



# MIT VORSICHT –

Vulnerabilitätsprofil der nordrhein-westfälischen  
Umweltwirtschaft mit Blick auf die Versorgung  
mit kritischen Rohstoffen



Green Economy Paper #2





# Vorwort von Minister Oliver Krischer

Liebe Leserinnen und Leser,

die enge Verflechtung der Volkswirtschaften der Europäischen Union mit weltweiten Lieferketten hat in den vergangenen Jahren zu Recht Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Zum einen, weil die Umwelt- und Sozialstandards der Europäischen Union in vielen Regionen der Welt keine Beachtung finden, zum anderen, weil neben Nachfragemärkten auch Lieferabhängigkeiten entstehen.

In vieler Weise ist auch das Land Nordrhein-Westfalen davon betroffen. Die Landesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, Nordrhein-Westfalen zur ersten klimaneutralen Industrieregion und zu einem der innovativsten und wettbewerbsfähigsten Wirtschaftsstandorte in Europa zu entwickeln. Grüne Technologien und Produkte der Umweltwirtschaft machen diesen Wandel erst möglich. Doch deren Herstellung erfordert den Einsatz von Rohstoffen, die aufgrund ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und eines hohen Versorgungsrisikos als kritisch angesehen werden.

Das Gelingen der Transformation und das Erreichen der Klimaziele ist somit abhängig von einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen. Aus diesem Grund untersucht die zweite Ausgabe der Reihe „Green Economy Paper“ des Kompetenznetzwerks Umweltwirtschaft.NRW das Vulnerabilitätsprofil der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft mit Blick auf die Versorgung mit kritischen Rohstoffen. Die vorliegende Broschüre liefert Grundlagen und Impulse für den öffentlichen Diskurs, welche Prioritäten gelegt und welche Maßnahmen zur

Risikominimierung und zur Steigerung der Resilienz entwickelt werden können.

Start-ups und etablierte Unternehmen in Nordrhein-Westfalen leisten bereits heute durch innovative Ansätze in der Beschaffung und des Recyclings Beiträge dazu, die Resilienz bei der Nutzung der kritischen Rohstoffe zu steigern. Doch für die Bereitstellung ausreichender Mengen an kritischen Rohstoffen ist eine Zusammenarbeit aller Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette für grüne Technologien und Produkte notwendig.

Diversifikation in Lieferketten, neue Formen des Abbaus und der Beschaffung sowie das vollständige Recycling von Rohstoffen am Lebensende der Produkte sind Faktoren, die zur Ressourceneffizienz und technologischen Souveränität beitragen. Nicht zuletzt macht das auch möglich, weltweit auf eine bessere Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards hinzuwirken.

Ich wünsche Ihnen eine aufschlussreiche Lektüre!

**Ihr Oliver Krischer**

Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr  
des Landes Nordrhein-Westfalen

# Inhaltsverzeichnis

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Vorwort von Minister Oliver Krischer                     | 3  |
| 1 Kritische Rohstoffe: Überblick und Anwendung           | 6  |
| 1.1 Regulatorischer Rahmen                               | 7  |
| 1.2 Ausgewählte Anwendungen für kritische Rohstoffe      | 9  |
| 2 Beschreibung des Vorgehens                             | 10 |
| 2.1 Definition des Vulnerabilitätsbegriffs               | 10 |
| 2.2 Analyse kritischer Rohstoffe für Nordrhein-Westfalen | 10 |
| 2.2.1 Vertiefende Analyse: Exportländer                  | 11 |
| 2.2.2 Vertiefende Analyse: Preise                        | 11 |
| 2.2.3 Vertiefende Analyse: Recycling                     | 12 |
| 3 Ergebnisse & Rohstoffsteckbriefe                       | 13 |
| 3.1 Überblick kritischer Rohstoffimporte                 | 13 |
| 3.2 Rohstoffsteckbriefe                                  | 14 |
| Aluminium/Bauxit                                         | 14 |
| Antimon                                                  | 15 |
| Bor                                                      | 16 |
| Fluor/Flussspat                                          | 17 |
| Kobalt                                                   | 18 |
| Kupfer                                                   | 19 |
| Magnesium                                                | 20 |
| Mangan                                                   | 21 |
| Natürlicher Grafit                                       | 22 |
| Nickel                                                   | 23 |
| Niobium                                                  | 24 |
| Phosphor                                                 | 25 |
| Seltene Erden                                            | 26 |
| Silizium                                                 | 27 |
| Titan                                                    | 28 |
| Vanadium                                                 | 29 |
| Wolfram                                                  | 30 |

|       |                                                                  |    |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3   | Ergänzende Aspekte der Kritikalität                              | 31 |
| 3.3.1 | Verschärfte zukünftige Vulnerabilitäten durch grüne Technologien | 31 |
| 3.3.2 | Ökologische und soziale Folgewirkungen                           | 31 |
| 3.3.3 | Import Umweltschutzgüter und Vorleistungen                       | 32 |
| 4     | Impulse für den öffentlichen Diskurs                             | 33 |
| <hr/> |                                                                  |    |
|       | Quellen                                                          | 34 |
| <hr/> |                                                                  |    |
|       | Endnotenverzeichnis                                              | 34 |
| <hr/> |                                                                  |    |
|       | Impressum                                                        | 37 |
| <hr/> |                                                                  |    |

# 1 Kritische Rohstoffe: Überblick und Anwendung

Die grüne Transformation Nordrhein-Westfalens zielt darauf ab, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2045 auf Netto-Null zu reduzieren und das Land zur ersten klimaneutralen Industrieregion der EU zu machen. Die Umweltwirtschaft stellt als Enabler-Branche die dazu benötigten Technologien, Güter und Dienstleistungen bereit. Zum einen bedarf es in allen Technologiebereichen der Umweltwirtschaft in den kommenden Jahren eines schnellen Markthochlaufs, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Zum anderen benötigen zentrale grüne Technologien – darunter z. B. die Erneuerbaren Energien und E-Fahrzeuge – relevante Mengen an kritischen Rohstoffen, die häufig importiert werden müssen: In E-Fahrzeugen werden Lithium, Kobalt und Nickel verbaut, die Generatoren von Windenergieanlagen beinhalten große Mengen Seltener Erden, die fast ausschließlich aus China importiert werden können.

Die OECD prognostiziert, dass der weltweite Materialbedarf bis zum Jahr 2060 auf mehr als das Doppelte des heutigen Niveaus steigen wird, von derzeit 79 Mrd. auf 167 Mrd. t.<sup>1</sup> Für einzelne kritische Rohstoffe wie Metalle der Seltenen Erden könnte sich die Nachfrage um den Faktor Sechs erhöhen, bei Lithium könnte die Nachfrage bereits bis 2030 sogar zwölf Mal höher ausfallen.<sup>2</sup> Der globale Wettbewerb um Rohstoffe, insbesondere um

Mineralien und Metalle, birgt das Risiko, die Geschwindigkeit und den Umfang des Einsatzes grüner Technologien erheblich zu beeinträchtigen, falls es beispielsweise zu Lieferunterbrechungen durch geopolitische Konflikte kommt. Folglich kommt der Ressourcenwende und der Ausschöpfung sämtlicher Kreislaufwirtschaftspotenziale eine zentrale Rolle zu. Darüber hinaus gewinnen technologische Innovationen an Bedeutung, die geeignet sind,



thyssenkrupp Steel stellt seit Ende 2023 in Bochum extrem dünnes Elektroband aus Siliziumstahl her, das für besonders effiziente Elektromotoren wichtig ist. Silizium zählt zu den 17 für NRW besonders kritischen Rohstoffen.

den Einsatz kritischer Rohstoffe zu verringern bzw. zu vermeiden. Zum Beispiel zeigt sich schon heute, dass neue Batterietechnologien entwickelt werden, etwa Natrium-Ionen-Akkumulatoren, die gänzlich ohne kritische Rohstoffe auskommen.<sup>3</sup>

Das vorliegende Green Economy Paper soll sowohl Denkanstöße liefern als auch Grundlagen legen. Grundlagen, indem es diejenigen Rohstoffe identifiziert, bei deren Bezug sich Nordrhein-Westfalen als besonders vulnerabel erweist. Das Papier identifiziert dazu eine Gruppe von 17 „kritischen Rohstoffen“ für die Umweltwirtschaft in NRW, die jeweils aber auch über ein erhebliches Recycling-Potenzial verfügen.

Die Denkanstöße sollen zur Steigerung der Resilienz der nordrhein-westfälischen Industrie beitragen: Im engen Schulterschluss mit Unternehmerinnen und Unternehmen sollen in der Folge dieses Impulspapiers in einem

Dialogprozess sowohl die Relevanz der Kritikalität als auch potenzielle Lösungsansätze erörtert werden. Ziel soll dabei sein, spezifische Resilienz-Ansätze für den Einsatz der für die Umweltwirtschaft in NRW kritischen Rohstoffe zu entwickeln. Dazu zählen zielgerichtete Maßnahmen, um die Unternehmen in NRW bei der Beschaffung, der material- und ressourceneffizienten Verarbeitung und Nutzung sowie beim hocheffektiven Recycling von kritischen Rohstoffen – aber auch bei der Entwicklung von innovativen Alternativen – zu unterstützen. Beide Ansätze – Rohstoffsicherheit für grüne Technologien und Ressourceneffizienz bei der Verwendung kritischer Rohstoffe – umreißen eines der Schlüsselfelder der Klimawende. Mit der Kreislaufwirtschaftsstrategie zielt die Landesregierung Nordrhein-Westfalen bereits auf übergeordneter Ebene auf die Stärkung der zirkulären Materialführung. Diesen Ansatz auf die die Gruppe von 17 „kritischen Rohstoffen“ für die Umweltwirtschaft zu überführen, ist Aufgabe und Chance zugleich für die Unternehmen in NRW.

## 1.1 Regulatorischer Rahmen

Der Europäische Green Deal setzt das Ziel der Klimaneutralität bis 2050. Um den grünen und digitalen Wandel der Mitgliedsländer voranzubringen, wurde ein umfassendes Paket an Verordnungen und Richtlinien auf den Weg gebracht.<sup>4</sup> Eine wichtige Voraussetzung für die Erreichung dieser Ziele ist die Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe, die in zahlreichen grünen Technologien zum Einsatz kommen.

Um die Verfügbarkeit dieser Rohstoffe zu sichern, verabschiedete die EU im März 2024 das europäische Rohstoffgesetz (Critical Raw Materials Act, CRMA).<sup>5</sup> Dieses soll die Versorgung der EU mit kritischen Rohstoffen sichern, die Kreislauffähigkeit stärken sowie Forschung und Innovation in den Bereichen Ressourceneffizienz und Entwicklung von Ersatzstoffen unterstützen. Da es sich bei dem Gesetz um eine Verordnung handelt, ist sie in allen Teilen verbind-

lich und gilt unmittelbar in allen Mitgliedstaaten. Folgende Ziele werden definiert:

- Gewinnung in der EU: mindestens 10 % des jährlichen Verbrauchs der EU sollen aus der Gewinnung in der EU stammen;
- Verarbeitung in der EU: mindestens 40 % des jährlichen Verbrauchs der EU sollen aus der Verarbeitung in der EU stammen;
- Recycling innerhalb der EU: mindestens 25 % des jährlichen Verbrauchs in der EU sollen aus dem Recycling innerhalb der EU stammen;
- Externe Bezugsquellen: höchstens 65 % des jährlichen Verbrauchs der Union an jedem strategischen Rohstoff in jeder relevanten Verarbeitungsstufe dürfen aus einem einzigen Drittland stammen;

**Tabelle 1: Kriterien der Kritikalitätsbewertung der EU Critical Raw Materials List (CRML)**

| Wirtschaftliche Bedeutung                                                                                                                  | Versorgungsrisiko                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>■ Wertschöpfung der Sektoren, die den Rohstoff nutzen</li><li>■ Substitutionsmöglichkeiten</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Angebotskonzentration</li><li>■ Risikoanalyse der Exportländer</li><li>■ Heimische Importabhängigkeit</li><li>■ Handelsbarrieren</li><li>■ Bottle-Neck-Angebote</li><li>■ Recycling-Raten</li></ul> |

Neben der Definition dieser ambitionierter Ziele zur Sicherung der Rohstoffverfügbarkeit führt die EU seit 2010 ein umfassendes Monitoring durch, um festzustellen, welche einzelnen Rohstoffe in besonderem Maße als kritisch zu betrachten sind. Die Critical Raw Materials List (CRML)<sup>6</sup> umfasst aktuell 34 kritische Rohstoffe, die unabdingbar sind, um u. a. die Digital- und Klimaziele zu erreichen. Um als „kritisch“ eingestuft zu werden, müssen gemäß der EU folgende Bedingungen erfüllt sein: (a) der Rohstoff ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung und (b) es besteht ein hohes Risiko von Versorgungsunterbrechung aufgrund der Konzentration der Bezugsquellen außerhalb der EU und des Mangels an geeigneten, günstigen Ersatzstoffen.

