



Rohstoffe für die Elektrolyseur-Produktion

Mögliche Engpässe aufgrund
von Russlands Konfrontation mit
dem Westen

Rahmen dieser Publikation

Rohstoffe für die Elektrolyseurproduktion

Wir untersuchen in diesem Rahmen mögliche **Auswirkungen des russischen Angriffskrieges** auf die Ukraine auf die deutsche Elektrolyseurproduktion. Im Besonderen werden Rohstoffe betrachtet, die in Russland gefördert werden und für die Produktion von Elektrolyseuren nötig sein werden.

Durch die **Fokussierung auf Elektrolyseure** werden mögliche Abhängigkeiten anderer Industriezweige und Produkte ausgeblendet. Zudem treffen wir keine Aussage, wie abhängig die gesamte deutsche Industrie vom jeweiligen Rohstoff ist.

Grundsätzlich ist aber anzunehmen, dass Quasi-Monopole genauso wie ein plötzliches Wegbrechen einzelner Lieferländer auch immer Auswirkungen auf die Versorgung der deutschen Industrie haben werden.

Der Wegfall von Importen aus Russland kann auch dazu führen, dass **bestehende Abhängigkeiten**, zum Beispiel bei Platin oder seltenen Erden, verstärkt werden.

Rohstoffe

Was die Elektrolyseurproduktion braucht

- Nickel
- Titan
- Iridium
- Palladium
- Platin
- Scandium
- Aluminium
- Zirkonia
- Cer
- Yttrium
- ...

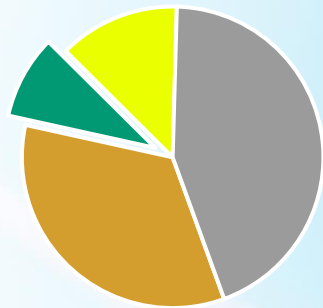
Für die Produktion von Elektrolyseuren werden viele verschiedene Rohstoffe eingesetzt.

In **Gelb** umrandet wurden hier Rohstoffe, bei denen Russland **entweder einen signifikanten Anteil** an der weltweiten Produktionsmenge hat **oder es nur wenige Länder gibt**, aus denen alternativ importiert werden könnte.

Produktionsanteile

Russland im weltweiten Vergleich

Nickel



- Indonesien
- Russland
- Philippinen
- Sonstige

[DERA-1]

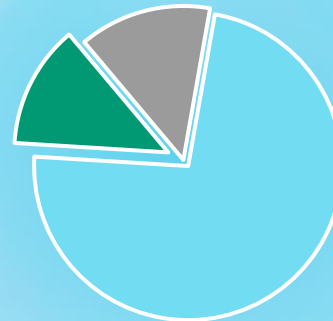
Titan



- China
- Japan
- Russland
- Sonstige

[INT-1]

Platin



- Südafrika
- Russland
- Sonstige

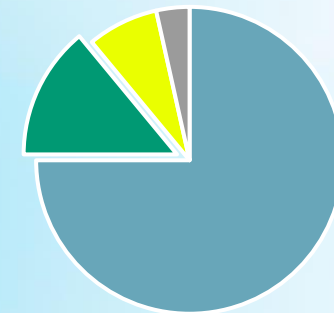
[BGR-2]

Iridium

Jährlich schwankende Produktion aus verschiedenen Quellen

- Beiprodukt von Platin- und Palladium
- Russland nach Südafrika zweitgrößter Produzent

Scandium

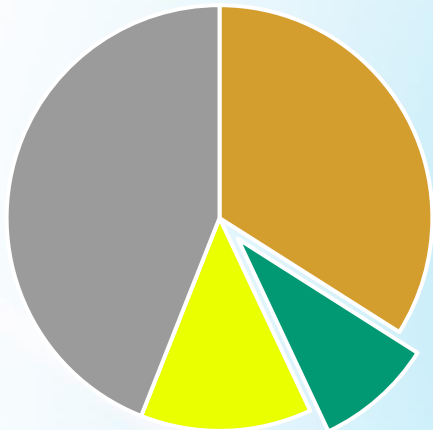


- China
- Russland
- Philippinen
- Sonstige

[DERA-1]

Nickel

Fördermengenverteilung
gesamt



- Indonesien
- Russland
- Philippinen
- Sonstige

- Weltweit gefördert in 2019: 2,54 Millionen Tonnen
 - Indonesien ~ 34 %
 - Philippinen ~ 13 %
 - Russland ~ 9 %
- Verwendung bei alkalischer Elektrolyse (A-EL) für Anode, Kathode, Bipolarplatten und in der anodenseitigen Transportschicht, bei SO-EL für Kathode
- Etwa 420 g/kW benötigt für Elektrolysezelle
- Referenz: [DERA-1]

