



Aeugst am Albis
handelt nachhaltig

Energiepolitische Aspekte und Umweltaspekte zu Elektroautos



Informationsveranstaltung vom 26. September 2003,
Kulturraum im Schulhaus Gallenbüel, Aeugst am Albis

Roman Bolliger, Energiestadtberater

Energie Region
Knauer Amt



Mit Unterstützung von



Energiepolitische Aspekte und Umweltaspekte zu Elektroautos

- 1. Energie- und klimapolitische Einordnung der Bedeutung der Elektromobilität**
- 2. Treibhausgasbilanz von Elektrofahrzeugen im Vergleich mit anderen Fahrzeugen**
- 3. Recycling von Batterien**
- 4. Rohstoffbedarf für Elektrofahrzeuge**



Energiestadt

Aegst am Albis
handelt nachhaltig

1. Energie- und klimapolitische Einordnung der Bedeutung der Elektromobilität

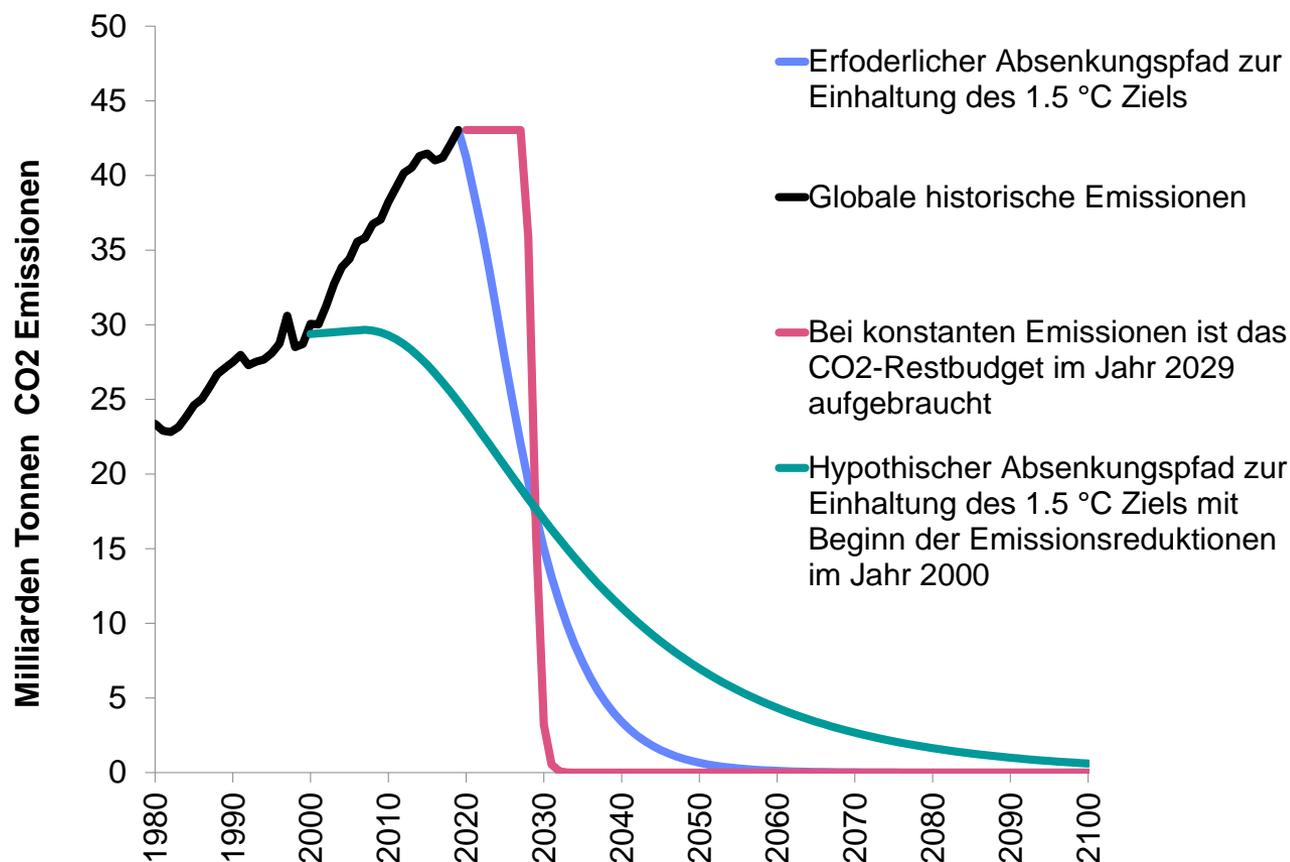
Klimaschutz als Hauptgrund für Elektromobilität