Auch auf Bundesebene gewinnt die Stärkung der Kreislaufwirtschaft an Bedeutung. Im Frühjahr 2024 legte das federführende Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) den Entwurf einer Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) vor. Ziele der Strategie sind die Reduzierung von Umweltbelastungen sowie der Klima- und Biodiversitätsschutz. Erreicht werden soll eine absolute Reduktion des Primärmaterialbedarfs, insbesondere durch die Stärkung des zirkulären Wirtschaftens. Gegenwärtig findet eine umfassende Beteiligung von Stakeholdern statt, um relevanten Akteuren, Verbänden und anderen Interessenvertretern die Möglichkeit zu geben, ihre Expertise einzubringen.<sup>7</sup>

**Abbildung 1: Analyseschritte zur Identifizierung der für die Umweltwirtschaft NRW kritischen Rohstoffe**



## 1.2 Ausgewählte Anwendungen für kritische Rohstoffe

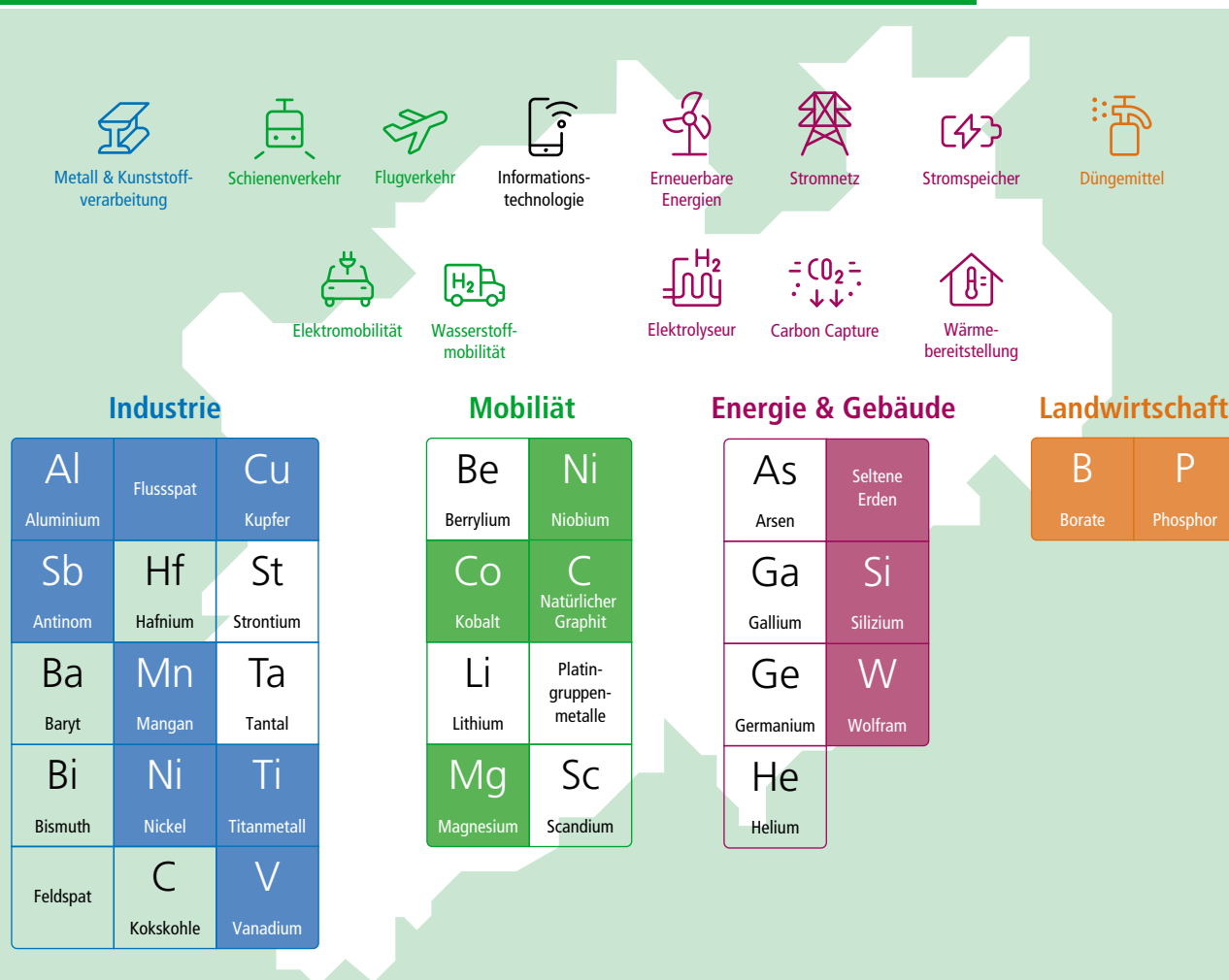
Kritische Rohstoffe sind für den Industriestandort Nordrhein-Westfalen, sowohl für klassische Branchen als auch für die Anbieter von Umwelt- und Klimatechnologien, von zentraler Bedeutung. Sie finden Anwendung in der Metallindustrie, dem Fahrzeugbau, der Landwirtschaft und in grünen Technologien wie den Erneuerbaren Energien und Batterien. In der Metallindustrie werden neben Massenerohstoffen wie Aluminium und Kupfer auch große Mengen z. B. von Nickel- und Titanlegierungen verwendet, die Landwirtschaft ist insbesondere auf den Einsatz von Phosphor als Düngemittel angewiesen. **Abbildung 2** zeigt einen beispielhaften Überblick besonders relevanter Verwendungszwecke der 34 Rohstoffe der Critical Raw Materials List, sowohl für klassische Industrieanwendungen als auch für zentrale Umwelt- und Klimatechnologien.

In der praktischen Anwendung werden die verschiedenen Rohstoffe in mehreren Technologien eingesetzt. So findet

dustrie und im Energiesektor Anwendung. Eine detailliertere Darstellung der Verwendung bestimmter Rohstoffe und deren Bedeutung für NRW bietet Kapitel 4 mit Steckbriefen zu den für NRW kritischen Rohstoffen.

Im Zuge der Defossilisierung werden in den kommenden Jahren in Nordrhein-Westfalen einzelne Rohstoffbedarfe voraussichtlich deutlich steigen, etwa im Bereich der Erneuerbaren Energien. Vereinzelt können auch kritische Abhängigkeiten abnehmen. Zum Beispiel wird Koks-kohle für die Herstellung von Stahl benötigt, ein Rohstoff, der als kritisch gilt. Aufgrund des hohen Ausstoßes von Treibhausgasemissionen wird die Stahlbranche in den kommenden Jahren vermehrt auf Direktreduktionsanlagen umrüsten. Daraus resultiert eine Abnahme des Koks-kohlebedarfs und eine entsprechende Abnahme der Rohstoff-Vulnerabilität.

**Abbildung 2: Überblick der Sektoren und Beispielanwendungen kritischer Rohstoffe auf dem Weg zur klimaneutralen Industrieregion NRW**



## 2 Beschreibung des Vorgehens

**Ziel des vorliegenden Green Economy Papers ist die Analyse der gegenwärtigen Rohstoff-Vulnerabilitäten Nordrhein-Westfalens mit spezifischem Fokus auf grüne Technologien und Branchen, die in den kommenden Jahren einen Transformationsprozess hin zur Klimaneutralität vollziehen werden. Die Studie ergänzt dazu bestehende Analysen, etwa die Rohstoffsteckbriefe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, mit einer spezifischen Betrachtung der nordrhein-westfälischen Importverflechtungen auf Basis aktueller Handelsdaten.**

### 2.1 Definition des Vulnerabilitätsbegriffs

Der Vulnerabilitätsbegriff fußt auf Konzepten der Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen, die in der Regel zwei Betrachtungsebenen untersuchen: Die Exposition und die Anpassungskapazitäten.<sup>9</sup> Zum einen wird der Grad der Exposition gegenüber Rohstoff-Lieferrisiken bewertet, z. B. die Höhe des NRW-Anteils an den bundesdeutschen Einfuhren und die Konzentration von Rohstoff-

quellen bzw. -lieferanten in wenigen Staaten, die sich vor dem Hintergrund geopolitischer Konflikte zunehmend als kritisch erweisen könnten (z. B. China und Russland). Zum anderen wird untersucht, welche Anpassungskapazitäten bestehen, um etwaigen Lieferrisiken entgegenzuwirken, hierbei wird insbesondere auf gegenwärtige Recyclingkapazitäten abgestellt.

### 2.2 Analyse kritischer Rohstoffe für Nordrhein-Westfalen

Die Analyse erfolgt in zwei Schritten. Zunächst werden diejenigen Rohstoffe identifiziert, die 2023 tatsächlich in relevantem Umfang nach Nordrhein-Westfalen importiert wurden. Grundlage der Untersuchung ist die Liste der kritischen Rohstoffe der EU (CRML), die 34 Rohstoffe benennt, die von hoher ökonomischer Bedeutung sind, schwer substituiert werden können und deren Importe aus wenigen Ländern stammen.<sup>10</sup> Für jeden dieser Rohstoffe erfolgt eine umfassende Auswertung der nordrhein-westfälischen Importstatistik, dabei werden sowohl der Primärrohstoff als auch Produkte nachgelagerter Verarbeitungsstufen in den Blick genommen. Sofern mehr als 20 % der bundesdeutschen Importmenge nach Nordrhein-Westfalen geliefert werden, unterstellt die Analyse eine überproportionale Exposition. In Summe wurden 291 Warencodes ausgewertet, damit ergibt sich ein detaillierteres Bild als für vergleichbare Arbeiten, etwa der BGR. Die Analyse beschränkt sich hierbei auf die direkten Lieferbeziehungen des jeweiligen Gutes, vorgelagerte Importe des jeweiligen Bezugslandes werden nicht betrachtet. Zum Beispiel importieren die

Betriebe in Nordrhein-Westfalen diverse bereits weiterverarbeitete Rohstoffe aus anderen EU-Ländern, diese können jedoch ihrerseits kritischen Abhängigkeiten unterliegen. Um derartige Risiken zu erfassen, wird im Rahmen der Steckbriefe auch zu den globalen Minenkapazitäten und etwaigen Konzentrationen Bezug genommen. Ebenfalls nicht betrachtet wird der Intrahandel zwischen den Bundesländern. Möglicherweise dient Nordrhein-Westfalen als Umschlagplatz für einzelne Rohstoffimporte anderer Bundesländer, derartige Verflechtungen können jedoch nicht abgebildet werden.

Zusätzlich wird für die importkritischen Rohstoffe auf Basis einer umfassenden qualitativen Auswertung die Relevanz für Umwelt- und Klimatechnologien betrachtet. Für jene Rohstoffe, die im Zuge der Klimatransformation nicht mehr zum Einsatz kommen werden, wird keine relevante Exposition unterstellt.

**Tabelle 2: Die Gruppe von 17 Rohstoffen der CRML mit hoher Bedeutung für Nordrhein-Westfalen**

|                   |                      |                 |
|-------------------|----------------------|-----------------|
| ■ Aluminium       | ■ Magnesium          | ■ Seltene Erden |
| ■ Antimon         | ■ Mangan             | ■ Silizium      |
| ■ Bor             | ■ Natürlicher Grafit | ■ Titan         |
| ■ Fluor/Flussspat | ■ Nickel             | ■ Vanadium      |
| ■ Kobalt          | ■ Niobium            | ■ Wolfram       |
| ■ Kupfer          | ■ Phosphor           |                 |

Im Ergebnis wurden aus den 34 Rohstoffen der CRML eine Gruppe von 17 kritischen Rohstoffe identifiziert, die in relevantem Umfang nach NRW geliefert werden und entweder in Umwelt- und Klimatechnologien zum Einsatz kommen oder von besonderer Bedeutung für Transformationsbranchen wie die Metallindustrie sind.

Für die als kritisch identifizierten Rohstoffe erfolgt in einem zweiten Arbeitsschritt eine vertiefende Analyse, die das rohstoffspezifische Risikoprofil sowie Anpassungskapazitäten abbildet. Die vertiefende Analyse erfolgt entlang von drei Kriterien: Exportländer, Preisentwicklungen und Recyclingpotenziale.

### 2.2.1 Vertiefende Analyse: Exportländer

Neben dem Umfang des Imports ist die Betrachtung des jeweiligen Herkunftslandes von hoher Bedeutung, um mögliche Lieferrisiken zu identifizieren. Für Importe aus EU-Ländern besteht das direkte Risiko eines Lieferausfalls nicht. Der Import aus Ländern wie China und Russland stellt hingegen ein zum Teil hohes Risiko dar. Infolge des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine verhäng z. B. die EU umfassende Sanktionen gegen die Russische Föderation, um die Einfuhr russischer Exportgüter zu reduzieren. Für wichtige Rohstoffe wie Aluminium, Kupfer und Nickel sank der Import, jedoch wurden im ersten Quartal 2023 weiterhin relevante Mengen aus Russland bezogen.<sup>11</sup> Der weltweit größte Exporteur von Seltenen Erden China verhäng z. B. seinerseits 2010/2011 Restriktionen für die Ausfuhr Seltener Erden, was zu einem massiven Anstieg der Preise führte.

Sich intensivierende geopolitische Konflikte können mit Preisanstiegen oder Lieferausfällen einhergehen. Um derartige Risiken zu identifizieren, wird für jeden der 17 Rohstoffe eine umfassende Analyse der für Nordrhein-Westfalen maßgeblichen Lieferländer durchgeführt. Stammt der Import aus z. B. China oder Russland, wird ein hohes Lieferisiko unterstellt. Importen aus Nicht-EU-Ländern wird ein mittleres, aus EU-Ländern ein geringes Risiko zugeordnet.

Zusätzlich werden allgemein zugängliche Informationen zu den globalen Minen- und Verarbeitungskapazitäten ausgewertet.

#### Exportländer



### 2.2.2 Vertiefende Analyse: Preise

Zusätzliche Risiken ergeben sich durch Preisschwankungen der importierten Rohstoffe, insbesondere wenn höhere Preise nicht an Endkunden weitergegeben werden können. Um etwaige Preisschwankungen abzubilden, werden die Trends der deutschen Importmengen (in t) und Importwerte (in Euro) je Rohstoff indexiert und zwischen 2010 und 2023 verglichen. Steigt der Trend des Importwerts überproportional im Vergleich zum Trend der Importmenge, kann von einer Preissteigerung ausgegangen werden.

Für jeden der 17 Rohstoffe wird eine Risikoeinschätzung vorgenommen. Zeigt sich ein überproportionaler Preistrend, wird ein erhöhtes Preisrisiko abgeleitet. Ergeben sich Abweichungen zwischen Importmenge und Importpreis, z. B. infolge kurzzeitiger Krisen wie der COVID-19-Pandemie, wird ein mittleres Preisrisiko angenommen. Entwickeln sich die Mengen und Preise des Imports annähernd parallel bzw. fallen die Preise sogar, wird ein geringes Risiko unterstellt.

