandlung oder Strafe unterworfen werden darf (Artikel 5). Folglich umfasst die Einhaltung von Menschenrechten, die als eigenständiger, wenn auch übergeordneter Indikator herangezogen werden kann, eine Vielzahl an Rechten und Freiheiten, die sich mit den im Folgenden beschriebenen Indikatoren des Oberthemas soziale Belange überschneiden. Die globalisierte Wirtschaft zeigt in unter-

schiedlichen Ausprägungsformen, dass unternehmerisches Handeln – bewusst oder unbewusst – zur Verletzung von Menschenrechten führen kann. Obschon aus formaler Sicht die Ahndung von Menschenrechtsverletzungen nicht auf der Ebene von Unternehmen erfolgt, sondern auf der Ebene der betroffenen Länder, die ein Menschenrechtsabkommen ratifiziert haben, so liegt es doch in der Verantwortung unternehmerischen Handelns, die Einhaltung der Menschenrechte in den vom Unternehmen verantworteten wirtschaftlichen Prozessen stets und umfassend sicherzustellen. Die Global Reporting Initiative (GRI) sieht in ihrem Berichtsrahmen vor, das Unternehmen offenlegen, welche Maßnahmen, Strategien und Zielsetzungen für das Unternehmen und seine Lieferkette ergriffen werden, um zu erreichen, dass Menschenrechte weltweit geachtet und Zwangs- und Kinderarbeit sowie jegliche Form der Ausbeutung verhindert werden. Diese einzelnen Aspekte der Einhaltung von Menschenrechten werden im Folgenden dargelegt.

Die unter dem Oberthema Soziale Belange und Menschenrechte angeführten Indikatoren leisten einen entscheidenden Beitrag zur Ermittlung des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrads verschiedener SDGs, die in Abbildung 5 dargestellt sind.

	1 KEINE ARMUT	3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN	4 HOCHWERTIGE BILDUNG	5 GESCHLECHTERGLEICHHEIT	8 MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM	10 WENIGER UNGLEICHHEITEN	16 FRIEDEN, GERECHTIGKEIT UND STARKE INSTITUTIONEN
Kinderarbeit					✓		✓
Zwangsarbeit				✓	✓		
Gesundheit und (Arbeits-)Sicherheit		✓			✓		✓
Diskriminierung	✓		✓	✓	✓	✓	
Arbeitsplätze (Beschäftigung)					✓		

Abbildung 5: Bezug der Indikatoren im Bereich Soziale Belange und Menschenrechte zu den SDGs.

65 UNRIC, b

Kinderarbeit

Typische Einheit(en): Kinder in Kinderarbeit bzw. Anteil derer an allen Kindern



Kurzbeschreibung

Der Indikator **Kinderarbeit** beschreibt die Ausführung von Arbeiten, für die Kinder zu jung sind oder die gefährlich oder ausbeuterisch sind, die die körperliche oder seelische Entwicklung schädigen oder die Kinder vom Schulbesuch abhalten.⁶⁶ Dabei muss zwischen normalen Aufgaben bspw. im Haushalt, legaler Beschäftigung von Jugendlichen und Ausbeutung von Kindern differenziert werden. Für legale Beschäftigung haben die meisten Staaten per Gesetz ein Mindestalter zwischen 14 und 16 Jahren festgelegt. In Deutschland ist das Mindestalter 15 Jahre mit einigen Ausnahmen für leichte Tätigkeiten.

Laut aktuellen Jahresberichten von Unicef und der International Labour Organisation (ILO) mussten 2020 weltweit **160 Mio. Kinder** Arbeit leisten, die laut Definition Kinderarbeit darstellt.⁶⁷ In Subsahara-Afrika liegt der Anteil der Kinder, die entsprechende Arbeit verrichten müssen, bei 24 %, in Ost- und Süd-Ost-Asien bei 6,2 % und in Nordamerika und Europa bei 2,3 %. Es handelt sich also um ein **globales Problem** mit regional unterschiedlich starken Ausprägungen. Folglich ist der Indikator für die gesamte Wertschöpfung relevant, wobei insbesondere Rohstoffabbau und -aufbereitung aufgrund regional beschränkter Vorkommen stärker betroffen sind.

Dieser Indikator zählt auf das SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) sowie das SDG 16 (Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen) ein.

Operationalisierung

Fast alle Staaten der Welt haben sich mit der Agenda 2030 darauf geeinigt, das **Verbot und die Beseitigung der schlimmsten Formen der Kinderarbeit**⁶⁸ sicherzustellen und bis 2025 jeder Form von Kinderarbeit ein Ende zu setzen.

Die International Labour Organisation erstellt Statistiken zur Kinderarbeit, wobei zwischen Alter, Art der Tätigkeit sowie Arbeitssektor differenziert wird. Gemeinsam mit Unicef veröffentlicht ILO die erhobenen Zahlen zudem regelmäßig.

Kinderarbeit ist eindeutig definiert und die drei wichtigen internationalen Menschen- und Arbeitsrechtsstandards (Konvention über die Rechte des Kindes, ILO Konvention zum Mindestalter für die Zulassung zur Beschäftigung (Nr. 138) und das universell ratifizierte ILO-Übereinkommen über die schlimmsten Formen der Kinderarbeit (Nr. 182)), **setzen der Kinderarbeit rechtliche Grenzen** und bilden die Grundlage für nationale und internationale Maßnahmen zur Beendigung der Kinderarbeit.

Zwangsarbeit

Typische Einheit(en): Häufigkeit der ZA in der Bevölkerung; Anteil der Güter in einem Sektor, die unter ZA hergestellt werden



Kurzbeschreibung

Unter **Zwangsarbeit** versteht man die allgemeine und gegenständig unbegrenzte Inanspruchnahme von Arbeitskraft gegen den Willen der betroffenen Person.⁶⁹ Das Übereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation über die Abschaffung der Zwangsarbeit, auch als ILO-Konvention 105 bekannt, trat am 17. Januar 1959 in Kraft und wurde bis heute (Stand August 2021) von 176 Staaten ratifiziert.⁷⁰ Nach

66 Charbonneau

67 ILO & UNICEF, 2021

68 Zu den „schlimmsten Formen der Kinderarbeit“ zählen die Vereinten Nationen (ILO-Konvention Nr. 182 von 1999): Sklaverei und sklavenähnliche Abhängigkeiten, Zwangsarbeit einschließlich des Einsatzes von Kindersoldat:innen, Kinderprostitution und Kinderpornographie, kriminelle Tätigkeiten wie den Missbrauch von Kindern als Drogenkurier sowie andere Formen der Arbeit, die die Sicherheit und Gesundheit der Kinder gefährden können.

69 Beck, 2014

70 DGVN

Schätzungen der ILO werden dennoch jährlich fast **25 Mio. Menschen** durch Zwangsarbeit ausgebeutet.

Dieser Indikator zählt auf das SDG 5 (Geschlechtergleichheit) und das SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) ein.

Operationalisierung

Auch wenn Daten zur Zwangsarbeit bspw. von ILO veröffentlicht werden, ist eine einfache globale Berechnung aufgrund von Verschleierung nicht möglich. Die öffentlich zugänglichen Daten werden daher durch Recherche und Befragungen generiert, deren Validität geprüft und Datenlücken aufwendig geschlossen.⁷¹

In Deutschland setzt sich die Servicestelle gegen Arbeitsausbeutung, Zwangsarbeit und Menschenhandel bundesweit für nachhaltige Strukturen zur Unterstützung der Betroffenen und zur effektiven Strafverfolgung der Täter:innen ein.

Die Studie *Global Compact Netzwerk Deutschland: Moderne Sklaverei und Arbeitsausbeutung - Herausforderungen und Lösungsansätze für deutsche Unternehmen* vom deutschen Global Compact Netzwerk untersucht **Risiken moderner Sklaverei** in der Praxis. Dabei werden Risiken in vier Schwerpunktsektoren (Automobilbranche, Hotelgewerbe, Lebensmittelbranche und Textilindustrie) besonders betrachtet.