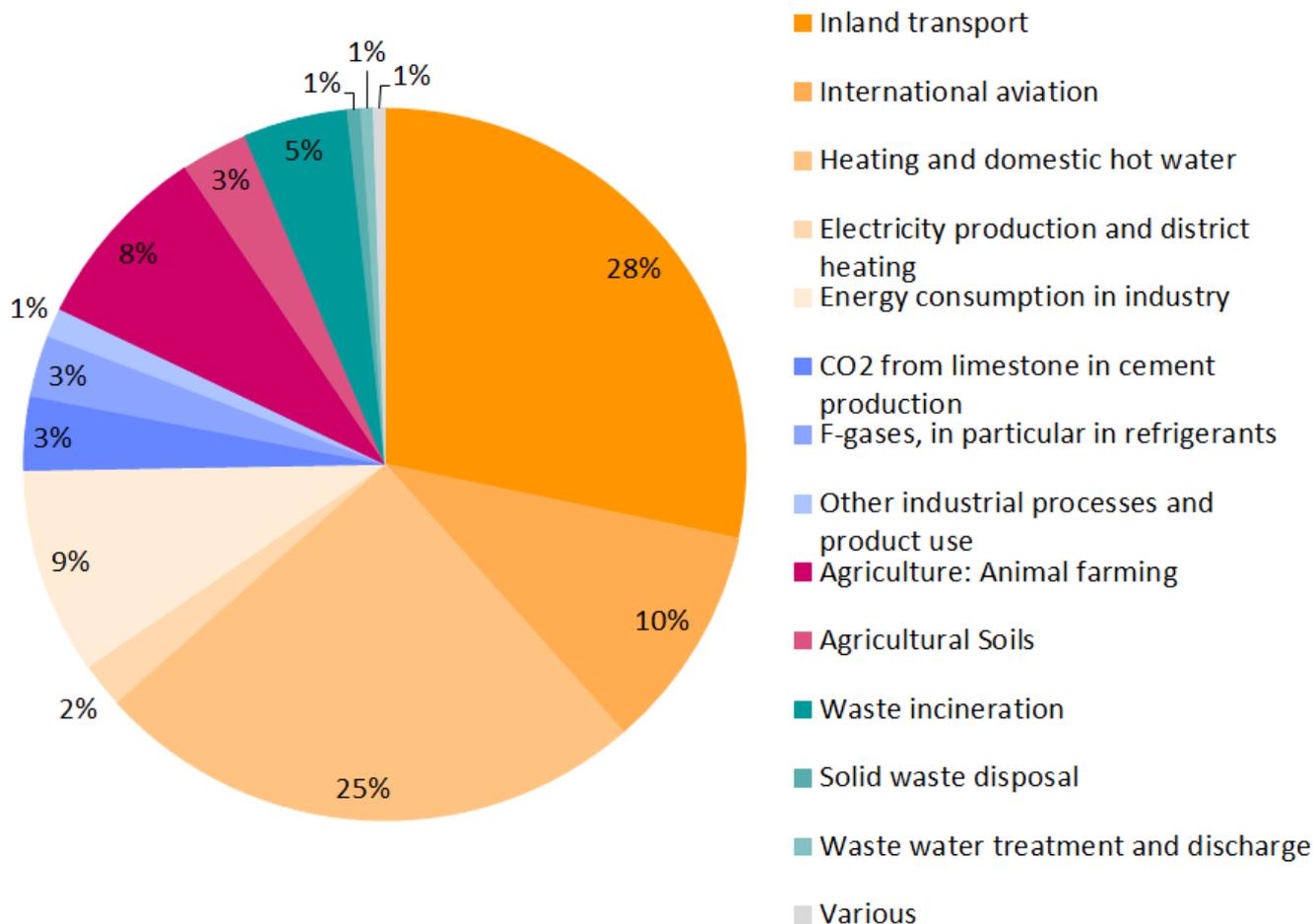
Bildquelle: UNICEFPacific/2014/Sokhin

- Übereinkommen von Paris: Begrenzung der Klimaveränderungen auf Temperaturerhöhung von 1.5 °C
- 1.5 °C Grenze für den Schutz zahlreicher Menschen entscheidend
- CO₂-Restbudget: im Weltdurchschnitt ab 2020 für alle nachfolgenden Jahre kumulativ maximal noch zehn Mal die Menge der Emissionen von 2019
- Strassenverkehr: ca. 30 % der Treibhausgasemissionen in CH; durch Elektromobilität weitgehend vermeidbar

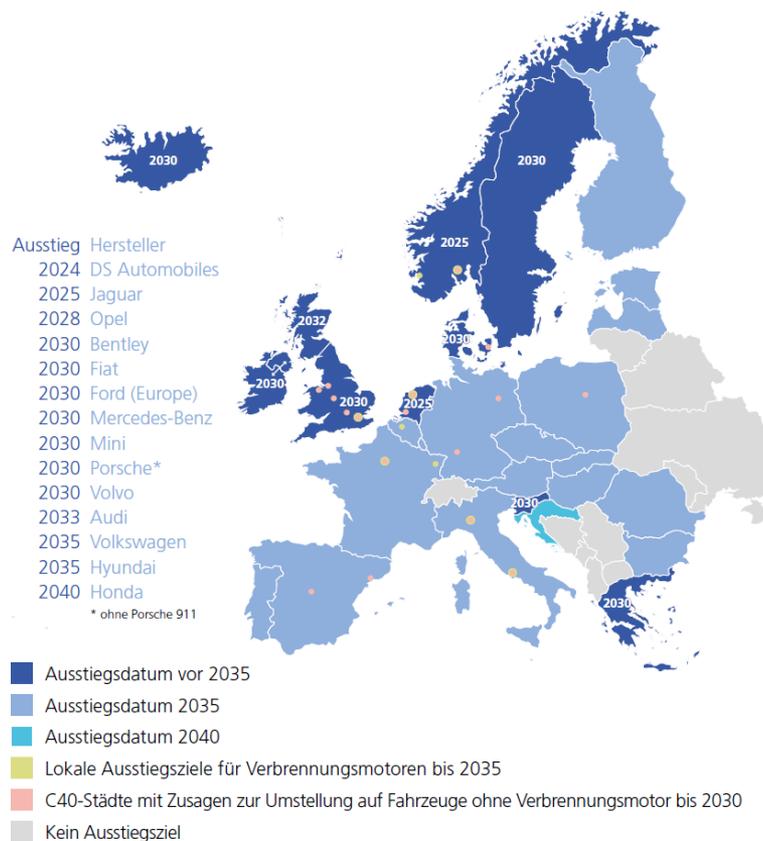
Die Bedeutung des CO₂-Restbudgets



Bedeutung des Strassenverkehrs für Klimaschutz

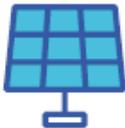


Ziele zum Umsteigen auf emissionsfreie Personenwagen



¹⁸ICCT 2022 / C40 cities climate leadership group 2020 / ADAC 2022

Hohe Effizienz der Elektromobilität

Energiequelle	Energieträger	Antrieb	Eine PV-Modulfläche von 28 191 m ² versorgt:
Strom  PV-Modulfläche von 28 191 m ²	Strom	 BEV	 1600 Fahrzeuge
	H₂	 FCEV	 600 Fahrzeuge
	eFuel	 ICE	 250 Fahrzeuge