Verteilung der Titan-
Schwammproduktion
gesamt

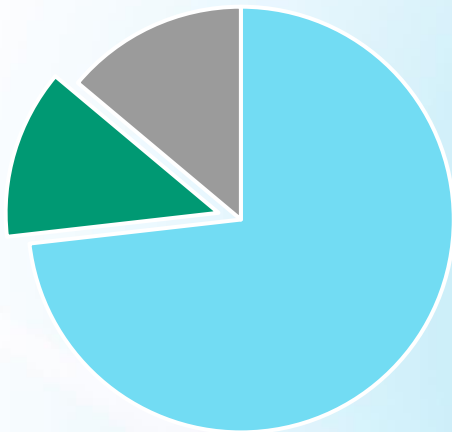


- China
- Japan
- Russland
- Sonstige

- Bei PEM-EL für Anode und Kathode, dafür werden ca. 28 g/kW benötigt [DERA-1]
- Substitution bei Elektrolyseurproduktion nicht abzusehen [IPA-1]
- Titanschwamm wird nur in wenigen Ländern produziert
- Verteilung der weltweiten Produktion in 2020 [INT-1]:
 - China ~ 50 %
 - Japan ~ 21 %
 - Russland ~ 13 %
- Eventuell sekundäres Ferrotitan aus Schrotten als zukünftige Quelle [INT-1]

Platin

Fördermengenverteilung
gesamt



- Südafrika
- Russland
- Sonstige

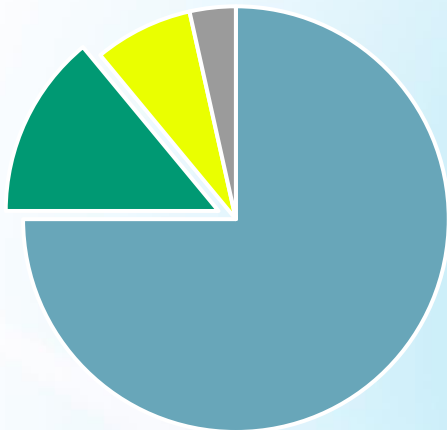
- Bei A-EL und PEM-EL als Beschichtung der Kathode [DERA-1]
- Substitution bei Elektrolyseurproduktion nicht abzusehen [IPA-1]
- Benötigte Menge: 0,01 g/kW
- Weltweite Bergwerksförderung 2013: 188 t [BGR-2]
 - Russland ~ 13 %
 - Südafrika ~ 73 %
- Voraussichtlich wird sich der Bedarf bis 2050 mehr als verdoppeln [UBA-1]

Iridium

- Gilt aktuell bei PEM-FC als unersetzbar für Anode [DERA-1], perspektivische Bedarfe: < 0,1 g/kW
- Beiprodukt von Platin- und Palladiumproduktion
 - Wenn weniger Platin gefördert wird, steht potentiell auch weniger Iridium zur Verfügung
 - Produktion bei Bedarf: Geringe Produktionsmengen
 - Daher variiert die Zusammensetzung der Iridium-Bezugsquellen jährlich
 - Datenlage leider schwierig
- Produktionsmenge weltweit: 6-10 t pro Jahr
 - Südafrika liefert 80-85 % des Iridiums [DERA-1]
 - Russland zweitgrößter Lieferant, veröffentlicht aber keine genauen Zahlen [INT-1]
- Bedarfe weltweit: bis 2040 10-40 t pro Jahr vorausgesagt [DERA-1]
- Perspektive: Vorkommen in Kanada und Skandinavien könnten erschlossen werden

Scandium

Fördermengenverteilung
gesamt



- China
- Russland
- Philippinen
- Sonstige

- Dotierung von Zirconiumdioxid in SO-EL und SO-FC, 0,1 g/kW
- Begleitelement in Titan-, Wolfram- Zinn-, Seltene Erden- und Zirkonlagerstätten sowieso Bauxit-, Nickel- und Uranlagerstätten.
- Höhere Leitfähigkeit und stabiler bei niedrigen Betriebstemperaturen als die Alternative Yttrium
- Bedarfe (bis zu 24 t in 2040) werden derzeitige Produktionsmengen übersteigen, aber es gibt noch einige Lagerstätten (bspw. in Australien), in denen Abbau gestartet oder die Auslastung erhöht werden kann.
- Weltweit etwa 14-16 t pro Jahr
- Hohe Länderkonzentration der Produktion:
 - China > 75 % / 10 t (aus Titan-/Zirkonproduktion) der weltweiten Menge bei variabler Auslastung
 - Russland 1-2 t (aus Uranproduktion)
 - Philippinen 1 t (aus Nickel- und Kobalterzen)
- Referenz: [DERA-1]

Rohstoffmengen

Wie viel die Elektrolyseure benötigen

Rohstoff	g/kW (kg/GW)	Aktuelle weltweite Fördermenge pro Jahr	Prozent der aktuellen weltweiten Förderung für 1 GW EL
Iridium	0,1 (100)	6-10 t	1 – 2 %
Platin	0,01 (10)	188 t	5*10 ⁻³ %
Titan	28,3 (28.300)	4,8 Mio t	6*10 ⁻⁴ %
Scandium	0,1 (100)	14-16 t	0,6 – 0,7 %
Nickel	423,1 (423.100)	2,54 Mio t (2019)	2*10 ⁻² %
Palladium	?	215 t	?