Gesundheit und (Arbeits-)Sicherheit

Typische Einheit(en): Anzahl Vorfälle pro Monat/Jahr/ Unternehmen/100.000 Beschäftigte



Kurzbeschreibung

Jeden Tag erkranken und sterben Menschen an den Folgen von Arbeitsunfällen oder arbeitsbedingten Krankheiten. Laut WHO/ILO geschehen jedes Jahr etwa **360 Mio. nicht tödliche Arbeitsunfälle** (mit mehr als vier Tagen Arbeitsausfall) und sterben fast 2 Mio. Menschen an arbeitsbedingten Ursachen.⁷² Gesundheit und (Arbeitsplatz-)Sicherheit ist ein

branchenunspezifischer Indikator von sehr hoher Relevanz. Der Indikator wird zumeist mittels Häufigkeitsraten tödlicher und nicht tödlicher Arbeitsunfälle angegeben. Dazu wird entweder die Unfallrate, die als Verhältnis aus Vorfällen und bestimmter Anzahl an Arbeitenden Aufschluss über das Ausmaß gibt, inwieweit Arbeitnehmer:innen einer Referenzgruppe arbeitsbedingten Risiken ausgesetzt sind, oder aber die Unfallfrequenz erhoben, die das Verhältnis aus Vorfällen und einer bestimmten Anzahl an Arbeitsstunden wiedergibt. Die Unfallfrequenz liefert somit Informationen über die Wahrscheinlichkeit, dass Arbeitnehmer:innen einer Referenzgruppe bezogen auf geleistete Stunden Arbeitsunfälle erleiden.

Der Indikator zählt auf das SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen), das SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) sowie das SDG 16 (Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen) ein.

Operationalisierung

Der Indikator dient unter anderem dem **betrieblichen Arbeitsschutz**. Im Unternehmen wird dieser Indikator u. a. zur Prüfung eingesetzt, welche Maßnahmen notwendig sind, um eine Wiederholung von betrieblichen Unfällen zu verhindern.

Darüber hinaus wird der Indikator auch von Unfallversicherungsträgern genutzt, die für Folgen von Unfällen bei der Arbeit, auf dem Arbeitsweg sowie von Berufskrankheiten eintreten und sich dazu u. a. mit diesem Indikator über Stand und Entwicklung bei Unfällen und Berufskrankheiten informieren.⁷³

Diskriminierung

Typische Einheit(en): Diskriminierungsfälle pro Monat/Jahr/Unternehmen/100.000 Beschäftigte



Kurzbeschreibung

Aufgrund individueller oder gruppenspezifischer Merkmale wird Millionen Frauen und Männern auf der ganzen Welt

71 ILO, 2012

72 ILO

73 DGUV, 2021

der Zugang zu Arbeitsplätzen und Ausbildungsmöglichkeiten verwehrt oder sie werden auf bestimmte Berufe beschränkt bzw. erhalten ein geringeres Entgelt. **Diskriminierung ist branchenspezifisch** und stellt eine grobe Verletzung der Menschenrechte dar.

Erhoben wird die Anzahl an Diskriminierungsfällen, die ins Verhältnis zu einer bestimmten Referenzgröße wie Zeiträume, einzelne Unternehmen oder auch die Anzahl an Arbeitnehmer:innen gesetzt wird.

Der Indikator zählt auf das SDG 1 (keine Armut), das SDG 4 (hochwertige Bildung), das SDG 5 (Geschlechtergleichheit), SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) sowie das SDG 10 (weniger Ungleichheiten) ein.

Operationalisierung

Der Indikator dient unter anderem der Formulierung von **unternehmerischen Diversitätszielen** bzw. -konzepten. Nach den Leitlinien für die Berichterstattung über nicht finanzielle Informationen (2017/C 215/01) sollten Unternehmen u. a. angeben, wie die Ziele ihres Diversitätskonzepts bei der Nachfolgeplanung sowie bei der Auswahl, Ernennung und Bewertung von Nachfolger:innen berücksichtigt werden. Außerdem sollte angegeben werden, welche Rolle die zuständigen Ausschüsse der Leitungs- und Kontrollorgane in diesen Verfahren spielen.

Im Entwurf der BattVO ist die Antidiskriminierung ebenfalls verankert. Hier werden in Bezug auf soziale Risiken Strategien zur **Erfüllung der Sorgfaltspflicht** eingefordert.

Auf nationaler deutscher Ebene ist die unabhängige Antidiskriminierungsstelle des Bundes als Kontrollorgan eingesetzt und legt als solches dem Deutschen Bundestag im Vier-Jahres-Turnus einen Bericht über Benachteiligten vor.

Arbeitsplätze (Beschäftigung)

Typische Einheit(en): Anteil der Erwerbstätigen (%)



Kurzbeschreibung

Die Beschäftigungsquote ist ein Indikator, der die **Anteile der Erwerbstätigen** gemessen an der Gesamtbevölkerung angibt. Die Beschäftigungsquote kann auf bestimmte Gruppen spezifisch angewendet werden und somit bspw. die Anteile der Erwerbstätigen einer Altersklasse gemessen an der Gesamtbevölkerung derselben Altersklasse wiedergeben. Darüber hinaus lässt sich die Beschäftigungsquote auch für bestimmte Regionen oder bspw. die Europäische Union angeben. Beim Sozialgipfel der EU im Mai 2021 haben die Teilnehmenden in einer Erklärung festgehalten, dass bis zum Ende des Jahrzehnts eine Beschäftigungsquote von mindestens 78 % in der EU erreicht werden soll.⁷⁴

In der Zielformulierung des SDG 8 (nachhaltiges Wirtschaftswachstum und menschenwürdige Arbeit für alle) dient der Indikator der Prüfung der Umsetzung der Forderung, das vorhandene Arbeitskräftepotenzial künftig besser auszuschöpfen. Die Forderung gilt hier sowohl für die Gesamtbevölkerung im erwerbsfähigen Alter als auch spezifisch für die Altersklasse der Älteren (60 – 64 Jahre).

Operationalisierung

Die Global Reporting Initiative sieht in ihren Richtlinien für die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten die Offenlegung der **Gesamtzahl und Rate neuer Angestellter** während des Berichtszeitraums vor.

Im Nachhaltigkeitsbarometer dient der Indikator Beschäftigungsverhältnis zur Erhebung des Meinungsbildes bezüglich der Energie- und Verkehrswende. Zum Beispiel wird gefragt, ob diese in Deutschland mehr Arbeitsplätze schaffen als sie vernichten oder ob die Befragten Angst haben, durch die Energie- und Verkehrswende ihren Arbeitsplatz zu verlieren.⁷⁵

Die weit verbreitete Verwendung der Beschäftigungsquote bzw. des Beschäftigungsverhältnisses belegt die grundsätzliche Praxistauglichkeit dieses Indikators. Eine direkte Anwendung auf einzelne Unternehmen erfolgt derzeit nicht.

74 ZEIT ONLINE

75 Wolf et al, 2021



Arbeitsbedingungen

2.2.4 Arbeitsbedingungen

Das Thema Arbeitsbedingungen umfasst eine sehr facettenreiche Indikatorik, die verhältnismäßig generisch und wenig spezifisch ist. Indikatoren wie Arbeitszeit, Ausbildung, gerechter Lohn, Rechte der Arbeitnehmer:innen und Sozialleistungen sind weit über die Batteriezellfertigung hinaus relevant für Arbeitnehmer:innen, jedoch sowohl national, regional als auch branchenspezifisch teilweise sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund werden die genannten Indikatoren im Rahmen dieser Studie nicht im vollen Umfang behandelt. Da sie dennoch von Relevanz sind, soll kurz dargestellt werden, wie diese definiert und gemessen werden können.

Die unter dem Oberthema Arbeitsbedingungen angeführten Indikatoren leisten einen entscheidenden Beitrag zur Ermittlung des Umsetzungs- bzw. Zielerreichungsgrads verschiedener SDGs, die in Abbildung 6 dargestellt sind.