Energiestadt

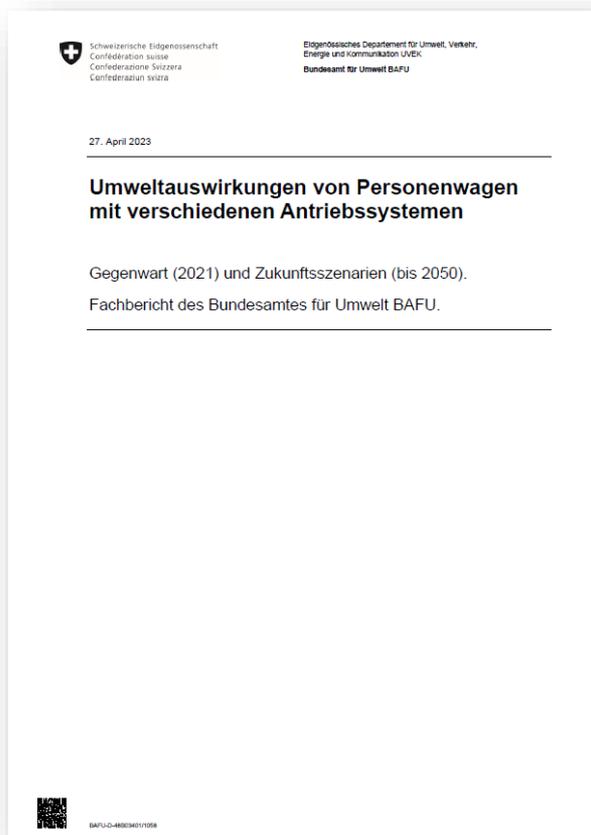
Aegst am Albis
handelt nachhaltig

2. Treibhausgasbilanz von Elektrofahrzeugen im Vergleich mit anderen Fahrzeuge



Aegst am Albis
handelt nachhaltig

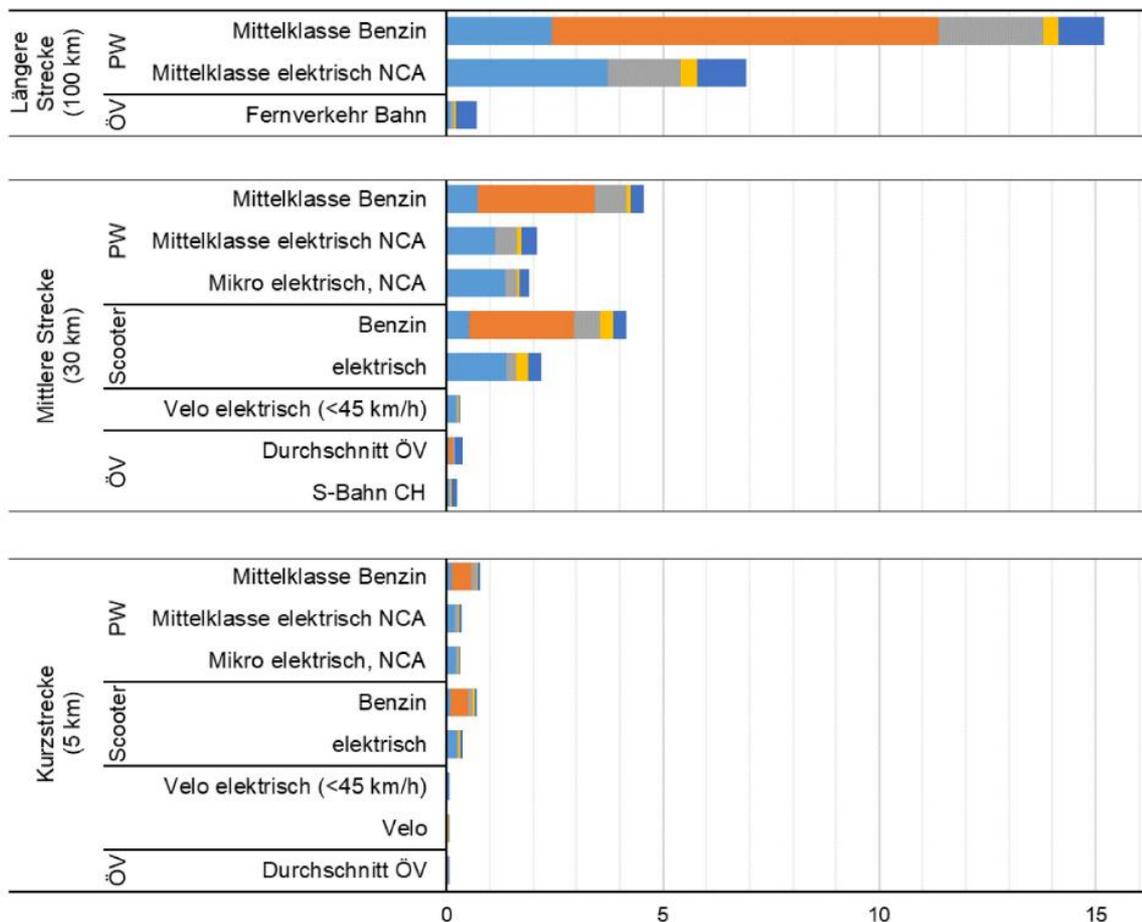
Treibhausgasbilanz verschiedener Personenwagen



