

Factsheet: Elektromobilität und Recycling

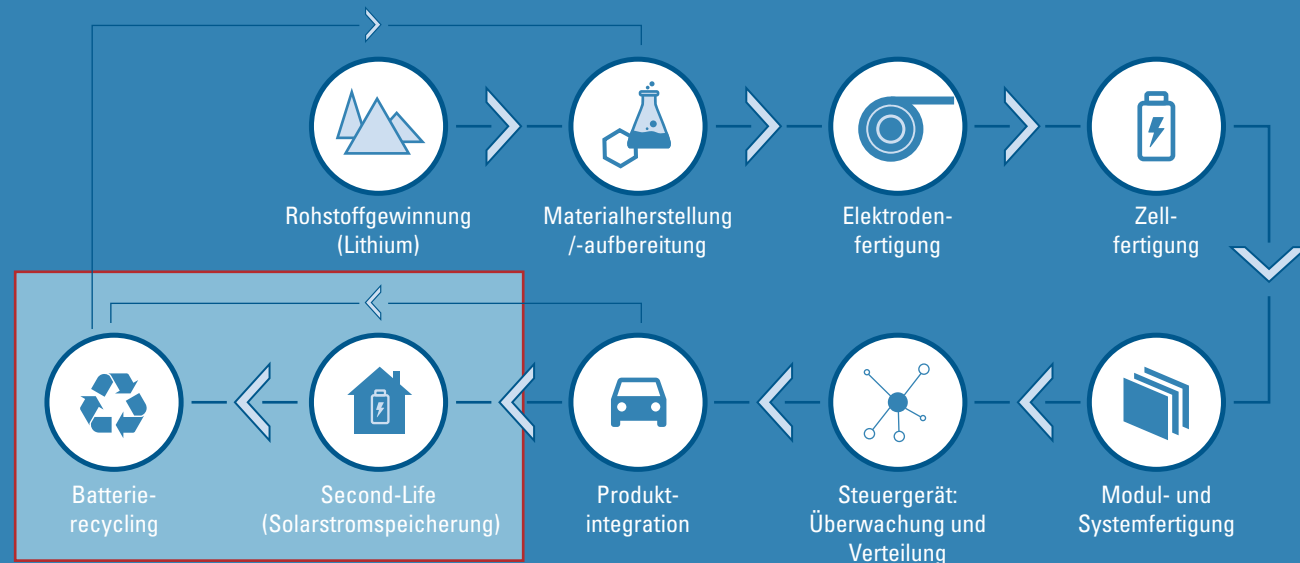
Was passiert mit den Lithium-Ionen-Akkus aus E-Fahrzeugen?

Einleitung

Kurz und einfach gesagt: Recycling und Second-Life sind für eine nachhaltige Elektromobilität eine grundlegende Voraussetzung. Mit zunehmenden E-Fahrzeugen auf den Straßen steigt auch das Bewusstsein für die dafür benötigten Rohstoffe und die Entsorgung. Zum einen werden Forderungen zur Wiederverwendung von Auto-Akkus aus ökologischen (Umweltzerstörung beim Rohstoffabbau) und sozialen (Arbeitsbedingungen und Menschenrechtsstandards) Gründen laut. In dieser Hinsicht ist Recycling eine Voraussetzung für die gesellschaftliche Akzeptanz von Elektromobilität in Europa. Zusätzlich ist Recycling aufgrund begrenzter Ressourcenverfügbarkeit auch eine Frage der ökonomischen Nachhaltigkeit. Insbesondere China hat das wirtschaftliche Potenzial von Recycling erkannt. Ein Markt bzw. ein effizientes Kreislaufmanagement, dass dafür sorgt, dass vor allem Auto-Akkus wiederverwertet bzw. recycelt werden, existiert heute jedoch noch nicht.

Life-Cycle eines Lithium-Ionen-Akkus für Automobile

Mit dem Hochlauf der Produktionszahlen von E-Fahrzeugen steigt der Bedarf an Lithium-Ionen-Akkus für den Automobilbereich. Ein besonderer Fokus lag bisher auf der Zellfertigung und Batterieproduktion mit dem Ziel, Stückzahlen hochzufahren. Damit einher stieg auch die Nachfrage nach Rohstoffen wie Lithium und Kobalt, die bisher durch die Etablierung und Absicherung von primären Rohstofflieferketten bedient wurde. Außerdem gab es bisher keinen Markt für gebrauchte Lithium-Ionen-Akkus aus dem Automobilbereich, weswegen industrielle Recyclingprozesse bislang nicht etabliert werden konnten. Der hier grafisch dargestellte Lebenskreislauf muss sich also noch für alle Elektrofahrzeuge schließen.



