



TECHNOLOGIEMETALLE & SELTENE ERDEN

Unsere Garantie für die Zukunft.

INHALTSVERZEICHNIS

03	VORWORT
04	Die Green Group AG mit dem Produkt Green Tech BC Ihr Partner für Metalleinkäufe
05	Warum Sie in Rohstoffe investieren sollten, und warum gerade jetzt der richtige Zeitpunkt ist.
07	In Technologie und seltene Erden investieren – aber richtig!
09	Blockchain als Garant für Sicherheit
11	Fünf Metalle, fünf seltene Erden
13	Germanium – Grundvoraussetzung für „sehende“ Automobile
17	Hafnium – metallischer Helfer in Kosmos und Körper
21	Indium und Gallium – schon heute unverzichtbar!
30	Rhenium – seltener als Gold!
36	Seltene Erden – das Fundament für eine rasche ökologische Wende
41	Fazit

VORWORT

Aufbruch in eine bessere Zukunft

Seit vielen Jahren wird das Team der directinvest FX Solutions GmbH und deren Schwesterfirma, der Green Group AG in Liechtenstein, von einer besonderen Vision motiviert: **die Schaffung einer nachhaltigen Zukunft.**

Jedes Technologiemetall und jede Seltene Erde erzählt eine ganz eigene Geschichte kommender Zeiten. Das Blockchainprodukt der Green Group AG, namens „**Green Tech BC**“, bündelt täglich die Meldungen der langjährigen Partnerfirma in Berlin, der Noble Elements GmbH, zu Innovationen aus Forschung, Wissenschaft und Technik. In engem Zusammenhang mit der Entdeckung neuer Technologien stehen plastikfreie Meere, saubere Luft und gefiltertes Trinkwasser. So gesehen stößt die Green Tech BC ein Fenster in die Zukunft auf.

Unsere Welt verändert sich ständig und genau das ist elektrisierend. Wie werden wir Energie produzieren, kommunizieren, arbeiten und uns fortbewegen? Die Green Tech BC möchte mit dieser Broschüre Investoren zu einer Reise in die Zukunft einladen. Denn alles, was die Menschheit braucht, um die kommenden Herausforderungen zu meistern, befindet sich im Periodensystem unserer Elemente. So liegt uns quasi die Zukunft zu Füßen, im Boden, auf dem wir gehen.

Auf der Spur nach den Geschichten von Metallen und Seltenen Erden scheint die Welt nicht nur aus Problemen und Risiken zu bestehen. Die Zeit für Chancen und Innovation ist gekommen. Lassen Sie sich überraschen, an welchen Lösungen Forschende arbeiten!

Allerdings: Als Gesellschaft erleben wir derzeit Abhängigkeiten von produktionskritischen Rohstoffen. Nur durch den gemeinsamen Ausbau von strategischen Rohstoffreserven können wir diese relativieren. Diese Lager gemeinsam mit uns aufzubauen, dazu möchten wir Sie ermutigen. Denn jetzt schon benötigt die europäische Industrie die ohnehin schon knappen Technologiemetalle mehr denn je und sind das Fundament für über 30 Millionen Arbeitsplätze in Europa.

Um produktionskritische Rohstoffe langfristig im Land zu halten und gleichzeitig die Umwelt zu schützen, wird Recycling benötigt. Unterstützen Sie daher mit uns gemeinsam neue Initiativen und Projekte „grüner“ Startups!

Europas Unabhängigkeit sowie die Energiewende und Industrie 4.0 – mit den richtigen Rohstoffen werden wir gemeinsam diesen Herausforderungen gut gewappnet begegnen können.

DIE GREEN GROUP AG MIT DEM PRODUKT „GREEN TECH BC“ *Ihr Partner für Metalleinkäufe*

Für Investitionen in Technologiemetalle und Seltene Erden bietet die Green Group AG mit ihrem Produkt „Green Tech BC“ drei entscheidende Vorteile:

- Transparenz bezüglich der Lieferkette,
- Sicherheit bei der Lagerung und
- klare Eigentumsverhältnisse.

Damit schafft das Unternehmen ein geschlossenes System. Für Sie als Kundin oder Kunde bedeutet das einen qualitativ einmaligen Zugang zu einem ganz besonderen Markt, mit wesentlichen Sicherheitsmerkmalen.

Als langjährige Partnerfirma der Noble Elements GmbH übernimmt die Green Group AG Liechtenstein mit dem Produkt „Green Tech BC“ deren ebenso langjährige Expertise. Die fundierte Erfahrung im Handel mit knappen Industriemetallen ergänzt die Green Group AG jetzt mit der Blockchain der „Green Tech BC“ als Garant für vollumfängliche Sicherheit. Dieses Produkt wurde eigens neu gestaltet, um mit der  **FINOMET**®-Plattform zu arbeiten. Diese bildet den gesamten Metallhandel auf der Blockchain ab. Mit ihren technischen Sicherheitsanforderungen bietet die  **FINOMET**® ein neues Gütesiegel.



Das bedeutet für Sie: die digitale Dokumentation Ihrer Rohstoffeinkäufe, ein unfälschbares Nachweiszertifikat und die Möglichkeit, Ihre Warenbestände stets auf Vollständigkeit zu kontrollieren. Dafür nutzt die Green Tech BC-Lagerfläche, die von der  **FINOMET**® auditiert wurde. Der entscheidende Vorteil dabei: mehr Sicherheit als bei herkömmlichen Verträgen.

Die von der Green Tech BC angebotenen Rohstoffe sind die letzten industriell genutzten Elemente, die noch nicht an der Börse gehandelt werden. Daher sprechen wir hier noch von einem Pre-Investmentmarkt. Daraus ergeben sich besondere Chancen.

WARUM SIE IN ROHSTOFFE INVESTIEREN SOLLTEN

*Und warum gerade jetzt
der richtige Zeitpunkt ist*



ARGUMENTE FÜR EIN INVESTMENT IN ROHSTOFFE

Rohstoffe entwickeln sich zunehmend zu einer wichtigen Asset-Klasse. Denn als rein physische Sachwerte können ihrer Werthaltigkeit weder Inflation noch Währungsumstellungen etwas anhaben. Unsere Technologiemetalle und Seltenen Erden werden nicht an der Börse gehandelt, somit bleiben sie von spekulativen Finanzgeschäften verschont.

Warum gerade jetzt?

Verknappung, eine gesteigerte Nachfrage, gekoppelt mit Inflation – das alles lässt die Preise steigen. Und weil Technologiemetalle und Seltene Erden für immer mehr Technologien gebraucht werden, stehen sie für Sicherheit. Dabei gleichen sie Immobilien: Ihre begrenzte Menge kann nicht vermehrt werden. Dafür kann sich ihr Wert vervielfachen. Wenn Sie am 1. Januar 2021 in Technologiemetalle 10.000 Euro investiert hatten, bekamen Sie am 11. April des Folgejahres 16.497 Euro dafür zurück. Und das ist erst der Beginn.

Der NEX (Noble Elements Index) veranschaulicht, wie sich die produktionskritischen Elemente der Green Tech BC im Verhältnis zu Gold, Silber, dem DAX und S&P 500 erfolgreich präsentiert haben. Auf der Homepage der Green Tech BC wird der NEX in Zukunft regelmäßig in seiner aktuellsten Fassung zu sehen sein.



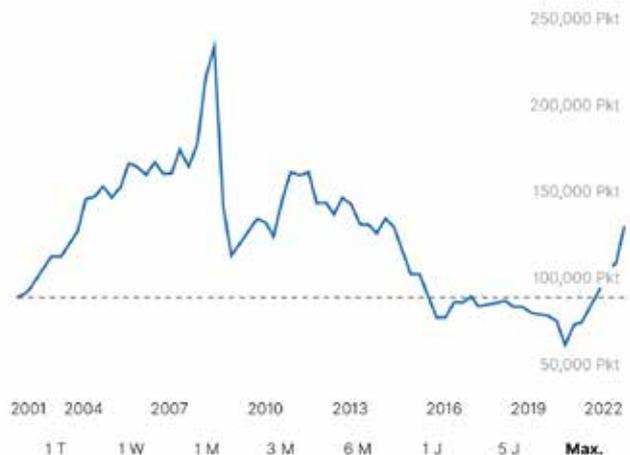
WARUM SIND GERADE TECHNOLOGIE-METALLE SO VIELVERSPRECHEND?

Hightech-Metalle haben „das gewisse Etwas“, das beispielsweise Gold nicht hat: Sie werden zu 100 Prozent von der Industrie gebraucht und verbraucht. Vor allem durch die Energiewende werden künftig mehr davon benötigt, als derzeit produziert werden. Sie dürfen daher davon ausgehen, dass die Preise weiter steigen werden.

Ausstieg aus den fossilen Energien

Die Welt hat sich entschieden, aus Kohle, Gas und Öl auszusteigen. Das geht nur mit Indium, Gallium und Seltenen Erden. Gerade die kritische Situation mit Russland hat Europas Rohstoffabhängigkeit von anderen Staaten gezeigt. Auch bei den Technologiemetallen kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Knappheit, einhergehend mit starken Preissprüngen. Der signifikante Bedarf an Technologiemetallen hat sich dabei erst in den vergangenen 15 Jahren durch den technischen Fortschritt entwickelt. Auch wenn diese Metalle noch nicht an Börsen Einzug gehalten haben, gibt es bereits einen Hype darum.

Am Bloomberg Commodity Index unten kann man erkennen, dass der neue Rohstoffzyklus gerade erst begonnen hat.





IN TECHNOLOGIEMETALLE UND SELTENE ERDEN INVESTIEREN

- aber richtig!