**Fachbericht des
BAFU**

vom 27. April 2023

Treibhausgasbilanz verschiedener Verkehrsmittel

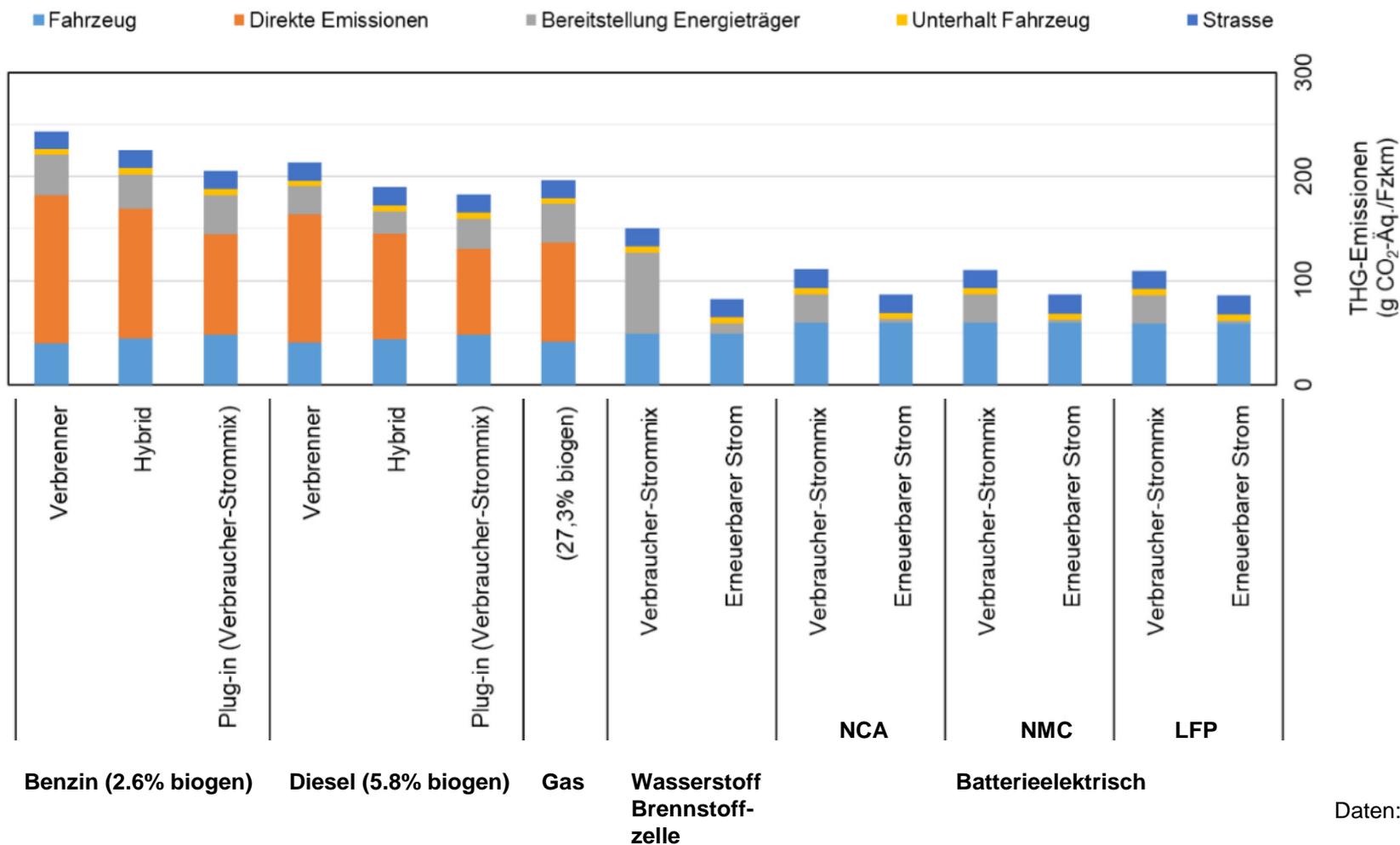


- Fahrzeug
- Direkte Emissionen
- Bereitstellung Energieträger
- Unterhalt Fzg.
- Strasse

THG-Emissionen (kg CO₂-Äq./Person und Strecke)