Die Europäische Union möchte bis 2030 **40 GW Elektrolyseleistung** aufbauen. Würde dafür nur auf PEM-EL gesetzt, so würden etwa **4.000 kg Iridium** benötigt. Dies entspricht etwa **40 bis 67 % der (aktuellen) jährlichen globalen Produktion**.

- Bei keinem der betrachteten, kritischen Rohstoffe für Elektrolyseure hat Russland eine marktdominierende Position inne.
- Temporäre Engpässe bei hoher und schnell wachsender Nachfrage sind dennoch möglich, da neue Rohstoffvorkommen oftmals erst nach Jahren erschlossen werden können.
- Zwischen Produkten und Technologien könnte es zu einer Konkurrenz um die gleichen Rohstoffe kommen (bspw. zwischen Brennstoffzelle und Elektrolyseuren).
- In Abhängigkeit von der Flexibilität des Marktes (z. B. durch langfristige Lieferverpflichtungen) könnte der Wegfall eines Produzenten zu temporären Engpässen führen.
- Einseitige Abhängigkeiten sind bei einigen Rohstoffen nicht oder nur schwer vermeidbar.
- Forschung und Entwicklung sind notwendig, um Ersatz für seltene Rohstoffe zu finden, der
 - gut verfügbar bzw. in großen Mengen herstellbar ist,
 - hohe Effizienzen und Standzeiten erlaubt.

Referenzen

Abkürzung	Quelle
DERA-1	Mineralische Rohstoffe für die Wasserelektrolyse, DERA
BGR-1	Steckbrief Palladium, BGR
RND-1	Abhängigkeit Rohstoffe aus Russland, Redaktionsnetzwerk Deutschland
BGR-2	Steckbrief Platin, BGR
IPA-1	Tom Smolinka, Studie IndWEDe, Fraunhofer ISE, S.126-127
EDE-1	Palladium, Fachvereinigung Edelmetalle
STA-1	Statistik Minenproduktion Palladium, Statista
UBA-1	Abschlussbericht Umweltbundesamt
BRG-1	Mineralinfo Scandium, BRGM
INT-1	Tremareva, V., Schmitz, M., DERA, persönliches Gespräch, 04.04.2022



Vielen Dank

an Viktoriya Tremareva und Dr. Martin Schmitz
von der deutschen Rohstoffagentur
für ein persönliches Expert:innengespräch

Kontakt

Ansprechpartnerinnen:

Andrea Lübcke

luebcke@acatech.de

Michaela Löffler

loeffler.m@acatech.de

Marie Biegel

biegel@acatech.de

www.wasserstoff-kompass.de

acatech – Deutsche Akademie der
Technikwissenschaften

Geschäftsstelle

Karolinenplatz 4

80333 München

Hauptstadtbüro

Pariser Platz 4a

10117 Berlin

T +49 (0)30/2 06 30 96-0

F +49 (0)30/2 06 30 96-11

info@acatech.de

www.acatech.de

DECHEMA Gesellschaft für Chemische
Technik und Biotechnologie e.V.

Theodor-Heuss-Allee 25

2560486 Frankfurt am Main

T +49 (0)69 75 64-0

info@dechema.de

www.dechema.de

Impressum

- „Rohstoffe für die Elektrolyseurproduktion: Mögliche Engpässe aufgrund von Russlands Konfrontation mit dem Westen“
- Herausgeber: acatech, Berlin, und DECHEMA, Frankfurt am Main, 2022 V.i.S.d.P.: Christoph Uhlhaas
- Geschäftsführendes Gremium des Präsidiums: Prof. Dr. Ann-Kristin Achleitner, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Dr. Stefan Oschmann, Dr.-Ing. Reinhard Ploss, Manfred Rauhmeier, Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner
- Vorstand i.S.v. § 26 BGB: Dr.-Ing. Reinhard Ploss, Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Manfred Rauhmeier
- Redaktion: Dr. Andrea Lübcke, Jasper Eitze, Michaela Löffler, Marie Biegel/ acatech, Thomas Hild/ DECHEMA, Christopher Hecht / ISEA RWTH Aachen, Layout-Konzeption: Lars Ole Reimer
- Empfohlene Zitierweise: acatech, DECHEMA (Hrsg.): Rohstoffe für die Elektrolyseurproduktion: Mögliche Engpässe aufgrund von Russlands Konfrontation mit dem Westen, Berlin 2022.
<https://www.wasserstoff-kompass.de/news-media/dokumente/rohstoffbedarfe>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages