

# Lithium in Zukunft wichtiger als Gas und Erdöl

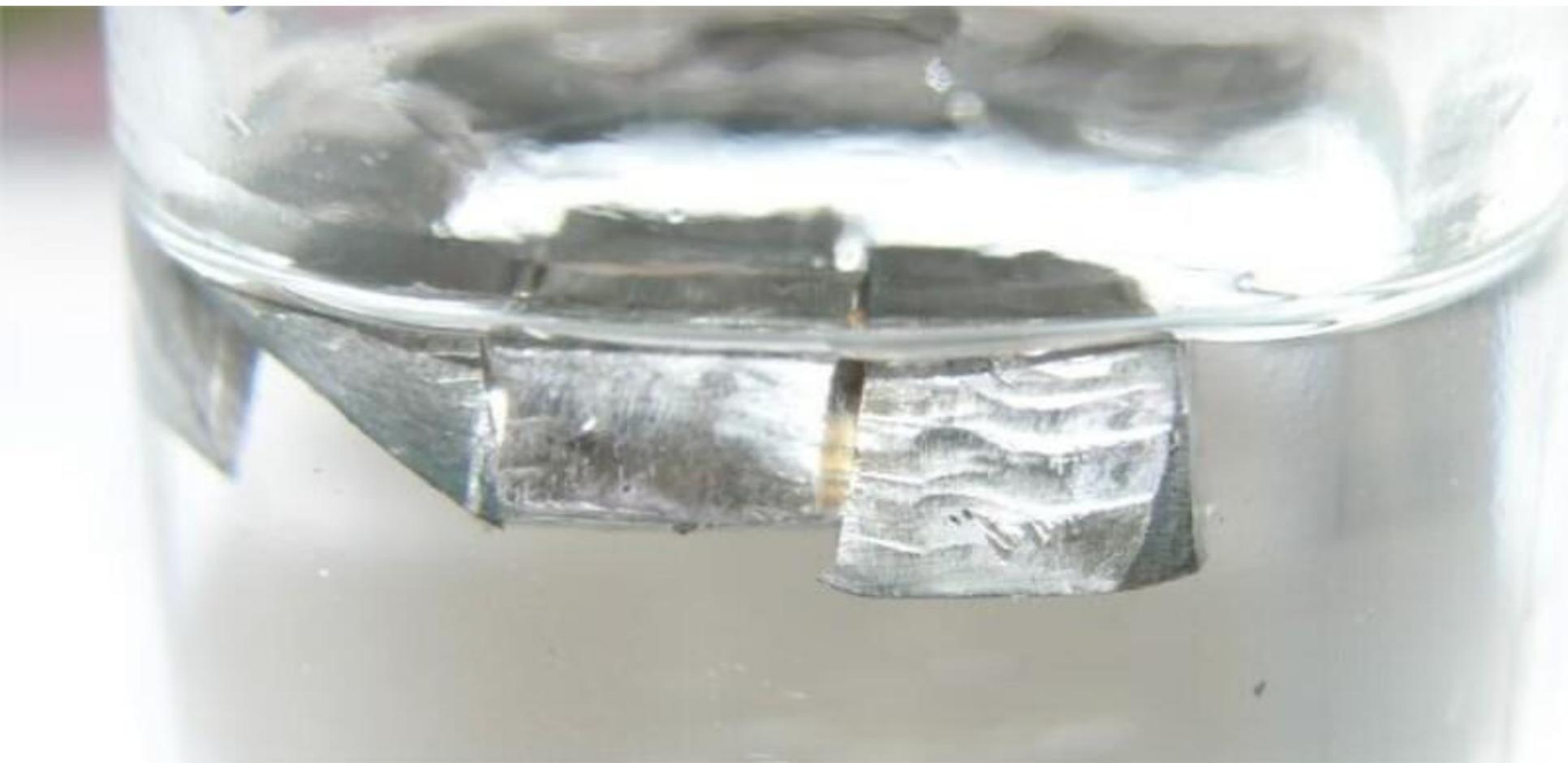


Foto: Tomihahndorf at German Wikipedia, Lithium paraffin, Wikimedia Commons, gemeinfrei

# Untersuchen von Lithium auf seine Eigenschaften

Link: <https://degintu.dguv.de/experiments/147>



Schneiden einer Lithiumstange:



Äußere Kruste

nach 1min

nach 1sec

Oberfläche - frisch geschnittene

Messung der elektr. Leitfähigkeit:



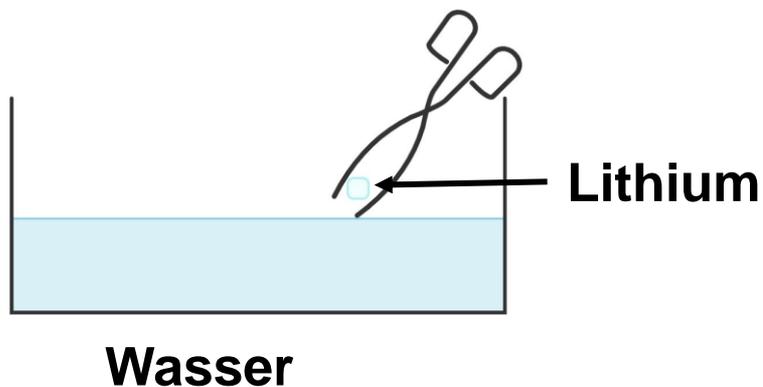
Test auf Brennbarkeit:



# Experiment – Lithium reagiert mit Wasser

Versuchsaufbau:

Zum Video des Experiments:



Zum Video des Experiments:

Link: [https://www.youtube.com/watch?v=7\\_S2KA6Rs3k](https://www.youtube.com/watch?v=7_S2KA6Rs3k)