Recycling-Kapazität und -Bedarf in der EU

Wachsendes Interesse

der Fahrzeughersteller an Recycling

Beispiel

1.500 t für 2020

geplant durch VW-Pilotanlage

ca. 33.000

t/Jahr Lithium-Ionen-Batterien
werden EU-weit geschätzt
recycelt

Bis 2035

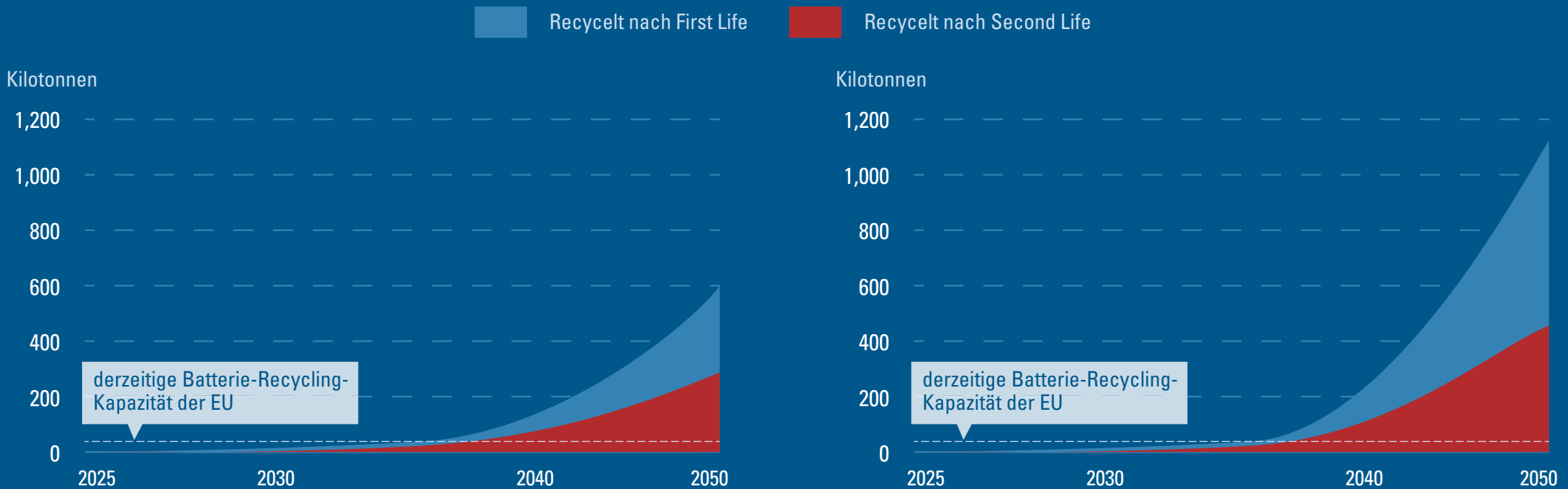
ausreichend Recycling-Kapazitäten, danach starker Anstieg erwartet

(Element, Energy, 2018)

Die Szenarien zeigen deutlich, dass mit steigenden Zahlen von E-Fahrzeugen ab 2035 die aktuell verfügbaren Recyclingkapazitäten in der EU nicht mehr ausreichen.

Szenario 1: Basis

Szenario 2: Beschleunigter Markthochlauf von Elektrofahrzeugen



Recyclete Batterien in der EU pro Jahr

Basierend auf zwei Szenarien der Studie „Low carbon cars in Europe: A socioeconomic assessment“ von Element Energy and Cambridge Econometrics (2018)

Szenario 1:

Das in der EU-Verordnung zur Verminderung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen (von 2009) festgelegte Durchschnittsziel von 95 g CO₂/km in 2020 wird eingehalten.

Szenario 2:

Reine Verbrenner werden ab 2035 und Hybridfahrzeuge ab 2040 nicht mehr produziert.