Eine Investition in Technologiemetalle und Seltene Erden ergibt Sinn, das wäre so weit geklärt. Doch wie genau kauft man richtig? Als Aktie oder physisch? Und wo? Auch die Frage nach der richtigen Lagerung muss noch geklärt werden. Hier kann Ihnen das Wissen von Börsenlegenden wie George Soros, Warren Buffett und Marc Faber weiterhelfen. Deren Erfolgsgeheimnis kann man auf folgende vier Leitmaximen zurückführen:

- Kaufe nur das, was du auch verstehst!
- Langfristig denken, weniger handeln!
- Kaufe billig ein und verkaufe teuer weiter!
- Kaufe nichts, was durch leichtfertige Managementfehler wieder zerstört werden kann!

Ein Investment in Technologiemetalle entspricht diesen vier Weisheiten aufs Genaueste, denn die Green Tech BC informiert Sie regelmäßig zu allen technologischen Neuerungen, für die Ihre gekauften Metalle verwendet werden. Dadurch können Sie langfristig in anhaltende Trends investieren, die später eine hohe Rendite ermöglichen. Während der Kurs von Wertpapieren sich wie beschrieben an der Qualität ihres Managements orientiert, sind Technologieme-

talle als Rohstoffe von sich aus wertvoll, weil die Industrie sie benötigt.

Für die Einlagerung dieser Metalle nutzt die Green Tech BC spezielle, von der **FINOMET**® auditierte, Zollfreilager. Die Besonderheit hierbei ist: Alle eingehenden Waren werden gewogen und Gramm für Gramm digitalisiert. Sie als Kundinnen und Kunden erhalten daraufhin zusätzlich zu Ihrer physischen Ware einen digitalen Einlagerungsnachweis. Dieser beweist, dass Ihre Metalle auch vorhanden sind.

Solange sich die Waren im Lager befinden, müssen sich Verbraucherinnen und Verbraucher keine Gedanken über Zölle machen. Diese fallen erst an, wenn die Ware das Lager verlässt. So werden Kosten gespart. Dazu kommt, dass Veräußerungsgewinne nach einem Jahr steuerfrei sind. Ein weiterer Vorteil betrifft das Thema ‚Sicherheit‘.

Die **FINOMET**® achtet auf höchste Sicherheitsvorkehrungen an der Schnittstelle zwischen dem Menschen und der zu digitalisierenden Ware: Vom Betreten des Lagers an wird alles gefilmt. Zudem ist die Ware gegen Diebstahl sowie alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch gegen Untreue versichert.



BLOCKCHAIN

als Garant für Sicherheit

Die Green Tech BC nutzt fortschrittliche Blockchain-Technologie, um Ihnen den neuesten Sicherheitsstandard des 21. Jahrhunderts zu präsentieren. **Das Timing könnte nicht besser sein:** Gerade in unseren unsicheren Zeiten kommt die zusätzliche Sicherheit wie gerufen.

Technologiemetalle haben wie Gold einen handfesten Wert. Daher stellt sich die Frage nach der passenden Lagerung. Schließlich würde niemand Gold unter dem Bett lagern. Das ist auch bei Indium, Neodymoxid und Gallium so. Die einfachste Lösung ist: Man gibt seine Technologiemetalle und Seltenen Erden jemandem, der sie für einen aufbewahrt – und zwar sicher. Aber wie erkennt man einen solchen Anbieter?

Hier kommt die gute Nachricht: Alle mit der Green Tech BC zusammenarbeitenden Blockchain-Lager sind an dem „Plus“-Zeichen der **FINOMET**® erkennbar. Das zeichnet sie als besonders sicher aus. Denn die **FINOMET**® betreibt spezielle Hochsicherheitslager, die alle Waren auf der Blockchain abbilden. Das Kryptosachwertkontor Berlin Brandenburg (KSK BB) setzt bereits auf die Blockchain-Technologie. Und immer mehr Lager schließen sich an.

Das phänomenal Neue an dieser Technologie: Kundinnen und Kunden wissen immer, dass ihre Metalle auch vorhanden sind. Das klingt einfach und sollte eigentlich selbstverständlich sein. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt aber, dass geduldiges Papier nicht immer Sicherheit bedeutet. Zum Glück leben wir im 21. Jahrhundert und können die Vorteile einer digitalen Dokumentation nutzen.

Das bedeutet für Sie: Sie schauen auf Ihr Handy und sehen sofort, ob die von Ihnen bestellten Metalle bereits im Lager angekommen sind. Wenn noch nicht alles vor Ort ist, haben Sie dennoch stets den Überblick. Denn nach und nach passt sich der Ist-Zu-

stand der Warenmenge dem Soll-Wert Ihrer Bestellung an. Ihr Vorteil: Dadurch sind Sie immer aktuell informiert und haben vor allem die Kontrolle über Ihre Geldanlage. Diese digitale Dokumentation Ihrer Besitzstände und der Lagermenge ist auch ein Nachweiszertifikat. Denn Sie haben über die **FINOMET**® immer den Beweis dafür, dass Sie der Eigentümer bzw. die Eigentümerin Ihrer Technologiemetalle sind.

DIE TECHNOLOGIE DER BLOCKCHAIN

Die Blockchain funktioniert wie ein Grundbuch. Sie bildet den Metallbesitz der Kundinnen und Kunden grammgenau als Token ab. Ein Gramm Metall kommt an, ein Token wird erstellt („gemintet“).

Ein Gramm Metall verlässt das Lager, ein Token verschwindet (wird „gebrannt“). Die Kundinnen und Kunden sehen in einer virtuellen Börse („Wallet“) immer genau, was wirklich da ist. Der Clou dabei: Sie können live mitverfolgen, wie sich die Lagermenge dem Soll Ihrer Bestellungen angleicht.

WARUM DIE BLOCKCHAIN SO SICHER IST

So funktioniert der Soll-Ist-Abgleich:



QR Code scannen/anklicken

FÜNF METALLE, FÜNF SELTENE ERDEN

Kritische Elemente bestimmen die Zukunft der Industrie

Mit Ihrer Investition in Technologiemetalle und in Seltene Erden nehmen Sie an aktuellen Trends und Entwicklungen teil. Diese stammen aus ganz unterschiedlichen Bereichen. Ihre Rohstoffe sind die Basis für Neuerungen in der Transportbranche, dem telekommunikativen Sektor und den erneuerbaren Energien. Hinzu kommen Entwicklungen im Bereich Medizintechnik und vielen anderen Feldern. Die Besonderheit dieser Rohstoffe: Sie alle sind kritische Elemente. Als „kritisch“ werden Elemente des chemischen Periodensystems dann bezeichnet, wenn die Eigenproduktion eines Landes nicht für die Versorgung ausreicht.

Die Versorgungskette ist in einem solchen Fall infolge der Importabhängigkeit empfindlich geschwächt. Es kann zu Engpässen kommen. Für Sie als Investor:innen bedeutet das zum einen höhere Preise. Zum anderen können Sie wirkungsvoll die Industrie unterstützen, denn für diese halten Sie wichtige Rohstoffe im Land. Jetzt aber wollen wir uns mit den Metallen auf die Reise begeben und sehen, welche Fenster in die Zukunft Sie im Einzelnen aufschließen!

TECHNOLOGIEMETALLE

Diese besonderen Metalle sind die zentralen Assets der Green Tech BC. Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften sind sie in der Industrie heiß begehrt. Mit ihnen schafft man



u. a. wärmeresistente Legierungen. Auch im Alltag sind sie unsere ständigen Begleiter, z. B. als Teile der Touchscreens unserer Handys. Die Green Tech BC orientiert sich so – über ihr Angebot an Indium, Gallium, Hafnium, Rhenium und Germanium – an den Trends der Zukunft.

SELTENE ERDEN

Wie die Technologiemetalle gehören auch die Seltenen Erden zu den strategischen Metallen. Die Green Tech BC bietet fünf Seltene Erden an, die für die Industrie besonders relevant sind: Dysprosiumoxid, Gadoliniumoxid, Neodymiumoxid, Scandiumoxid und Terbiumoxid. Ihr Haupteinsatzgebiet sind Magnete, wie sie in Windkraftträdern verbaut werden. Zu 90 Prozent werden diese Erden aus China bezogen. Daher sind sie in Europa knapp und äußerst wertvoll.

GERMANIUM GRUNDVORAUSSETZUNG FÜR „SEHENDE“ AUTOMOBILE

32

Ge

Germanium

Ein Metall als kommender Superstar

Germanium steht auf Platz 53 der Rangliste der am häufigsten vorkommenden Elemente. So gesehen ist das Metall kein wirklich seltenes Element. Dennoch ist seine Verfügbarkeit mager. Durch die relativ gleichmäßige Konzentration im Erdreich (Durchschnittsgehalt in der Erdkruste ca. 1,5 Gramm/Tonne) lässt es sich nur an wenigen Stellen auf der Welt wirtschaftlich fördern. Höhere Konzentrationen lassen sich zumeist nur als Begleiter in Kupfer- und Zink-Erzen finden.

Die Produktion ist aufwendig, teuer und lediglich in China wirklich rentabel. Daher ist das Land der Mitte derzeit in einer starken Position: Mit einem Anteil von ca. 72 Prozent an der Weltgesamtproduktion beherrscht es den Markt als wichtigster Lieferant. Würden die Lieferungen aus China ausbleiben, wäre der zu erwartende Schaden für die europäische und amerikanische Industrie unabsehbar.

In Zukunft trifft bei dem Metall Germanium eine Angebotsknappheit auf eine solide Nachfragesteigerung von gut 5 Prozent p. a. - eine Folge von Entwicklungen zukünftiger Technologien.

