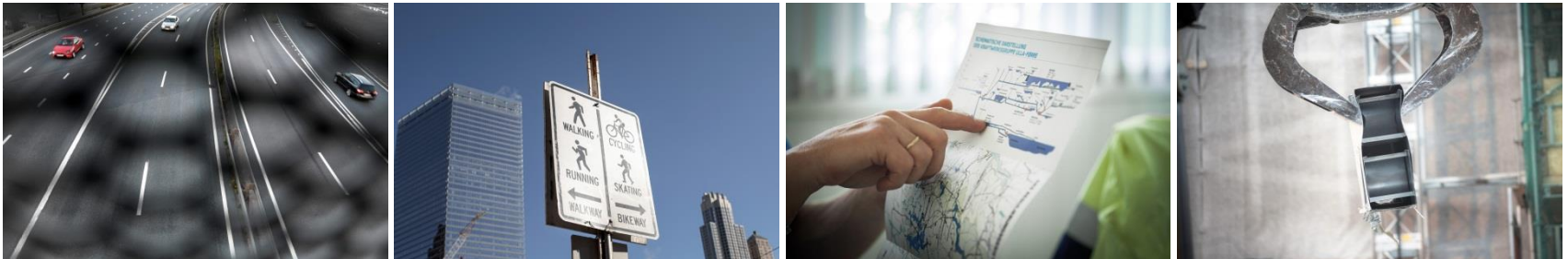


Recycling von Kobalt und Lithium für die Energiewende

HIF Resource Talk, Freiberg, 13. Februar 2018

Dr. Matthias Buchert, Öko-Institut e.V.



Was sagen die Medien?

Could A Lithium Shortage Derail The Electric Car Boom?

By [James Stafford](#) - Aug 24, 2016, 6:01 PM CDT



The new OPEC: Who will supply the lithium needed to run the future's electric cars?

[Justina Crabtree](#) | [@jcrabtree](#)

Friday, 30 Dec 2016 | 1:54 AM



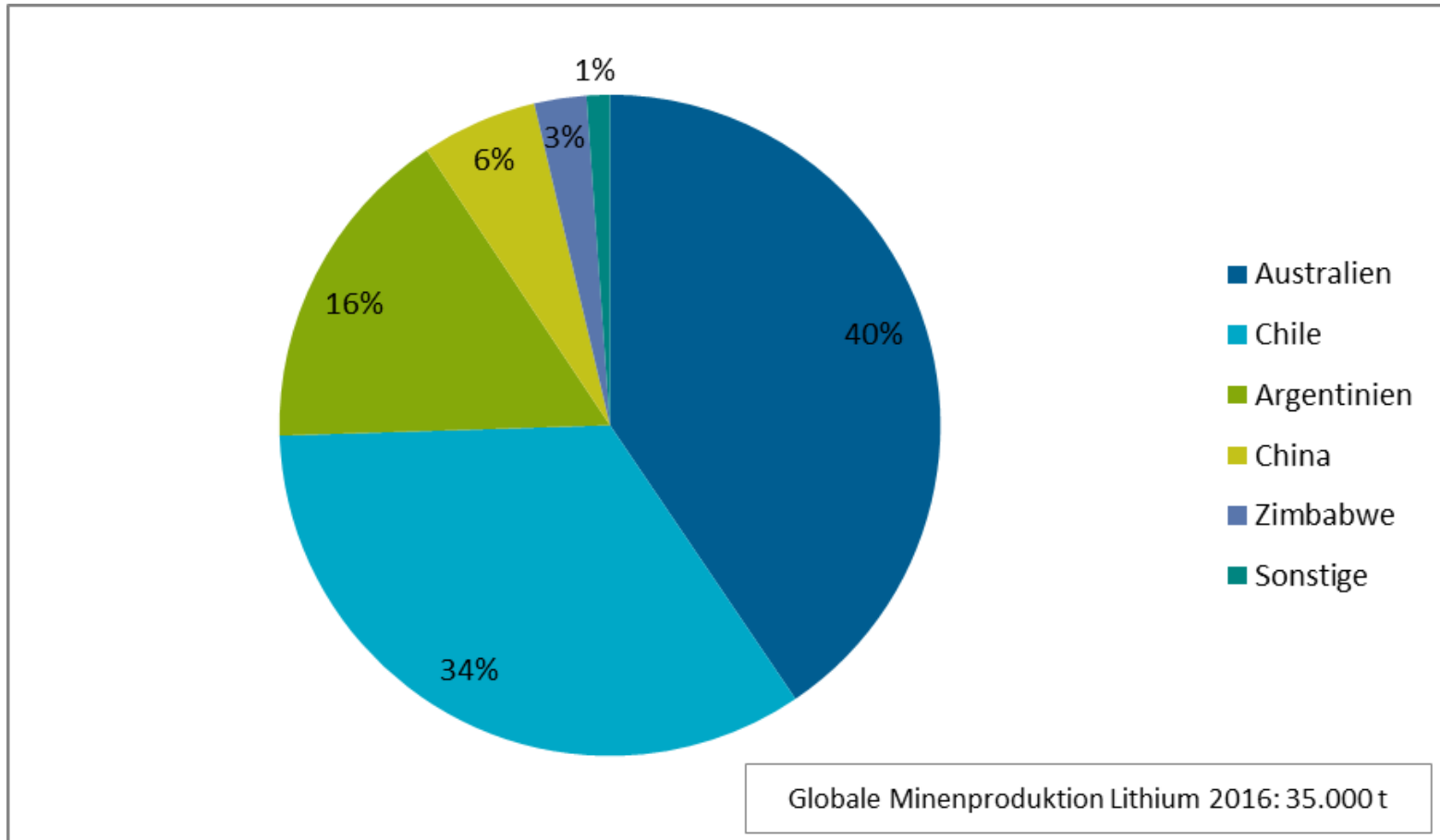
Is the race as lithium-ion battery demand enough to produce 80 million electric cars a year?
Aren't we just moving from scarce fossil fuel resources to scarce lithium resources?