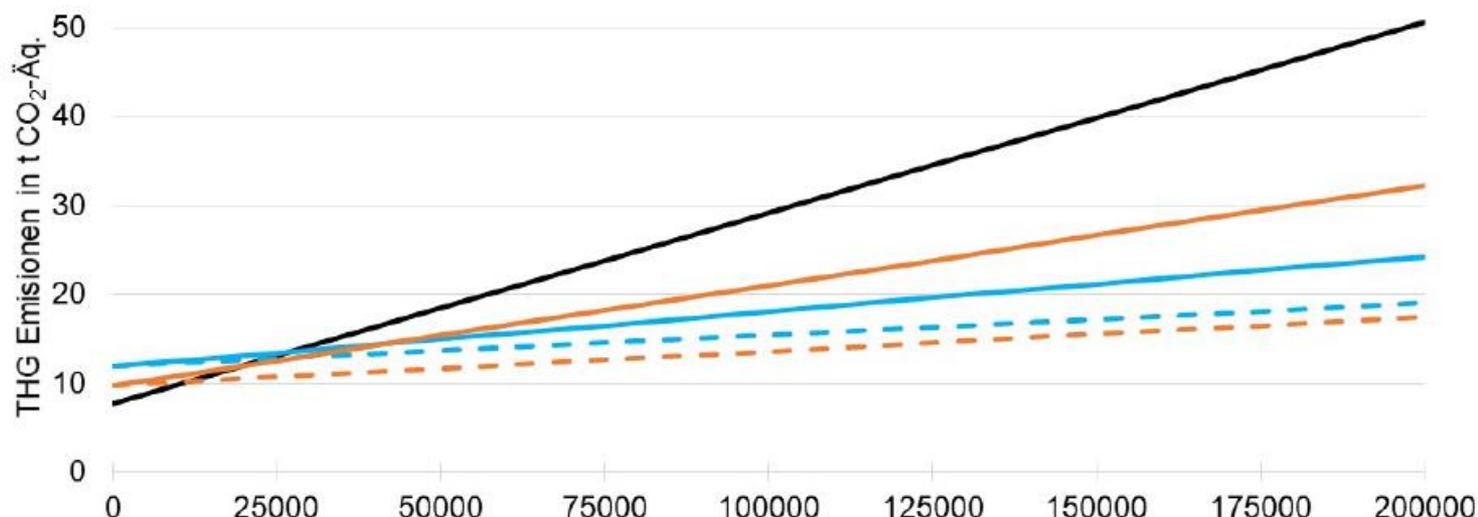
Daten: BAFU

Treibhausgasbilanz verschiedener Verkehrsmittel



Treibhausgasemissionen verschiedener Antriebssysteme, als Funktion der Fahrleistung

Emission von THG als Funktion der Fahrleistung



- Mittelklasse PW Benzin
- Mittelklasse PW Batterie Verbraucher-Strommix
- - Mittelklasse PW Batterie Erneuerbarer Strommix
- Mittelklasse PW Brennstoffzelle Verbraucher-Strommix
- - Mittelklasse PW Brennstoffzelle Erneuerbarer Strommix