# Sicherheitsinformation zur Gefährdungsbeurteilung Lehrerexperimente



Senior Expert Chemist

Stoffbezeichnung	ZVG	Signalwort	Piktogramm	H-Satz	Phrasen	Aufnahmeweg	Tätigkeitsbe.	Reaktant
Lithium	8010	Gefahr	GHS02 GHS05	H260 H314 EUHO14	Entzündbar Ätzend	Bei Haut- und Augenkontakt	S4K	Edukt
Phenolphthalein < 1% in Ethanol	122515.002	Gefahr	GHS02 GHS07	H225 H319	Entzündbar Reizend	Bei Augenkontakt	S4K	Reagenz
Lithiumhydroxid	5650	Gefahr	GHS05 GHS07	H302 H314	Gesundheitsschädlich Ätzend	Bei Verschlucken Bei Haut- und Augenkontakt	S4K	Produkt
Wasserstoff	7010.002	Gefahr	GHS02	H220	Entzündbar	-----	S4K	Produkt

Schutzmaßnahmen:     

DEGINTU  
Registrierung:



<https://degintu.dguv.de/experiments/145212> (virtuelle Schule)

<https://degintu.dguv.de/experiments/147> (aus dem Dillingerordner)

## Versuch - Lithium reagiert mit Wasser

[https://www.youtube.com/watch?v=7\\_S2KA6Rs3k](https://www.youtube.com/watch?v=7_S2KA6Rs3k)

### Beobachtung

- Das Lithiumstück schwimmt auf der Wasseroberfläche.
- Es bewegt sich hin und her.
- An der Kontaktstelle zum Wasser entstehen Bläschen.
- Das Lithiumstück wird immer kleiner, bis es verschwindet.
- An der Kontaktstelle zum Wasser entstehen violette Schlieren.

### Deutung

- Lithium hat eine geringere Dichte als Wasser.
- Es wird Wärme frei - exotherm
- Es entsteht ein Gas.
- Lithium reagiert mit Wasser.
- Es entsteht ein weißer Feststoff, die violette Färbung ist ein Nachweis auf Hydroxid-Ionen.



Mit einer positiven Knallgasprobe kann Wasserstoff nachgewiesen werden.



# Lithium - ein besonderes Metall

Foto: anonym, Flammenfärbung Li, Wikimedia Commons, gemeinfrei

## Allgemeine Eigenschaften

- Metallisch glänzend
- Duktil
- Elektrisch leitend



<https://www.youtube.com/watch?v=hPSENX3NWpY>

## Besondere Eigenschaften:

- Schneidbar
- Sehr reaktiv gegenüber Wasser und Luft



<https://www.youtube.com/watch?v=XxWGwHQ4UOM>

- Brennt mit roter Flamme



[https://www.youtube.com/watch?v=7\\_S2KA6Rs3k](https://www.youtube.com/watch?v=7_S2KA6Rs3k)

- Brennt mit roter Flamme



[https://www.youtube.com/watch?v=iHTbuww\\_DL8](https://www.youtube.com/watch?v=iHTbuww_DL8)

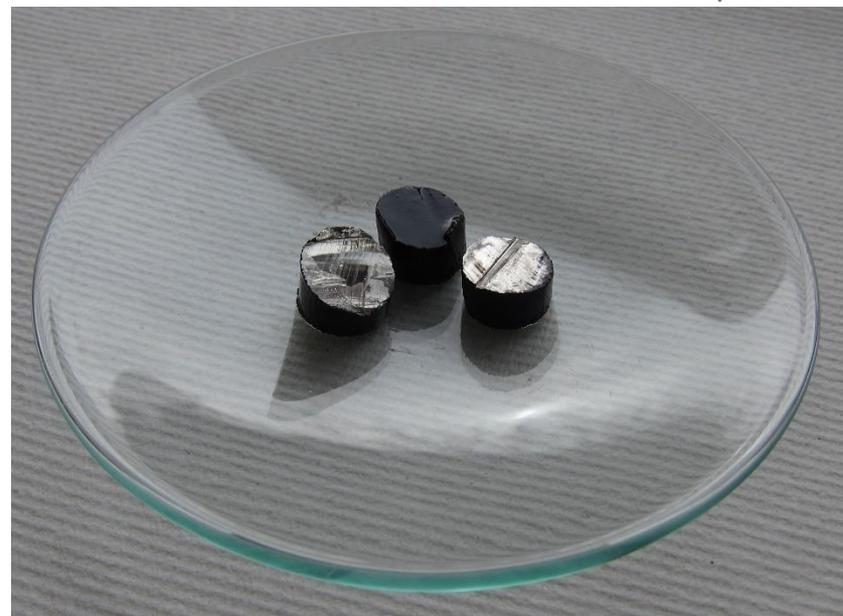


Foto: Petra Schultheiß-Reimann

## Lithium .....

- ist das leichteste Metall mit hoher Energiedichte.
- muss in Öl gelagert werden.
- kommt nur in Verbindungen vor.