#### Preistrends



2.2.3 Vertiefende Analyse: Recycling

Das dritte Kriterium ist das Recycling der kritischen Rohstoffe. Die verstärkte Kreislaufführung kritischer Rohstoffe kann ein wichtiger Hebel sein, um den Einsatz von Primärrohstoffen zu vermindern und flexibler auf Preis- und Angebotschwankungen am Weltmarkt zu reagieren. Für die Analyse werden verschiedene Indikatoren berücksichtigt, u. a. die Recyclingraten (z. B. End-of-Life Recyclingraten, EOL-RR) sowie der Anteil der Sekundärmaterialien an der Gesamtproduktion, d. h. die Recycling Input Rate (RIR). Bei aktuell geringem Anteil der Sekundärproduktion an der Gesamtproduktion und niedrigen Sammel- und Recyclingraten ist das Risiko bei Einschränkungen in der Ressourcenverfügbarkeit hoch.

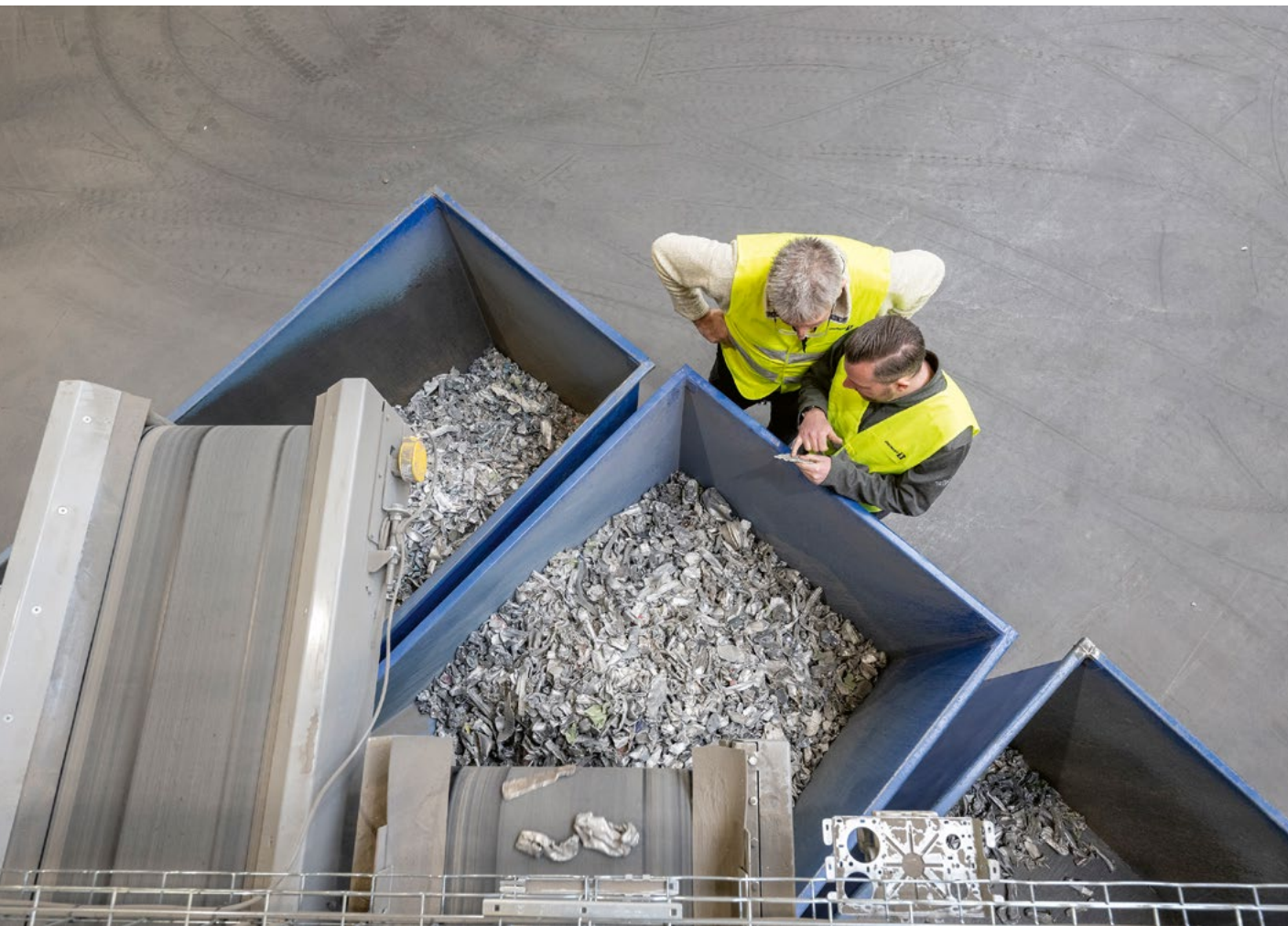
Die Auswertung orientiert sich an dem 25 %-Zielwert der CRMA für die Recycling Input Rate (RIR): Für Rohstoffe mit einem europaweit geringem Sekundärmaterialanteil und einer RIR von unter 10 % ist die Lage kritisch einzu-

schätzen, bei einer RIR von 10 % bis 25 % ist von einem mittleren Risiko auszugehen, bei einer RIR von über 25 % ist das Versorgungsrisiko als gering einzuordnen. Für die Analyse werden verschiedene Informationsquellen und Datenbanken (RMIS, Eurostat etc.) auf europäischer Ebene herangezogen.

Als Ergänzung zu den Informationen zu den Recyclingquoten und Stoffströmen auf EU-Ebene wird auf Basis einer Recherche untersucht, wo Potenziale der Kreislaufführung für NRW bestehen könnten, und diese Information in den Steckbriefen ergänzt.

Recycling

|                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Recycling<br>Input Rate<br>>25%                                                   | Recycling<br>Input Rate<br>10–25 %                                                 | Recycling<br>Input Rate<br><10 %                                                    |



Moderne Sortiersysteme wie von der Steinert GmbH (Köln) setzen verstärkt auf Laser-Spektroskopie und KI und erhöhen so die Recyclingraten.

## 3 Ergebnisse & Rohstoffsteckbriefe

### 3.1 Überblick kritischer Rohstoffimporte

Für die identifizierten Rohstoffe zeigt sich entlang der drei betrachteten Indikatoren – Exportland, Preis, Recycling – ein überwiegend mittleres bis hohes Risiko, lediglich für Bauxit und Seltene Erden zeigen sich nicht-kritische Preistrends. Die importierten Rohstoffmengen sind teilweise oder vollständig abhängig von potenziell kritischen Lieferländern und zeigen überwiegend steigende Preistrends. Gleichzeitig bestehen erhebliche Potenziale, die nordrhein-westfälischen Anpassungskapazitäten per Recycling zu stärken. Zwar wird der Zielwert von 25 % des Bedarfs durch Recycling teilweise erreicht, jedoch überschreitet die Recycling Input Rate für keinen der Rohstoffe 60 %.

Die Auswertung zeigt darüber hinaus einen Anteil NRWs von 49 % an den gesamtdeutschen Importen von Koks-kohle, jedoch wird unterstellt, dass im Zuge der Defossilisierung der Stahlerzeugung die Nachfrage in Nordrhein-Westfalen signifikant sinken wird.

Die verbleibenden Rohstoffe der CRML sind teilweise relevant für Umwelt- und Klimatechnologien, werden aber im Jahr 2023 nur zu geringen Mengen nach NRW importiert. Zum Beispiel ist Lithium von hoher Bedeutung für die Elektromobilität, der Anteil des Imports, der nach NRW geliefert wurde, betrug für Lithiumcarbonate jedoch nur etwa 3 %. Die Metalle Indium und Gallium finden u. a. in Dünnschicht-PV-Modulen Einsatz, werden aber anteilig nur zu etwa 10 % bzw. 4 % nach NRW importiert. Entsprechend wird für diese Rohstoffe keine besondere gegenwärtige Vulnerabilität abgeleitet.

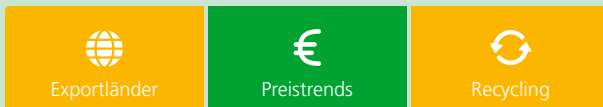
**Abbildung 3: Vulnerabilitäts-Übersicht der ausgewählten kritischen Rohstoffe für Nordrhein-Westfalen**

|                    | Exportländer                                                                          | Preistrends | Recycling                                                                             |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluminium/Bauxit   |    | €           |    |
| Antimon            |    | €           |    |
| Bor                |   | €           |   |
| Fluor/Flussspat    |  | €           |  |
| Kobalt             |  | €           |  |
| Kupfer             |  | €           |  |
| Magnesium          |  | €           |  |
| Mangan             |  | €           |  |
| Natürlicher Grafit |  | €           |  |
| Nickel             |  | €           |  |
| Niobium            |  | €           |  |
| Phosphor           |  | €           |  |
| Seltene Erden      |  | €           |  |
| Siliziummetall     |  | €           |  |
| Titanmetall        |  | €           |  |
| Vanadium           |  | €           |  |
| Wolfram            |  | €           |  |

■ unkritisch   
 ■ teilweise kritisch   
 ■ kritisch

# Aluminium/Bauxit

## Kritikalität



Das Massengut unter den für NRW kritischen Rohstoffen, die Steigerung der Recyclingrate würde zur Rohstoffsicherheit und zum Klimaschutz beitragen.

## Hauptanwendungen

- Automobilindustrie
- Haushalts- und Elektrogeräte
- Bauindustrie
- Lebensmittelindustrie (Verpackungen)

## Anwendungen Grüne Technologien

- Windkraft
- Photovoltaikanlagen
- Batterietechnologie
- Elektromotoren

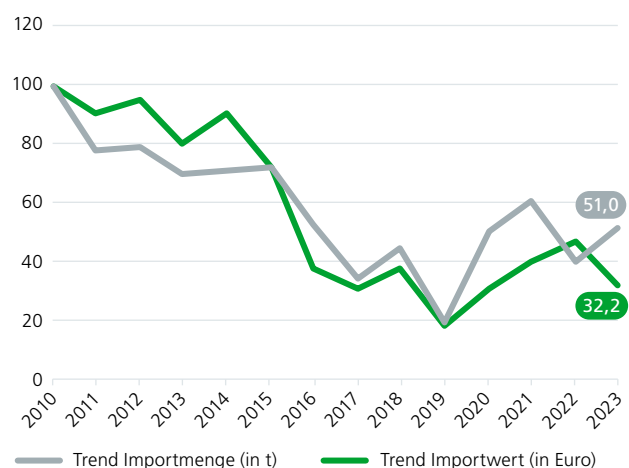
**Aluminium dient als Grundstoff für zahlreiche Industrieprodukte, darunter auch verschiedene grüne Technologien. Das Leichtmetall eignet sich besonders für Leichtgewichtstrukturen, etwa im Fahr- und Flugzeugbau, und wird für Metalllegierungen genutzt.<sup>12</sup>**

Die gesamte Wertschöpfungskette der Aluminiumindustrie ist in NRW vertreten. Bedeutende Unternehmen und Anlagen, darunter zwei Primärhütten und das größte Aluminiumwalzwerk der Welt, finden sich in NRW. Im Jahr 2021 produzierten 43 Betriebe des verarbeitenden Gewerbes in NRW 3,2 Mio. t Aluminium und daraus hergestellte Halbzeuge im Wert von 5,3 Mrd. Euro, was 42 % der bundesweiten Produktion entspricht.<sup>13</sup>

Für die Produktion importieren die Unternehmen insbesondere weiterverarbeitetes Aluminiumoxid (448.000 t) und Aluminiumlegierungen (629.000 t). Die jeweiligen Anteile am deutschen Import lagen bei 74 % bzw. 40 %, die Importe stammten v. a. aus europäischen Ländern.

Deutlich kritischer ist der Import des Primärrohstoffs Aluminiumerz bzw. Bauxit. Im Jahr 2023 importierten die Unternehmen in NRW etwa 63.300 t. Wichtigstes Lieferland ist die Türkei (67 %), gefolgt von China (32 %).

## Aluminiumerze



# Antimon

**Antimon ist ein Halbmetall, das als Flammenschutzmittel in zahlreichen Kunststoffen, Textilien und anderen Produkten eingesetzt wird. Traditionell wird Antimon auch mit Blei kombiniert, um eine starke, korrosionsbeständige Metalllegierung zu erzeugen, die besonders in Blei-Säure-Batterien Anwendung findet.<sup>14</sup> Flüssigmetallbatterien, denen ein großes Potenzial für die Speicherung von erneuerbar erzeugtem Strom zugeschrieben wird, enthalten zudem relevante Mengen an Antimon.<sup>15</sup>**

Nordrhein-Westfalen verfügt über eine wettbewerbsfähige Kunststoffindustrie. Etwa 37 % der Kunststoff- und Kautschukproduktion in Deutschland entfällt auf Betriebe in Nordrhein-Westfalen.<sup>16</sup> Dabei dient Antimon als wichtiger Rohstoff in zahlreichen Produktlinien. Im Jahr 2023 importierten die Unternehmen in NRW etwa 192 t Antimon in Rohform, das entspricht 89 % des gesamten bundesdeutschen Imports. Zusätzlich wurden 1.395 t Antimonoxide bezogen, das entspricht 38 % der deutschen Importe.

Als Exportnation für Antimon in Rohform tritt China hervor: 2023 wurden 62 % aus der Volksrepublik bezogen.

Zusätzlich zeigt sich seit 2020 eine signifikante Preissteigerung.