Cobalt rises for storage

- 1** Kobalt & Lithium: Verwendung und Recycling heute
- 2** Globale Nachfrageentwicklungen
- 3** Herausforderungen für Kobalt- und Lithiumrecycling
- 4** Strategische Handlungsempfehlungen

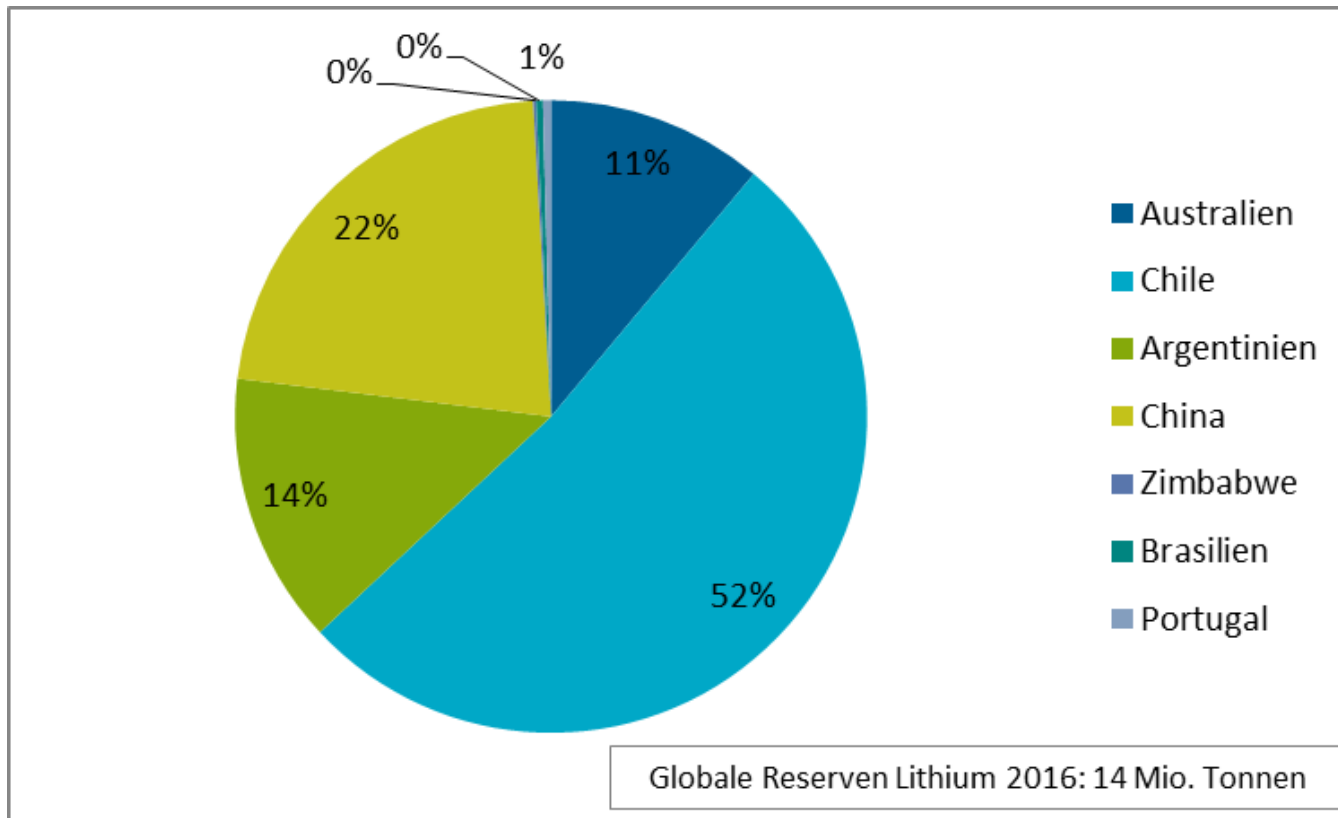
Globale Minenproduktion Lithium 2016

Quelle: USGS 2017, ohne Produktion USA



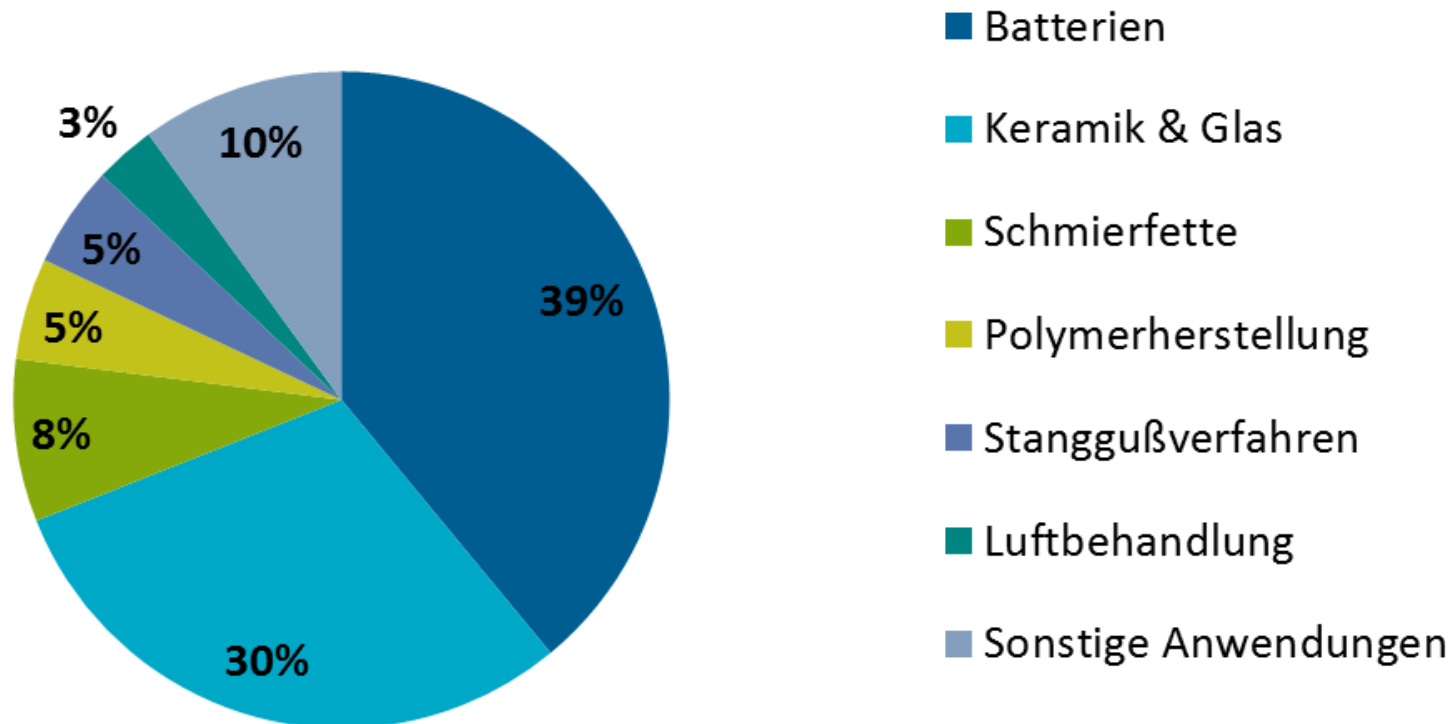
Globale Reserven Lithium 2016 (nach Staaten in %)