# Wichtigste Anwendungen von Lithium-Ionen-Akkus

Lithium: hohe Energiedichte gepaart mit geringer Dichte

Fotos: Petra Schultheiß-Reimann

## Stromspeicher für Photovoltaik



## Elektrofahrrad



## Elektroautos beim Laden



## Smartphone

# Die wichtigsten Lagerstätten von Lithiumsalzen

Quelle: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006

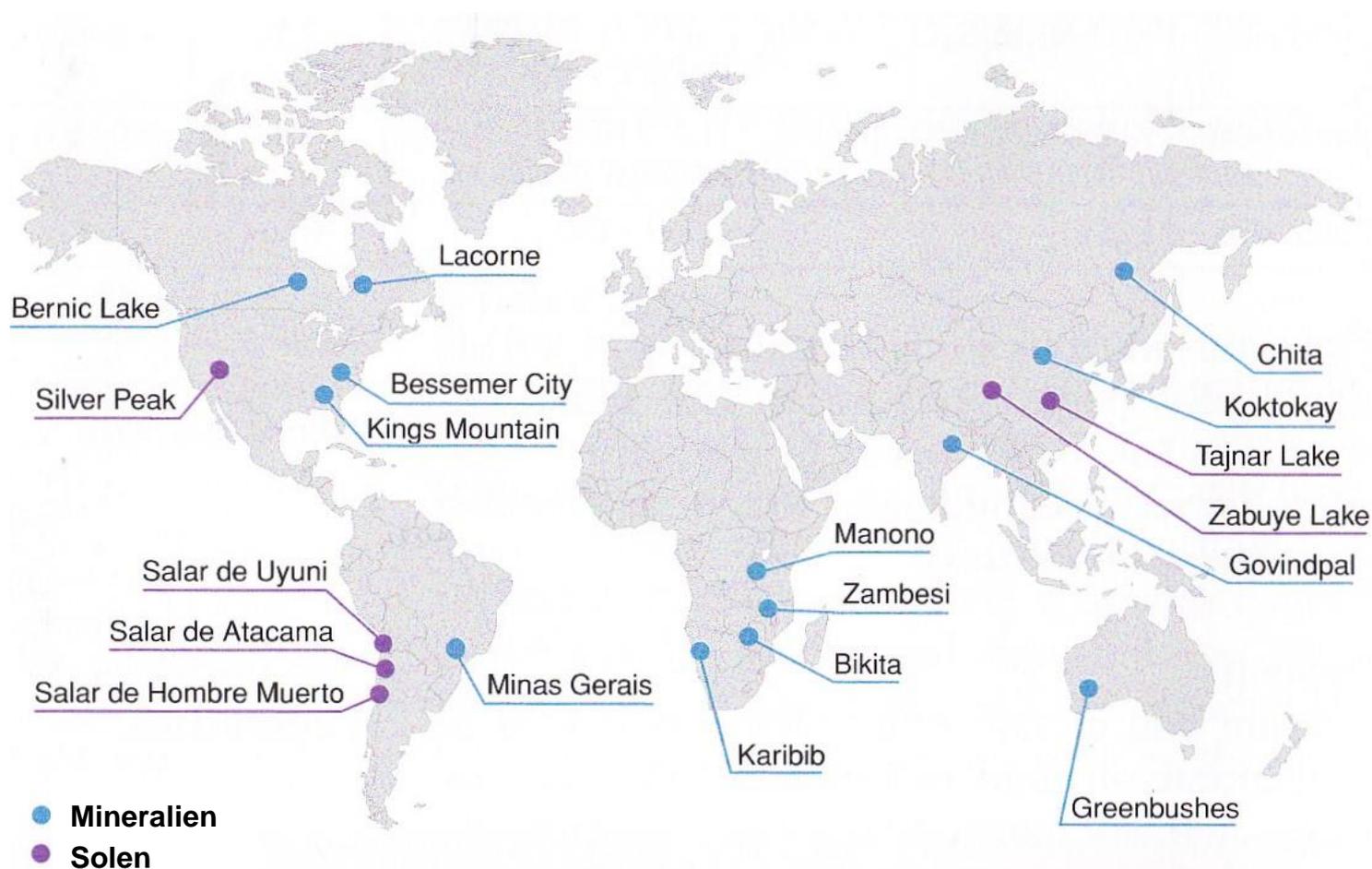


Abbildung: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006, sv corporate media GmbH – Main lithium deposits

# Altiplano und das Lithium-Dreieck

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Altiplano>, Zugriff: 07-11-202

- **Altiplano:** 3.600 Meter hoch und 170.000 km<sup>2</sup> groß
- Der Titicasee ist der größte Hochgebirgssee der Welt
- **Lithium-Dreieck:** Argentinien, Salar del Hombre Muerto - Bolivien, Salar de Uyuni - Chile, Salar de Atacama
- Lithiumchlorid kommt in Salzseen vor, Salares (span.)



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nasa\\_Anden\\_Altiplano.jpg#/media/Da:te:Nasa\\_Anden\\_Altiplano.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nasa_Anden_Altiplano.jpg#/media/Da:te:Nasa_Anden_Altiplano.jpg), gemeinfrei

# Salar de Uyuni - das größte Lithiumchlorid-Vorkommen der Welt

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Salar\\_de\\_Uyuni](https://de.wikipedia.org/wiki/Salar_de_Uyuni), Zugriff: 07.11.2022

- Bildung der Salzkruste vor über 10.000 Jahren durch Austrocknung
- Gewinnung in einer Höhe von 3.700 Metern
- Flächengröße 10.000 km<sup>2</sup>
- Schätzung: 5,4 Millionen Tonnen Li (U.S. Geological Survey)
- Ziel der bolivianischen Regierung: Gewinnung von Lithium über die gesamte Wertschöpfungskette und kein Export des Rohstoffs