WACHSTUMSMARKT AUTOMOBILE ZUKUNFT

Germanium macht das selbstfahrende Auto erst möglich. Radarsensoren, Infrarot-/Wärmebildkameras und spezielle Laser sind wichtige Bausteine, die ein Auto „sehend“ machen. Mit ihrer Hilfe funktionieren automatische Abstandssysteme, Ampel- und Straßenschilderkennung sowie die dreidimensionale Umgebungswahrnehmung. Das geschieht unabhängig von der Witterung und davon, ob es Tag oder Nacht ist. Diese technische Errungenschaft wäre nicht möglich ohne das für Infrarotlicht transparente Germanium.

Gut zu wissen: Ob bei der Wärmebildtechnik, der wissenschaftlichen Spektroskopie oder der medizinischen Verwendung von Quantenkaskadenlasern - optische Komponenten aus Germanium kommen bei vielen Anwendungen im Infrarotbereich zum Einsatz. Das Technologiemetall ist extrem hart und dicht. Daher wird es immer dann eingesetzt, wenn eine robuste Optik verwendet werden muss.

WACHSTUMSMARKT INTERNET

Die hohen lichtbrechenden Eigenschaften des Germaniumdioxids ermöglichen auch ein schnelles Internet. Germaniumdioxid wird zur Herstellung von Glasfasern für die



Lichtwellenleitung benutzt. Glasfaserkabel werden weltweit mit stark steigender Geschwindigkeit verbaut. Vorsichtige Schätzungen gehen von weltweit 700 Millionen Kilometern verbauter Glasfaserkabel allein im Jahr 2030 aus.

WACHSTUMSMARKT ENERGIESPEICHERTECHNIK

Der entscheidende Marktaufschwung für Elektroautomobile wird nur mit einer deutlich verbesserten Energiespeichertechnik erzielt werden können. Dann dürften die Produktionszahlen dramatisch ansteigen. Einen wichtigen Schritt machten im Sommer 2015 Forschende des MIT und der Firma Samsung. Sie entwickelten eine Batterie mit Lithium-Ionen, die nicht in Brand geraten kann und hunderttausende Ladezyklen übersteht.

Ein Festelektrolyt auf Germaniumbasis ersetzt das bisherige flüssige Elektrolyt zwischen den Elektroden. Der Vorteil: Selbst bei Unfällen oder Beschädigungen des Akkus kommt es nicht zur Brandentwicklung. Die Forschenden schufen damit einen Trend, der bis heute anhält: So ist der deutsche Absatz von Batterien mit Lithium-Ionen im Jahr 2021 um 63 Prozent gestiegen. Der Grund: Elektromobilität und elektrische Energiespeicher.

WACHSTUMSMARKT QUANTENPUNKT-SOLARZELLE

Germanium spielt auch bei der neuesten und in Zukunft eventuell leistungsstärksten Solarzelle eine entscheidende Rolle. Quantenpunkt-Solarzellen nutzen einen großen Teil des Lichtspektrums und könnten spektakuläre Wirkungsgrade erreichen. Erst seit 2010 wird an dieser Technologie geforscht und trotzdem sind die Fortschritte enorm.

Seit 2020 gibt es durchsichtige Quantenpunkt-Solarzellen in Fensterscheiben: mit 3,6 Prozent Wirkungsgrad. Doch das ist noch nicht alles: In Zukunft könnte es Telefone geben, die sich durch Quantenpunkt-Solarzellen selbst mit Strom versorgen können.

Eine kommerzielle Nutzung der Technologie scheint in greifbare Nähe zu rücken. Der Bedarf an Germanium ist heute noch nicht abschätzbar.

Gut zu wissen: Auch bei Solarzellen aus Kesteriten spielt Germanium eine tragende Rolle. Kesterite sind Halbleiterverbindungen. Das Zinn der bisherigen Verbindungen aus Kupfer, Zinn, Zink und Selen wird hierbei durch Germanium ersetzt. So erhält das Material die optischen Eigenschaften des technologischen Metalls. Der Vorteil: Es kann einen größeren Anteil des Sonnenlichts in elektrische Energie umwandeln.

WACHSTUMSMARKT LEISTUNGSTRANSISTOREN UND DATENSPEICHERTECHNIK

Germanium leitet Elektronen nachgewiesen etwa zehnmal schneller als Silizium. Das gilt vor allem für zweidimensionales Germanium. Sogenanntes Germanen kann Forschenden zufolge den Strom sogar bei Raumtemperatur mit 100-prozentiger Effizienz leiten. Das verspricht den Bau noch leistungsstärkerer und schnellerer Rechner in der Zukunft.

Und auch bei der Datenspeichertechnik von morgen scheint das Hightech-Material eine wichtige Rolle zu spielen: Die Verwendung neuer metallorganischer Verbindungen mit Germanium ermöglicht permanente Speicherung. Dies ersetzt die „dynamische Speicherung“ und kostet viel weniger Zeit und Speicherkapazität. Auch als Bestandteil in Bauteilen für Quantencomputer wird Germanium daher höchstwahrscheinlich unverzichtbar sein.

HAUPTANWENDUNGSGEBIETE

- Glasfaserkabel
- Infrarotoptik
- Polymerisationskatalysatoren
- Elektronische Bauteile und Solarzellen
- Medizinsektor

Wie soll die zukünftige Nachfrage nach Germanium von der Angebotsseite her befriedigt werden?

Eine Lösung, dem Rohstoffmangel der Zukunft zu begegnen, soll Phytomining (Bergbau mit Pflanzen) sein. Germanium ist in geringen Spuren nahezu überall im Erdreich vorhanden. Manche Pflanzen haben die Eigenschaft, diesen Stoff in ihrer Pflanzenmasse anzureichern. Aus der abgeernteten Biomasse lässt sich über diverse chemische Verfahren dann wieder das reine Metall generieren.

Auf lange Sicht gesehen wird Germanium auch in Zukunft verfügbar sein. Reserven sind ausreichend vorhanden. Der Preis ist derzeit für westliche Produzenten allerdings noch zu niedrig.

Da die steigende Nachfrage durch chinesische Unternehmen allein nicht zu decken sein wird, muss der Preis des Metalls weiter steigen. Dann können auch westliche Produzenten in Zukunft wirtschaftlich agieren. Für Investoren bedeutet das günstige Kaufkurse.

REGIERUNGEN HALTEN EINE INVESTITION IN GERMANIUM FÜR SINNVOLL

Das US-Verteidigungsministerium erachtet Germanium als strategisch so wichtig wie kaum ein anderes Metall. Wegen dieser Einstufung verwahrt es etwa 8 Prozent einer gesamten Weltjahresproduktion an Germanium. Nach eigenen Angaben hat auch die

chinesische Regierung einen Germaniumvorrat von mindestens 30 Tonnen angelegt.

Kurzfristig kann China seine beherrschende Marktposition jederzeit ausnutzen und zu Engpässen beitragen.





HAFNIUM – METALLISCHER HELFER IN KOSMOS UND KÖRPER

72

Hf

Hafnium

Unbekannt und knapp

© Noble BC GmbH



Die Green Tech BC handelt vorrangig mit Metallen, von denen sie eine Preissteigerung erwartet. Diese kann verschiedene Gründe haben: der Wechsel in einen defizitären Markt, eine zu erwartende Produktionskostensteigerung oder eine sich stark entwickelnde Nachfrage. Für eines ihrer Metalle treffen sogar alle drei Gründe zu: Hafnium. Kann die Produktionsmenge einer Ware nicht den Bedarf decken, spricht man von einem defizitären Markt.

Der Bedarf wird durch abnehmende Lagerbestände mitgespeist und die Depots an Hafnium leeren sich. Hafnium fällt nur als Nebenprodukt bei der Gewinnung von Zirkonium an. Damit hängt die Produktionsmenge von Hafnium von der weltweiten Zirkonium-Produktion ab. Diese stagniert allerdings schon seit längerem und ist seit 2018 sogar leicht rückläufig.

Es gibt nur eingeschränkte belastbare Angaben darüber, wie viel Hafnium letztendlich pro Jahr produziert wird. Um kein Metall wird mehr Stillschweigen bewahrt als

um dieses, und kaum eines hat restriktivere Ausfuhrbeschränkungen und Zollrichtlinien. Außerdem hat die Green Tech BC bei keinem anderen Metall so wenig Datenmaterial als Grundlage für ihre Prognosen zur Verfügung. Grund dafür ist zum einen die verschwindend geringe Menge Hafnium, die weltweit produziert wird. Zum anderen ist das Metall von militärischer Relevanz wegen seines Einsatzes im Bereich der Nuklearindustrie, insbesondere bei Atom-U-Booten.

Die wenigen Anbieter (im Wesentlichen sind es zwei, mit zusammen mehr als 80 Prozent Marktanteil) veröffentlichen kaum verifizierbare Zahlen. Aus China gibt es zur Hafnium-Produktion auch keine Angaben, da diese dort strikten Geheimhaltungsvorschriften unterliegen.

Die Menge des aus dem Abbau von Zirkoniumerz gewonnenen Hafnioms sank laut US Geological Survey von 43 Tonnen (2017) auf 33 Tonnen im Jahr 2020. Dieser Wert hielt sich auch im Folgejahr 2021. Nichtsdestotrotz ist in Zukunft ein stark wachsender Markt zu erwarten.

Dem ‚News Channel Nebraska‘ zufolge soll der globale Markt für Zirkonium und Hafnium von 742,3 Millionen Dollar (2020) auf 912,4 Millionen Dollar im Jahr 2026 anwachsen. Für die Zeit zwischen 2021 und 2026 würde das eine Wachstumsrate von 3,5 Prozent bedeuten. Eine Marktentspannung durch nachlassende Nachfrage ist nicht zu erwarten, eher

das Gegenteil. Für Hafnium gibt es neue interessante Anwendungsbereiche und bei den traditionellen Einsatzgebieten hohes Nachfragewachstumspotenzial.