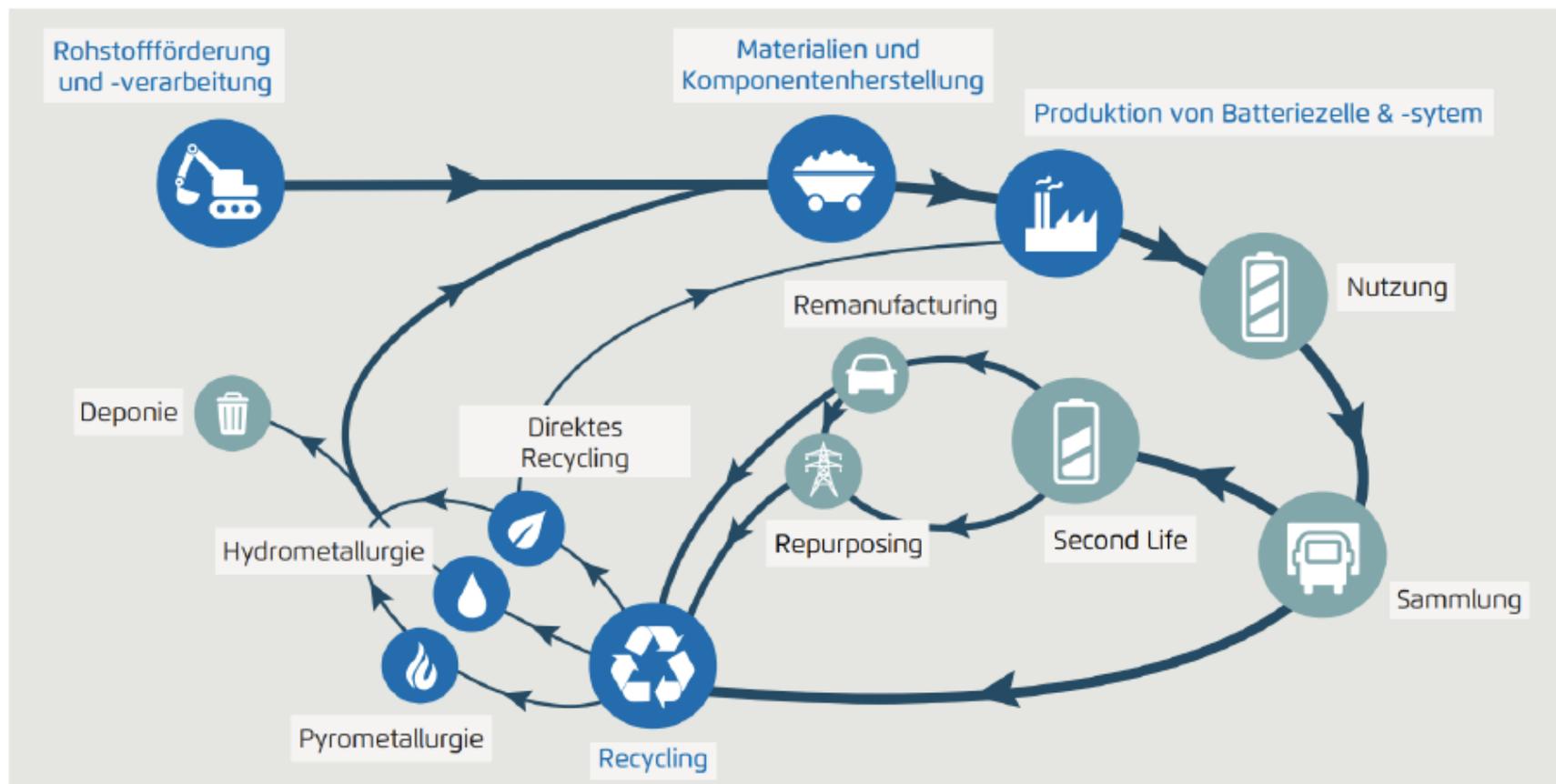


Energiestadt

Aegst am Albis
handelt nachhaltig

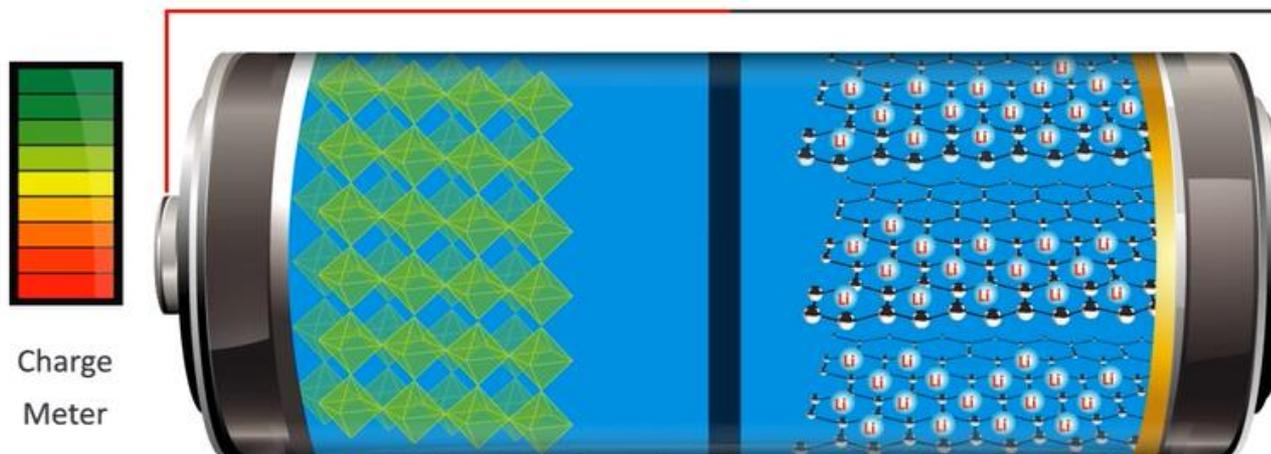
3. Recycling

Lebenszyklusphasen einer Batterie



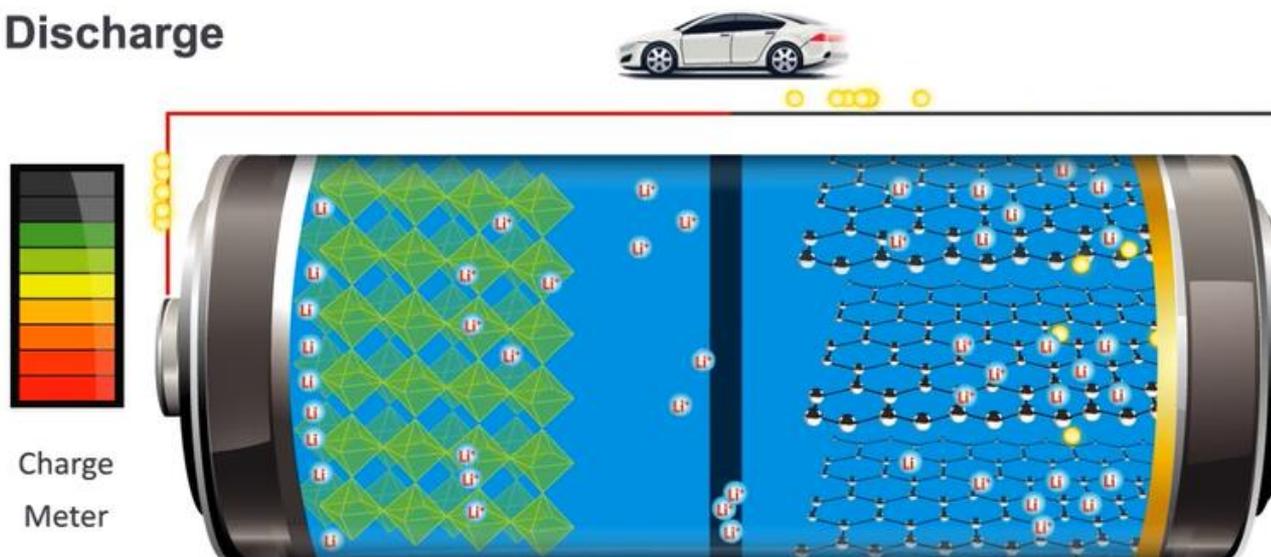
Funktionsweise einer Batterie

Discharge

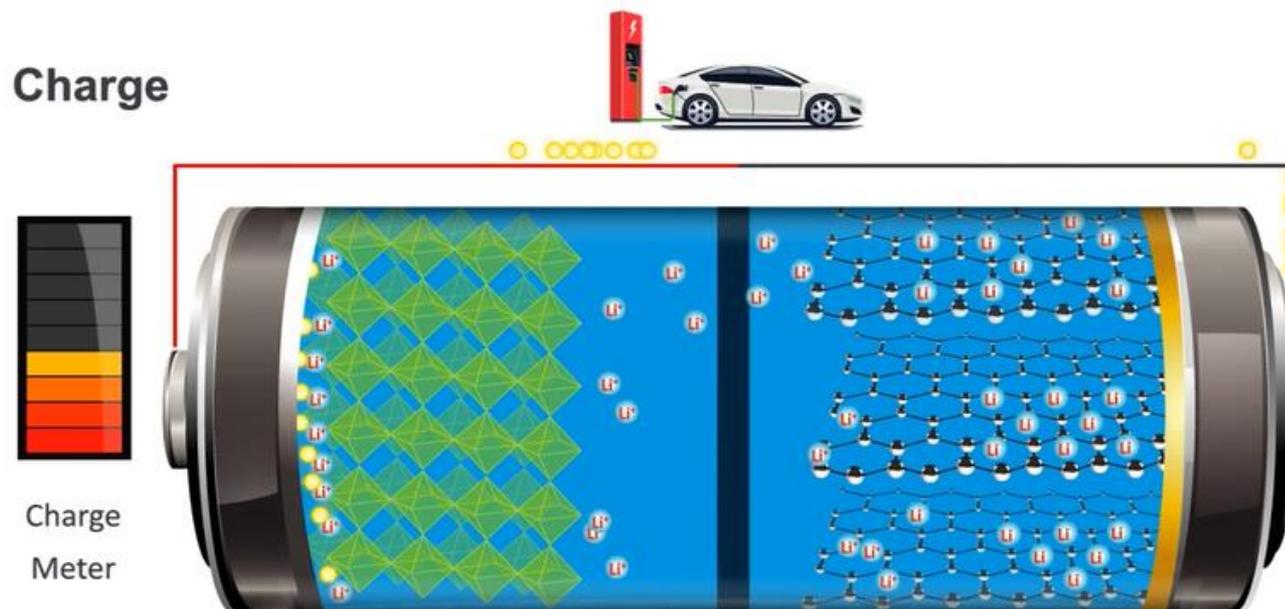


Funktionsweise einer Batterie

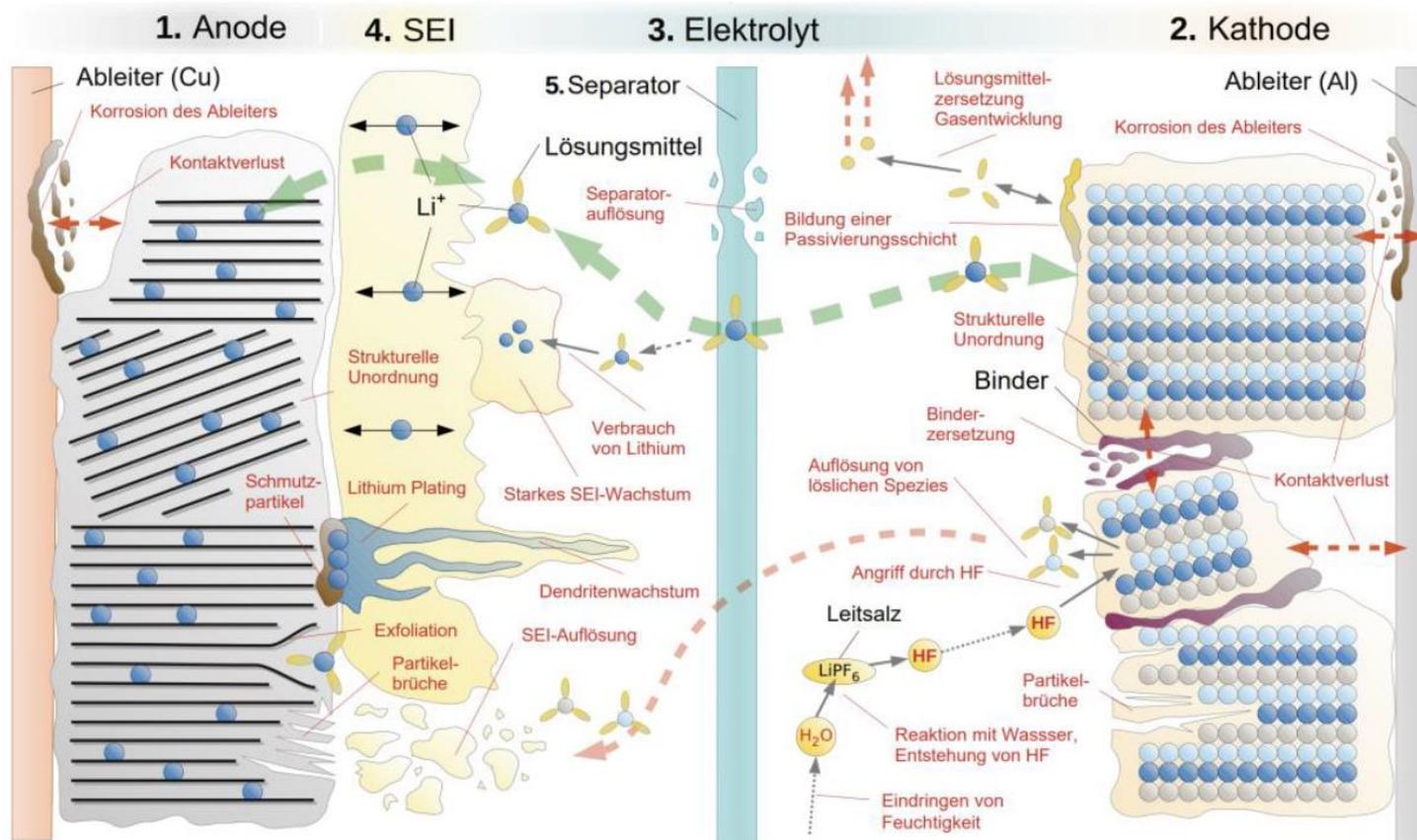
Discharge



Funktionsweise einer Batterie



Alterungsmechanismen einer Batterie



Wiederverwendung von Batterien

- **Wiederaufbereitung zu Fahrzeugbatterien**

Reparatur u.a. direkt durch Fahrzeughersteller, z.B. Tesla

- **Second Life**

als Batterie für E-Scooter, E-Gabelstapler, PV-Stromspeicher, Zwischenspeicher für Netzstabilisierung oder Schnellladestationen

Recycling von Batterien - Technologien

- **Verbrennung in Ofen**

Pyrometallurgie; Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen zu Legierung, recyclierbar; Lithium, Graphit, Elektrolyt, Aluminium dagegen kaum nutzbar in Schlacke; geringe Ausbeute; Abfangen und Reinigung von giftigen Gasen; anschliessend Hydrometallurgie; Recyclingquote bei 30-60%; z.B. Unternehmen Umicore BE