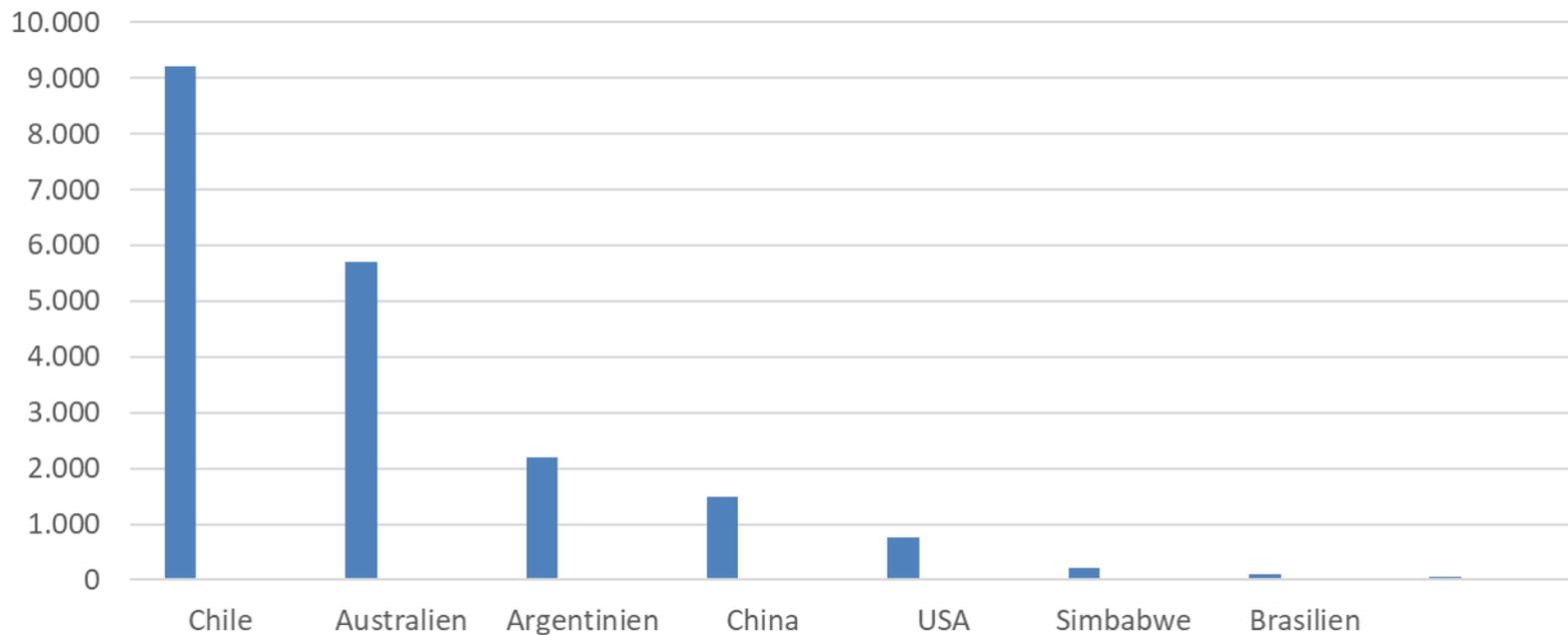


[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/dd/Piles\\_of\\_Salt\\_Salar\\_de\\_Uyuni\\_Bolivia\\_Luca\\_Galuzzi\\_2006\\_a.jpg/220px-Piles\\_of\\_Salt\\_Salar\\_de\\_Uyuni\\_Bolivia\\_Luca\\_Galuzzi\\_2006\\_a.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/dd/Piles_of_Salt_Salar_de_Uyuni_Bolivia_Luca_Galuzzi_2006_a.jpg/220px-Piles_of_Salt_Salar_de_Uyuni_Bolivia_Luca_Galuzzi_2006_a.jpg) gemeinfrei

# Länder mit den größten Lithiumreserven

Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/159933/umfrage/laender-mit-den-groessten-lithiumreserven-weltweit/>, 2021

## Lithiumreserven in Tausend Tonnen



Insgesamt 19.725 Tausend Tonnen Li-Reserven

# Verfahren zur Lithiumgewinnung

Quelle: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006

Ausgehend von...

- ... **der Salzsole**: LiCl wird durch Verdampfen gewonnen und zu  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  weiterverarbeitet.
- ... die **heiße Sole**: Sie wird aus der Erdkruste gepumpt. Gleichzeitig wird dieses Verfahren huckepack auf geothermische Kraftwerke übertragen.
- ... **Pegmatit**, der als Erz im Tagebau abgebaut, zerkleinert und durch Flotation zu  $\text{Li}_2\text{O}$  (5%-7%) angereichert wird.  $\text{Li}_2\text{O}$  kann zur direkten Verwendung verkauft oder chemisch in  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  umgewandelt werden.