Bei anhaltendem Angebotsdefizit dürften die Preise weiter steigen. Sie als Interessent:in sollten den Erwerb dieses Metalls in Erwägung ziehen.



HAUPTANWENDUNGSGEBIETE

- Superlegierung
- Plasmaschneidspitzen
- Hafniumoxid für optische Anwendungen
- Chemische Gasphasenabscheidung
- Nukleartechnik
- Katalysatoren
- Elektronik
- Katalytische Konvertoren
- Anwendung bei der Krebstherapie

WACHSTUMSMARKT SUPERLEGIERUNGEN FÜR TURBINEN

Der größte Verbraucher von Hafnium ist derzeit die Luft- und Raumfahrtindustrie. Wenn es darum geht, Metalllegierungen einzusetzen, die hohen Temperaturen standhalten müssen, wird häufig auf Hafnium gesetzt. So lässt sich im besten Fall auch noch Gewicht einsparen. Wachsen die Luftfahrtindustrie und der Markt für Gasturbinen wie

bisher stetig weiter, steigt auch der Bedarf nach diesem Metall. Dazu gibt es folgende aktuelle Zahlen: Airbus hat bis Anfang 2022 insgesamt 611 Flugzeuge ausgeliefert (Typ Boeing 340). Die Flugzeugindustrie rechnet als Ganzes bis 2033 mit einem Bedarf von mehr als 36 000 neuen Passagier- und Frachtjets. Auch der Trend, immer spritsparender zu bauen und dafür mit höheren Temperaturen zu arbeiten, hält ungebrochen an. Superlegierungen, die extremer Hitze trotzen, werden daher für immer mehr Bauteile benötigt.

ZUKUNFTSTECHNOLOGIEN RAUMFAHRT UND SUPERJETS

Zukunftstechnologien werden noch höhere Anforderungen an Materialien stellen als heute schon. Die Marke von 10 000 Stundenkilometern konnten Testflugzeuge bereits erreichen. Das neue Ziel einiger Entwickler sind derzeit 24 000 bis 25 000 Kilometer/ Stunde. Auch die stark wachsende Raumfahrtindustrie braucht im Bereich der Hitzeschilde dringend Antworten aus der Forschung. Eine solche Antwort könnte eine neu getestete Legierung aus Hafniumcarbid sein. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 3 958 Grad Celsius, dem höchsten, der bisher bei Festkörpern beobachtet wurde. Eine Legierung aus Tantal-Hafniumcarbid könnte theoretisch einen noch höheren Schmelzpunkt haben. Geschätzt wird dieser auf 3 990 Grad Celsius. Folgender Preis wird bereits für dieses Material angenommen: 2.700 US-Dollar pro Kilogramm.

HAFNIUM EIN METALL FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Forschende der Stanford University machten im Jahr 2018 eine bahnbrechende Erfindung: Sie haben ein 1,8 Mikrometer dünnes Mehrschichtmaterial entwickelt, das über ein Dach gespannt werden kann. Das darunter liegende Gebäude wird dann um bis zu 12 Grad Celsius heruntergekühlt - und das, ohne dabei Energie zu verbrauchen.

Das Material sendet die Wärme des Gebäudes mittels Infrarotstrahlung zurück. Diese entweicht in das Weltall, ohne dabei die unmittelbare Umgebung bzw. die Atmosphäre zu erwärmen.

Einige der Forschenden vergleichen diesen Effekt damit, ein Fenster ins Weltall zu öffnen. Verantwortlich für diesen Effekt ist dabei Hafnium in der Materialmischung.

Darüber hinaus verhindert eine weitere Materialschicht, dass Sonneneinstrahlung das Gebäude wieder aufheizt, indem es 97 Prozent des Sonnenlichtes reflektiert. Bedenkt man, dass ca. 15 Prozent der in den USA verbrauchten Energie auf die Nutzung von Klimaanlage zurückgeht, ist diese Erfindung gleich zweifach wirkungsvoll: Im Kampf gegen die Erderwärmung sorgt sie nicht nur für Kühle, sondern hilft durch die abgestellten Klimaanlage auch noch beim Stromsparen.

In Zukunft soll dieses Material einfach auf die bestehende Bedachung aufgesprüht werden können.



HAFNIUM VERBESSERT KREBSTHERAPIEN

Wie Schweizer Forschende entdeckt haben, kann Hafniumdioxid auch bei Krebstherapien helfen. In befallene Zellen eingeschleust, verstärkt es die Wirkung der bei der Therapie verwendeten Röntgenstrahlung. Die betroffenen Zellen werden so viel effizienter zerstört, sodass man nur die Hälfte der normalerweise verwendeten Röntgenstrahlung benötigt. Die Forschenden hatten bei ihren Versuchen sowohl gold- als auch hafniumhaltige Nanopartikel in die Krebszellen injiziert.

Die Teilchen reicherten sich in großen Mengen in den Zellen an, wobei die Hafnium-Teilchen die aus Gold um das 10bis 30-Fache übertrumpften. Auf eine gewisse Weise lässt sich also sagen, dass Hafnium wertvoller sein kann als Gold. Vielleicht kommen Sie zu einem ähnlichen Urteil wie wir: Hafnium gehört neben den Technologiemetallen Rhenium, Germanium, Indium und Gallium in ein gut gestreutes Rohstoffdepot.

INDIUM UND GALLIUM SCHON HEUTE UNVERZICHTBAR



49

In

Indium

31

Ga

Gallium

Zwei der bedeutendsten Metalle unserer Zeit

Die Metalle Indium und Gallium gehören zu den wichtigsten Elementen der Zukunft. Forschende entdecken laufend neue Anwendungen - teilweise so revolutionäre, dass sie den Verlauf der Menschheitsgeschichte positiv verändern werden. Zurzeit deckt das Angebot die Nachfrage. Das wird aber nicht so bleiben. Einige der erwähnten Erfindungen reichen aus, um die Nachfrage zu vervielfachen. Neue Produktionsstätten müssten mittelfristig aufgebaut werden.

Diese finanziellen Herausforderungen werden potenzielle Produzenten jedoch erst angehen, wenn die Preise dauerhaft und stabil steigen. Deutschland ist heute schon weltweit der größte Importeur von Gallium. Vom Jahr 2019 auf 2020 stieg laut der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Nettoimport. Er erhöhte sich von 26 auf 35 Tonnen, was einem Zuwachs von 34,6 Prozent entspricht. Noch bis zum Jahr 2016 gehörte auch Deutschland zu den Produzenten. Bis zu 30 Tonnen Gallium wurden hierzulande hergestellt. Doch diese Zeiten sind vorbei.

© Noble BC GmbH



Fallende Weltmarktpreise angesichts Chinas Preispolitik ließen die Produktion von Indium und Gallium hierzulande unwirtschaftlich werden. Schließlich wurde sie sogar ganz eingestellt. Die weltweite Produktion wuchs noch von 327 (2020) auf 430 Tonnen (2021) an. 420 Tonnen davon stammten aus China, während sich die übrigen 10 Tonnen zu etwa gleichen Teilen auf Japan, Korea und Russland aufteilten. Dieser rechnerische Höchstwert wird wohl in Zukunft in der Praxis nicht mehr zu erreichen sein. Gerade in China werden in den Wintermonaten viele Produktionsstätten geschlossen, um der Luftverschmutzung Herr zu werden. Indium und Gallium könnten die ersten Technologiemetalle sein, die in einigen Jahren auch an regulierten Börsen gehandelt werden. Nötig dazu ist lediglich eine Produktionsmenge, die sich der von Gold (ca. 3 000 Tonnen im Jahr 2021) nähert. Für heutige Investoren ergeben sich dadurch exzellente Chancen. Werden diese Metalle erst an einer Börse gelistet, wird die Finanzindustrie Milliardensummen investieren - und damit zu sprunghaft steigenden Preisen beitragen.

© Noble BC GmbH



Indium

das neue Silber der digitalen Welt

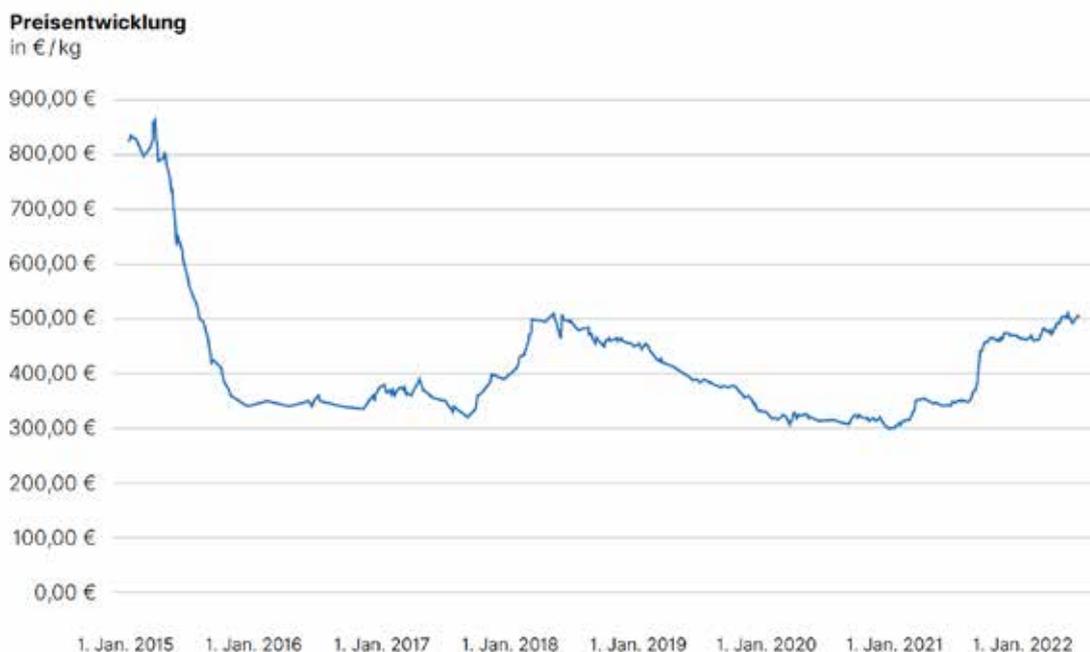
Indium kommt in der Erdkruste in etwa so häufig vor wie Silber und bringt eine besondere physikalische Eigenschaft mit. Wir alle haben sie schon genutzt: Selbst als hauchdünn auf Glas aufgetragene Schicht leitet Indium elektrischen Strom und ist dabei so gut wie unsichtbar. Dieses Wirkprinzip wird unter anderem bei Touchscreens eingesetzt.