Arbeitsbedingungen

Typische Einheit(en): -



Der Indikator **Arbeitszeit** beschreibt die Zeit, in der ein(e) Arbeitnehmer:in die Arbeitskraft dem Arbeitgeber zur Verfügung stellt. Sie definiert sich aus der Zeitspanne zwischen Beginn und Ende der Arbeitszeit abzüglich Pausen.⁷⁶ Die Einhaltung von Arbeitszeiten kann messbar gemacht werden, indem absolute oder prozentuale Abweichungen zu Soll-Zeiten regelmäßig und korrekt dokumentiert werden.

Dieser Indikator zählt auf SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) ein.

	1 KEINE ARMUT	3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN	4 HOCHWERTIGE BILDUNG	8 MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM	10 WENIGER UNGLEICHHEITEN	12 NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION
Arbeitszeiten				✓		
Ausbildung		✓	✓	✓		
gerechter Lohn	✓	✓		✓	✓	✓
Rechte der Arbeitnehmenden				✓	✓	✓
Sozialleistungen	✓	✓				

Abbildung 6: Bezug der Indikatoren im Bereich Arbeitsbedingungen zu den SDGs.

Der Indikator **Ausbildung** beschreibt ob oder wie gut Menschen für die von ihnen ausgeführte Arbeit ausgebildet oder geschult sind. Dabei müssen zwei Aspekte beachtet werden: (1) **Grundausbildung aufgrund von Sicherheitsaspekten** bei fehlender Qualifikation und (2) Ausbildung von **Humanressourcen**. Aspekt (1) kann messbar dargestellt werden, indem Unternehmen offenlegen, wie hoch der **Anteil fachlich ausgebildeter oder geschulter Arbeitskräfte** im Unternehmen ist. Aspekt (2) beschreibt die Ausbildung von Humanressourcen. Eine hochwertige, anforderungsgerechte Ausbildung von Mitarbeiter:innen zahlt sich langfristig und nachhaltig vor allem für Unternehmen, aber auch für Einzelpersonen und die Gesellschaft aus. Gemessen werden kann der Indikator in diesem Fall durch den Anteil von Ausbildungsplätzen pro Mitarbeitendenanzahl.

Dieser Indikator zahlt auf die SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen), SDG 4 (hochwertige Bildung) und SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum).

Der Indikator **gerechter Lohn** gibt an, ob ein(e) Arbeitnehmer:in eine angemessene Entschädigung für die geleistete Arbeit bzw. Tätigkeit erhält. Löhne werden meist in Jahreseinkommen in der entsprechenden Währung gemessen und angegeben.

Dieser Indikator trägt dazu bei, SDG 1 (keine Armut), SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen), SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), SDG 10 (weniger Ungleichheiten) und SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion) zu erreichen.

Die **Rechte der Arbeitnehmer:innen** legen grundlegende Rahmenbedingungen im Arbeitsumfeld fest, wie den gesicherten Erhalten von Entgelten, das Recht auf Gleichbehandlung, Recht auf Urlaub etc.. Quantifizierbar ist dieser Indikator durch die Anzahl an Vertragsverstößen bzw. Beschwerden gegen Vertragsverstöße.

Dieser Indikator zahlt auf die SDG 8 (menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), SDG 10 (weniger Ungleichheiten) und SDG 12 (nachhaltige/r Konsum und Produktion)

Sozialleistungen umfassen sämtliche Geld-, Dienst- und Sachleistungen, die Einzelpersonen oder privaten Haushalten gewährt werden. Diese dienen zur Milderung und/oder Deckung von sozialen Risiken und Bedürfnissen und werden vom Arbeitgeber/Unternehmen, dem Staat oder öffentlich-rechtlichen Körperschaften gewährt.⁷⁷ Sozialleistungen können messbar gemacht werden, indem festgestellt wird, ob und in welchem Umfang diese gewährt werden. Dieser Indikator zahlt ein auf SDG 1 (keine Armut) und SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen).

3 FALLSTUDIE: NACHHALTIGKEIT DES BATTERIERECYCLINGS IN CHINA

China hat sich im letzten Jahrzehnt zum weltweit stärksten Absatzmarkt für Fahrzeuge mit batterieelektrischen Antrieben entwickelt. Der Absatz der sogenannten New Energy Vehicles (NEV) ist von ca. 350.000 Fahrzeugen im Jahr 2015 auf über 2 Millionen NEVs allein in den ersten drei Quartalen des Jahres 2021 angestiegen. Zur Einordnung dieser Zahlen zeigt Abbildung 7 neben den Absatzzahlen für China auch die addierten Zulassungszahlen für batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-In Hybride in Deutschland. Hybridfahrzeuge, die zwar eine Batterie enthalten, aber nicht extern geladen werden können, sind nicht in dieser Statistik nicht berücksichtigt, da sie in China nicht zu den NEV zählen.^{78, 79, 80, 81, 82}

Für die Traktionsbatterie wird in China eine Lebensdauer von vier bis acht Jahren angenommen. Am Ende dieser Lebensdauer beträgt die nutzbare Kapazität der Batterie nur

noch 70 bis 80 % ihres Ausgangswertes. Die damit verbundene Reichenweitenreduzierung kann zu einem Austausch und entsprechenden Rückläufern an Altbatterien aus NEVs führen. Wurden 2019 noch ca. 70.000 t oder umgerechnet 12 GWh Altbatterien eingesammelt, so wurden für 2020 bereits ca. 200.000 t oder umgerechnet 25 GWh prognostiziert. Für 2025 werden ca. 980.000 t oder umgerechnet 125 GWh Altbatterien erwartet (vgl. Abbildung 8).⁸³

Damit die in den Altbatterien enthaltenen giftigen Substanzen nicht in die Umwelt geraten und wertvolle Rohstoffe weiterverwendet werden können, müssen sie systematisch gesammelt und fachgerecht aufbereitet oder recycelt werden. Um dies zu gewährleisten, hat die chinesische Regierung eine Vielzahl von Regularien, Maßnahmen und Standards entwickelt.

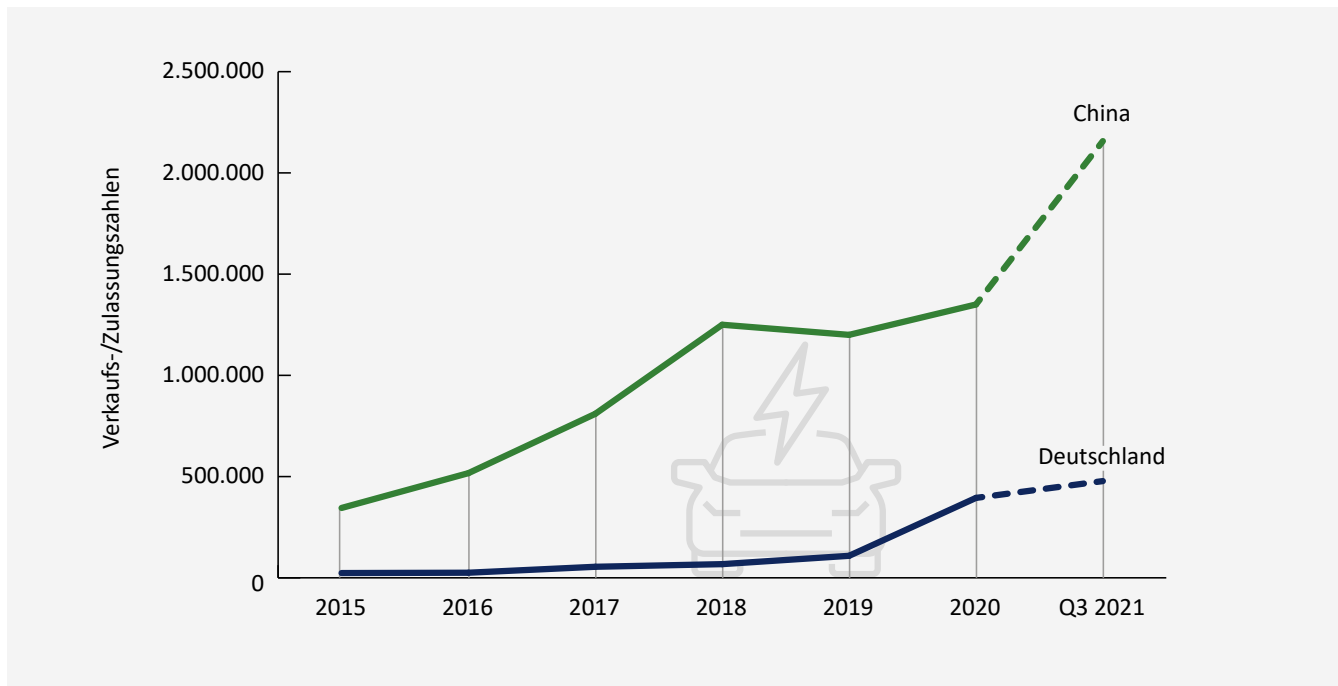


Abbildung 7: Verkaufszahlen der sogenannten New Energy Vehicles (NEV) in China. Im Vergleich dazu sind die kombinierten Zulassungszahlen von rein batteriebetriebenen Fahrzeugen und Plug-In Hybridfahrzeugen in Deutschland dargestellt. Daten aus 79 bis 82.

78 Jin et al., 2021

79 KBA

80 Bönnighausen, 2021

81 Schaal, 2021

82 CAAM

83 Wang, 2021

3.1 Politische Vorgaben zur Regulierung des Recyclings in China

Eine kompakte Übersicht über die Entwicklung von Regularien, Maßnahmen und Standards zum Umgang mit Altbatterien aus NEV kann den Publikationen von Li et al. sowie Wang entnommen werden.^{84,85} Die wesentlichen Meilensteine der dort beschriebenen Entwicklungen sind in Abbildung 9 dargestellt.

Die dargestellten Maßnahmen stellen nur einen Teil der politisch initiierten Vorgaben dar. Zou und Liu verweisen in ihrer Publikation aus dem Jahr 2021 auf mehr als 40 Maßnahmen, die in Verbindung zum Batterierecycling stehen und durch unterschiedliche chinesische Ministerien und Verwaltungsapparate veröffentlicht wurden. China verfügt somit über

ein umfangreiches Maßnahmenpaket zur Steuerung des Recyclings von Altbatterien. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die meisten dieser Maßnahmen nicht verpflichtend sind und ferner keine klaren finanziellen Anreize gesetzt werden, um diese umzusetzen.^{86,87} Daher bilden diese Maßnahmen ein vielfältiges Rahmenwerk, das jedoch aktuell nur teilweise bindend ist und somit nur partiell umgesetzt wird.

3.2 Die chinesische Recyclingindustrie ist bereits weit entwickelt

In China gibt es über 3.000 Unternehmen, die im Bereich Batterierecycling tätig sind.⁸⁸ Welche der in Abschnitt 3.1 beschriebenen Maßnahmen diese 3.000 Unternehmen im Einzelnen erfüllen, ist aber unklar. Im Jahr 2018 veröffent-

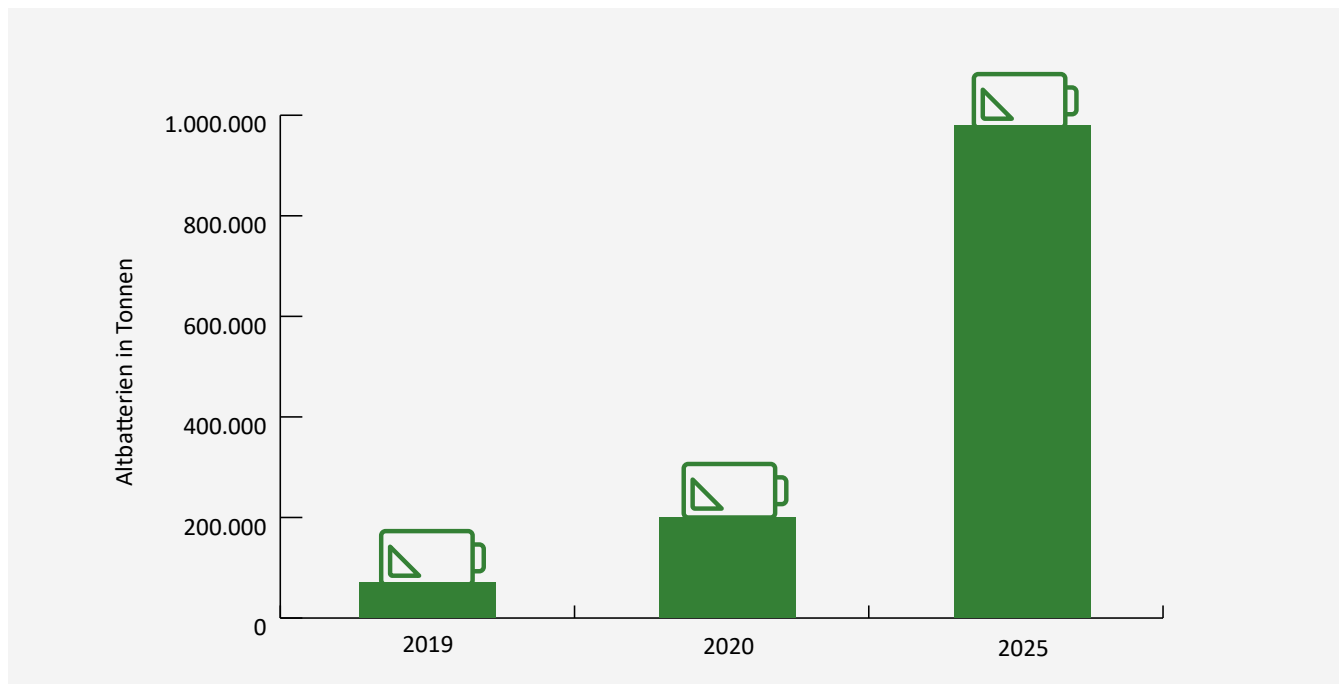


Abbildung 8: Erwarteter Rücklauf an Altbatterien in China. Daten aus 85.

84 Li et al., 2021

85 Wang, 2021

86 Zou, Liu, 2021

87 Li et al., 2021

88 Chen et al., 2021

lichte das chinesische Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (MIIT) eine sogenannte White List mit Unternehmen, die die Kriterien für die *Industriestandards und Bedingungen für die umfassende Verwertung von Altbatterien für neue Energiefahrzeuge* erfüllten. Die auf dieser Liste geführten Unternehmen zeichnen sich durch einen hohen Automatisierungsgrad, Energieeffizienz, Umweltschutzstandards, effizienten Einsatz von Ressourcen sowie fortschrittliche Technologien aus und besitzen eine gewisse Größe. Im Jahr 2018 erfüllten fünf Unternehmen die Kriterien. Zu die-

sen fünf Unternehmen gehören Brunp, GEM, GHTech, High-power Technology und Huayou Cobalt, die in Tabelle 2 kurz vorgestellt werden.

Zu Beginn des Jahres 2021 wurde vom MIIT eine zweite White List mit 22 Unternehmen veröffentlicht, die die Kriterien *Industriestandards und Bedingungen für die umfassende Verwertung von Altbatterien für NEVs* erfüllten.⁸⁹ Die dort aufgeführten Unternehmen betreiben oder planen, in verschiedenen chinesischen Provinzen Recyclinganlagen und/

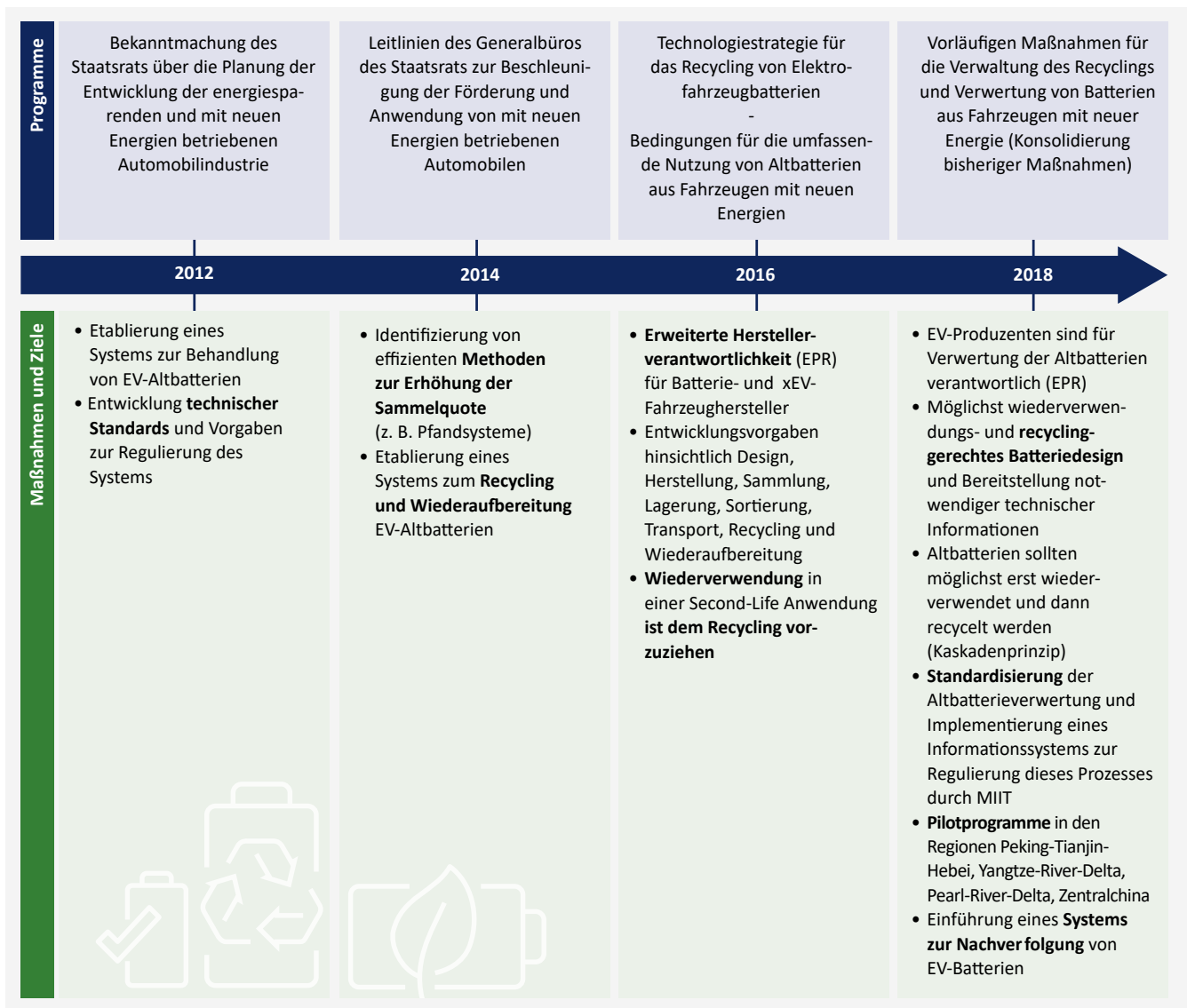


Abbildung 9: Regularien, Maßnahmen & Standards zur Steuerung des Batterierecyclings in China.

oder Anlagen zur Aufbereitung von Altbatterien für Second-Life Anwendungen aufzubauen. Zu den neuen Unternehmen auf dieser Liste gehören u.a. BYD, Ganfeng und CNGR, die in Tabelle 3 kurz vorgestellt werden.

Die genannten Recyclingkapazitäten der hier aufgeführten White List-Unternehmen befinden sich zwar teilweise noch im Aufbau, jedoch verfügen sie laut eigenen Aussagen über mehr als ausreichende Kapazitäten, um den für das Jahr 2020 prognostizierten Rücklauf von 200.000 t Altbatterien

verarbeiten zu können. Dass in China mehr als ausreichend Recyclingkapazitäten vorhanden sind, wird auch durch aktuelle Medienberichte gestützt.⁹⁰

Die genannten JV unterstreichen wiederum die internationale Ausrichtung der chinesischen Recyclingunternehmen. Das JV zwischen Huayou Cobalt und Posco baut beispielsweise im südkoreanischen Gwangyang eine Recyclinganlage zur Verarbeitung von Schwarzmasse, die u.a. auch aus europäischen Batteriefabriken stammen soll.⁹¹ Durch die gegründeten JV

Unternehmen	Gründungsjahr	Kapazität [t/a]	Info
Brunp	2005	120.000	Tochter von CATL, die laut eigener Aussage eine Rückgewinnungsquote von mehr als 99 % für Nickel, Kobalt und Mangan erreicht. ^a CATL wird gemeinsam mit Brunp umgerechnet 4,3 Mrd. Euro investieren, um in Hubei einen Batterierecyclingkomplex mit einer Recyclingkapazität von 300.000 t/a und angeschlossener Materialaufbereitung zur Produktion von Aktivmaterialien aufzubauen. ^b
GEM	2001	200.000	Neben Recyclingstandorten in China betreibt GEM ein Joint Venture (JV) mit dem südkoreanischen Aktivmaterialproduzenten Ecopro ^c . GEM kann nach eigenen Angaben 200.000 t Altbatterien pro Jahr zerlegen und bis zu 1,5 GWh für Second-Life Anwendungen aufbereiten. ^d
GHTech	1980	200.000	GHTech ist auch als Guangdong Guanghua Sci-Tech bekannt. Die GHTech-Töchter Zuhai Zhongli New Energy Sci-Tech und Zuhai Zhongli New Energy Sci-Tech sind in der chinesischen Stadt Zuhai angesiedelt und führen dort neben der Aufbereitung von Batterien für Second-Life Anwendungen auch das Recycling von Batterien durch. Zukünftig sollen dort bis zu 200.000 t Altbatterien pro Jahr recycelt werden können. ^e
Highpower Technology	2001	k. A.	Highpower Technology verfügt über Standorte in den chinesischen Städten Huizhou und Ganzhou. Zu den verfügbaren Recyclingkapazitäten konnten keine Angaben gefunden werden. ^f
Huayou Cobalt	2002	60.000	Huayou Cobalt betreibt mit dem südkoreanischen Stahlhersteller und Aktivmaterialproduzenten POSCO ein Recycling-JV. Huayou Cobalt verfügt über eine Recyclingkapazität von 60.000 t pro Jahr. ^g

Quellen: a CATL b Yicai, a c YNA, a d GEM e GHTech f HPT g CES, a

Tabelle 2: Unternehmen der MIIT White List von 2018.

90 SMM, b

91 Huayou

und die Verarbeitung von Altbatterien in Südkorea kann die seit 2017 geltende Beschränkung für den Import von Altbatterien nach China abgemildert werden.

Die explizite Unterscheidung zwischen Anlagen zur Aufbereitung von Altbatterien für Second-Life Batterien und Recyclinganlagen in der zweiten White List unterstreicht den hohen Stellenwert der Weiter-/Wiederverwendung von Lithium-Ionen-Batterien in China. Typische Second-Life Anwendungen sind Anwendungen, in denen Blei-Säure-Batterien durch Lithium-Ionen-Batterien ersetzt werden. Beispielsweise gibt es in China zahlreiche Elektrokleinfahrzeuge mit beschränkter Geschwindigkeit, die teilweise mit Energie aus Blei-Säure-Batterien angetrieben werden. Ein weiterer Markt für Second-Life Anwendungen ist die Speicherung von erneuerbaren Energien aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen.⁹²

Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von wiederaufbereiteten Lithium-Ionen-Batterien in der Telekommunikationsinfrastruktur als Notstromversorgung für Übertragungsstationen. Das chinesische Unternehmen China Tower verzichtet

zukünftig auf die Notstromversorgung über Blei-Säure-Batterien und setzt stattdessen wiederaufbereitete Lithium-Ionen-Batterien ein. Der Bedarf zur Sicherstellung dieser Notstromversorgung liegt bei ungefähr 54 GWh und bietet somit ein großes Potenzial für Second-Life Anwendungen.⁹³

3.3 Auswirkungen auf Europa

Der chinesische Recyclingmarkt hat mit prognostizierten 200.000 t Altbatterien für das Jahr 2020 bereits eine Größe erreicht, die für Europa erst nach 2025 erwartet wird⁹⁴. Neben Altbatterien wird die chinesische Recyclingindustrie zusätzlich mit Ausschussmaterial aus der Batteriewertschöpfung sowie mit fehlerhaften Batterien aus Rückrufaktionen gespeist. Die chinesische Recyclingindustrie kann durch die erreichten Skalierungseffekte bereits heute profitabel wirtschaften.⁹⁵