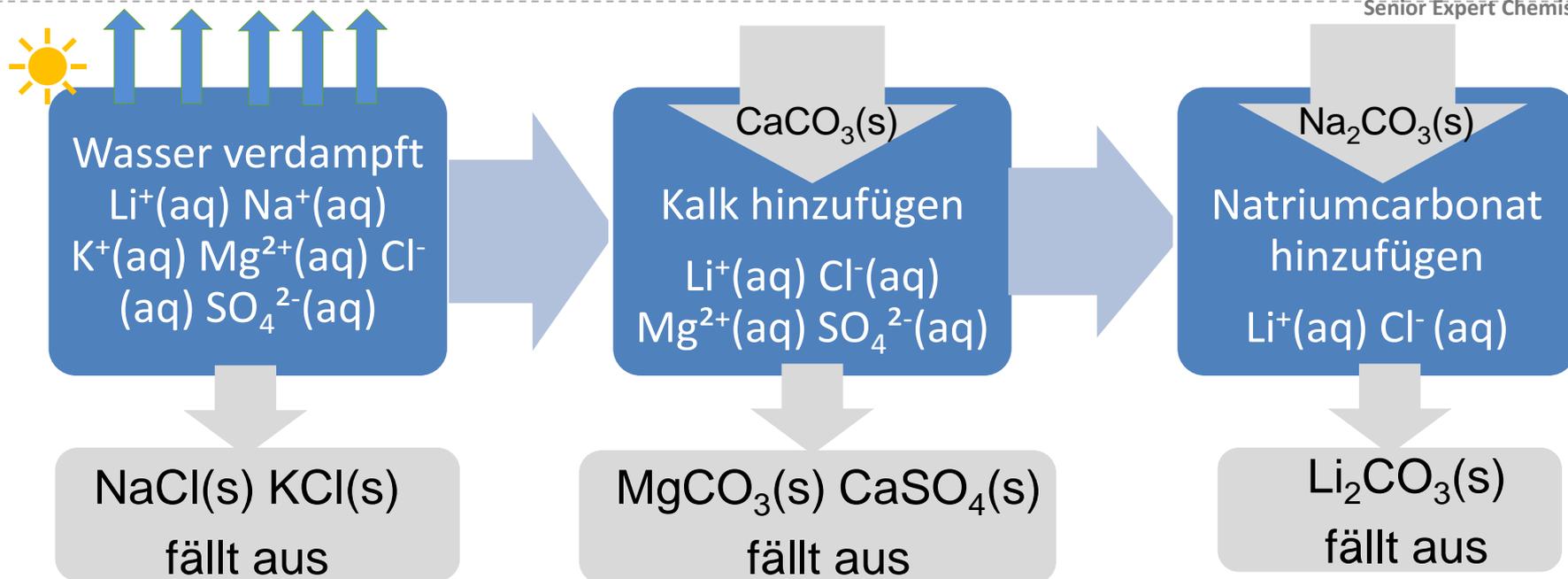
Abbildung: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006, sv corporate media GmbH – Evaporation ponds in Chile

# Lithium-Ressourcen und Gewinnungsprozess im Vergleich

Ressource	Lithium (mg / L)	Herausforderung	Chance
Salzseen	200 – 7.000	Verbrauch von großen Mengen an Wasser Min. 18 Monate Verdunstung	Verfügbare Sonnenenergie für die Verdunstung
Geothermie Thermalwasser Grundwasser-Sole	20 -200	Produkte sind härter als die aus den Salzseen Die Verarbeitung ist schwieriger	Riesige Ressourcen in den USA Geothermische Energie liefert den Strom
Pegmatit (Erz-Tagebau)	5% – 9% $\text{Li}_2\text{O}$ in Erzen	Schädlich für die Umwelt (z. B. Abholzung von Wäldern, Zerstörung von Ackerland) Verbrauch von große Mengen Wasser Kann das Grundwasser verschmutzen	Große Ressourcen in Australien