Die größten Vorkommen von Indium liegen in Zink-Erzen. Zu den theoretischen Reserven gibt es jedoch derzeit keine belastbaren Studien. 2009 wurden sie von dem U. S. Geological Survey auf 16 000 Tonnen geschätzt. Die gleiche Studie ging davon aus, dass Indium eigentlich schon im Jahr 2013 aufge-

braucht hätte sein müssen. Das ist so zwar nicht geschehen, trotzdem ist das Technologiemetall sehr knapp. Das geringe Reservenmaß macht es wiederum besonders interessant, da bei zunehmender Knappheit die Preise deutlich reagieren könnten.

HAUPTANWENDUNGSGEBIETE

- Flachbildschirme
- Legierungen und Lote
- Photovoltaik
- Wärmeleitmaterialien
- Batterien
- Halbleiter



Gallium

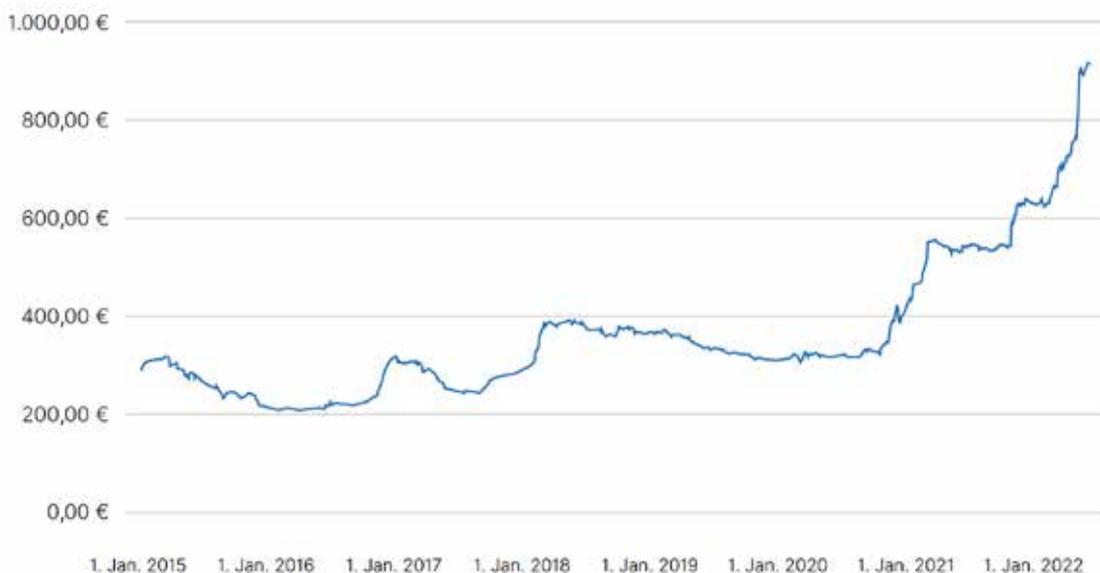
die Essenz nachhaltiger Technologien

Gallium ist ein silberweißes, leicht zu verflüssigendes Metall. Es schmilzt bereits bei 29,8 Grad und siedet erst bei 2 403 Grad. Damit hat Gallium das größte Flüssigkeitsintervall aller Metalle. Diese Eigenschaft sorgt für ein immer größer werdendes Einsatzspektrum und ist nur schwer bis gar nicht zu substituieren. In der Natur kommt Gallium nur in geringem Umfang vor. Man findet das Metall meist als Beimischung in Aluminium-, Zink- oder Germanium-Erzen.

HAUPTANWENDUNGSGEBIETE

- Integrierte Schaltungen
- LED
- Legierungen, Batterien, Magnete
- Solartechnologie
- „Grüner“ Wasserstoff
- Computerkühlsysteme

Preisentwicklung
in €/kg



Kritische Metalle Indium und Gallium Angebotsknappheit trifft auf Nachfrageexplosion

Materialforschende, Analysten und Produzenten dieser Metalle sind sich weitestgehend einig: Beide Elemente sind die Basis für viele heute noch revolutionär erscheinende technische Entwicklungen. Einige geradezu unglaubliche Forschungsergebnisse werden wir Ihnen hier vorstellen und werfen damit einen Blick auf die Lebensverhältnisse kommender Generationen. Die zwei Metalle werden für die Energieversorgung der Zukunft unverzichtbar sein. Dadurch werden sie zukünftig genau den Stellenwert einnehmen, den wir dem Rohstoff Öl heute zukommen lassen.

Aufgrund der gestiegenen Nachfrage im Verhältnis zum verfügbaren Angebot weltweit zählen Indium und Gallium zu den sogenannten kritischen Metallen.

WACHSTUMSMARKT ENERGIEVERSORGUNG

Die Rahmendaten zu diesem Markt stammen vor allem aus der Politik. Denn diese gibt derzeit ambitionierte Ziele vor. So sollen in Deutschland ab 2030 nur noch Autos ohne Verbrennungsmotor zugelassen werden. Ob diese Forderung überhaupt realistisch ist, hängt von der Möglichkeit ab, den künftigen Strombedarf zu decken. Denn trotz der Energiewende soll dieser bis 2030 um etwa 30 Prozent im Vergleich zum heutigen Niveau steigen.

Sicher werden Photovoltaikanlagen dabei eine sehr wichtige Rolle spielen. Zurzeit wächst der Markt für Solaranlagen in Europa jährlich um etwa 11 Prozent. Weltweit liegt das Wachstum sogar bei aktuell 24 Prozent. Beide Metalle finden Anwendung in der Photovoltaiktechnik (Kupfer-Indium-Diselenid-(CIS)Solarzellen/Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid-(CIGS)Solarzellen und Galliumarsenid-(GaAs)-Solarzellen).

Mit einem Wirkungsgrad von fast 38 Prozent gehören die sogenannten CIGS zu den technisch effizientesten Photovoltaikanlagen überhaupt.

Auch für die äußerst zukunftsweisende Technik, Solarenergie direkt in Wasserstoff umzuwandeln, bilden sie die technische Grundlage. Hier werden mittlerweile Wirkungsgrade von mehr als 24 Prozent erreicht (Stand: 2019). Wasserstoff als Energiespeicher wird voraussichtlich eine tragende Rolle im Energiemix der Zukunft spielen. Das wird die CIGS weltweit unerlässlich machen. Den Mengenbedarf bei den Elementen Gallium und Indium für das Jahr 2035 sehen einige Forschende daher auch eher jenseits der 1000 Tonnen pro Jahr und Metall.

Steigende Preise, auch bei verbesserten Gewinnungsmethoden der Elemente, sind langfristig zu erwarten.

GALLIUM ALS SUPERKLEBER

Das chemische Element Gallium könnte zu einem neuen Haftmittel werden. Dessen Genialität ist, dass die Klebewirkung nur vorübergehend anhält.

Mancher Klebstoff könnte also bald metallisch glänzen und sich außerdem besonders gut wieder ablösen lassen. Forschende des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme konnten über leichte Temperaturänderungen regeln, ob eine Schicht des Metalls klebt oder nicht. Dabei nutzten sie eine Besonderheit dieses chemischen Elements: Bereits bei rund 30 Grad Celsius geht es vom festen in den flüssigen Zustand über.

Solch ein reversibler Klebstoff könnte überall dort zum Einsatz kommen, wo Gegenstände nur vorübergehend haften sollen. Eine Einsatzmöglichkeit wären kleinere industrielle Hebe- und Transportprozesse. Aber auch empfindliche biologische Proben wie Gewebe oder Organe ließen sich so besser bewegen. An den Füßen sogenannter „Kletterroboter“ könnte ein temporär wirkendes Haftmittel ebenfalls gute Dienste leisten.

FLÜSSIGMETALLMOTOR

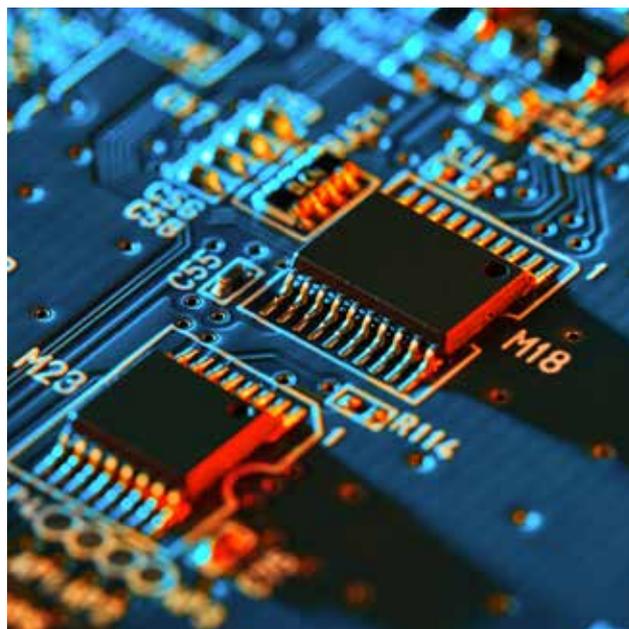
Chinesische Forschende haben einen Motor entwickelt, der sich ganz ohne Einfluss von außen bewegen kann.