Die etablierten Maßnahmen zur Regulierung des Batterie-recyclings verdeutlichen, dass China bestrebt ist, ein nachhaltiges Batterierecycling umzusetzen. Auch wenn nicht die

Unternehmen	Gründungsjahr	Kapazität [t/a]	Info
BYD	1995	k. A.	BYD ist ein breit aufgestelltes Technologieunternehmen, das u. a. Batterien und Elektrofahrzeuge herstellt. Seit 2018 betreibt BYD eine Batterierecyclinganlage in Shanghai. ^a
Ganfeng Lithium	2000	k. A.	Ganfeng Lithium ist neben der Rohstoffgewinnung und Materialherstellung auch im Bereich des Recyclings tätig. Ganfeng betreibt eine Recyclinganlage in Xinyu. ^b
CNGR	2014	70.000	CNGR hat seine Kernkompetenz in der Herstellung von Kathodenmaterialien. Das Unternehmen beliefert u. a. CATL und LG Chem. Es plant, u. a. Recyclinganlagen in Ningxiang und Qinzhou aufzubauen, in denen mehr als 70.000 t Altbatterien verwertet werden können. ^c

Quellen: a Reuters b Ganfeng c Yicai, b

Tabelle 3: Ausgewählte Unternehmen der zweiten White List des MIIT.

92 Liu et al., 2020

93 IDTechEx

94 Neef et al., 2021

95 Niese et al., 2020

gesamte chinesische Recyclingindustrie die Vorgaben verbindlich umsetzt, so zeigen insbesondere die Unternehmen auf der White List, dass es dort fortschrittliche Akteure gibt, die Nachhaltigkeitskriterien erfüllen und bereits über Erfahrungen in der Skalierung von Recyclinganlagen verfügen. Laut Melin et al. sind die führenden chinesischen Unternehmen vermutlich gut gerüstet, um auch den Anforderungen des europäischen BattVO-E, wie z.B. Rückgewinnungsquoten von mehr als 90 % für Kobalt, Nickel und Kupfer (vgl. 2.2.2), gerecht zu werden.⁹⁶

Es ist daher zu erwarten, dass sich chinesische Unternehmen auf dem europäischen Recyclingmarkt ansiedeln werden. CNGR kooperiert beispielsweise mit dem südkoreanischen Recyclingunternehmen SungEel Hitech, um zu prüfen, ob sich ein Batterierecycling in Europa realisieren lässt.⁹⁷ SungEel Hitech wiederum ist ein geeigneter Partner für den europäischen Markt, da es bereits zwei Recyclinganlagen in Ungarn betreibt.⁹⁸

Die Anzeichen, dass sich chinesische Unternehmen auf dem europäischen Markt ansiedeln könnten, sprechen für eine Lokalisierung von Lieferketten. Diese Lokalisierung wird teilweise auch regulatorisch gestützt. Der BattVO-E sieht beispielsweise einen Export von Altbatterien nur dann vor, wenn nachgewiesen werden kann, dass die exportierten Batterien unter den Rahmenbedingungen des BattVO-E recycelt werden. Wie in Abschnitt 3.2 dargestellt, ist ferner ein Export von Altbatterien nach China nicht möglich, da die chinesische Regierung 2017 den Import von Altbatterien verboten hat. 2021 wurde das Importverbot verschärft und auf sämtliche Feststoffabfälle erweitert.⁹⁹ Durch Joint Ventures zwischen chinesischen und südkoreanischen Unternehmen und die Auslagerung des Batterierecyclings nach Südkorea konnten die Konsequenzen des Importverbots zwar abgemildert werden, jedoch könnten auch hier Gesetzesänderungen die Abfall- und Materialströme verändern. Die südkoreanische Regierung plant beispielsweise, den Import von Industrieab-

fällen zu beschränken, stellt jedoch klar, dass u. a. Altbatterien von dieser Regelung ausgenommen sind.¹⁰⁰ Im Zuge der K-Battery Development Strategy soll jedoch der Export von Altbatterien limitiert werden, was wiederum auch die Materialströme nach China beeinflussen könnte.¹⁰¹ Durch eine Lokalisierung von Lieferketten könnten Unabwägbarkeiten von kommenden Regulierungen umgangen werden. Lokale Lieferketten werden beispielsweise auch von CATL und BASF angestrebt, die zu diesem Zweck eine strategische Partnerschaft geschlossen haben, um in Europa im Bereich Kathodenmaterial und Batterierecycling zusammenzuarbeiten.¹⁰²

Es spricht vieles dafür, dass sich in Europa eine lokale Recyclingindustrie entwickeln wird, die von den Skaleneffekten der stark wachsenden Elektromobilität profitieren und Altbatterien wirtschaftlich verwerten kann. Diese Recyclingindustrie steht jedoch in einem globalen Wettbewerb, so dass fortschrittliche und effiziente Technologien, die ein nachhaltiges und wirtschaftliches Recycling ermöglichen, essenziell für den unternehmerischen Erfolg sind. Chinesische Unternehmen werden durch den bereits erworbenen Erfahrungsvorsprung auf dem Heimatmarkt eine starke Konkurrenz für aufstrebende europäische Batterie-Recycler darstellen.

96 Melin et al., 2021

97 Yicai, c

98 HIPA

99 RI

100 YNA, b

101 CES, b

102 BASF

4 AUSBLICK

Nachhaltig produzierte Batterien sind eine der Schlüsseltechnologien für den Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft – insbesondere im Mobilitäts- und Energieversorgungssektor. Hierbei leisten diejenigen Batterien einen großen Beitrag, die mit den geringstmöglichen Auswirkungen auf die Umwelt hergestellt werden und in denen dabei Materialien Verwendung finden, die unter voller Achtung der Menschenrechte sowie sozialer und ökologischer Standards gewonnen und produziert werden.

Verschärfte regulatorische Nachhaltigkeitsanforderungen tragen zu dem Ziel bei, unter Einhaltung von Sorgfaltspflichten sowie sozialer und ökologischer Standards eine **Kreislaufwirtschaft für Batterierohstoffe und -komponenten** in Europa aufzubauen. **Der Handlungsdruck auf Unternehmen steigt** nicht nur seitens der Gesetzgeber, sondern auch seitens der Kund:innen und Investor:innen, die zunehmend eine überprüfbare Nachhaltigkeit einfordern.

Zur Charakterisierung und Vergleichbarkeit der Nachhaltigkeit von Batterien und deren Produktion ist eine einheitliche Nachhaltigkeitsmetrik erforderlich. Für viele Nachhaltigkeitsaspekte sind bereits Indikatoren entwickelt worden, jedoch sind nicht alle entwickelten Nachhaltigkeitsindikatoren für die Batterieindustrie gleichermaßen relevant und in der Praxis erprobt. Für die einzelnen Oberthemen lassen sich folgende Aspekte zusammenfassen:

- **Umweltauswirkungen:** Indikatoren zur Beschreibung der Umweltauswirkung sind vorhanden. Sie finden in Bereichen außerhalb der Batterieindustrie bereits einen hohen Grad der Operationalisierung und können daher als praxistauglich angesehen werden, auch wenn die konkrete Anwendung in der Batteriezellfertigung bisher nur vereinzelt zunächst in Regularien oder dem Entwurf der neuen BattVO vorgesehen ist.
- **Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management:** Indikatoren zur Kreislaufwirtschaft und zum End-Of-Life-Management sind vorhanden. Diese könnten zum Teil erst in kommenden Regularien Anwendung finden, so dass deren Praxistauglichkeit noch eruiert werden muss.
- **Soziale Belange & Menschenrechte:** Indikatoren zu sozialen Belangen und Menschenrechten sind vorhanden und branchenunabhängig. Sie weisen einen hohen Grad der Operationalisierung auf, jedoch sind einige Indika-

toren, beispielsweise der Indikator Zwangsarbeit, in der Praxis schwer zu erheben.