# Lithiumgewinnung durch chemische Fällung

Quelle: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie//lithium-extraktion.html> 12.01.2023



Ergebnis: Lithiumcarbonat in technischer Qualität

# Lithiumcarbonat ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ )

Quelle: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie 2006

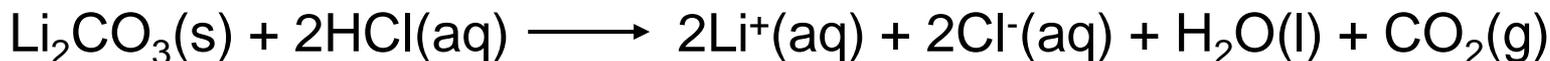


Foto: Petra Schultheiß-Reimann

## Eigenschaften :

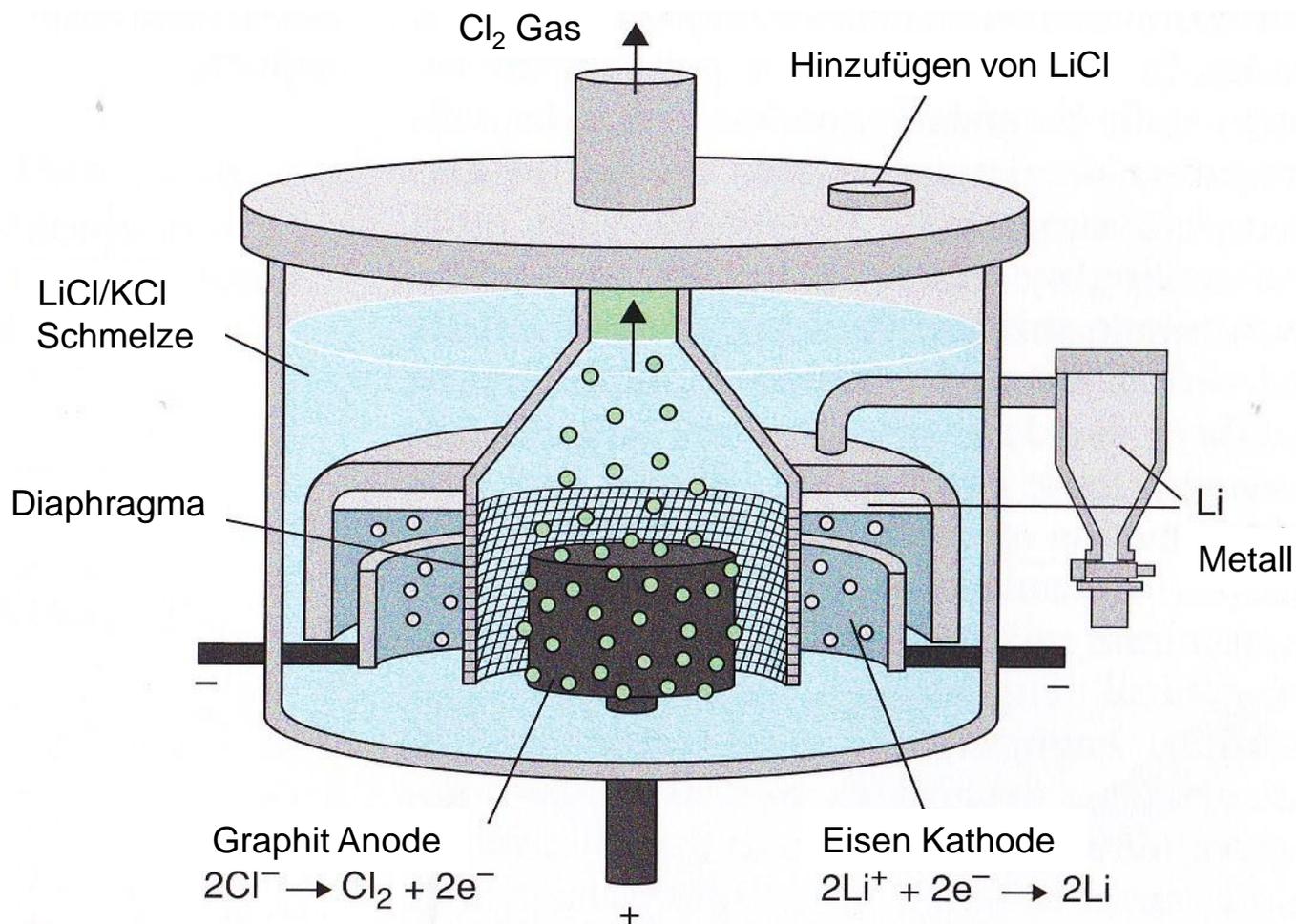
- Farbloses feines Pulver
- Schwach löslich in heißem und kaltem Wasser
- Stabil an der Luft
- Ausgangsmaterial für die Verarbeitung zu anderen Lithiumsalzen

## Herstellung von Lithiumchlorid :



# Herstellung von Lithium durch Elektrolyse

Quelle: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006



Downszelle



# Funktion von Lithium-Ionen-Akkus im Modell

Quelle: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006

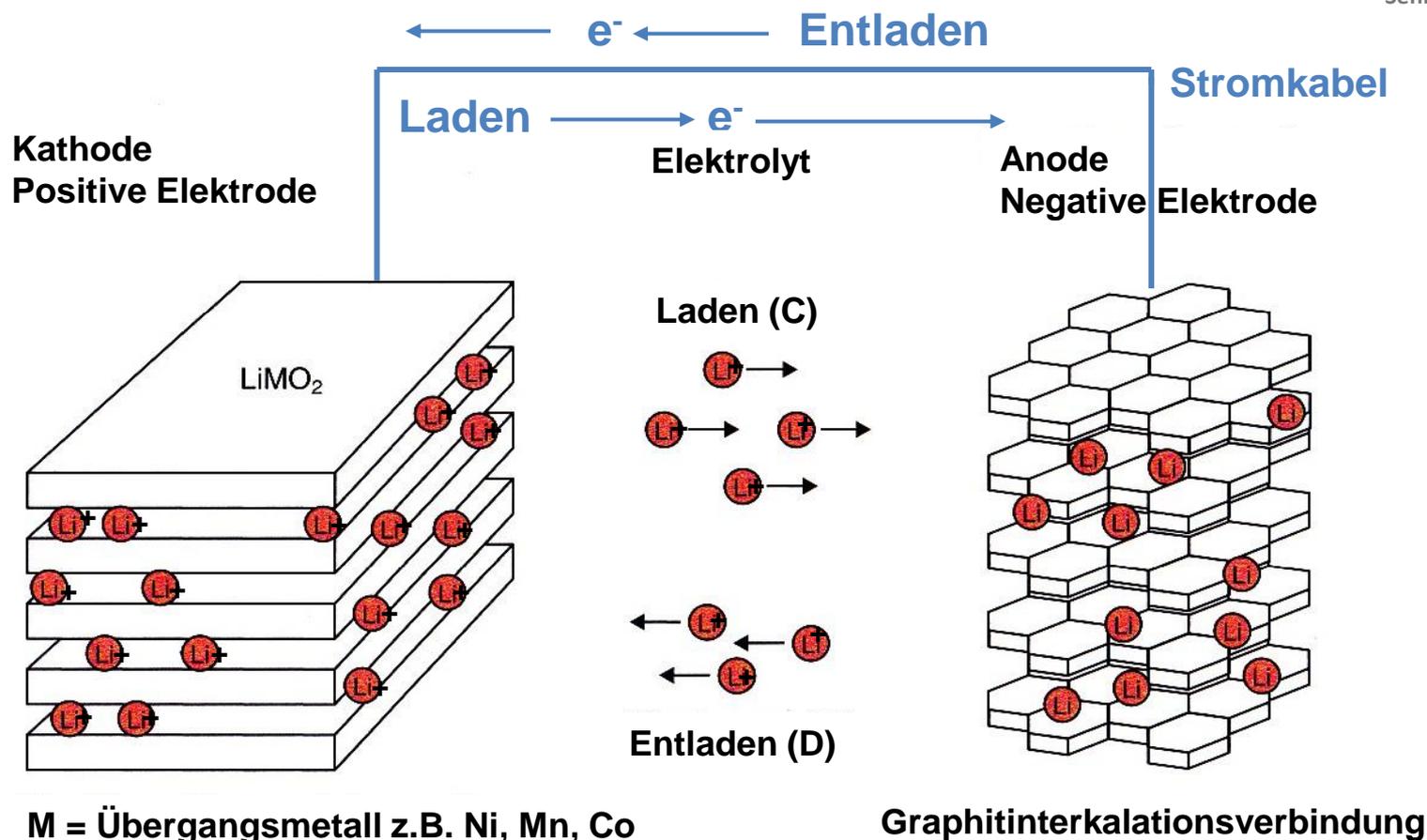
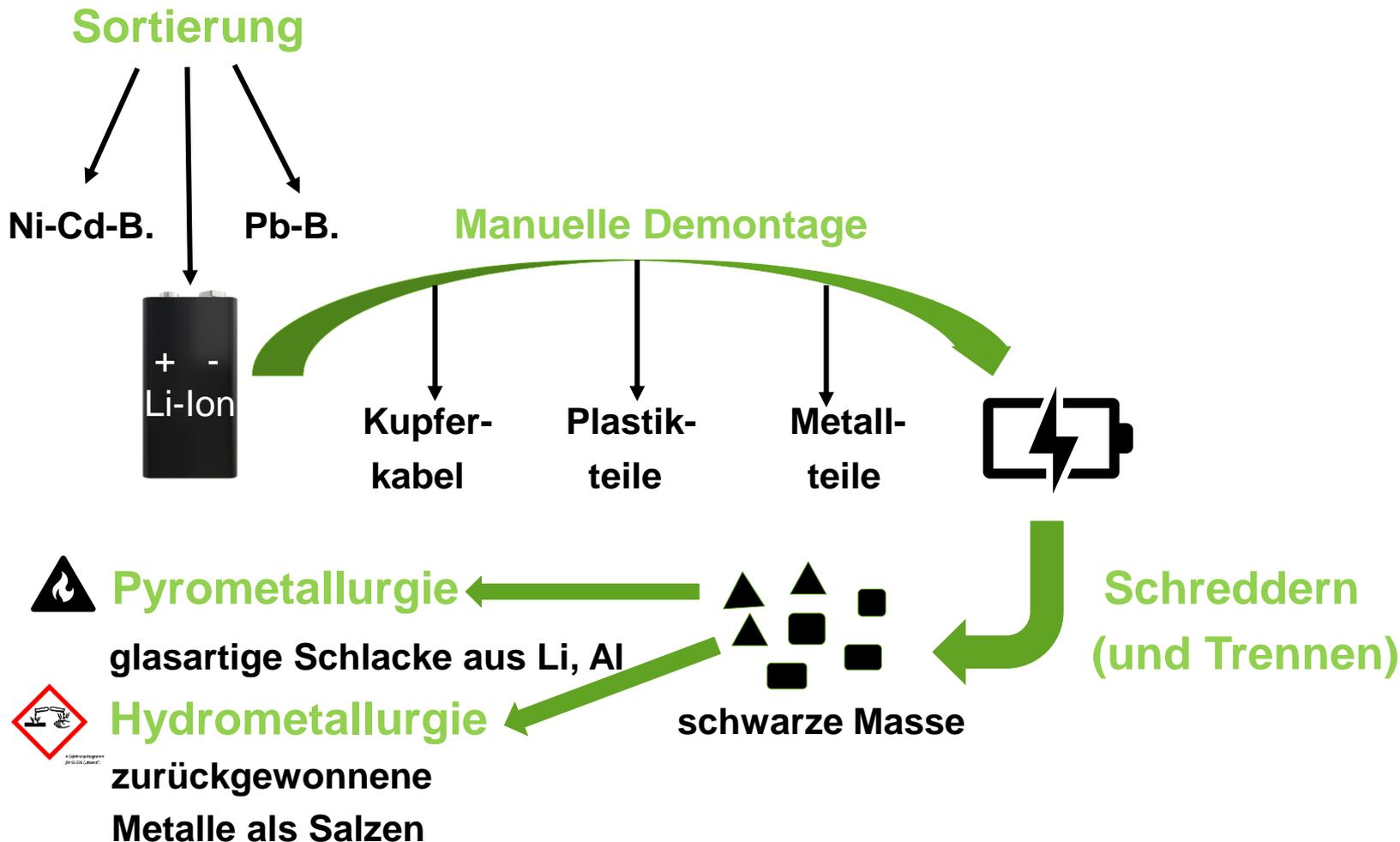