Er besteht aus einer Legierung der Elemente Gallium und Indium in einer Salzwasserlösung mit Aluminiumflocken. Die Metallblase bewegt sich selbstständig in vorgegebenen Bahnen. Bis jetzt kommt der chemische Motor in selbstangetriebenen Wasserpumpen zum Einsatz, um kaltes Wasser durch Kühlanlagen zu befördern.

Künftige Einsatzbereiche könnten vor allem in der Medizintechnik liegen. Diese Entwicklung ist äußerst revolutionär und in ihrer Bedeutsamkeit kaum abzuschätzen.

SELBSTREPARIERENDE SCHALTKREISE

Elektrische Schaltkreise können mittlerweile so konstruiert werden, dass sie sich selbst reparieren. Hier kommt eine Legierung aus Indium und Gallium zum Einsatz. Binnen Millisekunden nach einer Beschädigung sorgt sie dafür, dass sich der Stromkreis wieder schließt.



METALLENE NANOPARTIKEL IN DER KREBSTHERAPIE

Besondere Nanopartikel bestehen aus einer Legierung an Gallium und Indium, die bei Zimmertemperatur flüssig ist. Die Legierung wird per Ultraschall in Partikel mit einem Durchmesser von etwa 100 Nanometern aufgeteilt. Diese werden dann mithilfe eines speziellen Moleküls an einen chemotherapeutischen Wirkstoff gebunden.

Die Nanopartikel sind klein genug, um direkt in die Blutbahn injiziert zu werden. Dort werden sie dann, mittels eines weiteren Moleküls, von Tumorzellen absorbiert. Gesunde, krebsfreie Zellen sollen so von den Partikeln nicht beeinflusst werden.

Da sich die Legierung aus Indium und Gallium als metallische Ablagerung in den Krebszellen sammelt, dient sie als Kontrast-

mittel. Dieses hilft bei der Beobachtung der Krankheit und dämmt ihre Ausbreitung ein.

STROMERZEUGUNG DURCH DEFORMATION

Mittlerweile serienreif ist eine Gummifolie, die zum Beispiel in Sporthallen oder Einkaufszentren als Fußbodenbelag genutzt werden könnte. In dieser Folie verarbeitet ist eine Legierung aus Eisen und Gallium (Galfenol). Diese erzeugt bei mechanischer Verformung ein Magnetfeld, mithilfe dessen dann Strom gewonnen werden kann. Da sich das Material selbst wieder „erholt“, kann der Vorgang der Verformung ständig wiederholt werden.

Dieser beschriebene Effekt dürfte auch als Kollisionsdetektor in der Automobilindustrie seine Anwendung finden, denn aus Galfenol ließen sich kleine Sensoren entwickeln, die, sobald ein mechanischer Impuls sie trifft, elektromagnetische Wellen erzeugen. Diese Wellen breiten sich dreimal schneller aus als die mechanischen Schockwellen.

So könnten sie eine Kollision anzeigen, noch bevor die zerstörerische Schockwelle eintritt. Dieser Vorgang würde schneller als jemals zuvor ermöglichen, Schutzmechanismen im Auto in Gang zu setzen. Die Aktivierung eines Airbags, sich straffender Gurte etc. könnte so mehr Sicherheit bieten.

AUSBAU DES MOBILFUNKSTANDARDS 5G

5G gilt als Nachfolger von 4G (LTE). Dabei ist die fünfte Generation wesentlich mehr als nur ein neuer Mobilfunkstandard. Sowohl in den Hochfrequenzbauteilen als auch in den Leistungsverstärkern wird Gallium verbaut. Damit lässt sich die hohe Geschwindigkeit des neuen Netzes überhaupt erst erreichen.

Auch die etwa 1,5 Milliarden jährlich produzierten Smartphones verbrauchen Tonnen an Gallium und Indium. Noch sind die weltweiten Bemühungen, Smartphones zu recyceln, mehr als zaghaft. Der bisher sorglose

Umgang mit knappen Ressourcen wird sich erst ändern, wenn die Rohstoffpreise deutlich über den Recyclingkosten liegen.

WELTWEITER NETZAUFBAU VON SCHNELLLADESTATIONEN

Das E-Auto startet seinen Siegeszug. Auch für die Schnellladestationen ist Gallium ein unverzichtbarer Rohstoff. Und der Aufbau des Netzes nimmt rasant Fahrt auf. Jährlich kommen derzeit ca. 2 000 Ladestationen allein in Deutschland dazu. Auch hier wird der Verbrauch von Gallium künftig Ausmaße im Tonnenbereich annehmen.



FESTOXIDBRENNSTOFFZELLE UND ENERGIESPEICHERTECHNIK

Derzeit steht das E-Auto im Fokus der Automobilindustrie. Alternative Antriebskonzepte wie zum Beispiel die Brennstoffzelle werden vor allem für den Straßen-Güterverkehr vorangetrieben. Bei der Festoxidbrennstoffzelle könnte Gallium eine wichtige Rolle als Anodenmaterial einnehmen.

Für die Batterietechnik der Zukunft mag wiederum Indium eine unverzichtbare Rolle spielen. Mithilfe dieses Metalls lässt sich die Ladezeit verringern und die Lebensdauer der Batterie signifikant verlängern.

TRINKWASSERFILTER UND ANTIBIOTIKAERSATZ

Trinkwasser ist eine der gefährdetsten und knappsten Ressourcen. Aber auch hier wurden 2018 revolutionäre technische Fortschritte erzielt. Zum einen können Wasserfilter, die mit Indium als Katalysatormetall funktionieren, nitratbelastetes Grundwasser aufbereiten. Zum anderen entwickelten die University of New South Wales (UNSW) in Sydney und das Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) eine Wasseraufbereitungsanlage. Diese reinigt kostengünstig selbst ölverschmutztes Wasser. Hierbei wird Aluminium in verflüssigtes Gallium gelegt, sodass es eine Oxidschicht bildet. Diese



wiederum filtert nicht nur Öl, sondern auch Schwermetalle aus verunreinigtem Wasser. Eine solche Filteranlage könnte insbesondere in Asien und Afrika zum Einsatz kommen. Dort würde sie Millionen von Menschen den Zugang zu sauberem Trinkwasser ermöglichen. Eine der größten Bedrohungen der Menschheit sind sicherlich antibiotikaresistente Keime. Auch hier wird vor allem an dem Metall Gallium geforscht - und erste Erfolge sind bereits zu vermelden. Gallium tötet die Keime effektiv ab, wenn es von diesen verstoffwechselt wird.

SATELLITENTECHNIK

Tausende Teile Schrott umkreisen die Erde: alte Satelliten, ausgebrannte Raketenantriebe, verlorene Werkzeuge von Astronauten. Wissenschaftler fürchten langfristig eine undurchdringliche Schrottwolke. Diese Wolke würde nicht nur die Raumfahrt erschweren, sondern auch auf der Erde zu gewaltigen Problemen führen. Längst brauchen wir im Alltag die Dienste vieler Satelliten: für Navigation und Wettervorhersage ebenso wie für das Übermitteln von Medieninhalten und Nachrichten. Zukünftig sollen Kleinstsatelliten daher mit einem eigenen Antriebssystem ausgestattet werden.

Damit wird es möglich, diese kontrolliert in der Erdatmosphäre verglühen zu lassen. Dafür wurden geradezu winzige Triebwerke entwickelt, die aus einem Verbund verschiedener Metalle bestehen. Herzstück dieser Triebwerke ist eine mit wenigen Gramm Gallium beschichtete Nadel. Die einzelnen Satelliten brauchen dabei zwar nur wenige Mengen an Gallium, aber allein der US-Konzern Amazon plant, mehr als 3 000 von ihnen in den nächsten Jahren ins All zu schießen. Gebaut werden diese Antriebe übrigens in Deutschland.



AUS CO2 WIRD KOHLE UND SAUERSTOFF

CO₂-Emissionen, vor allem aus Kraftwerken, gelten als Treiber des Klimawandels. Mittlerweile gibt es viele Techniken, die das CO₂ abscheiden. Aber wohin damit? Extrem umstritten ist die Lösung, CO₂ einfach tief in der Erde zu verpressen. Dabei besteht das Risiko von Gaseruptionen und verunreinigtem Trinkwasser. Dank Indium und Gallium gibt es eine elegante Methode, das CO₂ nicht nur zu lagern, sondern sogar nutzbar zu machen. Verbunden damit ist die Hoffnung, dass sich die Zunahme von Kohlendioxid in der Atmosphäre bremsen und vielleicht sogar reduzieren lässt.

Anfang 2019 haben australische Wissenschaftler das Treibhausgas CO₂ in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten. Das gelang ihnen mithilfe eines speziellen Flüssigmetall-Katalysators. Aus Kohlendioxid wird dabei wieder Kohle, die erneut genutzt werden kann. Die dabei katalytisch eingesetzte Flüssigmetall-Legierung enthält neben Zinn auch Gallium und Indium. Sie dient in dem elektrochemischen Prozess als Elektrolyt. Sollte sich diese Erfindung bewähren, würden zukünftig hunderte von Tonnen Indium und Gallium nur mit dieser einen Anwendungsmöglichkeit weltweit verbraucht werden.



MIT GALLIUM ZU „GRÜNEM“ WASSERSTOFF

Eine der jüngsten Entdeckungen ist das optimale Mengenverhältnis bei der Verwendung von Gallium zur Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff. Das beste Resultat liefert eine Legierung aus Gallium und Aluminium im Verhältnis von ca. drei zu eins. Diese lässt Wasserstoff aus Wasser ausperlen wie Kohlensäure bei einer frisch geöffneten Flasche Sprudel. Der Prozess benötigt weder Strom noch hohe Temperaturen. Und das Gallium lässt sich zudem nach der Reaktion wieder zurückgewinnen. Die Qualität des bei der Prozedur benutzten Wassers spielt dabei keine Rolle. Sogar Abwasser lässt sich verwenden.