- **Kaltes Schreddern**

Schreddern zu Pulver; unter Vakuum, Schutzgasatmosphäre, in flüssigem Stickstoff oder in Wasser/Salzlösung, wegen hoher Reaktivität; Abfangen und Reinigung von giftigen Gasen; anschliessend Hydrometallurgie; Recyclingquote bei 91%; z.B. Unternehmen Duesenfeld DE, Unternehmen Batrec Industrie CH, Unternehmen Librec CH

- **Zerlegung in Komponenten**

Mit Wasser, ohne Chemikalien, Recyclingquote bei 91%; z.B. Unternehmen Kyburz CH

Recycling von Batterien - Fazit

- Diverse Möglichkeiten zu Recycling vorhanden
- Aktuell noch kaum Markt dafür, da Batterien im Einsatz; zudem Wiederverwertung und Second Life for Recycling; Recycling derzeit vor allem mit Ausschuss aus Produktion
- Zukünftig: Haben defekte Batterien wegen Rohstoffen einen gewissen Restwert?
- Selbst deponiertes Material kann zukünftig allenfalls wieder genutzt werden mit neuen Technologien
- Recycling wird CO₂-Fussabdruck von E-Autos wesentlich verbessern
- Eine Berücksichtigung des künftigen Recyclings von Batterien macht die Umweltbilanz von Elektroautos bereits heute noch wesentlich positiver gegenüber Benzin- und Dieselaautos

Neue Arten von Batterien, Beispiele

- **Bipolarbatterien**

Statt Zellen kleinteilig getrennt nebeneinander → grossflächig übereinander → Reichweite auf bis 1000 km steigern

- **Festkörperbatterien**

keine entflammaren Flüssigkeiten, lange Lebensdauer, hohe Leistung, schneller aufladbar

- **Magnesium-Schwefel-Batterien**

günstigere Rohstoffe, höhere Speicherkapazität

- **Dünnschicht-Elektroden aus Silizium und Lithium**

kleinere und leichtere Batterien

- **Neuartige Elektrolyten**

Ohne Hexafluorophosphat Anionen PF₆⁻, damit weniger giftig und einfacher recyclebar



Energiestadt

Aegst am Albis
handelt nachhaltig

4. Rohstoffbedarf für Elektrofahrzeuge

Rohstoffe

- **Lithium**

Bedarf pro kWh Speicherkapazität: ca. 150 g

Bedarf für eine 75 kWh Batterie: ca. 11 kg

Weltweite Reserven im Jahr 2022: 22 Millionen Tonnen

Das reicht für ca. 2 Milliarden Fahrzeuge

Weltweit bekannte wirtschaftlich abbaubare Ressourcen 2022: ca. 89 Millionen Tonnen

Das würde für ca. 8 Milliarden Fahrzeuge reichen

Recycling in grösserem Umfang bisher erst in Planungsphase

- **Kupfer**

Bedarf pro Fahrzeug 20 kg + weitere 20 kg, wenn Elektrofahrzeug

Weltweite Reserven im Jahr 2022: 880 Millionen Tonnen

Das reicht für ca. 22 Milliarden Fahrzeuge

Weltweit bekannte wirtschaftlich abbaubare Ressourcen 2022: ca. 2.1 Milliarden Tonnen

Das würde für ca. 53 Milliarden Fahrzeuge reichen

Kupfer-Recycling ist etabliert und ersetzt teilweise Rohstoffabbau

Rohstoffe

- **Kobalt**

Bedarf pro kWh Speicherkapazität: ca. 200 g

Bedarf für eine 75 kWh Batterie: ca. 15 kg

Weltweite Reserven im Jahr 2022: 7.6 Millionen Tonnen

Das reicht für ca. 500 Millionen Fahrzeuge

Weltweit bekannte wirtschaftlich abbaubare Ressourcen 2022: ca. 25 Millionen Tonnen

Das würde für ca. 1.7 Milliarden Fahrzeuge reichen

Recycling machte 2021 etwa 24 % des Verbrauchs aus.

- **Neodym**

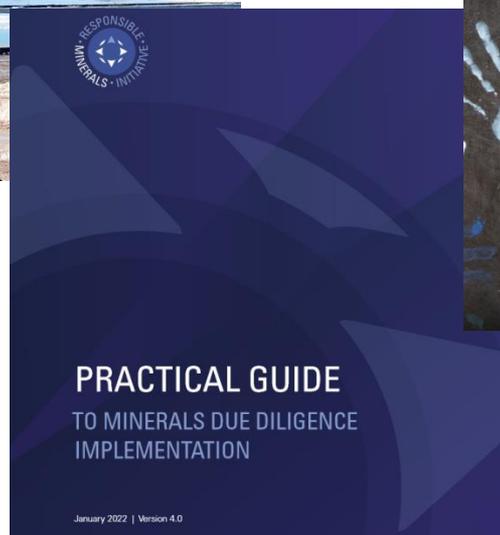
Bedarf pro Elektromotor von Elektrofahrzeug: ca 750 g

Weltweite Reserven im Jahr 2022: 8 Millionen Tonnen

Das reicht für ca. 9 Milliarden Fahrzeuge

Recycling bisher erst in geringem Umfang

Rohstoffe



Bildquellen:
Karen Naundorf
Global Battery Alliance
Responsible Minerals Initiative



Aeugst am Albis
handelt nachhaltig

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit 😊

**Roman Bolliger, Energiestadtberater
roman.bolliger@indp.ch**

Energie Region
Knonauer Amt



Mit Unterstützung von