Abbildung: Lithium – Production and application of a fascinating and versatile element, verlag moderne industrie chemetall 2006, sv corporate media GmbH – Schematic of a lithium-ion battery

# Batterie-Recyclingverfahren

Quelle: A. Kampker, H.H. Heimes, Elektromobilität, Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Springer Vieweg 3. Auflage, p. 687-7043



# Vor- und Nachteile von hydro- und pyrometallurgischen Prozessen

Quelle: A. Kampker, H.H. Heimes, Elektromobilität, Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Springer Vieweg 3. Auflage, p. 693

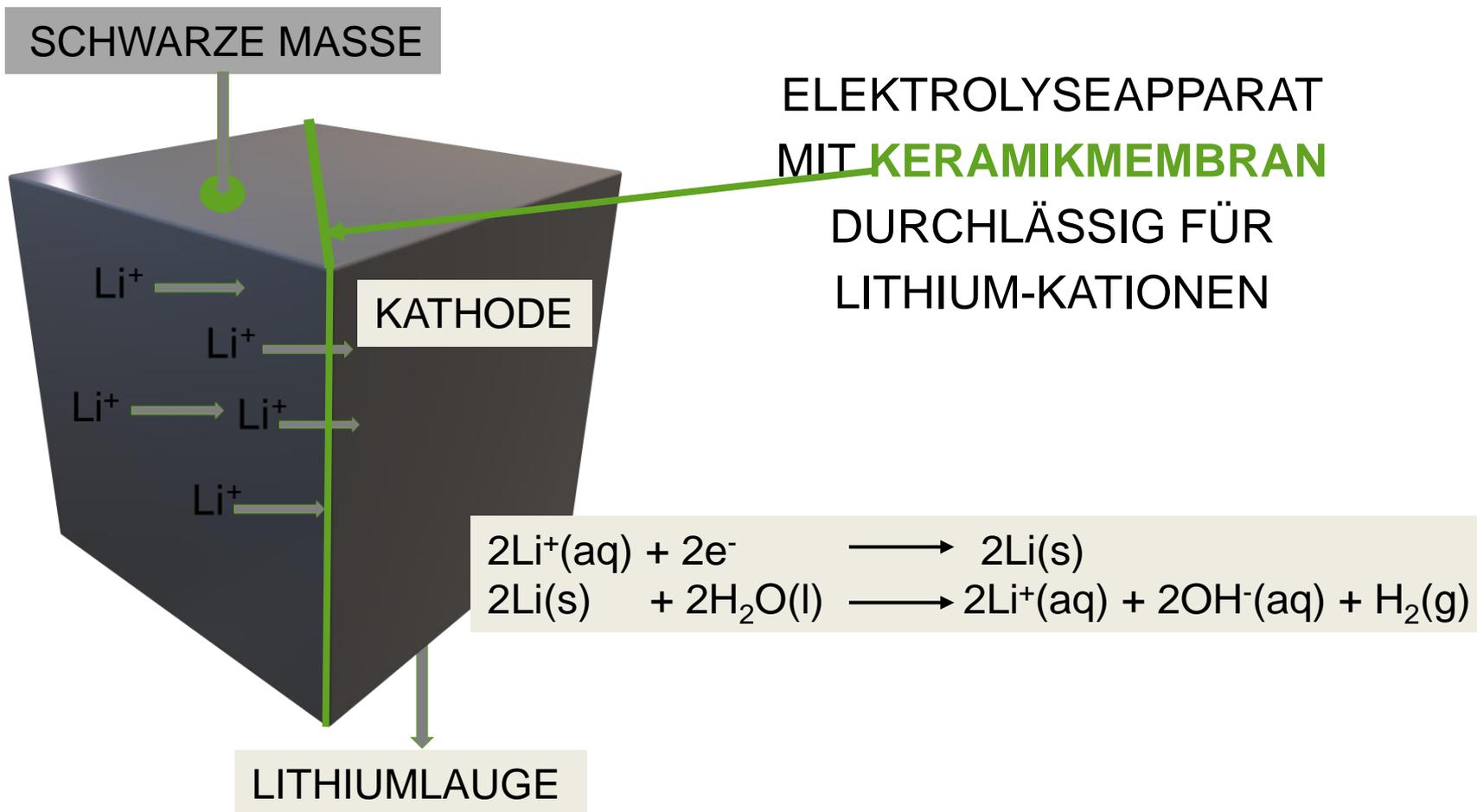
	Hydrometallurgisches Verfahren	Pyrometallurgisches Verfahren
Vorteil	Rückgewinnung von unedlen Metallen, organischen Bestandteilen und Kohlenstoff möglich	Verwertung von unedlen Metallen, organischen Bestandteilen, Kohlenstoff als Reduktionsmittel oder Energiequelle
	Geringes Abgasvolumen	Verkaufsfähige recycelte Metalle
	Hohe Selektivität	Hohe Raum-Zeit-Ausbeute
Nachteil	Handhabung großer Chemikalienmengen (Säuren, Laugen, Fällungsmitteln)	Große Mengen an Kraftstoff oder elektrischer Energie erforderlich
	Geringe Raum-Zeit-Ausbeute	Komplexe Abgasreinigung
	Große Mengen an Abwasser und Schlämmen	Hohe Rückgewinnungskosten wegen in der Schlacke gebundenes Lithium

# Lithiumrecycling – ein Projekt von Evonik 2023

## Schematische Darstellung

Quelle: FAZ-Wirtschaft 10. Januar 2023 Nr. 8 Seite 35

Senior Expert Chemist



# Lithium und seine Verbindungen - Toxikologie

Quelle: Wissenschaftliche Begründung der DFG von 2013; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/3527600418.mb743993anod0056>;  
EU-Projekt zur Legaleinstufung von Lithiumsalzen mit Repr. 1a H360FD und Lac. H362  
[https://echa.europa.eu/documents/10162/9015407/news\\_annex\\_rac\\_seac\\_sept\\_2021\\_en.pdf/fb6cad82-1f9e-a542-690d-24f32b1277cc?t=1632317364285](https://echa.europa.eu/documents/10162/9015407/news_annex_rac_seac_sept_2021_en.pdf/fb6cad82-1f9e-a542-690d-24f32b1277cc?t=1632317364285)



Senior Expert Chemist

## Lithiumchlorid, Lithiumcarbonat, Lithiumhydroxid

 **Akute Wirkungen (wegen Li<sup>+</sup>-Kationen):** Gesundheitsschädlich beim Verschlucken

Einstufung: Akute Toxizität, Kategorie 4, oral; **H302**

 **Chronische Wirkungen (wegen Li<sup>+</sup>-Kationen):** auf ZNS, Herz, Nieren, Schilddrüse, Fortpflanzungssystem und Schädigung der Fruchtbarkeit und des ungeborenen Kindes, des gestillten Kindes;

Einstufung und MAK-Wert für Lithiumverbindungen:

MAK = 0,2 mg Lithium/m<sup>3</sup> zugeordnet zur Schwangerschaftsgruppe C

**Vorschläge:** Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen;

Repr. 1A H360 FD

## Lithium, Lithiumhydroxid

 **Akute Wirkung (wegen OH<sup>-</sup>-Anionen):**

Reizende und ätzende Wirkung auf Haut, Augen und Atemwege

Einstufung: Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; **H314**

Weiterführender Artikel zu Lithium von **Dr. Carolin Sage**, Consider Science

<https://considerscience.com>

„**Lithium – ein kleines Molekül kommt groß raus**“



Link: <https://www.faszinationchemie.de/wissen-und-fakten/news/lithium-ein-kleines-metall-kommt-gross-raus>