NUTZUNG IN NEUER COMPUTER-KÜHLTECHNIK

Eine neue Reihe von Gaming-Laptops verwendet Gallium zur Kühlung. Damit lässt sich die Temperatur im Inneren der Rechner um bis zu 20 Grad senken. Das ist 10 Grad mehr als bei der Verwendung von herkömmlichen Kühlaggregate. Dank seiner Wärmeleit-Eigenschaften leitet das Gallium die im Inneren des Laptops entstehende Hitze optimal ab. So lassen sich Programme, die viel Rechenleistung verbrauchen, länger und ohne Beeinträchtigungen ausführen.

RHENIUM SELTENER ALS GOLD



75

Re

Rhenium

Mangel an Kupfererzen lässt Rhenium rar werden

Rhenium ist ein Nebenprodukt der Kupfergewinnung und ungefähr so selten wie Gold. In reiner, gediegener Form kommt es in der Erdkruste nicht vor, was seinen Abbau erheblich erschwert. Rhenium wird aus Kupferminen gefördert. In den drei Jahren von 2013 bis 2016 wurden nur neun neue Kupferminen entdeckt. Es dauert etwa 20 Jahre, bis eine solche Mine in Betrieb genommen werden kann. Somit ist die Versorgung mit Kupfererzen in den nächsten 15 bis 20 Jahren sehr besorgniserregend. Dieser Mangel wirkt sich auch auf die Gewinnung von Rhenium aus. Die Primärproduktion stagniert bereits seit einigen Jahren auf dem niedrigen Niveau von unter 50 Tonnen. Rhenium ist damit das seltenste vorkommende industriell genutzte Metall.

In den Pandemie Jahren ging der Verbrauch wegen Einbrüchen in der Flugzeugindustrie zunächst zurück. Die großen Fluggesellschaften erholen sich aber mittlerweile wieder, sodass der Rheniumverbrauch wieder

zugenommen hat. Unterstützt wird diese Tendenz durch technologische Neuerungen vor allem im Bereich der Gasverflüssigung. Noch scheinen die vorhandenen Lagerbestände das Angebot zu decken. Aber die Nachfrage steigt weltweit. Bei stagnierender Primärproduktion ist eher früher als später mit einem Angebotsdefizit zu rechnen. Damit einhergehend erwarten wir deutliche Preissteigerungen.

Rhenium ist ein silberweißes glänzendes Metall und findet als Beimischung in einer Vielzahl von Legierungen Verwendung. Zum Einsatz kommt es in Flugzeugtriebwerken, bei der Herstellung von bleifreiem Benzin und in Thermoelementen. Die heute bekannten Rheniumreserven werden weltweit auf insgesamt nur noch 2 400 Tonnen geschätzt. Noch vor zwei Jahren lagen die weltweiten Reserven gut 100 Tonnen darüber. Zum Vergleich: Die jährliche Fördermenge von Gold beträgt ca. 3 500 Tonnen.

< 50 t
an Primärproduktion
ist ein zu niedriges Niveau



2 400 t
an Rheniumreserven
weltweit

Wachstumsmärkte und Zukunftstechnologien benötigen Rhenium

GASVERFLÜSSIGUNG

Im Zusammenhang mit der aktuellen Lage setzt sich in Europa die Erkenntnis durch, dass die Unabhängigkeit von russischen Gasimporten von Vorteil wäre. Die industrielle Gasverflüssigung ist eine relativ junge Technik und sorgt dafür, dass dies als möglich erscheint. Zudem soll der größte Teil des



HAUPTANWENDUNGSGEBIETE

- Gasverflüssigung
- Triebwerke/Turbinen
- Katalysatoren
- Medizinische Anwendungen
- Raumfahrt

globalen Erdgashandels im Jahr 2035 mit Hilfe von Flüssiggas-Tankern abgewickelt werden. Trotz Covid-19 und weltweiter Lockdowns stieg laut einer Shell-Studie der Handel mit verflüssigtem Erdgas, sogenanntem LNG, von 319 Millionen Tonnen im Jahr 2018 auf 360 Millionen Tonnen im Jahr 2020. Bis 2040 erwartet der Konzern einen LNG-Bedarf von 700 Millionen Tonnen. Die USA haben weiterhin ein vitales Interesse daran, die großen Produktionsmengen aus ihren Gasvorkommen weltweit zu vermarkten. Der sich hier abzeichnende Boom von Flüssiggas hat signifikante Auswirkungen auf den zukünftigen Rheniumbedarf. Denn bei der LNG-Förderung kommt das Technologiemetall gleich an zwei Stellen zum Einsatz: als Katalysator zur Entfernung von Verunreinigungen und als Materialkomponente der Turbinen, die zur eigentlichen Gasverflüssigung dienen. Dieser zusätzliche Bedarf an Rhenium lässt sich aktuell noch nicht genau in Tonnen beziffern.

FLUGZEUGTURBINEN

Mit einem Schmelzpunkt von 3 182 Grad Celsius verleiht Rhenium einigen Legierungen die Eigenschaft, selbst bei extremen Temperaturen formstabil zu bleiben. Eine ganze Reihe technischer Bauteile kann daher mithilfe von Rhenium einfacher hergestellt werden. Pro Triebwerk mit verbauter Rhenium-Legierung spart man bei der Konstruktion eines A380 etwa 1 Tonne Gewicht. Der Bau leichter Maschinen ist für die Flugzeugindustrie essenziell, um Kerosin einzusparen. Nach einer Prognose des Welt-Airlineverbandes IATA wird spätestens 2025 wieder so viel geflogen wie vor Corona-Zeiten, Tendenz: steigend. Boeing und Airbus rechnen daher mit 43 600 ausgelieferten Flugzeugen für die Zeit von 2021 bis 2040. Rein rechnerisch ergibt sich aus dieser Prognose ein Triebwerksbedarf von etwa 120 000 Stück, wobei pro Triebwerk 17 Kilogramm Rhenium verbaut werden.



Der Gesamtverbrauch an diesem Technologiemetall wird sich also in den nächsten knapp 20 Jahren auf mehr als 2 000 Tonnen summieren. Runtergebrochen auf das einzelne Jahr wären das bei linearem Verbrauch 102 Tonnen dieses wertvollen Metalls – allein im Sektor der zivilen Luftfahrt.

EIN RHENIUM-KATALYSATOR VERWANDELT PLASTIKMÜLL IN SAUBEREN BRENNSTOFF

Eines der drängendsten und wohl sichtbarsten Umweltprobleme unserer Zeit ist die Verschmutzung der Weltmeere mit Plastik. Kunststoffe benötigen rund 450 Jahre, um auf natürlichem Weg abgebaut zu werden. Mittlerweile gibt es einige Initiativen, um den Müll wieder an Land zu bringen und dort zu entsorgen. Doch ein von chinesischen Forschenden entwickelter Rhenium-Katalysator sorgt für eine Revolution. Denn statt den Plastikmüll nur zu entsorgen, kann aus dem darin enthaltenen Polyethylen jetzt sogar Treibstoff gewonnen werden. – Eine gute Nachricht bei einer jährlichen Polyethylen-Produktion von weltweit 100 Millionen Tonnen. Die bei einem chemischen Prozess frei werdenden Wasserstoffatome bindet der Rhenium-Katalysator wieder an fragmentierte Polymer-Segmente an. Nach weiterführenden Prozessen entsteht ein flüssiger Brennstoff, der im Vergleich zu anderen fossilen Treibstoffen relativ sauber ist. Alle Prozesse, die dazu nötig sind, kommen dabei ohne größeren Energieaufwand aus.

CO₂-ABSCHEIDUNG MITTELS ELEKTROKATALYSE

Der Klimawandel ist die Herausforderung unserer Zeit. Forschende, diesmal aus Japan, haben Ende November 2018 ein Verfahren entwickelt, den in Kohlenstoffdioxid gebundenen Kohlenstoff abzuscheiden. Dies gelang ihnen mithilfe eines elektrokatalytischen Systems. Der entwickelte Katalysator nutzt das Metall Rhenium.

So ist er in der Lage, konzentriertes CO₂ hoch selektiv und sicher zu reduzieren. Damit ließen sich CO₂-Emissionen, beispielsweise in der Schwerindustrie oder aus Kraftwerken, senken. – Ein entscheidender Schritt, um so dem Klimawandel entgegenzuwirken. Die rheniumbasierte Elektrokatalyse könnte der

Königsweg zur Senkung der CO₂-Emissionen sein. Die meisten Nationen suchen händelnd nach Lösungen, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens doch noch zu erreichen. Das könnte dieser technologischen Entwicklung schnell zu einem Durchbruch verhelfen.

Rhenium ist ein begehrtes und wichtiges Katalysatormetall. Es wird seinen Verbrauch in technologischen Entwicklungen finden, die den großen Problemen unserer Zeit entgegenwirken. Die Primärproduktion stagniert seit Jahren, während der Verbrauch steigt. Noch spiegelt die Preisentwicklung diese Rahmendaten nicht wider. Die sich stellende Frage ist aber nicht, ob der Preis steigen wird, sondern wann.