EXKURS: Recycling von Fahrzeugbatterien in China

In China gehen Regulierung und Pilotprojekte Hand in Hand, um Potentiale der Batterien für Second-Life-Anwendungen und Wertstoffrückgewinnung zu heben.

Potentiale

Bis 2029

werden 3 Million genutzte EV-Batteriepacks pro Jahr frei, was ca. 108 GWh verfügbarer Speicherkapazität entspricht.

Jährlicher Markt für Batterierecycling:

2018

5,2 Milliarden RMB

2022

30 Milliarden RMB

Regulierung

Batterie-Nachverfolgung

Seit 2018

werden alle produzierten Batterien mit einer Identifikationsnummer auf einer Nachverfolgungsplattform registriert. Der Durchlauf aller Stationen der Wertschöpfungskette muss von den Akteuren nachgewiesen werden.

Richtlinien

zur Einrichtung von Rücknahmeanlagen für Batterien von Elektroautos (von Seiten der Hersteller) wurden erlassen – Größe ist abhängig vom Fahrzeugabsatz der Hersteller pro Bezirk.

Umsetzung

17 Städte & Regionen

(u. a. Metropolen Peking, Shanghai & Xiamen, Provinzen Jiangsu, Anhui & Guangdong) setzen Pilotprogramme um.

Ende Dezember 2018

wurde bekannt, dass 45 NEV*-produzierende Unternehmen insgesamt 3.204 Rücknahmeanlagen in 31 Provinzen eingerichtet haben.

* New Energy Vehicles

Übersicht von Recyclingverfahren

Beim Recycling von Lithium-Ionen-Akkumulatoren hat sich noch keines der gängigen drei Verfahren durchgesetzt – Vor- und Nachteile sind im Folgenden aufgezeigt.



Pyrometallurgisch

Erhitzen der Batterien in Schmelzöfen bei hohen Temperaturen. Verbleibende Metalllegierungen & Schlacke enthalten z.B. Lithium & Aluminiumoxid.



Hydrometallurgisch

Nutzung von Säuren oder Laugen zum Lösen der Metalle.



Mechanisch/Physisch

Schreddern plus entweder Niedrigertragmethode (Cu, Al) oder fortschrittliche Methoden, bei denen Kathodenpulver intakt bleibt.

Vorteile

- + Minimale Vorbehandlung
- + Alle Batteriechemien können gemeinsam recycelt werden

- + Hohe Rückgewinnungsraten
- + Alle Metalle können rückgewonnen werden
- + Viele der genutzten Reaktante können innerhalb der Verfahren wiedergenutzt werden

- + Kein Chemikalienbedarf
- + Kann automatisiert werden

Nachteile

- Hoher Energiebedarf
- Niedrige Rückgewinnungsraten wenn nicht mit hydrometallurgischen Prozessen kombiniert

- Wird für bestimmte Batteriechemien optimiert, d.h. unterschiedliche Chemien können schlecht zusammen recycelt werden
- Vorsortierung und Identifikation von Batteriechemien notwendig
- Hoher Chemikalienbedarf (Reaktant)
- Bildung toxischer Gase

- Explosive Reaktionen möglich: O₂ freie Umgebung notwendig oder Tiefkühlen der Batterien vor dem Schreddern
- Fortschrittliche Methoden technisch komplex

Rückgewonnene Metalle:

Co, Ni, perspektivisch auch Cu und Fe Legierung. In Kombination mit hydrometallurgischen Prozessen auch Kobaltoxide, Nickelhydroxid, Lithiumcarbonat




Rückgewonnene Metalle:

Alle Metalle aber kein Grafit. Sehr hohe Rückgewinnungsraten.

Rückgewonnene Metalle:

Lithiumcarbonat; zur Zeit noch kombiniert mit hydrometallurgischen Prozessen.