Quelle: USGS 2017



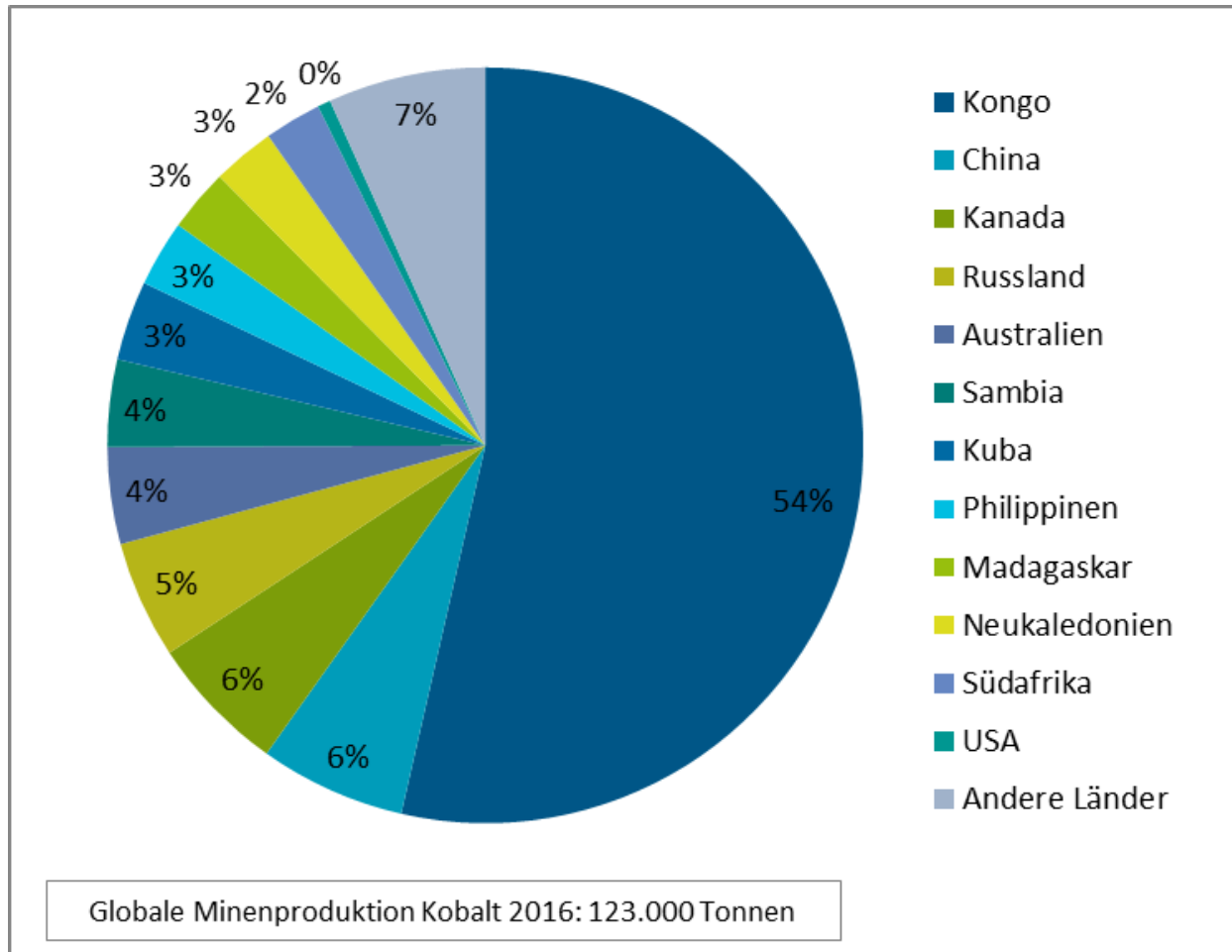
Anwendungsbereiche Lithium (2016)

Quelle: USGS 2017



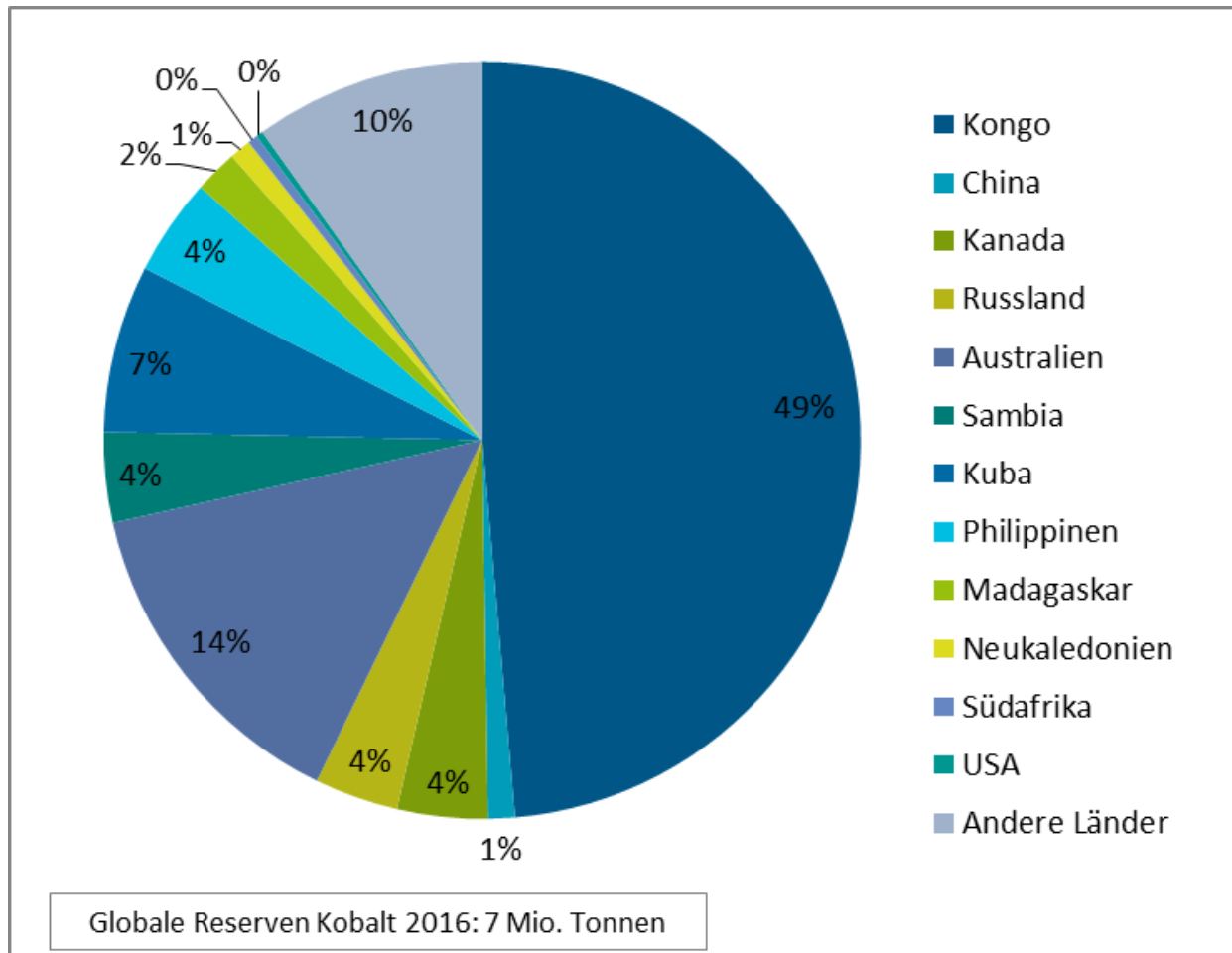
Globale Minenproduktion Kobalt 2016

Quelle: USGS 2017



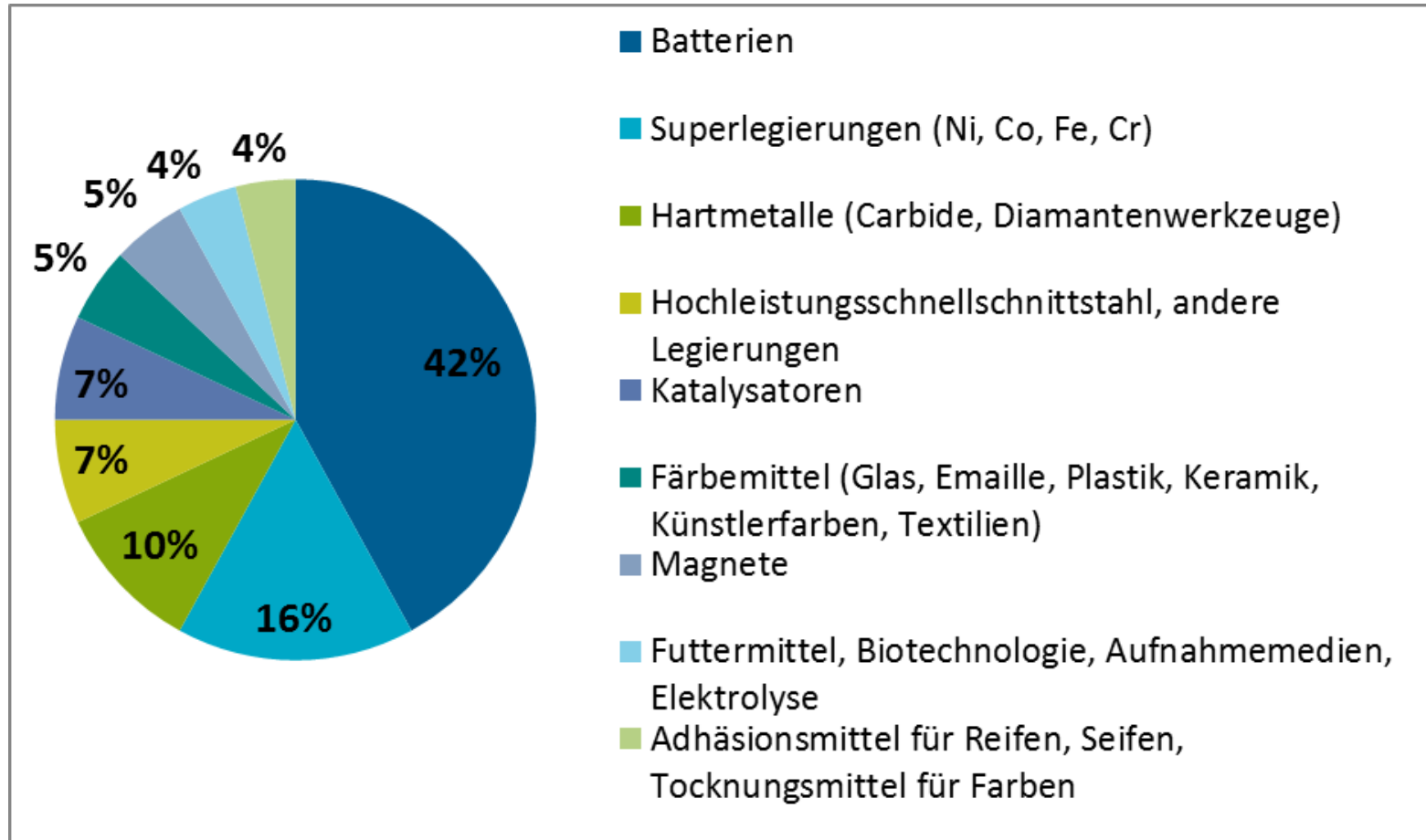
Globale Reserven Kobalt 2016 (nach Staaten in %)

Quelle: USGS 2017



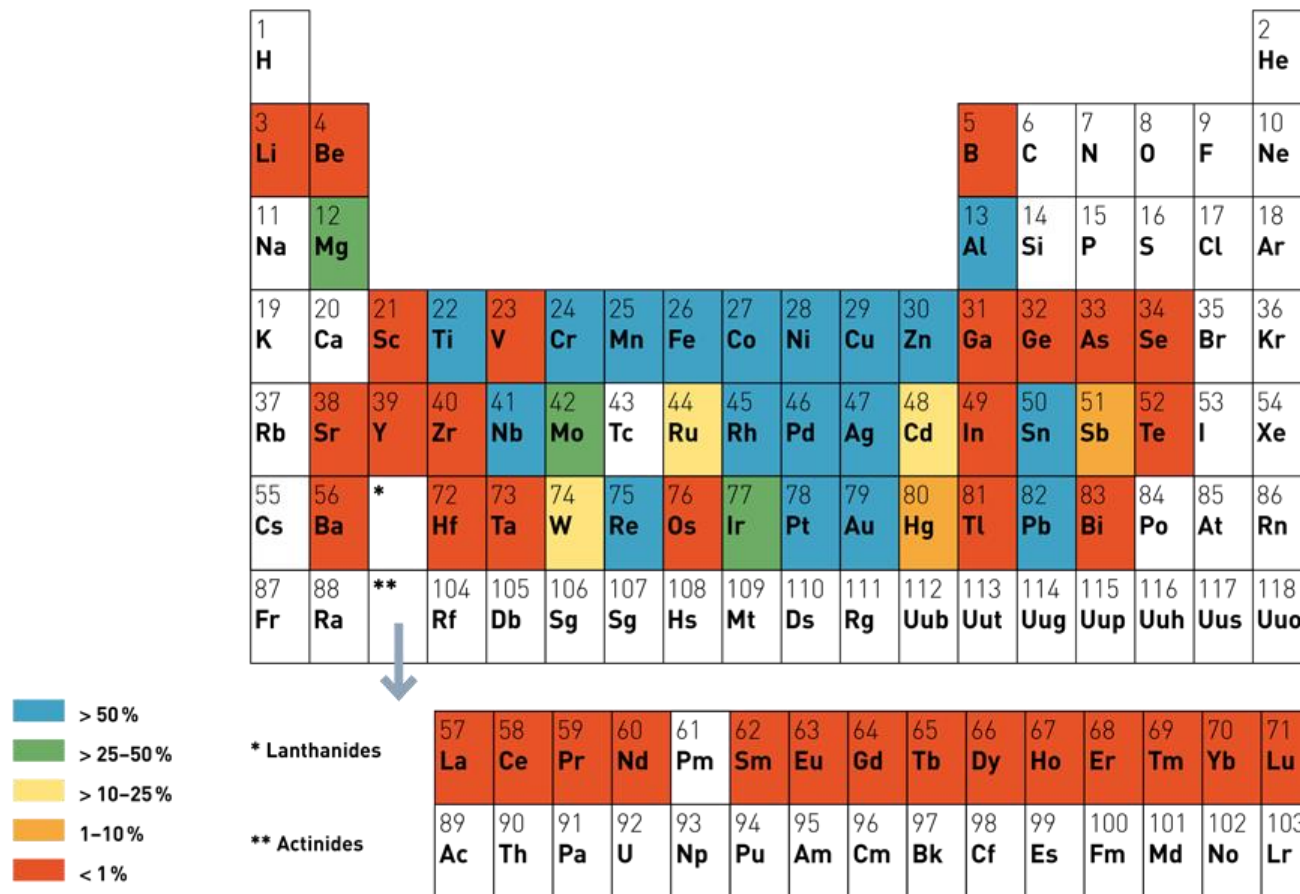
Anwendungsbereiche Kobalt (2014)

Quelle: Cobalt Development Institute 2016



Globale End-of-Life Recyclingraten von 60 Metallen

Graedel et al. 2011 (UNEP, edit.)



Recycling von Kobalt heute

- Kobalt (bzw. Kobaltverbindungen oder –legierungen) wird schon seit Jahren aus einer Reihe von Anwendungen nach der Gebrauchsphase zurückgewonnen: verbrauchte Katalysatoren, Hartmetall- und Superalloy-Schrott!
- Auch aus (Post-consumer) Lithium-Ionen-Batterien wird Kobalt (ebenso wie Nickel) in der Regel in Form von Kobaltsulfat zurückgewonnen!
- Umicore z.B. verfügt in Hoboken/Belgien über eine pyrometallurgische Anlage mit 7000 Tonnen Jahreskapazität Batteriematerial: Zwischenprodukt ist eine Cu-/Ni-/Co-reiche Legierung, die in Olen/Belgien weiterverarbeitet wird: Produkte sind Kupfer sowie hochreine Kobalt- und Nickelsalze in Batteriequalität!
- In Deutschland hat die Fa. Accurec in 2016 in Krefeld eine Recyclinganlage für Li-Ionen-Batterien errichtet: Produkte z.Zt. u.a. „Schwarze Masse“ (Graphit mit Co, Mn, Ni etc.) sowie Al und Cu!

Recycling von Lithium heute

- Recycling von Lithiumverbindungen war aufgrund des vergleichsweise geringen Preises (für die Referenzverbindung Lithiumcarbonat) bis vor Kurzem betriebswirtschaftlich nicht attraktiv!
 - Hemmnis war auch die bislang vergleichsweise geringe globale Einsatzmenge (verteilt auf diverse Anwendungen)!
 - Seit 2017 informiert Umicore, dass Lithium aus der Schlacke der pyrometallurgischen Batterierecyclinganlage in Hoboken zurückgewonnen wird!
 - Wesentlicher Treiber für das Lithiumrecycling ist/wird das gestiegene Preisniveau sein:
 - Schnitt 2012-2016: 6,7 USD/ kg Li_2CO_3 (min. 99-99,5%),*
 - Schnitt Nov.16-Okt17: 12,7 USD/ kg Li_2CO_3 (min. 99-99,5%),*
- * DERA: Volatilitätsmonitor November 2016 – Oktober 2017

- 1** Kobalt & Lithium: Verwendung und Recycling heute
- 2** Globale Nachfrageentwicklungen
- 3** Herausforderungen für Kobalt- und Lithiumrecycling
- 4** Strategische Handlungsempfehlungen

Grundlage globale Szenarien für Elektromobilität I/II

- Stock Zahlen zu 2 Szenarien von der International Energy Agency
- Globale Szenarien sind an die Entwicklung von BIP und Weltbevölkerung gekoppelt
- Ableitung der jährlichen Verkaufszahlen aus den Stocks mit mathematischer Funktion unter Annahme bestimmter EoL-Zyklen je nach Fahrzeugtyp
- Szenarien nach IEA (2016): Energy Technology Perspectives.

Grundlage globale Szenarien für Elektromobilität II/II

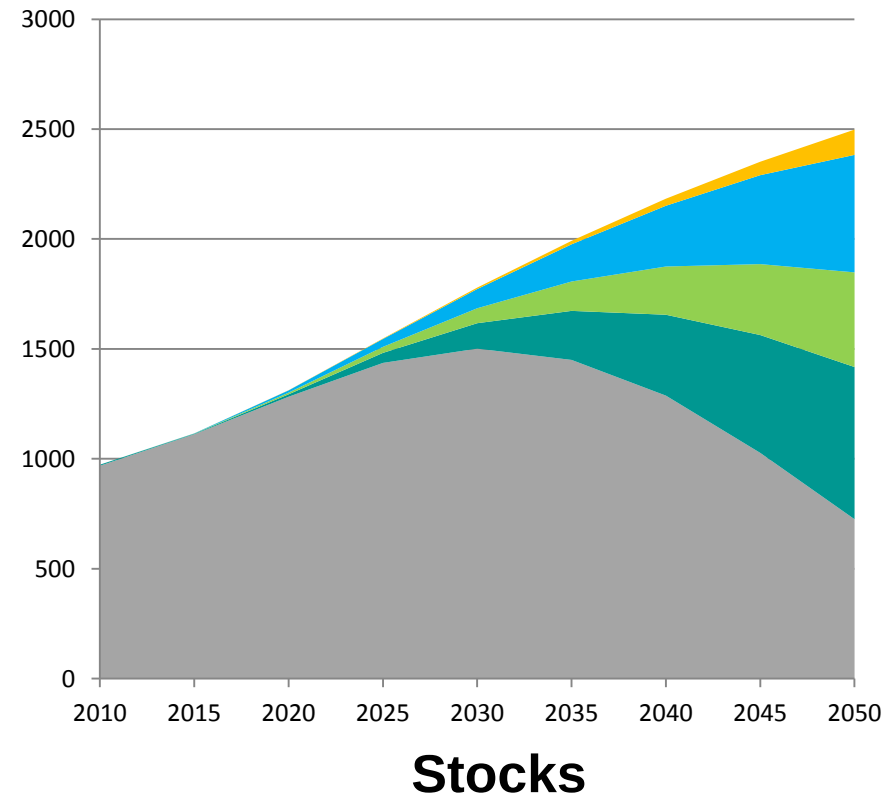
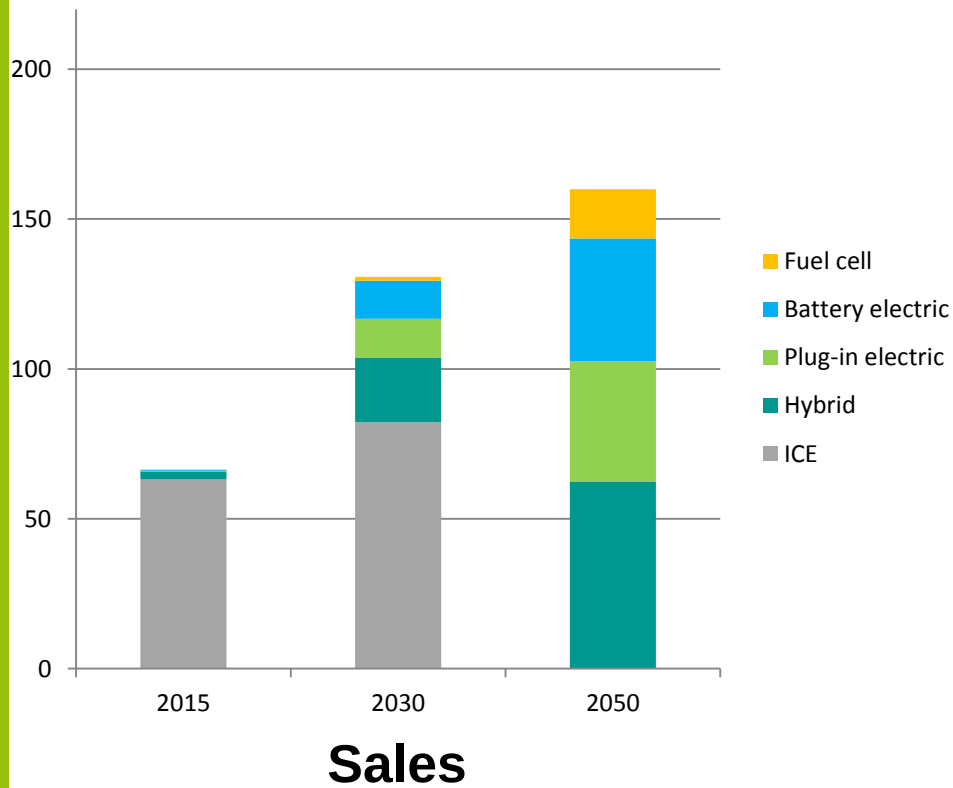
2DS

- Limitieren der globalen Erderwärmung auf 2°C bis 2100
- “avoid,shift and improve”-scenario
 - Vermeidung von Transport
 - Verschiebung der Mobilität zu emissionsärmeren Optionen
 - Erhöhung der Kraftstoffpreise sowie Steigerung Fahrzeugeffizienz
- Gleichbleibender Anteil von PKWs beim urbanen Transport (46%) bis 2050
- Steigender Anteil von 2 und 3-Rädern beim urbanen Transport

4DS

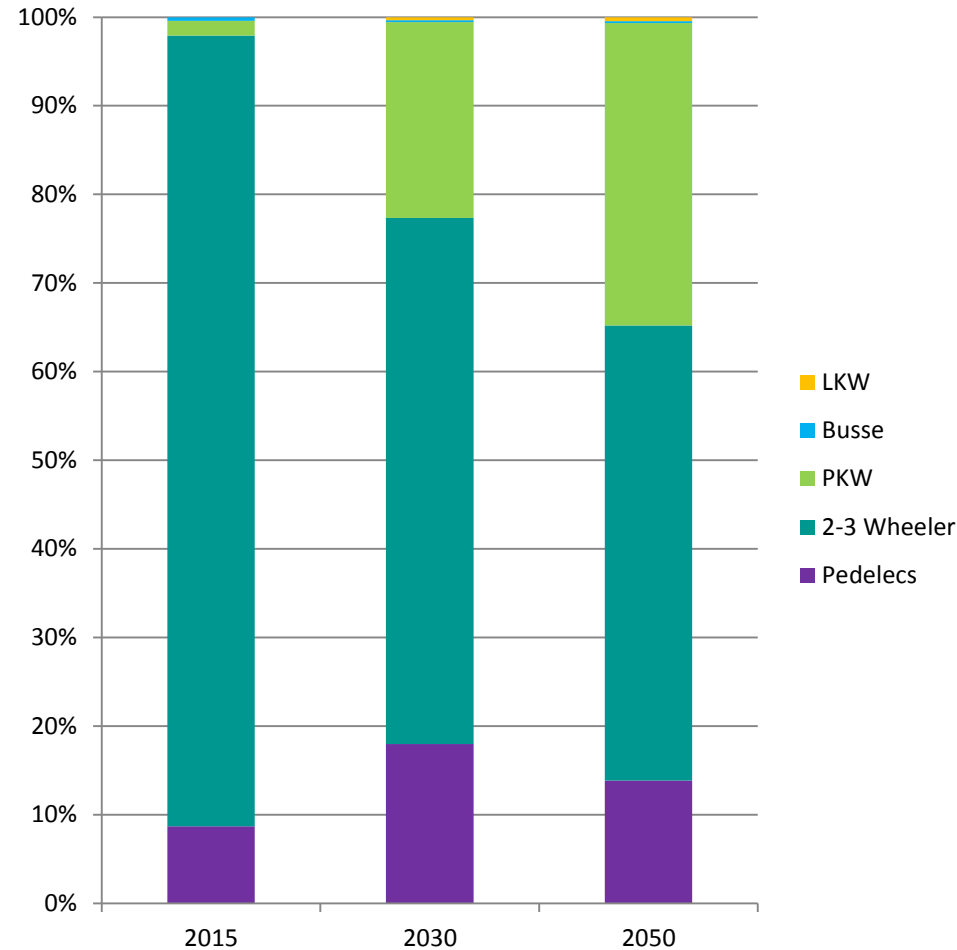
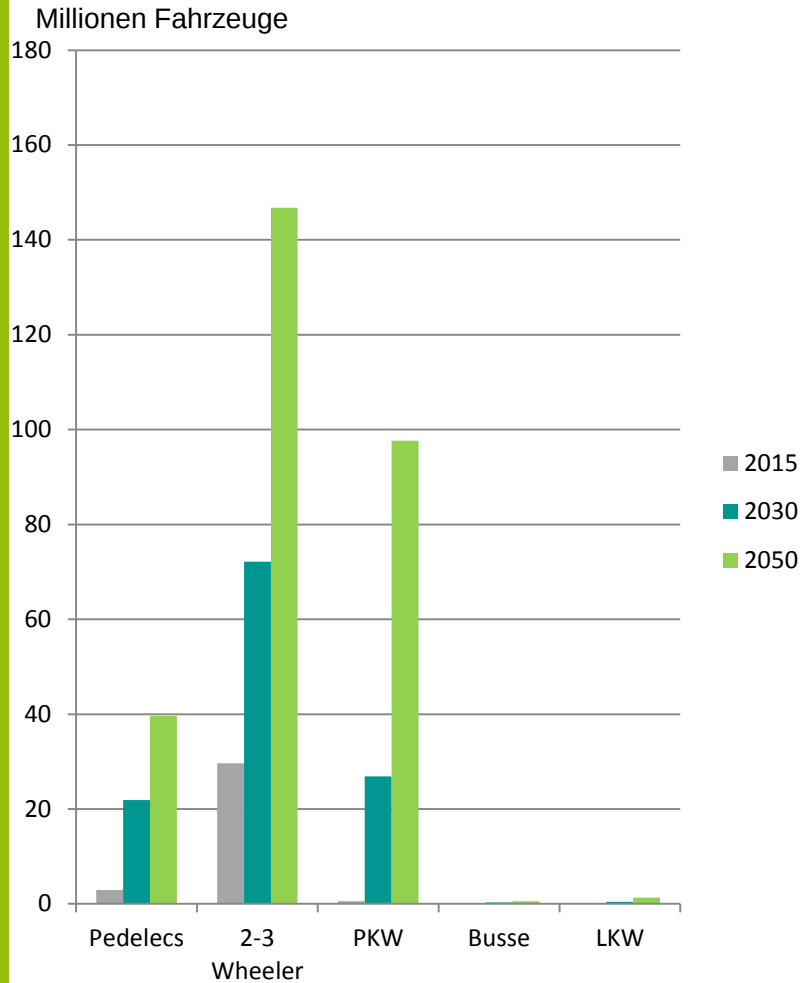
- Limitieren der globalen Erderwärmung auf 4°C bis 2100
- Einbeziehung angekündigter politischer Maßnahmen
- Steigender Anteil von PKWs beim urbanen Transport (56%) bis 2050
- Verbrenner bleiben in etwa bei heutigem Kraftstoffverbrauch

2DS Szenario PKW's (in Millionen Fahrzeuge)



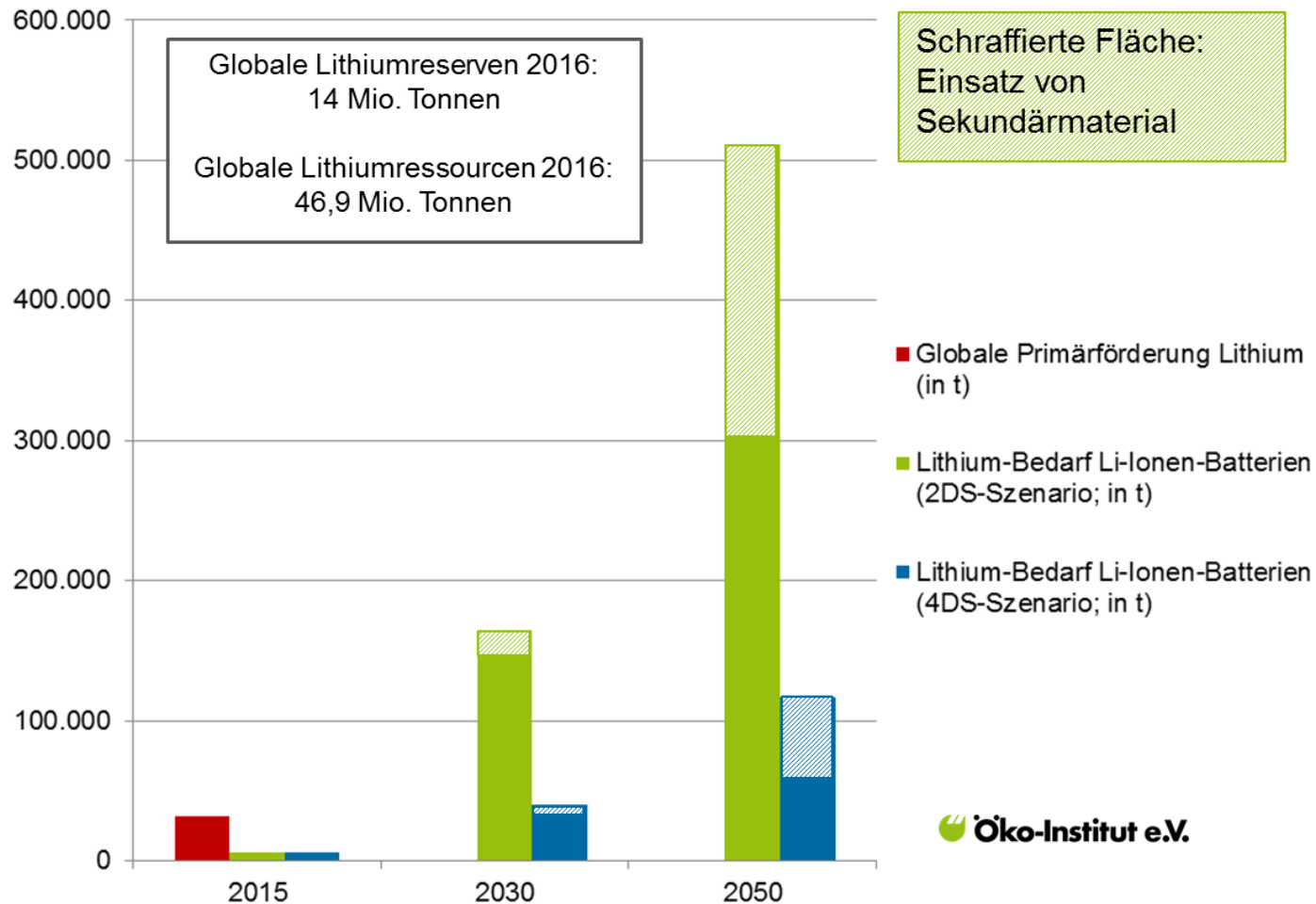
Quelle: Stocks nach IEA 2016, Jährliche Verkäufe eigene Berechnung Öko-Institut e.V.

Anteile sales aller elektrischen Fahrzeuge nach Typ (2DS)

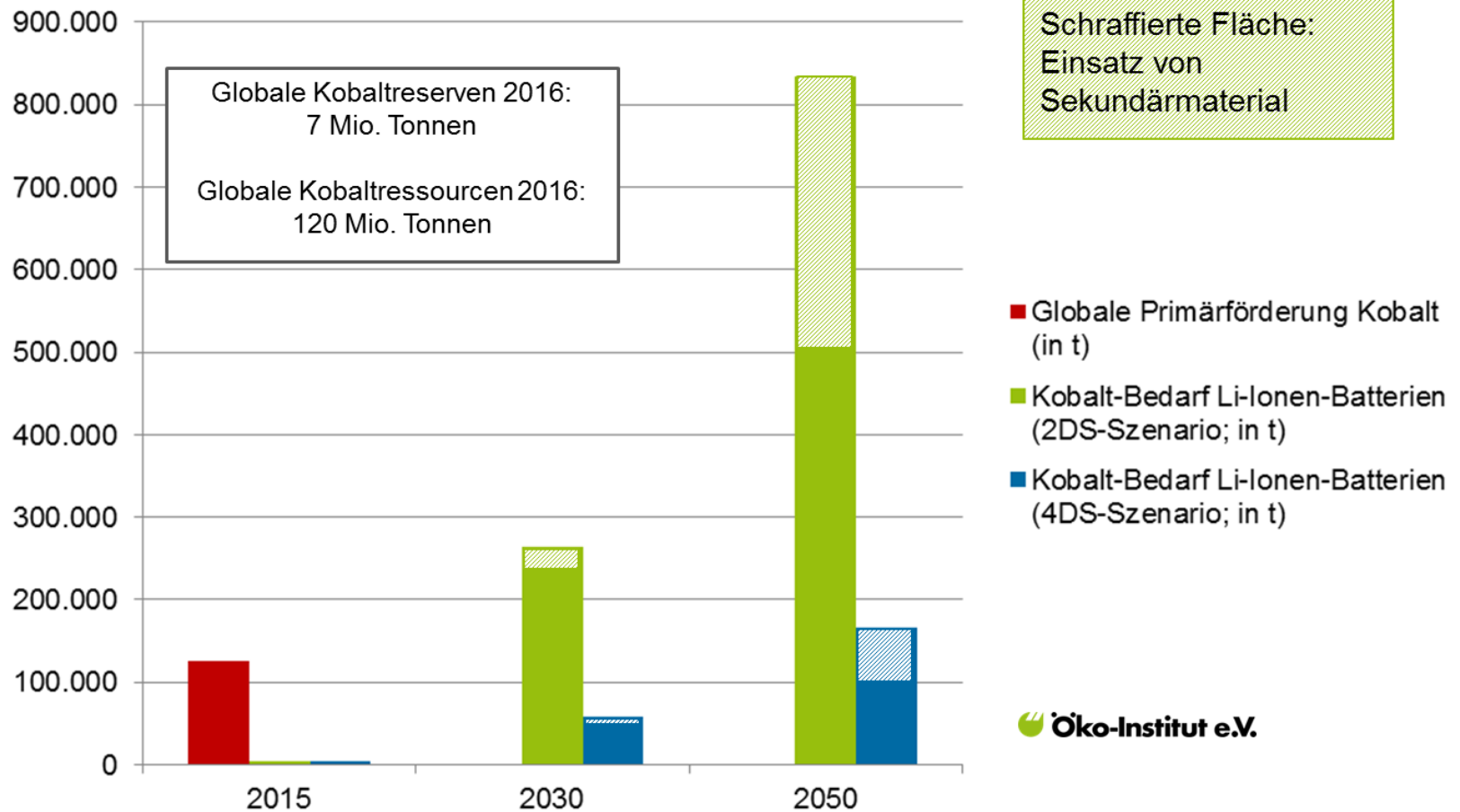


Quelle: Eigene Berechnung Öko-Institut e.V. nach IEA 2016

Jährliche Lithiumbedarfe für E-Fahrzeuge bis 2050 in den beiden Szenarien 2DS und 4DS



Jährliche Kobaltbedarfe für E-Fahrzeuge bis 2050 in den beiden Szenarien 2DS und 4DS



- 1** Kobalt & Lithium: Verwendung und Recycling heute
- 2** Globale Nachfrageentwicklungen
- 3** Herausforderungen für Kobalt- und Lithiumrecycling
- 4** Strategische Handlungsempfehlungen

Recyclingherausforderungen Li & Co I/II

- Die beste Recyclingtechnologie – bzw. anlage für Lithium-Ionen-Batterien hilft nicht weiter, wenn die Sammlung und Vorbehandlung der Batterien nur unzureichend funktioniert!
 - Nach Informationen von Umicore* werden jährlich global ca. 30.000 Tonnen Kobalt in kleinen Batterien (Smartphones ca. 30g, Laptops ca. 600g usw.) für portable Anwendungen eingesetzt; nur ein kleiner Teil findet den Weg in professionelle Recyclingstrukturen!
- * Hagelüken, Christian: Recycling of Li-Ion batteries – imperative for sustainable e-mobility
aabc europe, Mainz, 29.1.-1.2. 2018

Recyclingherausforderungen Li & Co II/II

- Die Chancen für hohe Sammelquoten stehen bei den größeren Batterien für die Elektromobilität (ca. 3 kg für Pedelecs, 150 – 500 kg je EV) erheblich besser, wenn die Herausforderung der Sammlung und geeigneten Vorbehandlung entschlossen angegangen wird!
- Die Rückgewinnungsquoten für Kobalt und Nickel sind in professionellen Anlagen bereits sehr gut (ca. 95%)!
- Generell besteht noch ein Optimierungsbedarf der Recyclingsysteme:
 - Erheblich höhere Anlagenkapazitäten pro Anlage!
 - Optimierung der unterschiedlichen Recyclingtechnologien!
 - Erschließung und optimierte Rückgewinnung von Lithium, Graphit etc.!

- 1** Kobalt & Lithium: Verwendung und Recycling heute
- 2** Globale Nachfrageentwicklungen
- 3** Herausforderungen für Kobalt- und Lithiumrecycling
- 4** Strategische Handlungsempfehlungen

Strategische Handlungsempfehlungen*

- Globale Industrieallianz für nachhaltiges Lithium!
- Verpflichtende unternehmerische Sorgfaltspflichten für Kobalt!
- Internationale Kooperation nachhaltiger Bergbau!
- Weiterentwicklung EU-Batterierichtlinie!
- Weltweites Recyclingsystem für Lithium-Ionen-Batterien!
- Forschungsoffensive Batterietechnologien!
- Rohstoffradar Elektromobilität!

* Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität, Öko-Institut e.V. im Auftrag der Agora Verkehrswende, Okt. 2017

Weiterentwicklung EU-Batterierichtlinie

- Die aktuelle EU-Batterierichtlinie adressiert weder Lithium-Ionen-Batterien noch die Elektromobilität angemessen!
- Es fehlen ambitionierte Sammel- und Recyclingziele für die Antriebsbatterien der Elektromobilität!
- Notwendig sind spezifische ambitionierte Rückgewinnungsquoten für Schlüsselmaterialien wie Lithium, Kobalt usw.!
- Ziel muss sein, exzellente Standards auf allen Stufen der Kreislaufwirtschaft zu erzielen!
- Zur Zeit findet die Ex-post-Evaluierung der Richtlinie statt!
- Im Jahr 2020 sollte die Revision der EU-Batterierichtlinie erfolgt sein!

Weltweites Recyclingsystem für Lithium-Ionen-Batterien

- Für die Versorgung der weltweit wachsenden Elektromobilität werden Sekundärrohstoffe (Lithium, Kobalt etc.) neben Primärrohstoffen mittel- und langfristig eine wichtige zweite Säule bilden müssen!
- Optimierte Recyclingsysteme für Lithium-Ionen-Batterien sind daher nicht nur in Europa wichtig, sondern weltweit!
- Bereits heute muss hierfür auch über Schwellen- und Entwicklungsländer nachgedacht werden: negative Erfahrungen z.B. bei Bleibatterien, E-Schrott usw.
- Innovative Anreizsysteme und Geschäftsmodelle müssen entwickelt werden!
- Ein flächendeckendes Sammel- und Recyclingsystem muss bis spätestens 2030 realisiert werden!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Matthias Buchert: m.buchert@oeko.de