## Antimon (in Rohform)



## Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

China reguliert die Ausfuhr von Antimon seit September 2024 durch eine potenziell restriktive Vergabe von Exportlizenzen.

## Hauptanwendungen

 Kunststoffe

 Gummi

 Spezialgläser

 Batterietechnologie

## Anwendungen Grüne Technologien

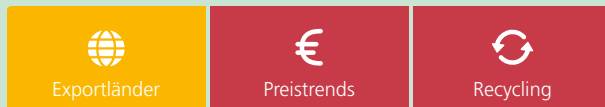
 Windkraft

 Photovoltaikanlagen

 Batterietechnologie

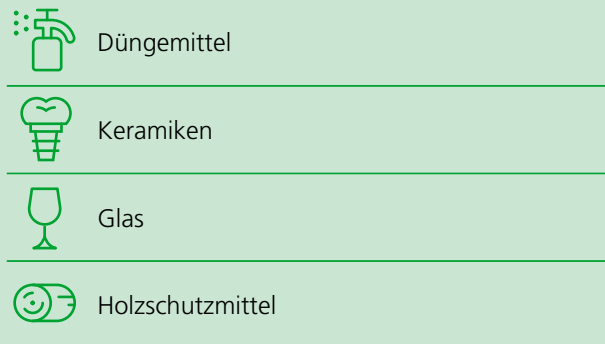
# Bor

## Kritikalität



Ein Duopol auf Anbieterseite – zwei Bergbauunternehmen kontrollieren 85 % des weltweiten Angebots – führt zu großen Preis- und ggf. Lieferrisiken.

## Hauptanwendungen



## Anwendungen Grüne Technologien



**Bor und Borate, die chemische Verbindung des Elements Bor mit Sauerstoff, sind ein wichtiger Bestandteil verschiedener Industriegüter. Mehr als drei Viertel der Anwendungen entfallen auf Glas, Textilfasern, Düngemittel und Keramiken. Borate sind außerdem für die Umwelt- und Klimaziele relevant, da sie in verschiedenen grünen Technologien eingesetzt werden, etwa in Lithium-Ionen-Batterien.<sup>17</sup>**

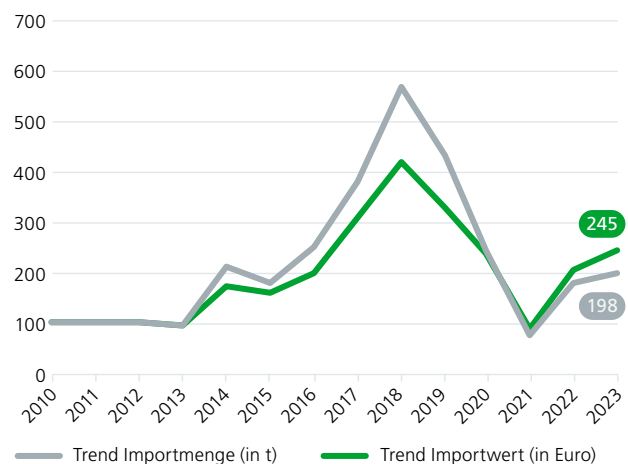
Mit einem Anteil von 40 % am gesamtdeutschen Import ist Nordrhein-Westfalen ein wichtiger Abnehmer von Boraten. Rund 1.242 t wurden 2023 importiert.

Mit Blick auf die Länder, aus denen die Borate bezogen werden, weist sowohl die nordrhein-westfälische als auch die bundesdeutsche Importstatistik nur Teilwerte aus. Ein Viertel der Importmenge wird aus den Niederlanden und Polen bezogen, die Ursprungsländer der übrigen Importe werden nicht ausgewiesen. Ein Blick auf die globalen Reserven und Produktionskapazitäten zeigt, dass die Türkei über die mit Abstand größten Kapazitäten verfügt.<sup>18</sup>

Der Import stieg bis 2018 stark an, fiel anschließend und zeigt seit 2022 wieder eine Zunahme.

Darüber hinaus stieg der Wert der Importe seit 2022 deutlich stärker als die Menge, was deutliche Preissteigerungen impliziert.

## Borate, natürlich, und ihre Konzentrate



# Fluor/Flussspat

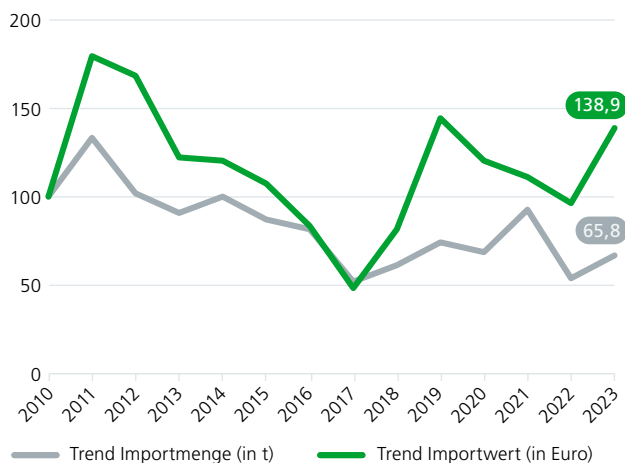
Das Mineral Fluorit, auch Flussspat genannt, ist ein wichtiger Rohstoff für verschiedene Grundstoffindustrien. Zum Beispiel dient es als Flussmittel in der Stahl- und Gusseisenerzeugung. Die chemische Industrie produziert daraus Flusssäure, die für das Ätzen von Metallen oder Glasen verwendet wird. Auch in grünen Technologien, etwa der Fertigung von Solarzellen, Elektrolyseuren und Brennstoffzellen, wird Fluor eingesetzt.<sup>19 20</sup>

Die nordrhein-westfälische Industrie importierte 2023 etwa 77.000 t Flussspat, davon 10.000 t mit einem Fluoranteil kleiner 97 % und 67.000 t Fluor in hochreiner Form (Fluoranteil >97 %).

Wichtigstes Bezugsland für den hochreinen Flussspat war 2023 Südafrika, mit einem Importanteil von 72 %. Für den Import des Flussspats mit einem geringeren Reinheitsgrad ist China mit 72 % der relevanteste Handelspartner.

Seit 2018 zeichnet sich zudem ein steigender Preis ab.

## Flussspat mit Calciumfluoridgehalt über 97 GHT



### Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Zählt zu den fünf äußerst kritischen Rohstoffen: Exportländer, Preistrend und Recycling stehen für diese jeweils auf „Rot“.

### Hauptanwendungen

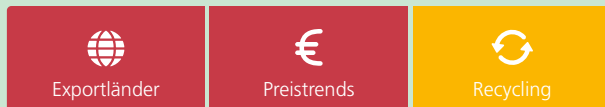
-  Stahlherstellung
-  Keramiken
-  Glas
-  Schweißtechnik

### Anwendungen Grüne Technologien

-  Wasserstoffproduktion
-  Photovoltaikanlagen
-  Batterietechnologie
-  Brennstoffzellen

# Kobalt

## Kritikalität



Beginnend mit teilweise menschenunwürdigen Arbeitsbedingungen beim Abbau bis zum ausbaufähigem Recycling ein in vieler Hinsicht kritischer Rohstoff.

## Hauptanwendungen

Batterietechnologie

Färbung

Schneidwerkzeuge

Magnete

## Anwendungen Grüne Technologien

Windkraft

Elektromotoren

Batterietechnologie

Brennstoffzellen

**Der Einsatz von Kobalt konzentriert sich zum Großteil auf Lithium-Ionen-Batterien, die in Energiespeichersystemen, elektronischen Geräten und Elektrofahrzeugen vorkommen. Kobalt ist außerdem Bestandteil der u. a. in Windkraftanlagen eingesetzten Permanentmagnete. In der EU entfallen 13 % des Kobalt-Gesamtbedarfs auf Batterien und 18 % auf Magnete.<sup>21</sup>**

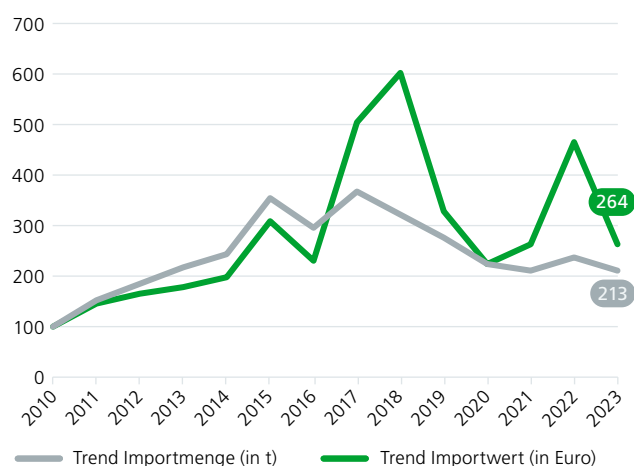
Der Import von Kobalt besteht vollständig aus dem Bezug bereits weiterverarbeiteter Produkte. Für 2023 weist die nordrhein-westfälische Importstatistik keine Lieferungen des Rohstoffs bzw. spezifisch für Kobalterze und dessen Konzentrate aus. Kobaltmatte, ein Zwischenerzeugnis, wurde jedoch in einer relevanten Größenordnung von 575 t, das entspricht 26 % der bundesdeutschen Einfuhren, nach NRW importiert.

Etwa 30 % der Kobaltmatte wurden aus Belgien, 22 % aus der Russischen Föderation importiert.

Gegenüber 2010 verdoppelte sich die Menge der importierten Kobaltmatte in etwa.

Zusätzlich zeigen sich erhebliche Preissteigerungen in den Jahren 2018 und 2022.

## Kobaltmatte u. a. aus Kobalt, in Rohform, Pulver



# Kupfer

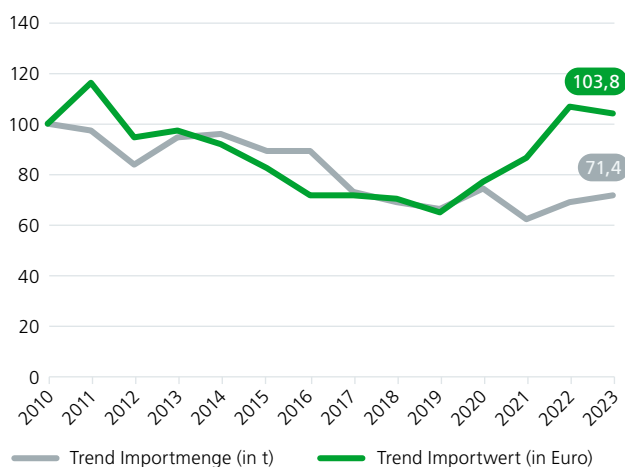
**Kupfer ist ein Massenrohstoff von hoher Bedeutung für die Industrie in Nordrhein-Westfalen. Die hervorragende elektrische Leitfähigkeit, die gute Formbarkeit und die Korrosionsbeständigkeit führt zu zahlreichen Anwendungsfällen.**

Die Kupferbranche in Nordrhein-Westfalen importiert im Unterschied zu anderen Metallverarbeitenden Branchen kaum Primärmaterial in Form von Kupfererzen. Lediglich 13 t wurden gemäß Importstatistik geliefert. Vielmehr konzentriert sich der Import auf den Bezug bereits weiterverarbeiteter Kupferprodukte. 2023 bezogen die Betriebe gut 168.000 t raffiniertes Kupfer und Kupferlegierungen in Rohform. Der Großteil wurde aus der EU, v. a. Belgien und Polen, bezogen.

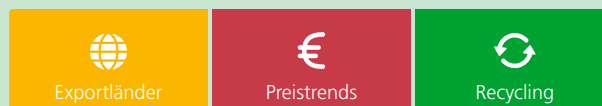
Eine kritische Abhängigkeit ergibt sich somit lediglich indirekt, entlang der vorgelagerten Verarbeitungsstufen. Kupfererze werden v. a. in Chile, Peru, China und der Demokratischen Republik Kongo abgebaut, die bundesdeutsche Importstatistik weist darüber hinaus auch relevante Importe aus Brasilien aus.<sup>22</sup> Entsprechend ist davon auszugehen, dass die von NRW importierten raffinierten Kupfermengen aus Belgien und Polen auf vorigen Stufen teils kritischen Abhängigkeiten unterliegen.

Seit 2021 zeigt sich, dass die Preise für raffiniertes Kupfer überproportional stark steigen.

## Raffiniertes Kupfer, Kupferlegierungen in Rohform

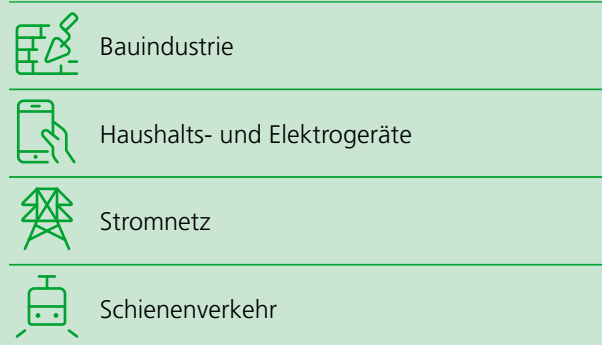


### Kritikalität



Trotz hoher Recyclingraten steigt der Einkaufspreis für das Schlüsselmetall der Elektrifizierung seit Jahren deutlich an.

### Hauptanwendungen

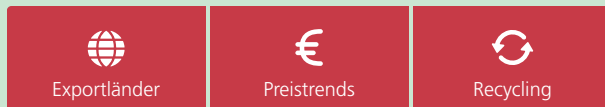


### Anwendungen Grüne Technologien



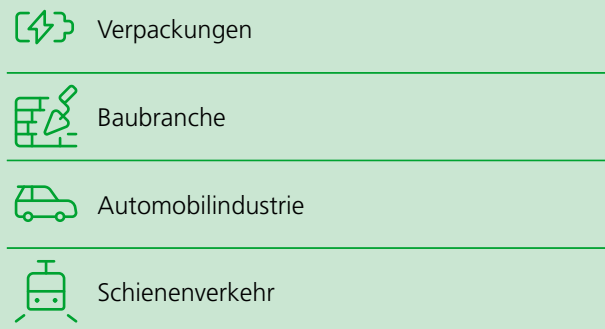
# Magnesium

## Kritikalität



Zählt zu den fünf äußerst kritischen Rohstoffen: Exportländer, Preistrend und Recycling stehen für diese jeweils auf „Rot“.

## Hauptanwendungen



## Anwendungen Grüne Technologien



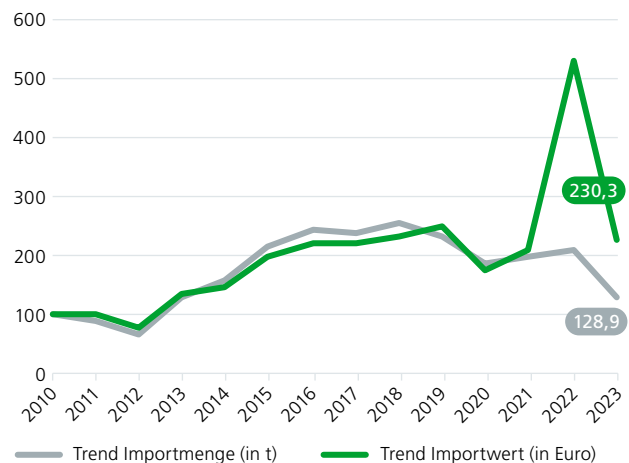
**Magnesium ist ein besonders leichtes Metall, weshalb es beispielsweise im Mobilitätssektor verwendet wird, um das Gewicht von Fahrzeugen zu verringern. Auch in der Verpackungsindustrie kommt Magnesium häufig zum Einsatz, da es aufgrund seiner Eigenschaften die Festigkeit von Aluminium verbessert, ohne die Verarbeitung des Materials zu beeinträchtigen. Für die grüne Transformation könnte Magnesium beispielsweise eine Rolle in der Abspaltung von CO<sub>2</sub> spielen oder auch für den Einsatz von Magnesium-Ionen-Batterien.<sup>23</sup>**

Der Import von Magnesium ist nahezu vollständig von China abhängig: 97 % der 2023 nach NRW importierten 9.500 t Magnesium in Rohform stammen aus der Volksrepublik. Auch für den Import von Magnesiumoxid, das aus Magnesium und Sauerstoff besteht, zeigt sich eine hohe Abhängigkeit. Von der 2023 importierten Menge von 196.000 t stammten 63 % aus China. Darüber hinaus bezogen Unternehmen in NRW etwa 8.800 t Magnesiumhydroxid und Magnesiumperoxid, das fast vollständig aus Österreich geliefert wurde.

Mit Blick auf die Metallgewinnung aus dem Primärrohstoff verfügte China im Jahr 2022 über 90 % der globalen Hüttenproduktion.<sup>24</sup> Entsprechend ist davon auszugehen, dass sämtliche Importmengen direkt oder indirekt einer kritischen Abhängigkeit unterliegen.

Bis 2019 stieg die Importmenge kontinuierlich an, seitdem fällt sie wieder. Die verfügbare Menge an Recyclingrohstoffen ist sehr gering, sodass der RIR-Anteil an der Gesamtmenge nur rund 14 % beträgt.

## Magnesium in Rohform, Magnesium $\geq 99,8$ GHT



# Mangan

**Mangan wird hauptsächlich in metallurgischen Prozessen als desoxidierender und entschwefelnder Zusatzstoff eingesetzt. Gleichzeitig kommt der Rohstoff häufig in Batterien zum Einsatz, weshalb er z. B. für die Energiewende in Form von Energiespeichersystemen an Bedeutung gewinnen könnte.<sup>25</sup>**

Die Bedeutung von Mangan im metallverarbeitenden Gewerbe führt entlang sämtlicher Verarbeitungsstufen zu hohen Importanteilen. Der Import von Manganerzen betrug 2023 etwa 7.700 t, von weiterverarbeitetem und reinem Mangan in Rohform wurden 25.300 t importiert, das entspricht jeweils einem Anteil an den Bundesimporten von 50 %. Der höchste absolute Importwert entfällt auf Ferromangan, eine Legierung, die im Wesentlichen aus Eisen und Mangan besteht, von der etwa 55.000 t importiert wurden. Das entspricht 52 % des bundesdeutschen Imports.

Das Ferromangan wurde aus Frankreich, Malaysia und Norwegen importiert. Etwas kritischer ist der Import von Mangan in Rohform, etwa ein Viertel wurde aus China bezogen, der Import der Manganerze kommt aus Marokko (31 %) und den Niederlanden (30 %).

Gegenüber 2010 stieg der Import von Mangan in Rohform um 11 % leicht an und verzeichnete 2022 einen deutlichen Preisanstieg, der jedoch 2023 wieder zurück ging.

## Mangan in Rohform, Pulver aus Mangan



## Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Ein kritischer Rohstoffe der Stahl-, Aluminium-, Batterie- und Automobilindustrie, dessen geringe Recyclingrate nur mit hohem technischen Aufwand zu steigern ist.

## Hauptanwendungen

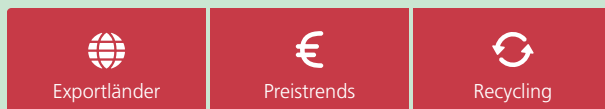
-  Düngemittel
-  Stahlherstellung
-  Färbung
-  Batterietechnologie

## Anwendungen Grüne Technologien

-  Windkraft
-  Wasserstoffproduktion
-  Batterietechnologie
-  Brennstoffzellen

# Natürlicher Grafit

## Kritikalität



Zählt zu den fünf äußerst kritischen Rohstoffen: Exportländer, Preistrend und Recycling stehen für diese jeweils auf „Rot“.

## Hauptanwendungen

- Schmiermittel
- Stahlherstellung
- Automobilindustrie
- Batterietechnologie

## Anwendungen Grüne Technologien

- Wasserstoffproduktion
- Brennstoffzellen
- Batterietechnologie

**Natürlicher Grafit findet sich aufgrund seiner sowohl metallischen als auch nichtmetallischen Eigenschaften, seiner hohen thermischen Beständigkeit, Schmierfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit in vielen Anwendungen. Bei grünen Technologien ist der Rohstoff insbesondere für Lithium-Ionen-Batterien von Relevanz und macht bis zu 24 % des benötigten Materials aus.<sup>26</sup>**

Der Import von natürlichem Grafit unterliegt einer hohen Kritikalität. Im Jahr 2023 wurden 20.500 t geliefert, das entspricht knapp 50 % des gesamten deutschen Imports. Der Bezug konzentriert sich stark auf zwei Länder: Mosambik (42 %) und Madagaskar (24 %). Weitere 14 % des Imports kommen aus China. Mit Blick auf die globale Minenproduktion wird deutlich, dass China eine erhebliche Marktmacht besitzt, rund 65 % der Kapazitäten entfallen auf die Volksrepublik.<sup>27</sup>

Die hohe Kritikalität des Grafitimports verschärft sich zusätzlich aufgrund der steigenden Importmengen und eines deutlichen Preisanstiegs seit 2021. Die EOL-Collection-Rate betrug im Jahr 2016 nur rund 17 % und der Anteil des RIR rund 3 %.

## Natürlicher Grafit, in Pulverform oder in Flocken



# Nickel

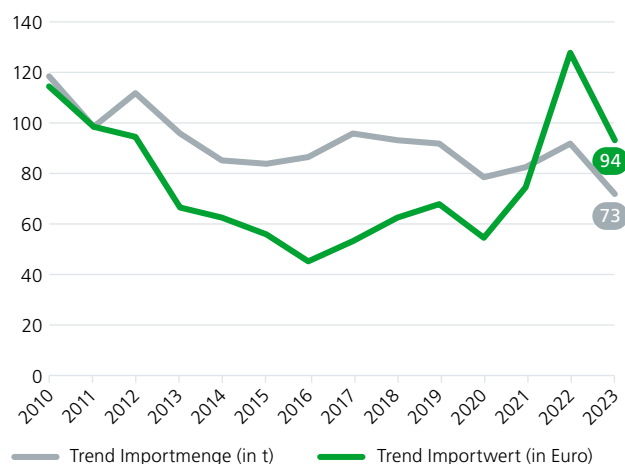
**Nickel wird zum Großteil für die Herstellung von nichtrostenden Stählen verwendet. Weitere Anwendungen sind der Schutz von Metallwaren durch Beschichtungen und Legierungen. Außerdem ist Nickel ein wichtiger Batterierohstoff und kommt z. B. in Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz.<sup>28 29</sup>**

Die Betriebe in Nordrhein-Westfalen importierten im Jahr 2023 etwa 31.000 t Nickel in Rohform, das zuvor nicht legiert wurde. Der Importanteil lag bei 63 %, kein anderes Bundesland importierte mehr. Weitere 9.200 t wurden an Ferronickel bezogen, was 74 % des von Deutschland importierten Nickels entspricht.

Während der Import von Ferronickel aus den Niederlanden, Neukaledonien (französisches Überseegebiet) und Belgien stammt, zeigt sich für Nickel in Rohform eine deutlich kritischere Importverflechtung. Knapp 25 % der gelieferten Menge kamen aus Russland, 40 % aus Norwegen und 7 % aus Australien.

Seit 2010 sank die Importmenge um 27 %, der Preis des Nickels stieg jedoch im Jahr 2021 sprunghaft an.

## Nicht legiertes Nickel in Rohform



## Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Der Import von Nickel ist von den EU-Sanktionen gegenüber der Russischen Föderation ausgenommen – ein klares Indiz für die hohe Abhängigkeit des Green Deals der EU von geopolitischen Risiken.

## Hauptanwendungen

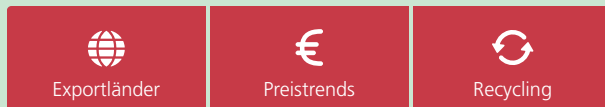
|                                                                                     |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|    | Münzen                   |
|   | Automobilindustrie       |
|  | Bauindustrie             |
|  | Medizinische Anwendungen |

## Anwendungen Grüne Technologien

|                                                                                     |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | Windkraft             |
|  | Brennstoffzellen      |
|  | Batterietechnologie   |
|  | Wasserstoffproduktion |

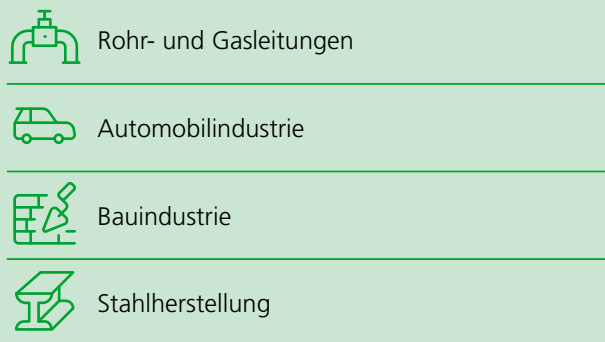
# Niobium

## Kritikalität



Zählt zu den fünf äußerst kritischen Rohstoffen: Exportländer, Preistrend und Recycling stehen für diese jeweils auf „Rot“.

## Hauptanwendungen



## Anwendungen Grüne Technologien



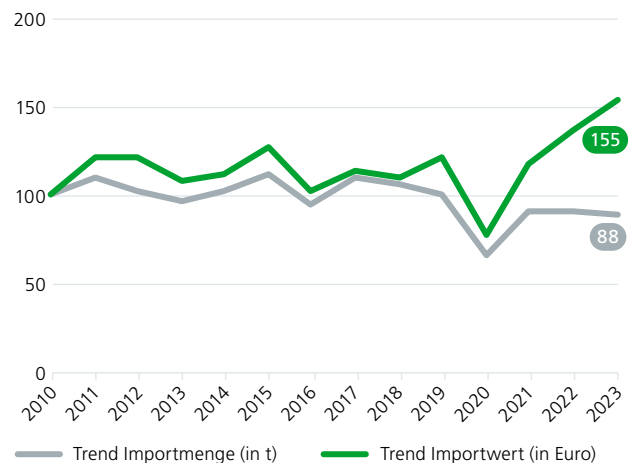
**Niobium wird in der Herstellung von hochfesten Stählen verwendet, die in der Automobil- und Bauindustrie nachgefragt werden. Durch dessen Eigenschaften werden die Festigkeit und Leichtigkeit von Strukturen verbessert, was beispielsweise für den Fahrzeugbau wichtig ist.<sup>30</sup>**

Die Kritikalität von Niobium konzentriert sich auf die Legierung Ferroniob, von der 2023 gut 2.500 t importiert wurden. Der Importanteil NRWs lag bei 43 %. Der Import des Rohstoffs, Niob in Rohform, betrug lediglich 25 t.

Wichtigstes Lieferland für Ferroniob ist Brasilien (47 %), für Niob in Rohform China (100 %). Die Abhängigkeit von Brasilien wird auch in Zukunft Bestand haben, da 90 % der weltweiten Minenkapazitäten auf das Land entfallen.<sup>31</sup>

Seit 2020 zeigt sich zudem eine deutliche Zunahme der Preise für Ferroniob.

## Ferroniob



# Phosphor

**Phosphor ist insbesondere für die Landwirtschaft ein wichtiger Rohstoff, da er sowohl als Düngemittel als auch als Zusatz für Futtermittel eingesetzt wird. Ebenso kann Phosphor in grünen Technologien eine wichtige Rolle spielen, wie beispielsweise im Einsatz von Lithium-Eisenphosphat-Batterien.**

Gemäß Außenhandelsstatistik importierten die Betriebe in Nordrhein-Westfalen etwa 9.193 t Phosphor im Jahr 2023. Das entspricht 45 % der bundesdeutschen Einfuhren. Die Herkunft der Importe konzentriert sich vergleichsweise stark auf Kasachstan, etwa 61 % der importierten Mengen stammten aus dem zentralasiatischen Land. Es folgen Polen mit 19 % und die Niederlande mit etwa 13 % Importanteil.

Seit 2021 sind die importierten Mengen stark zurückgegangen, dennoch zeigt sich ein steigender Preistrend.

Für die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Abwässern werden verschiedene technische Verfahren im Pilotmaßstab erprobt.<sup>32</sup>

## Phosphor



### Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Recycling von Phosphor, z. B. aus Klärschlamm, kann die hohe Kritikalität mindern.

### Hauptanwendungen

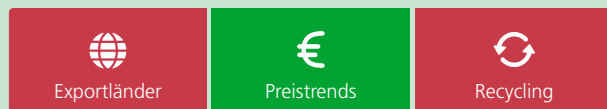
|                                                                                     |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|    | Düngemittel        |
|    | Tierfutter         |
|  | Arzneimittel       |
|  | Metallverarbeitung |

### Anwendungen Grüne Technologien

|                                                                                     |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | Wasserstoffproduktion |
|  | Photovoltaikanlagen   |
|  | Batterietechnologie   |
|  | LED-Lampen            |

# Seltene Erden

## Kritikalität



Zählen zu den äußerst kritischen Rohstoffen, da der Preis vom Monopolexporteur China künstlich niedrig gehalten wird, was den Aufbau von internationalen Produktionskapazitäten verlangsamt.

## Hauptanwendungen

- Automobilindustrie
- Haushalts- und Elektrogeräte
- Keramiken
- Glas

## Anwendungen Grüne Technologien

- Windkraft
- Brennstoffzellen
- Batterietechnologie
- Elektromotoren

Die Gruppe der Seltenen Erden umfasst 17 Elemente, die neben den grünen Technologien u. a. in der Elektronik und in Batterien eingesetzt werden. Metalle der Seltenen Erden sind insbesondere für die Windenergie von hoher Bedeutung, da sie wichtiger Bestandteil in Permanentmagneten sind, die in den Generatoren der Windenergieanlagen verbaut werden.

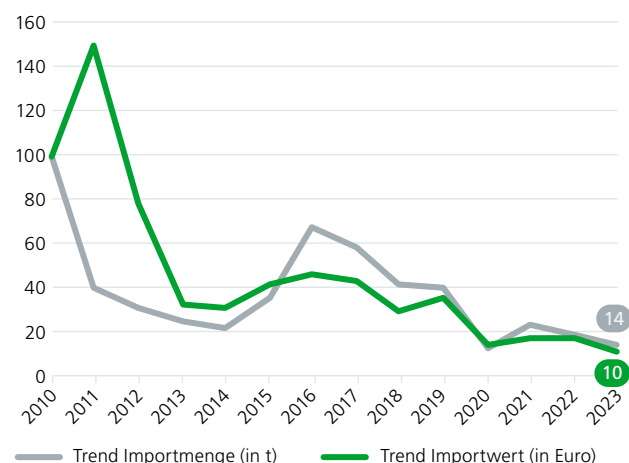
Anders als der Name vermuten lässt, sind Seltene Erden kein rares Gut, sondern ausreichend vorhanden. Die Herausforderungen bestehen im Abbau des Rohstoffes.<sup>33</sup> Anfang 2023 wurde in Schweden das bisher größte Vorkommen Europas entdeckt, der Start des Abbaus wird sich jedoch voraussichtlich noch mindestens 15 Jahre hinauszögern.<sup>34</sup>

Für Seltene Erden zeigt sich, dass Nordrhein-Westfalen nur geringe Mengen bezieht, dieser Import jedoch sehr kritisch ist. Im Jahr 2023 betrug die Importmenge 20 t, was lediglich 6 % des deutschen Imports entspricht. Die Kritikalität der Seltenen Erden ergibt sich aus der vollständigen Abhängigkeit von China. Die gesamten 20 t wurden aus der Volksrepublik bezogen. Von den chemischen Elementen Cer und Lanthan wurde insgesamt 1 t importiert. Das entspricht dem gesamten bundesdeutschen Import.

Mit Blick auf die Preisentwicklung zeigt sich in den vergangenen Jahren kein kritischer Trend.

Die Menge des zum Recycling zur Verfügung stehenden Materials ist äußerst gering. Europaweit beträgt die Menge des EOL-Recycling-Inputs an der Gesamtproduktion derzeit knapp 1 %. Verfahren zur Rückgewinnung einzelner Seltenen Erden (z. B. aus Permanentmagneten) sind derzeit noch nicht wirtschaftlich.

## Seltenerdmetalle, Scandium und Yttrium



# Silizium

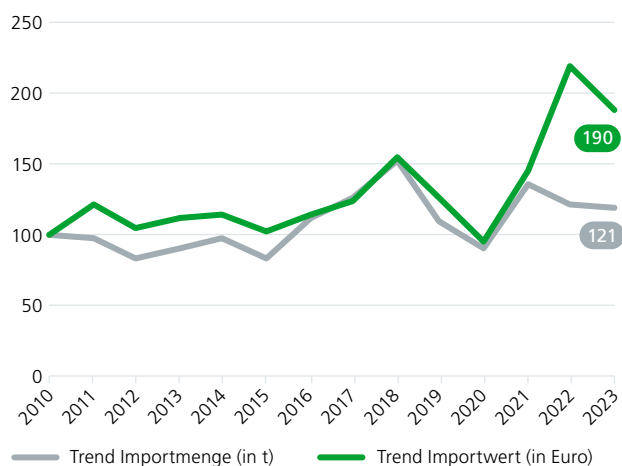
**Nach Sauerstoff ist Silizium das zweithäufigste Element in der Erdkruste, dennoch gilt es als kritischer Rohstoff. Silizium hat eine große Bedeutung für verschiedene Industrien, wie etwa die Herstellung von Halbleitern oder die chemische Industrie. Auch die grüne Transformation ist von dem Rohstoff abhängig. Insbesondere für die Herstellung von Photovoltaikanlagen ist hochreines Silizium relevant. Ungefähr 90 % des weltweit hergestellten Polysiliziums werden dafür eingesetzt.<sup>35</sup>**

Silizium wird aus Quarz in Form von Kies gewonnen. In NRW befinden sich acht Werke, in denen mehrere Millionen Tonnen Quarzkies gefördert werden, die jedoch überwiegend in der Bauwirtschaft Einsatz finden. Die Produktion von Silizium findet in NRW nicht statt.<sup>36</sup>

Der Silizium-Import der nordrhein-westfälischen Unternehmen umfasst verschiedene Güter der nachgelagerten Verarbeitungsstufen, der Primärrohstoff wird kaum importiert. 2023 bezogen die Betriebe 81.100 t Siliziumcarbid (Importanteil: 71 %), 79.300 t Ferrosilizium (Importanteil: 45 %), sowie 65.500 t Ferrosiliziummangan (Importanteil: 36 %). Mit Blick auf die Kritikalität der Herkunftsländer zeigt sich ein mittleres Risiko, von den Siliziumcarbiden wurden 21 % aus China importiert. Der Import von Ferrosiliziummangan erfolgt zu 31 % aus Kasachstan. Die verbleibenden Mengen wurden überwiegend aus EU-Ländern bezogen.

Seit 2022 ist der Preis für Siliziumcarbid deutlich gestiegen.

## Siliziumcarbid, auch chemisch nicht einheitlich



## Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Ein äußerst kritischer Rohstoff bei der Herstellung von Elektroband für Elektromotoren, bei dem Produzenten aus NRW zu den Weltmarktführern zählen.

## Hauptanwendungen

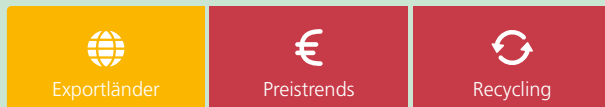
-  Kunststoffe
-  Haushalts- und Elektrogeräte
-  Automobilindustrie
-  3D-Druck/additive Fertigung

## Anwendungen Grüne Technologien

-  Windkraft
-  Photovoltaikanlagen
-  Batterietechnologie
-  Elektrofahrzeuge

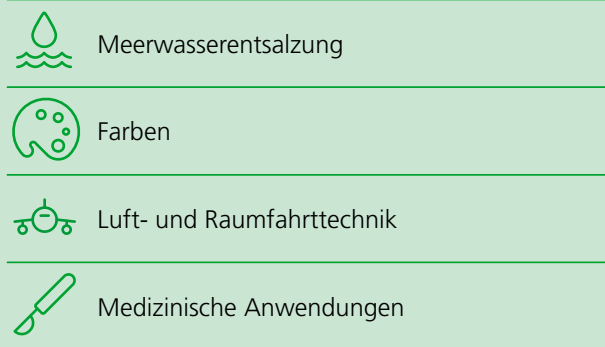
# Titan

## Kritikalität



Strategischer Rohstoff: 99 % aller deutschen Titan-Importe gehen nach NRW.

## Hauptanwendungen



## Anwendungen Grüne Technologien



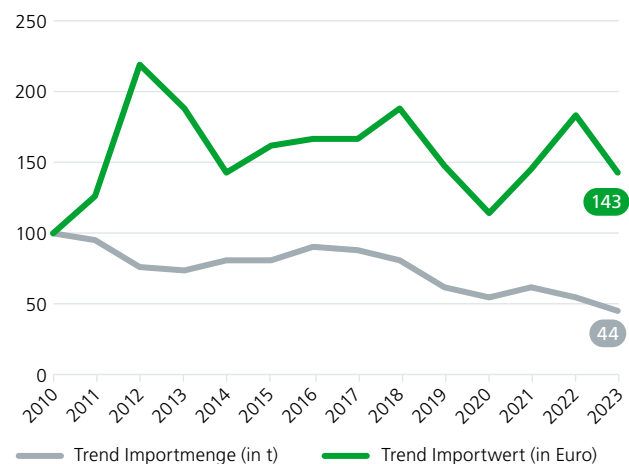
Die Besonderheit von Titan liegt in seiner niedrigen Dichte bei hoher Festigkeit. Titan und Titanlegierungen werden vielseitig eingesetzt und sind u. a. in der Medizintechnologie und in der Luft- und Raumfahrt-industrie von Bedeutung. Rund 90 % des Titans wird in Form von Titanoxid verwendet, das in vielen alltäglichen Gütern Anwendung findet, beispielsweise in Kosmetika, Farben und Papier.<sup>37 38 39</sup>

Die Metallindustrie Nordrhein-Westfalens verarbeitet große Mengen des Primärrohstoffs Titanerz und fertigt daraus v. a. Titanmetalle und -legierungen. Der gesamte deutsche Import von 294.000 t an Titanerzen geht nach Nordrhein-Westfalen (99 %).

Wichtigster Handelspartner für diese Lieferungen mit einem Anteil an den Importen von 42 % ist Südafrika.

Zwar ist die importierte Menge seit 2010 gesunken, die Preise stiegen jedoch deutlich an.

## Titanerze und ihre Konzentrate



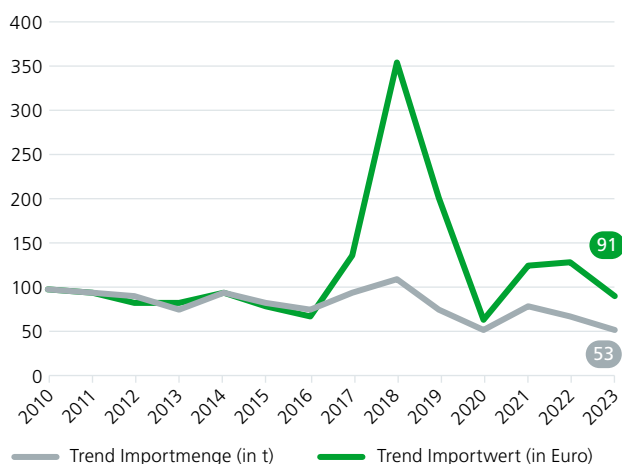
# Vanadium

**Vanadium kommt aufgrund seines hohen Schmelzpunktes hauptsächlich in der Stahlherstellung und in titanlegiertem Stahl zum Einsatz. Vanadium selbst ist in seiner reinen Form weich und härtet erst durch Legierungen mit anderen Metallen. Vanadium kommt außerdem in Vanadium-Redox-Flow-Batterien zum Einsatz, die eine lange Lebensdauer mit einer hohen Speicherkapazität verbinden und die sich daher v. a. zur netzdienlichen Speicherung erneuerbar erzeugten Stroms eignen.**<sup>40 41 42 43</sup>

Von den deutschen Importen der Eisenlegierung Ferrovanadium hatten rund 51 % Nordrhein-Westfalen zum Ziel, das entspricht 1.700 t. Wichtigstes Herkunftsland war Österreich mit einem Anteil von 67 %, China liegt scheinbar weit abgeschlagen bei knapp 9 %. Betrachtet man jedoch die globalen Minenkapazitäten, wird deutlich, dass die Importe aus Österreich ebenfalls einer kritischen Abhängigkeit unterliegen: China und Russland verfügten Stand 2022 über 87 % der globalen Minenproduktion.<sup>44</sup>

Seit 2010 hat sich der Import in etwa halbiert, weist jedoch auch eine Zunahme der Preise auf.

## Ferrovanadium



## Kritikalität

|                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Exportländer |  Preistrends |  Recycling |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Zählt zu den fünf äußerst kritischen Rohstoffen: Exportländer, Preistrend und Recycling stehen für diese jeweils auf „Rot“.

## Hauptanwendungen

-  Glas
-  Stahlherstellung
-  Luftfahrt
-  Zahnräder

## Anwendungen Grüne Technologien

-  Windkraft
-  Wasserstoffproduktion
-  Batterietechnologie
-  Carbon Capture

# Wolfram

## Kritikalität



Die EU zählt Wolfram zu den vier Konfliktmineralien, deren Import besonderen Sorgfaltspflichten unterliegt.

## Hauptanwendungen



## Anwendungen Grüne Technologien

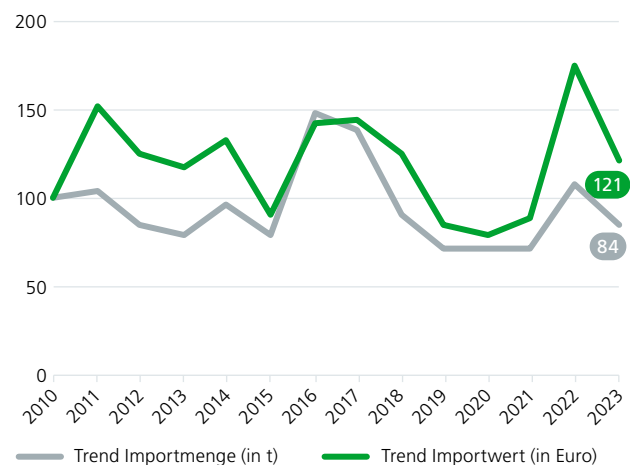


**Wolfram wird oftmals als Karbid, also eine Verbindung aus Wolfram und Kohlenstoff, eingesetzt. Wolframkarbide sind die härtesten aller Metalllegierungen. Aufgrund der hohen Härte und Festigkeit von Wolfram kommt es hauptsächlich in der Werkzeugindustrie zum Einsatz und wird für Schneide- und Bauwerkzeuge eingesetzt. Aber auch in grünen Technologien wird Wolfram eingesetzt, beispielsweise für Komponenten von Windenergieanlagen.<sup>45</sup>**

Die Betriebe NRWs importierten 2023 etwa 365 t Ferrowolfram und Ferrosiliziumwolfram, das entspricht einem Anteil an den bundesdeutschen Importen von 66 %. Davon wurden 54 % aus den Niederlanden und 34 % aus China geliefert. Von dem vorgelagerten Rohstoff des Wolframs in Rohform wurden zwar nur etwa 41 t importiert, allerdings nahezu vollständig aus China (95 %). 85 % der globalen Minenproduktion findet in China statt, entsprechend kritisch können die Importe aus den Niederlanden auf den vorigen Verarbeitungstufen sein.<sup>46</sup> Zusätzlich importieren nordrhein-westfälische Unternehmen knapp 1.700 t an Abfällen und Schrotten aus Wolfram, überwiegend aus Kasachstan, der Türkei und Polen.

Gegenüber 2010 fiel die importierte Menge des Ferrowolframs, verzeichnete in den vergangenen Jahren jedoch eine deutliche Preissteigerung.

## Ferrowolfram und Ferrosiliziumwolfram



### 3.3 Ergänzende Aspekte der Kritikalität

Die vorangegangenen Abschnitte analysieren die gegenwärtigen Vulnerabilitäten der nordrhein-westfälischen Rohstoffversorgung. Strategien der Reduktion von Vulnerabilitäten müssen jedoch auch globale soziale und ökologische Folgewirkungen sowie zukünftige zusätzliche Abhängigkeiten in den Blick nehmen.

#### 3.3.1 Verschärfte zukünftige Vulnerabilitäten durch grüne Technologien

Neben gegenwärtigen Herausforderungen beim Bezug von kritischen Rohstoffen müssen zudem zukünftige potenzielle Vulnerabilitäten mitgedacht werden, um diesen frühzeitig zu begegnen. Insbesondere mit Blick auf die steigende Nachfrage grüner Technologien ist davon auszugehen, dass sich in den kommenden Jahren weitere kritische Abhängigkeiten ergeben.

Die Europäische Kommission<sup>47</sup> untersuchte 2020 die potenziellen Risiken mit Blick auf den Bezug kritischer Rohstoffe für grüne Technologien. Dabei wurde der Materialbedarf in Batterien, Brennstoffzellen, Windenergie- und Photovoltaikanlagen im Jahr 2050 betrachtet und mit den gegenwärtigen Verbräuchen verglichen. Die Nachfrage nach natürlichem Grafit ist in dem Szenario ungefähr 13-mal, Kobalt sogar 24-mal höher als heute. Auch für Nickel wird eine Verdreifachung der Nachfrage erwartet. Insbesondere der Ausbau der Windenergie innerhalb der EU wird auf Rohstoffimporte angewiesen bleiben, da bereits heute lediglich 1 % des Materialbedarfs durch die EU gedeckt werden kann.

Das größte Versorgungsrisiko besteht bei den Seltenen Erden, die insbesondere für die Anwendung in der Windkraft und für Antriebsmotoren von E-Fahrzeugen von Relevanz sind. Ein ebenfalls hohes Risiko besteht bei Magnesium, Niobium, Germanium, Bor und Scandium. Ein moderates Risiko prognostiziert die Kommission für Strontium, Kobalt und Platinmetalle, die insbesondere für Brennstoffzellen und Batterien wichtig sind.

Seit 2011 hat sich die Anzahl der auf der CRML gelisteten Rohstoffe – u. a. durch die rasant steigende Nachfrage nach grünen Technologien – mehr als verdoppelt. Auch für Nordrhein-Westfalen ist davon auszugehen, dass im Zuge der verschiedenen Markthochläufe zusätzliche Vulnerabilitäten entstehen werden und die hier betrachtete Liste der 17 Rohstoffe entsprechend länger wird.

#### 3.3.2 Ökologische und soziale Folgewirkungen

Die Gewinnung und Verarbeitung von kritischen Rohstoffen sind mit sozialen und ökologischen Herausforderungen verbunden, die insbesondere in den Ländern des globalen Südens auftreten. Dazu zählen exzessive Umweltbelastungen und Zerstörungen vor Ort bei der Förderung der Rohstoffe, hohe Verbräuche von Energie und Wasser, gesundheitsgefährdende bis die Menschenrechte verletzende Arbeitsbedingungen und direkte negative Auswirkung auf die Lebenswirklichkeit der Bewohnerinnen und Bewohner der Abbauregionen.

Ein bekanntes Beispiel ist Kobalt, für dessen Abbau in der Demokratischen Republik Kongo zahlreiche Fälle von Kinderarbeit festgestellt wurden. Auch weitere kritische Rohstoffe stehen mit negativen sozialen und ökologischen Folgen in Verbindung. Direkte Auswirkungen für die Einwohnerinnen und Einwohner treten beispielsweise in den Regionen Vietnams auf, in denen Titan abgebaut wird, worunter die Wasserversorgung der Bevölkerung leidet. Schwerwiegende soziale Folgewirkungen hat insbesondere der Handel mit Wolfram, das als eines von vier sogenannten Konfliktmaterialien gilt. Der Abbau ist in mehreren Förderländern mit Menschenrechtsverletzungen verbunden, der Handel mit dem Metall finanzierte in der Vergangenheit bewaffnete Konflikte.<sup>48</sup> Guinea, das wichtigste Herkunftsland für in die EU importiertes Bauxit, hat durch den Abbau des Rohstoffs mit dem Verlust von Ackerland und Wasserquellen sowie mit Luftverschmutzung zu kämpfen. Der Abbau von Mangan führt z. B. in Georgien zu Erdbeben, Umweltschäden und den Verlust von Wohnraum. Der Abbau von Niob im Amazonasgebiet in Brasilien führt zum Verlust von Waldflächen und trägt zur Gefährdung der biologischen Vielfalt und zur Zerstörung des Lebensraums von indigenen Völkern bei. Mit dem Abbau von z. B. Seltenen Erden und Nickel gehen u. a. unmittelbare Gesundheitsgefährdungen einher, z. B. durch die Freisetzung von radioaktiven, toxischen und krebserregenden Stoffen, darunter Uran und Thorium.

Die Reduktion des Materialeinsatzes, z. B. durch eine verbesserte Kreislaufführung, kann damit einen wichtigen Beitrag leisten, um die negativen Auswirkungen der einzelnen Rohstoffe zu reduzieren.

### 3.3.3 Import Umweltschutzgüter und Vorleistungen

Im Rahmen der vorliegenden Studie liegt der Fokus der Analyse auf dem Bezug kritischer Rohstoffe für die grüne Transformation Nordrhein-Westfalens. Neben den Rohstoffen zeichnet sich auch für wichtige grüne Umweltschutzgüter und Komponenten ab, dass teilweise eine hohe Importkonzentrationen auf wenige Länder, insbesondere China, gegeben ist.

Laut einer Befragung deutscher Unternehmen im Jahr 2022 wurden von 46 % der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes Vorleistungen aus China bezogen, in der Automobilbranche lag der Anteil bei 75 %.<sup>49</sup> Insgesamt liegt der Anteil der importierten Vorleistungen, die Deutschland aus China bezieht, bei etwa 11 %.<sup>50</sup> Für einzelne Technologien können sich jedoch deutlich höhere Importkonzentrationen ergeben.

Noch vor wenigen Jahren verfügte Deutschland über eine wettbewerbsfähige Solarindustrie, heute findet die Produktion der Module zu etwa 75 % in China statt, die vorgelagerten Bauteile der Solarzellen und Wafer werden zu 85 % bzw. 97 % in China gefertigt.<sup>51</sup> Im Jahr 2023 importierte Nordrhein-Westfalen Module im Wert von etwa 350 Mio. Euro, 80 % davon kamen aus China. Auch der Import von Lithium-Ionen-Batterien, eine Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität, zeigt eine hohe Vulnerabilität. Die Unternehmen importierten Batterien im Wert von etwa 809 Mio. Euro. Wichtigstes Importland mit einem Anteil von knapp 70 % war China.

Für weitere grüne Technologien, etwa Wärmepumpen oder die Generatoren von Windkraftanlagen, weisen die Importstatistiken eine deutlich geringere Kritikalität aus. Der Import von Wärmepumpen erfolgt aus Frankreich, der Slowakei und Großbritannien, Windkraftgeneratoren kommen zu 90 % aus Spanien. Dennoch droht auch in diesen Märkten eine Zunahme der Bedeutung Chinas.

## 4 Impulse für den öffentlichen Diskurs

Die Frage der Rohstoffverfügbarkeit und insbesondere der sichere Bezug kritischer Rohstoffe haben in den vergangenen Jahren erheblich an Dringlichkeit gewonnen. Mit dem Critical Raw Materials Act (CRMA) setzt die EU ambitionierte Ziele: Z.B. sollen bis 2030 die rohstoffspezifischen Recyclingkapazitäten mindestens 25 % des Bedarfs abdecken. Auch der Entwurf der deutschen Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) forciert die Frage reduzierter Primärmaterialverbräuche, um dauerhaft Umwelteffekte zu mindern und Abhängigkeiten zu reduzieren.

Im Kern geht es um die Erschließung sämtlicher Potenziale der Kreislaufführung, von der Produktgestaltung über die Rohstoffgewinnung und Verarbeitung bis zum Recycling von Abfällen. Die vorliegende Analyse fokussierte hierbei die gegenwärtigen Vulnerabilitäten. In Zukunft könnten sich die Abhängigkeiten noch erheblich steigern.

Vor diesem Hintergrund soll das vorliegende Green Economy Paper #2 den Auftakt zu einem Dialogprozess geben, der auf Landesebene in NRW Unternehmerinnen und Unternehmer der Umweltwirtschaft dazu einlädt, ihre Perspektiven bei der gemeinsamen Suche nach Lösungen einzubringen.

Für den Dialogprozess wird eine Reihe von aufeinander aufbauenden Veranstaltungen geplant. Ziel ist dabei zunächst eine Bewusstseinschärfung (Auftaktdialog), gefolgt von der Schaffung einer Transparenz über Akteure und Herausforderungen (Fachworkshop). Auf dieser Basis sollen konkrete Resilienz-Ansätze erarbeitet und in einem dritten Dialog fixiert werden.

Der **Auftaktdialog** findet im Rahmen einer Fachsession auf dem SUMMIT Umweltwirtschaft.NRW am 7. November 2024 statt.

Im Frühjahr 2025 soll darauf aufbauend ein **Fachworkshop** mit Unternehmerinnen und Unternehmern eine Optimierung der Rückgewinnung und Kreislaufführung der 17 als für NRW kritisch identifizierten Rohstoffe thematisieren. Lösungsleitende Fragen könnten dabei sein:

- Priorisierung der 17 Rohstoffe in Recyclingaktivitäten
- rechtliche Fragen/Kreislaufwirtschaftsstrategie NRW
- Innovationsbedarf
- Marktsituation/Qualität/innovative Alternativen

Im Ergebnis sollen Ansätze zur Steigerung der Resilienz der nordrhein-westfälischen Industrie erarbeitet werden. In einem **abschließenden Dialog** mit Unternehmerinnen und Unternehmern sowie der Landespolitik sollen diese rückgekoppelt und weitere Schritte angestoßen werden.

Sollten Sie Anregungen oder Interesse haben, sich an der Dialogreihe zu beteiligen, laden wir Sie herzlich ein, mit dem Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW in Verbindung zu treten.

# Quellen

Die Informationen zu den Anwendungen der Rohstoffe im Rahmen der Rohstoffsteckbriefe basieren auf folgenden Quellen:

- Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe“. 2023. [Online]. [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Produkte/Rohstoffwirtschaftliche%20Steckbriefe/rohstoffwirtschaftliche\\_steckbriefe\\_node.html](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Produkte/Rohstoffwirtschaftliche%20Steckbriefe/rohstoffwirtschaftliche_steckbriefe_node.html) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- OECD, „Raw materials critical for the green transition“, 2023. [Online]. [https://www.oecd-ilibrary.org/trade/raw-materials-critical-for-the-green-transition\\_c6bb598b-en;jsessionid=UDrqkDPB9zVzyQOKEJqHwrGY-I6VkoF\\_FNYfp4A.ip-10-240-5-92](https://www.oecd-ilibrary.org/trade/raw-materials-critical-for-the-green-transition_c6bb598b-en;jsessionid=UDrqkDPB9zVzyQOKEJqHwrGY-I6VkoF_FNYfp4A.ip-10-240-5-92) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, „Rohstoffstudie NRW und Fact Sheets. Die künftige Rohstoffversorgung der NRW-Industrie und Schritte auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft“, 2021. [Online]. [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie\\_nrw\\_-\\_studie\\_und\\_fact\\_sheets.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie_nrw_-_studie_und_fact_sheets.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- SCREEN3, „Factsheets – CRMS 2023“. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).

# Endnotenverzeichnis

- 1 Europäische Kommission, „Study on the Critical Raw Materials for the EU“, 2023. [Online]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/57318397-fdd4-11ed-a05c-01aa75ed71a1> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 2 Europäische Kommission, „European Critical Raw Materials Act“, 2023. [Online]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_23\\_1663](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_23_1663) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 3 Fraunhofer IKTS, „Wann kommt der Natrium-Akku in Deutschland?“, 2023. [Online]. <https://www.ikts.fraunhofer.de/de/blog/wann-kommt-der-natrium-akku-in-deutschland.html> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 4 Für eine Übersicht siehe: CircuLaw, „Europeen Green Deal“, 2024. [Online]. [https://www.circulaw.nl/European\\_green\\_deal.pdf](https://www.circulaw.nl/European_green_deal.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 5 Europäische Kommission, „European Critical Raw Materials Act“, 2023. [Online]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs\\_23\\_1663](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_23_1663) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 6 Europäische Kommission, „Study on the Critical Raw Materials for the EU“, 2023. [Online]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/57318397-fdd4-11ed-a05c-01aa75ed71a1> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 7 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, „Entwurf einer Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)“, 2024. [Online.] <https://www.bmu.de/download/entwurf-einer-nationalen-kreislaufwirtschaftsstrategie-nkws> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 8 Europäische Kommission, „Study on the EU’s list of Critical Raw Materials“, 2020. [Online]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c0d5292a-ee54-11ea-991b-01aa75ed71a1/language-en>; The World Bank, „Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition“, 2020. [Online]. <https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climat-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>; OECD, „Raw materials critical for the green transition“, 2023. [Online]. [https://www.oecd-ilibrary.org/trade/raw-materials-critical-for-the-green-transition\\_c6bb598b-en;jsessionid=UDrqkDPB9zVzyQOKElqHwrGY-I6VkoF\\_FNYfp4A.ip-10-240-5-92](https://www.oecd-ilibrary.org/trade/raw-materials-critical-for-the-green-transition_c6bb598b-en;jsessionid=UDrqkDPB9zVzyQOKElqHwrGY-I6VkoF_FNYfp4A.ip-10-240-5-92) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 9 Umweltbundesamt, „Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen“, 2018. [Online]. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/uba\\_2017\\_leitfaden\\_klimawirkungs\\_und\\_vulnerabilitatsanalysen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/uba_2017_leitfaden_klimawirkungs_und_vulnerabilitatsanalysen.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).

- 10 Europäische Kommission, „Study on the Critical Raw Materials for the EU“, 2023. [Online]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/57318397-fdd4-11ed-a05c-01aa75ed71a1> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 11 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „DERA untersucht deutsche Metallimporte aus Russland“, 2024. [Online]. [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Nachrichten/Bilder/2023/2023-06-13\\_dera-untersucht-deutsche-metallimporte-aus-russland\\_600.html;jsessionid=CAEA73DB6A4BE8D1644F073398DBC23A.internet972?nn=1544712](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Nachrichten/Bilder/2023/2023-06-13_dera-untersucht-deutsche-metallimporte-aus-russland_600.html;jsessionid=CAEA73DB6A4BE8D1644F073398DBC23A.internet972?nn=1544712) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 12 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe: Aluminium/Bauxit“, 2018. [Online]. [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief\\_al.pdf;jsessionid=923991BA0AA4234BFA4C84315E54B0D0.internet942?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_al.pdf;jsessionid=923991BA0AA4234BFA4C84315E54B0D0.internet942?__blob=publicationFile&v=8) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 13 IT NRW, „NRW-Industrie produzierte 2021 Aluminium und Halbzeug daraus im Wert von 5,3 Mrd. Euro“, 2022. [Online]. <https://www.it.nrw/nrw-industrie-produzierte-2021-aluminium-und-halbzeug-daraus-im-wert-von-53-milliarden-euro-18094> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 14 Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Rohstoffrisikobewertung – Antimon“, 2013. [Online]. [https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/studie\\_antimon\\_2013.pdf;jsessionid=8B4163059E8DD384DE4513C7092881A3.internet952?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bgr.bund.de/DERA/DE/Downloads/studie_antimon_2013.pdf;jsessionid=8B4163059E8DD384DE4513C7092881A3.internet952?__blob=publicationFile&v=7) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 15 Hallgarten & Company, „Antimony Molten-Salt Batteries. The New Metal in Mass Storage“, 2021. [Online]. [https://www.hallgartenco.com/pdf/Battery/Antimony-batteries\\_jan2021.pdf](https://www.hallgartenco.com/pdf/Battery/Antimony-batteries_jan2021.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 16 IT NRW, „NRW-Industrie: Absatzwert von Kunststoffen und Kautschuk im Jahr 2022 um 37,5 % höher als 2019“, 2023. [Online]. <https://www.it.nrw/industrie-absatzwert-von-kunststoffen-und-kautschuk-2022#:~:text=Oktober%202023-,NRW%2DIndustrie%3A%20Absatzwert%20von%20Kunststoffen%20und%20Kautschuk%20im%20Jahr%202022,12%2C8%20Milliarden%20Euro%20hergestellt.&text=D%C3%BCsseldorf%20> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 17 Schubert, D. M., „The Role of Borates in the European Green Deal and Digital Transformation“, 2020. [Online]. <https://static1.squarespace.com/static/5ba15f187c93275c5b290fde/t/5fa9d3c844651c560226fc9a/1604965321525/Role+of+Borates+in+the+European+Green+Deal+%28vF+w+citations%29.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 18 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 19 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Flussspat – ein heimischer Rohstoff im internationalen Kontext“, 2017. [Online]. [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Veranstaltungen/Rohstoffkonferenz2017/Kuhn.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Veranstaltungen/Rohstoffkonferenz2017/Kuhn.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 20 Hydrogen Europe, „Hydrogen Europe Position Paper on PFAS“, 2023. [Online]. [https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/02/Hydrogen-Europe-position-paper-on-PFAS-ban\\_v12\\_FINAL.pdf](https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/02/Hydrogen-Europe-position-paper-on-PFAS-ban_v12_FINAL.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 21 SCRREEN3, „Factsheets – CRMS“. 2023. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 22 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 23 SCRREEN3, „Factsheets – CRMS“. 2023. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 24 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 25 Wang, H. et al., „The role of manganese-based catalyst in electrocatalytic water splitting: recent research and progress“, 2023. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542529323002055> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 26 SCRREEN3, „Factsheets – CRMS“. 2023. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 27 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 28 Hussain, S. und Yangping, L., „Review of solid oxide fuel cell materials: cathode, anode, and electrolyte“, 2020. [Online]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41825-020-00029-8> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 29 Luczak, J. und Lieder, M., „Nickel-based catalysts for electrolytic decomposition of ammonia towards hydrogen production“, 2023. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001868623001306> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 30 Tobias Landwehr, „Zurück in die Zukunft“, ZEIT 11.4.2022. [Online]. <https://www.zeit.de/mobilitaet/2022-04/magnetschwebbahn-transrapid-zukunftstechnologie-japan> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 31 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 32 Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, „Die Umsetzung der Anforderungen der Klärschlamm-Verordnung zur Phosphorrückgewinnung in Nordrhein-Westfalen“, 2020. [Online]. [https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/umsetzung\\_der\\_anforderung\\_der\\_klaerschlammo.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/umsetzung_der_anforderung_der_klaerschlammo.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).

- 33 RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, „Die künftige Rohstoffversorgung der NRW-Industrie und Schritte auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft“. 2021. [Online]. [https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie\\_nrw\\_-\\_studie\\_und\\_fact\\_sheets.pdf](https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/rohstoffstudie_nrw_-_studie_und_fact_sheets.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 34 Tagesschau, „Größter Fund Seltener Erden in Europa“, 2023. [Online]. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/seltene-erde-schweden-101.html> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 35 NRW.Energy4Climate, „Factsheet Silizium“. 2023. [Online]. <https://www.energy4climate.nrw/publikationen/seite> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 36 ebenda.
- 37 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe: Titan“. 2014. [Online]. [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief\\_ti.pdf;jsessionid=59DDAE79F5E7F430822B5277630D2A54.internet982?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_ti.pdf;jsessionid=59DDAE79F5E7F430822B5277630D2A54.internet982?__blob=publicationFile&v=6) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 38 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Titan – Informationen zur Nachhaltigkeit“, 2023. [Online]. [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/Titan.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/Titan.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 39 AZO Materials, „Titanium – Applications“, 2004. [Online]. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1297> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 40 SCREEN3, „Factsheets – CRMS“. 2023. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 41 GSA Environmental, „Uses of Vanadium: Renewable Energy and Transmission“, 2020. [Online]. <https://www.gsa-environmental.com/2020/07/26/uses-of-vanadium-renewable-energy-and-transmission/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 42 Technische Universität Clausthal, „Vanadium-Redox-Flow-Batteries“. [Online]. <https://www.iaac.tu-clausthal.de/arbeitsgruppen/material-analytik-und-funktionale-festkoerper/forschung/aktuelle-arbeiten/vanadium-redox-flow-batteries> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 43 Lasserus, M., „Vanadium(V) oxide clusters synthesized by sublimation from bulk under fully inert conditions“, 2019. [Online]. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/sc/c8sc05699d> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 44 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 45 SCREEN3, „Factsheets – CRMS“. 2023. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 46 U.S. Geological Survey (USGS), „Mineral Commodity Summaries“, 2023. [Online]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 47 Europäische Kommission, „Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study“, 2020. [Online]. [https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs\\_for\\_Strategic\\_Technologies\\_and\\_Sectors\\_in\\_the\\_EU\\_2020.pdf](https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 48 SCREEN3, „Factsheets – CRMS 2023“. [Online]. <https://screen.eu/crms-2023/> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 49 Baur, A. und Flach, L., „Deutsch-chinesische Handelsbeziehungen: Wie abhängig ist Deutschland vom Reich der Mitte?“, 2022. Ifo Schnelldienst, 75(04), 56–65.
- 50 vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V., „Neue Beschaffungsmärkte für die bayerische Wirtschaft“, 2023. [Online]. [https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Au%C3%9Fenwirtschaft/2023/Downloads/Neue-Beschaffungsm%C3%A4rkte-f%C3%BCr-die-bayerische-Wirtschaft\\_2023-10-18\\_final.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Au%C3%9Fenwirtschaft/2023/Downloads/Neue-Beschaffungsm%C3%A4rkte-f%C3%BCr-die-bayerische-Wirtschaft_2023-10-18_final.pdf) (zuletzt geprüft: 15.8.2024).
- 51 International Energy Agency (IEA), „Solar PV manufacturing capacity by country and region“, 2022. [Online]. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/solar-pv-manufacturing-capacity-by-country-and-region-2021> (zuletzt geprüft: 15.8.2024).

# Impressum

Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Durchgeführt von VDI Technologiezentrum GmbH,  
Prognos AG, INZIN e.V.

Webseite: [www.knuw.nrw](http://www.knuw.nrw)

E-Mail: [info@knuw.nrw](mailto:info@knuw.nrw)

## **Verantwortlicher**

VDI Technologiezentrum GmbH

VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf

E-Mail: [vditz@vdi.de](mailto:vditz@vdi.de)

Telefon: +49 211 6214 401

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Sascha Hermann

Amtsgericht Düsseldorf HRB 49295, USt.-ID: DE 813846179

## **Im Auftrag des**

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV)

## **Autoren**

Tim Bichlmeier

Oliver Lühr

Paulin Zahn

Katharina Wilkskamp

Dr. Lukas Gast

Prof. Dr. Martin Faulstich

## **Redaktion und Gestaltung**

löwenholz kommunikation Berlin

[WEBERSUPIRAN.berlin](http://WEBERSUPIRAN.berlin) Kommunikationsgestaltung

## **Bildquellen**

Titelbild: Peter Winandy

S. 3: Umweltministerium NRW/Mark Hermenau

S. 6: thyssenkrupp Steel Europe

S.12: STEINERT

Düsseldorf, November 2024



## Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW

Das vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen geförderte Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW unterstützt die Entwicklung der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens durch Angebote in den Bereichen Vernetzung, Information, Forschung und Entwicklung, Internationalisierung und Markterschließung. Mit Blick auf Vernetzungs- und Informationsformate organisiert das Kompetenznetzwerk den jährlich stattfindenden Summit Umweltwirtschaft.NRW als Branchentreff der Umweltwirtschaft Nordrhein-Westfalens sowie eine Vielzahl an Innovationsworkshops. Ziel dieser Formate ist es, Kooperationen und Vernetzungen anzuregen, den Wissens- und Technologietransfer voranzutreiben und auf diese Weise Lösungen für marktnahe Fragestellungen zu ermöglichen.

### Weitere Informationen

[www.knuw.nrw](http://www.knuw.nrw)

### Anmeldung zum Newsletter

[www.knuw.nrw/newsletter](http://www.knuw.nrw/newsletter)

### Kontakt

Leitung Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW  
Hartmut Schug, VDI Technologiezentrum GmbH

Stellvertretende Leitung:  
Oliver Lühr, Prognos AG

Prof. Dr. Martin Faulstich,  
INZIN e.V.