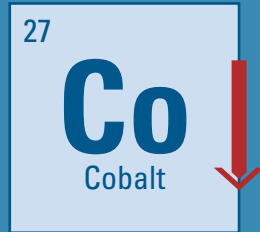
Liste europäischer Unternehmen mit Recycling-Prozessen für Lithium-Ionen-Akkus

Unternehmen	Recyclingprozess			Wiedergewonnene Materialien	
					
Accurec Recycling GmbH			✓	Li, Cu, Fe, Ni, Co, Al, Plastik	
AEA Technology		✓		Li, Co, R&D – nicht im industriellen Maßstab	
Akkuser Oy				✓	nur Schreddern – Output an Metalleraffinerien
Batrec Industrie AG	✓		✓	unbekannt	
Chemetall GmbH		✓		Cu, Co, Ni, Li (kleiner Maßstab)	
CrisolteQ Oy / Fortum		✓		Li, Co, Ni – Fortum testet auch Second Life Anwendungen	
Duesenfeld GmbH		✓		Li, Co, Ni, Fe, Cu, Al	
Eramet Group			✓	Li, Co, Ni, Fe, Cu, Al	
Glencore plc	✓		✓	Batteriesammlung nur in Europa – Exporte nach Kanada	
GP				Nur Batteriesammlung	
Nissan Automobil AG				✓	Nur Batterieumnutzung
Promesa GmbH & Co. KG				✓	Nur Batterieschreddern
Redux Recycling GmbH			✓	Fe, Al, Cu, Plastik	
SNAM	✓			Co, Cu, Al, Fe + Umnutzung	
Umicore AG & Co. KG	✓	✓		Li, Co, Ni, Cu	
Veolia Environnement S.A.		✓		Li, Ni, Fe	
UP				✓	Nur Batteriesammlung
WasteCare				✓	Nur Batteriesammlung

Wirtschaftlichkeitsfaktoren Recycling

Die Wirtschaftlichkeit von Batterierecycling hängt von vier Hauptfaktoren ab:

1



Batteriechemie & Energiedichte

Das wertvollste Metall in heutigen Lithium-Ionen-Akkus ist Kobalt. Doch es wird bereits intensiv an den chemischen Zusammensetzungen der Akkus gearbeitet. Derartige Innovationsprozesse wirken sich auf den Ertrag der unterschiedlichen Metalle und damit die Wirtschaftlichkeit des Prozesses insgesamt aus. Parallel werden die Energiedichten von Lithium-Ionen-Akkus höher: Batterien werden kompakter und benötigen weniger Material. Folglich sinkt auch die Metallmenge pro recycelter Batterie.

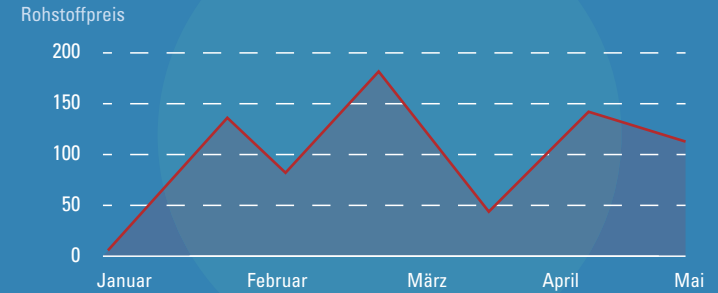
3



Batterievolumen

Unsicherheiten bezüglich Volumen zu recycelnder Batterien erschweren Kapazitätsplanung & Rechtfertigung von Investitionen. Es ist allerdings anzunehmen das die Signale des stetig wachsenden Marktes für batterieelektrische Fahrzeuge sich positiv auf die Recyclingindustrie auswirken.

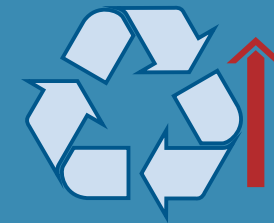
2



Rohstoffpreise

Preise unterliegen z. T. großen Schwankungen, wodurch die wirtschaftliche Planbarkeit erschwert und das Risiko für Recyclingunternehmen erhöht wird.

4



Regulierung & Recyclingeffizienz

Werden Recyclingraten und -quoten für einzelne Metalle im regulativen Rahmen angehoben und verschärft, erhöht das die Planungssicherheit der Industrie. Zusätzlich kann die Wirtschaftlichkeit des Recyclingverfahrens durch eine effizientere Rückgewinnung verbessert werden.