- **Arbeitsbedingungen:** Indikatoren zu Arbeitsbedingungen sind vorhanden und branchenunabhängig. Sie sind in der Praxis weit verbreitet und weisen damit einen hohen Grad der Operationalisierung auf.

Ein vergleichender Blick auf die chinesische Recyclingwirtschaft zeigt, dass dort eine Vielzahl von Maßnahmen zur Regulierung der Kreislaufwirtschaft und des End-of-Life-Managements verabschiedet wurden. Die dort zur Anwendung kommenden Indikatoren, wie z.B. Materialrückgewinnungsquoten, sind teilweise ähnlich ambitioniert wie diejenigen im Entwurf der EU-BattVO.

Ein Großteil der Maßnahmen in China sind jedoch nicht bindend, so dass sie nicht vollumfänglich von der gesamten Recyclingindustrie umgesetzt werden. Seit 2018 hat das Ministerium für Industrie und Informationstechnologie zwei Listen mit etwa 20 Unternehmen veröffentlicht, die die *Industriestandards und Bedingungen für die umfassende Verwertung von Altbatterien für neue Energiefahrzeuge* erfüllen und sich z.B. durch Einhaltung hoher Umweltschutzstandards auszeichnen. Diese führenden Unternehmen sind vermutlich gut gerüstet, um auch den Anforderungen der kommenden europäischen BattVO gerecht zu werden.

Folglich ist absehbar, dass chinesische Unternehmen den verschärften europäischen Nachhaltigkeitsanforderungen zumindest im Hinblick auf eine ressourceneffiziente Produktion nachkommen können. Darüber hinaus prüfen erste chinesische Unternehmen aktuell eine mögliche Ansiedlung von Recyclingstandorten in Europa. Andersherum ist aufgrund geltender Importbeschränkungen aktuell nicht zu erwarten, dass sich das Recycling von Altbatterien nach China verlagern wird.

Da die Verschärfung der europäischen Nachhaltigkeitsanforderungen in punkto Umweltauswirkungen, soziale Belange und Menschenrechte jedoch über den Aspekt der Kreislaufwirtschaft hinausgeht, bleibt abzuwarten, ob chinesische Batteriezellen den Konkurrenzdruck auf dem EU-Binnenmarkt aufrechterhalten können.

LITERATURVERZEICHNIS

BASF

BASF. BASF und CATL unterzeichnen Rahmenvertrag, um globale Klimaneutralitätsziele schneller zu erreichen. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

Bayerischer Industrie- und Handelskammertag e.V., 2020

Bayerischer Industrie- und Handelskammertag e.V. (2020). SDG-Wegweiser für kleine und mittlere Unternehmen- Ziele für nachhaltige Entwicklung.

Bechberger et al., 2021

Bechberger, M.; Vorholt, F.; Bünting, A.; Oehl-Schalla, N. (2021). Nachhaltigkeit der Batteriezellfertigung in Europa.

Beck, 2014

Beck (2014). Beck'scher Onlinekommentar-GG/Ruffert, 21. Edition, München 01.06.2014, Art. 12 Rn. 146.

Beermann, Vorholt, 2022

Beermann, V.; Vorholt, F. (2022). Marktanalyse Q4 2021.

BioLogic

BioLogic. Battery states: State of charge (SoC), State of Health (SoH). Electrochemistry basics series. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, a

BMZ. Agenda 2030. [Online] Letzter Zugriff: 14.12.2021.

BMZ, b

BMZ. SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, c

BMZ. SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, d

BMZ. SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, e

BMZ. SDG 12: Nachhaltige/r Konsum und Produktion. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, f

BMZ. SDG 15: Leben an Land. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, g

BMZ. SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

BMZ, h

BMZ. SDG 8: Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Bönnighausen, 2021

Bönnighausen, D. (2021). eMobility-Dashboard September: 33.655 reine Elektro-Pkw. electrive. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

Bundesregierung, 2020

Bundesregierung (2020). Leitfaden der Bundesregierung für eine nachhaltige Textilbeschaffung der Bundesverwaltung.

Bundestag, 2009

Bundestag (2009). Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Batterien und Akkumulatoren (Batteriegesetz- BattG).

Bundestag, 2020

Bundestag (2020). Erstes Gesetz zur Änderung des Batteriegesetzes- vom 3. November 2020

Bundestag, 2021

Bundestag (2021). Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten.

CAAM

caam. China Sales of NEVs (2012-2020). [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

CATL

CATL. Battery Recycling. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

CES, a

CES. POSCO to process battery production scrap from Europe in joint venture with Huayou Cobalt. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

CES, b

CES. South Korea launch national battery strategy – reuse and recycling in focus. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

Chalmers et al, 2021

Chalmers, J.; Picard, N.; Eastman, H.; Wilkinson, G. (2021). Global Investor Survey. PwC.

Charbonneau

Charbonneau, N. (2021). Kinderarbeit weltweit: Die 7 wichtigsten Fragen und Antworten. Unicef. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Chen et al., 2021

Chen, J. et al. (2021). Status and Problems of Closed-Loop Supply Chain of Traditional Power Battery in China. In Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference (pp. 567-569). The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Deloitte

Deloitte. Verantwortung als Chance: das Transformations-thema Sustainability. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

DGUV, 2021

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Arbeits-unfallgeschehen 2020, September 2021

DGVN

DGNV. Moderne Sklaverei und Zwangsarbeit. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Dolega et al, 2020

Dolega, P.; Buchert, M.; Betz, J. (2020). Ökologische und sozio-ökonomische Herausforderungen in Batterie-Lieferketten: Graphit und Lithium.

Europäische Kommission, 2012

Europäische Kommission (2012). Verordnung (EU) 493/2012 mit Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Recyclingeffizienzen von Recyclingverfahren für Altbatterien und Altakkumulatoren gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

Europäische Kommission, 2019

Europäische Kommission (2019). COM(2019) 640 final- The European Green Deal.

Europäische Kommission, 2021

Europäische Kommission. Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030. [Online] Letzter Zugriff: 14.12.2021.

Europäische Union, 2012a

EU (2012). Richtlinie (EU) 2012/27 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Energieeffizienz.

Europäische Union, 2012b

EU (2012). Leitlinien für die Berichterstattung über nichtfinanzielle Informationen (2017/C 215/01)

Europäische Union, 2017

EU (2017). Verordnung (EU) 2017/821 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung von Pflichten zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten in der Lieferkette.

Europäische Union, 2019

EU (2019). Verordnung (EU) 2019/2016 zur Festlegung eines Rahmens für die Energieverbrauchskennzeichnung.

Europäische Union, 2020

EU (2020). Verordnung (EU) über Batterien und Altbatterien, zur Aufhebung der Richtlinie 2006/66/EG und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/1020

Fink

Fink, L. Eine grundlegende Umgestaltung der Finanzwelt. BlackRock. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Ganfeng

Ganfeng. Global Layout. [Online] Letzter Zugriff am 03.01.2022

GBA, 2020

Global Battery Alliance. (2020). The Global Battery Alliance Battery Passport: Giving an identity to the EV's most important component.

GEM

GEM. Industry Chain of Waste Battery Recycling and Power Battery Material Manufacturing. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

GHTech

GHTech. Brief Introduction. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

HIPA

HIPA. SUNGEEL HITECH IS OPENING A NEW GLOBAL GREEN BATTERY RECYCLING PLANT IN BÁTONYTERENYE. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

HPT

HPT. Highpower Technology. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

Huayou

Huayou. Huayou Recycling Technology Co., Ltd. cooperates with POSCO to carry out the recycling and utilization of waste batteries in South Korea. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

IDTechEx

IDTechEx. China Tower can ‚absorb‘ 2 million retired electric vehicle batteries. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

IEA

IEA. Carbon capture, utilisation and storage. [Online] Letzter Zugriff: 14.12.2021.

ILO

ILO. Safety and health at work. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

ILO & UNICEF, 2021

ILO & UNICEF (2021). Child Labour: Global estimates 2020, trends and the road forward.

ILO, 2012

ILO (2012). Hard to see, harder to count- Survey guidelines to estimate forced labour of adults and children.

Jin et al., 2021

Jin, L. et al. (2021). Driving a Green Future: A Retrospective Review of China's Electric Vehicle Development and Outlook for the Future. ICCT.

Jinasena et al., 2021

Jinasena, A; Burheim, O; Strømman, A. (2021). A Flexible Model for Benchmarking the Energy Usage of Automotive Lithium-Ion Battery Cell Manufacturing

KBA

KBA. Neuzulassungen von Personenkraftwagen in den Jahren 2011 bis 2020 nach ausgewählten Kraftstoffarten. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

Kees et al., 2020

Kees, J. et al. (2020). Consumer Products and Retail – How sustainability is fundamentally changing consumer preferences. Capgemini Research Institute.

König, 2021

König, J. (2021). SDG und ISO 50001: Nachhaltigkeitsziele erreichen. DQS. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Kretschmer

Kretschmer, A. (2021). CCS: Was bedeutet Carbon Capture and Storage?. CHEMIE TECHNIK. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Kühl, Petruschke

Kühl, A; Petruschke, P. (2021). Was die Solarpflicht für Unternehmen in Industrie & Gewerbe bedeutet. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Lernhelfer

LERNHELPER. Sozialleistungen. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Li et al., 2021

Treatment of electric vehicle battery waste in China: A review of existing policies. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 29(2), 111-122.

Liu et al., 2020

Liu et al. (2020). Research on the Critical Issues for Power Battery Reusing of New Energy Vehicles in China. Energies, 13(8), 1932.

makeITfair, 2007

makeITfair (2007). Zinn verbindet Komponenten, aber spaltet lokale Gemeinden.

Melin et al., 2021

Melin et al. (2021). Global implications of the EU battery regulation. Science, 373(6553), 384-387

Neef et al., 2021

Neef et al. (2021). Recycling von Lithium-Ionen-Batterien: Chancen und Herausforderungen für den Maschinen- und Anlagenbau. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.

Neißendorfer

Neißendorfer, M. (2021). Second Life oder Recycling? Wie eine neue Software gebrauchte E-Auto-Akkus bewertet. Elektroauto-News. DQS. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Niese et al., 2020

Niese et al. (2020). The Case for a Circular Economy in Electric Vehicle Batteries. Boston Consulting Group.

Oxfam

Oxfam. Lieferkettengesetz: Für Menschenrechte in der Wirtschaft. [Online] Letzter Zugriff: 14.12.2021.

REACH

REACH-Helpdesk. Die Verordnungen REACH und CLP im Überblick. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Reuters

Reuters. Chinese carmaker BYD close to completing battery recycling plant. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

RI

Recycling International. China ends all waste imports. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2021

Schaal, 2021

Schaal, S. (2021). NEV-Verkäufe in China steigen weiter. electrive. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

SMM, a

SMM. Ministry of Industry and Information Technology: „New Energy vehicle waste Power Battery Comprehensive Utilization Industry Standard conditions“ Enterprise list (second batch). [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

SMM, b

SMM. Accelerating the Recycling and Utilization of Power Battery, the Propulsion Agency is optimistic about the growth of the industry. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, FDP, 2021

SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, FDP (2021). Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der SPD, BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP).

Umwelt Bundesamt, 2020

Umwelt Bundesamt. Marktdaten: Bereich Sonstige Konsumgüter. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Umwelt Bundesamt, 2021

Umweltbundesamt. Energieverbrauchskennzeichnung. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

UNECE

UNECE. Major auto markets join forces for draft UN legislation on electric vehicle battery durability. [Online] Letzter Zugriff: 14.12.2021.

United Nations, 2019

United Nations (2019). Mineral resource governance.

UNRIC, a

UNRIC. Ziel 9: Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

UNRIC, b

UNRIC. Allgemeine Erklärung der Menschenrechte. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Wang, 2021

Wang, D. (2021). Research on policies of power batteries recycle in China from the perspective of life cycle. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 29(2), 135-149.

Wittpahl, 2020

Wittpahl, V. (2020). Klima.

Wolf et al, 2021

Wolf, I.; Fischer, Dr. A.; Huttarsch, J. (2021). Soziales Nachhaltigkeitsbarometer der Energie- und Verkehrswende. Ariadne Projekt. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

World Economic Forum, 2019

World Economic Forum (2019). A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030- Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation.

Yicai, a

Yicai. CATL Starts Work on USD5 Billion Industrial Park in China's Hubei Province. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

Yicai, b

Yicai. China's CNGR Unit to Invest USD202 Million to Lift Ternary Precursor Output, Build Battery Recycling Plant. [Online] Letzter zugriff 04.01.2022

Yicai, c

Yicai. China's CNGR Soars as It Teams With South Korea's SungEel to Recycle EV Batteries in Europe. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

YNA, a

YNA. S. Korean-Chinese joint venture to build plant for cathode materials for lithium-ion batteries. [Online] Letzter Zugriff 20.12.2021

YNA, b

YNA. S. Korea to phase out industrial waste imports. [Online] Letzter Zugriff 03.01.2022

ZEIT ONLINE

ZEIT ONLINE (2021). EU-Staaten verpflichten sich auf konkrete Sozialziele. [Online] Letzter Zugriff 15.12.2021

Zou, Liu, 2021

Zou, R.; Liu, Q. (2021). Current situation and Countermeasures of power battery recycling industry in China. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 702, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht über die globalen Ziele (Sustainable Development Goals, SDGs) für eine soziale, wirtschaftliche und ökologisch nachhaltige Entwicklung.	6
Abbildung 2: Wertschöpfungsstufen der Batteriezellfertigung und zugehörige Piktogramme.	8
Abbildung 3: Bezug der Indikatoren im Bereich der Umweltauswirkungen zu den SDGs.	10
Abbildung 4: Bezug der Indikatoren im Bereich Kreislaufwirtschaft & End-of-Life-Management zu den SDGs.	16
Abbildung 5: Bezug der Indikatoren im Bereich Soziale Belange und Menschenrechte zu den SDGs.	20
Abbildung 6: Bezug der Indikatoren im Bereich Arbeitsbedingungen zu den SDGs.	24
Abbildung 7: Verkaufszahlen der sogenannten New Energy Vehicles (NEV) in China. Im Vergleich dazu sind die kombinierten Zulassungszahlen von rein batteriebetriebenen Fahrzeugen und Plug-In Hybridfahrzeugen in Deutschland dargestellt. Daten aus 79 bis 82.	26
Abbildung 8: Erwarteter Rücklauf an Altbatterien in China. Daten aus 85.	27
Abbildung 9: Regularien, Maßnahmen & Standards zur Steuerung des Batterierecyclings in China.	28

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BattG 2	Deutsches Batteriegesetz
BattVO-E	Entwurf der Europäischen Batterieverordnung
BEV	Battery Electric Vehicle (dt.: [batterie-elektrisch betriebenes] Elektrofahrzeug)
BMS	Batteriemanagement System
CLP	Classification, Labelling and Packaging of Chemicals
EPR	Extended Producer Responsibility (dt.: erweiterte Herstellerverantwortlichkeit)
EU	Europäische Union
EU KOM	Europäische Kommission
EV	Electric Vehicle
FCEV	Brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge
GBA	Global Battery Alliance
GHG	Green House Gas (dt.: Treibhausgase)
GRI	Global Reporting Initiative
GTR	Globale Technische Regelung
ILO	International Labour Organisation
ISO	Internationale Organisation für Normung
JV	Joint Venture
KI	Künstliche Intelligenz
KPI	Key Performance Indicator
MIIT	Ministerium für Industrie und Informationstechnologie
NEV	New Energy Vehicle
OEM	Fahrzeughersteller
PSILCA	Product Social Impact Life Cycle Assessment Database
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
SDG	Sustainable Development Goals
SoC	State of charge (dt.: Ladezustand)
SoH	State of Health (dt.: Gesundheitszustand)
THG	Treibhausgas
UN	United Nations (Vereinte Nationen)

UNECE	Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa
UNESCO	Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Kommunikation
UNESCO-IHE	UNESCO Institute for Hydrological Education
WFN	Water Footprint Network
WHO	Weltgesundheitsorganisation
xEV	x Electric Vehicle (x = Battery, Plug-In Hybrid oder Fuel Cell)