Second-Life

Der Einsatz von Second-Life-Akkus aus E-Fahrzeugen ist vielseitig. Die Anwendungen erstrecken sich von Hausspeichern, Notstromversorgungen und Leistungspuffern über Antriebe für Flurförderfahrzeuge bis hin zum Einsatz im Spitzenlastmanagement von Großverbrauchern oder der Bereitstellung von Regelleistung für Stromnetzbetreiber. Dabei wird der Einsatz von Second-Life im Vergleich zu direktem Recycling von Expert*innen divers diskutiert. Bei der Verwendung und Bewertung von Second-Life-Akkus sollten folgende Faktoren betrachtet werden:

Stärken

- + Second-Life in stationären und mobilen Anwendungen grundsätzlich möglich
- + Zusätzliche Erlöse oder Kosteneinsparungen möglich
- + Ersatz von umweltschädlichen Batterien (Bsp. Bleisäurebatterien)
- + Verringerung von Treibhausgasemissionen und Ressourcenbedarf

Schwächen

- Unsicherheit bzgl. des Zustands nach First-Life
- Unsicherheit bzgl. der Lebensdauer im Second-Life
- Sicherheitstechnische Bedenken
- Wiederaufbereitungskosten

Chancen

- + Wachsender Markt für Elektromobilität
- + Wachsende Nachfrage nach stationären Energiespeichern
- + Steigendes Umwelt- und Ressourcenbewusstsein
- + Verzögerung der anfallenden Recyclingkosten
- + Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Fördermaßnahmen
- + Entwicklung neuer Geschäftsmodelle
- + Design-for-Second-Life: Baukastenstrategie möglich

Risiken

- Geringe Verfügbarkeit gebrauchter Batterien
- Unsicherheit bzgl. Batteriepreisentwicklung
- Fehlende Zahlungsbereitschaft durch geringe Akzeptanz für gebrauchte Produkte
- Energieintensive Recyclingprozesse z.T. ökonomisch nicht umsetzbar
- Unklare Rechtssituation (z.B. Haftung, Recyclingpflicht)
- Fehlende Standardisierung
- Hohe Anforderungen an die logistischen Ketten
- Adaption des Nutzerverhaltens im First-Life: längere Nutzung im Fahrzeug

Herausforderungen und Handlungsempfehlungen bei Recycling und Second-Life von Lithium-Ionen-Akkus aus E-Fahrzeugen

Eine der größten Herausforderungen für die Nachnutzung und das Recycling ist die Diversität von Batteriechemien, die ein einheitliches Vorgehen und damit industrielle Prozesse erschwert. Außerdem sind Akkus zum Teil kompliziert in den Fahrzeugen verbaut, sodass diese nur schwer oder gar nicht ausgetauscht werden können. Die Nachfrage nach Second-Life-Akkus als Stromspeicher ist trotz des hohen Potenzials noch nicht gegeben. Letztlich sind der Transport und die Lagerung von Akkus mit Risiken verbunden und damit auch aufwändig und kostspielig.

Neben dem Bewältigen technischer Herausforderungen besteht politischer

Handlungsbedarf. Insbesondere zwei Rechtsakte sind für Batterien von Elektrofahrzeugen und deren Recycling entscheidend. Die EU-Richtlinie 2006/66/EG (EU-Batterie-Richtlinie) regelt batteriespezifische Anforderungen für die Sammlung, das Recycling und Entsorgungsverfahren. In Deutschland wurde diese Richtlinie durch das Batteriegelgesetz (BattG) umgesetzt. Eine erste Anhörung im Bundestag zum Neuentwurf fand im September 2020 statt. Im Zentrum der Revisionen steht die strategische Etablierung bzw. Verbesserung der Kreislaufwirtschaft für Altbatterien und der damit einhergehende Umweltschutz. Um höhere Second-Life-Nutzung und Recyclingquoten zu erreichen sind unter anderem folgende Anforderungen sinnvoll:



Rechtliche Definitionen

Anpassungen von rechtlichen Definitionen im Kontext von Traktionsbatterien für Elektrofahrzeuge, um ihre Rekonditionierung bzw. Umnutzung zu vereinfachen/ermöglichen



Höhere Sammelquoten

höhere allgemeine Sammelquoten für Batterien (derzeit 45%)



Spezifische Rohstoffquoten

Einführung spezifischer Rohstoffquoten für knappe Rohstoffe wie Lithium



Ökodesign Vorgaben

Einführung von Vorgaben zum Ökodesign von Batterien



Verfolgungssystem

Einführung von einem Verfolgungssystem von Traktionsbatterien für Elektrofahrzeuge

Kontakt

Kira Weinmann

Managerin Kommunikation und Wissensmanagement

Telefon: 030-311 61 16-53

E-Mail: kira.weinmann@now-gmbh.de