STICKSTOFFVERBINDUNGEN MIT RHENIUM ALS ENERGIESPEICHER DER ZUKUNFT

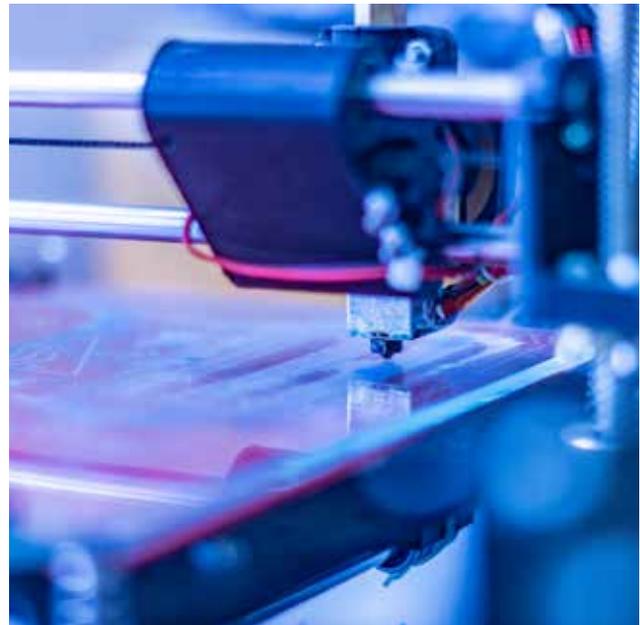
Chemische Verbindungen mit sogenannten Polymerketten eröffnen ganz neue Perspektiven für künftige Speicher-Technologien. Diese Verbindungen aus Stickstoff besitzen eine ungewöhnlich hohe Energiedichte. Das ist eine ideale Voraussetzung für die Speicherung und Übertragung von Energie.

Bayreuther Wissenschaftlern gelang es, genug Druck zu erzeugen, um eine diamantartige Stickstoffverbindung mit Rhenium zu entwickeln. Diese hat eine höhere Energiedichte als der Sprengstoff TNT und ist zudem noch leitfähig – Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sehen in diesen Eigenschaften die Basis für flexible und zugleich sehr hohe Speicherkapazitäten von Energie.

RHENIUMTURBINEN AUS DEM 3D-DRUCKER

Rhenium ist das viertdichteste Element. Aufgrund seiner Eigenschaften ist es in der Industrie sehr gefragt, jedoch auch schwer zu verarbeiten, denn der hohe Schmelzpunkt des Metalls führt zu hohen Energiekosten.

Die US-Regierung finanziert ein Forschungsteam, das an einem sogenannten „additiven Verfahren“ für das Metall arbeitet. Raketentriebwerke und andere Bauteile aus Rhenium sollen ganz einfach im 3D-Drucker entstehen. Mehrere Schichten pulverisierten Rheniums werden dabei übereinandergelegt und mit Laser verfestigt. Wenn das Projekt Erfolg hat, könnten Triebwerke und Turbinen aus „reinem“ Rhenium in die Massenproduktion gehen. Die aufwendige Herstellung von Legierungen würde komplett entfallen. Die Folge wäre eine vermehrte kommerzielle Nutzung des Metalls, was eine erhöhte Nachfrage zur Folge hätte.



NEUE THERAPIE GEGEN HAUTKREBS

Auch in der Krebstherapie kommt Rhenium zum Einsatz. Forschende haben eine schmerzfreie, einfach durchzuführende Therapie entwickelt. Bei dieser wird eine Folie aus Rhenium-Isotop direkt auf der betroffenen Haut angebracht. Rhenium tötet die Krebszellen ab, ohne die Haut zu beschädigen, da die Substanz nur zwei bis drei Millimeter tief in die Haut eindringt.

Weltweite Rheniumreserven



- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1. USA: 400 Tonnen | 6. Kasachstan: 190 Tonnen |
| 2. Armenien: 95 Tonnen | 7. Peru: 45 Tonnen |
| 3. Kanada: 32 Tonnen | 8. Polen: k. A.* |
| 4. Chile: 1300 Tonnen | 9. Russische Föderation: 310 Tonnen |
| 5. China: k. A.* | 10. Usbekistan: k. A.* |

* In diesen Ländern gibt es Minenproduktion; Angaben über Rheniumreserven sind allerdings nicht verfügbar.

The background of the page is a composite image. The top half features a dark, swirling pattern of deep reds and blues, resembling a marbled paper or a microscopic view of a liquid. The bottom half shows a satellite-style aerial view of a river delta, with the water channels in shades of blue and green, and the surrounding land in warm tones of yellow, orange, and red. The text is overlaid on the upper portion of the image.

SELTENE ERDEN: DAS FUNDAMENT FÜR EINE RASCHE ÖKOLOGISCHE WENDE

Diese Bodenschätze könnten das Energieproblem der Menschheit lösen

Seltene Erden sind eisengrau bis silbrig glänzende, relativ weiche Elemente. Die Bezeichnung „Erden“ stammt noch aus der Zeit ihrer Entdeckung, heute gehören sie zu den besonderen produktionskritischen Metallen. Als Beimengungen zahlreicher Minerale wie Silikate, Oxide und Phosphate kommen sie in der Erdkruste recht häufig vor. Trotzdem zählen Seltene Erden mittlerweile zu den kritischen Metallen. Denn ihrer ganz besonderen Eigenschaften wegen spielen sie in der Hightech-Produktion der nächsten 30 Jahre eine immer größere Rolle. Dem steigenden Bedarf der Industrie begegnet die Green Tech BC mit ihrer Auswahl fünf Seltenen Erden. Dysprosiumoxid, Neodymoxid, Terbiumoxid, Scandiumoxid und Gadoliniumoxid werden besonders für die Technologien des Green Deals eine tragende Rolle spielen. Und das, obwohl sich die Nachfrage nach Schlüssel-Rohstoffen in den nächsten 30 Jahren verdrei- bis vervierfachen soll.

MARKTFÜHRER CHINA SORGT FÜR KNAPPES ANGEBOT BEI STEIGENDER NACHFRAGE

Seit 15 Jahren ist China der Marktführer bei den Seltenen Erden. Die Elemente werden in Deutschland derzeit kaum gelagert und es gibt für sie bislang keine Börse. Zwar bestehen auch außerhalb Chinas vereinzelte Vorkommen, doch wegen des chemisch aufwendigen Gewinnungsprozesses ist ein

Abbau noch zu unrentabel. Aktuell, im Jahr 2022, verarbeitet das Reich der Mitte weltweit mehr als 80 Prozent dieser kritischen Rohstoffe. Wie unangenehm die daraus entstehende Abhängigkeit sein kann, hat China schon 2010 mit einem Exportstopp gegen Japan gezeigt. Die Preise sind daraufhin weltweit in die Höhe geschossen. Die Kurse haben sich mittlerweile wieder normalisiert, als Handelspartner bleibt China aber weiterhin unersetzlich. Wer in diese Rohstoffe investiert, muss Pekings Einfluss auf die Preise immer mit einkalkulieren. Als Investor brauchen Sie also einen etwas längeren Atem, damit sich diese künstlich gemachten Preise ausgleichen können.

Generell können Investoren aber optimistisch sein, denn die Industrie ist auf eine wachsende Versorgung mit Seltenen Erden angewiesen. Knappheit trifft auf eine steigende Nachfrage, was die Preise wiederum nach oben treibt. Mit der Umstellung von Kohle, Gas und Öl auf erneuerbare Energien wächst auch die Bedeutung der Seltenen Erden für die Industrie.

OXIDE AUS NEODYM UND TERBIUM FORMEN DIE MAGNETE DER ZUKUNFT

E-Autos und Elektro-Bikes werden immer beliebter. Hier ist die wachsende Versorgung mit Neodymoxid und Dysprosiumoxid essenziell, um mit der anziehenden Nachfrage mithalten zu können. Rund zwei Millionen E-

Bikes wurden 2021 hierzulande verkauft. Die deutsche E-Bike-Branche rechnet mit zweistelligen Wachstumszahlen in den nächsten Jahren. Der Raum für Marktwachstum bei der Elektromobilität ist dabei enorm: Der Anteil strombetriebener Autos stieg in Deutschland von 0,12 im Jahr 2017 auf 1,2 Prozent im Jahr 2021. Die Automobilindustrie allein rechnet bis zum Jahr 2030 mit einem um den Faktor sieben erhöhten Bedarf an Seltenen Erden. Besitzer von Neodymoxid und Dysprosiumoxid können also mit steigendem Interesse an ihren Sachwerten rechnen.



Das Haupteinsatzfeld für Seltene Erden werden aber Magnete sein. Bestandteil dieser ist Neodymoxid, das im Jahr 2021 eine Preissteigerung von 110 Prozent erzielen konnte. Doch auch für Terbiumoxid, Dysprosiumoxid und Gadoliniumoxid bestehen dadurch exzellente Aussichten. Forschenden der University of Berkeley ist es zum Beispiel gelungen, mithilfe von Dysprosiumoxid und Terbiumoxid ein magnetisches Supermolekül zu erzeugen. Dabei brachten sie ein Dreieck aus Jod-Atomen zwischen je einem Terbiumoxid-Atom an. Mit einer Koerzitivkraft von 25 Tesla übertrumpfte der damit geschaffene Magnet alle seine Vorgängermodelle, die es gerade mal auf 7,9 Tesla schafften. Die Molekularmagnete stellen so eine Revo-

lution der Speichermedien dar, die zu einem großen Teil auf magnetisierbaren Stoffen basieren. Die Nachfrage nach Super-Magneten wächst stetig.

Schätzungen zufolge wird der Markt für Neodymoxid-Eisen-Bor-Magnete von 12,5 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020 auf 25 Milliarden US-Dollar bis 2030 wachsen. Für umweltfreundliche Technologien wie Windkraft sind diese Hochleistungsmagnete die erste Wahl, um elektrische in mechanische Energie umzuwandeln und umgekehrt. Denn durch die Zugabe von Seltenen Erden wie zum Beispiel Dysprosiumoxid oder Terbiumoxid bleibt ihr Magnetfeld auch bei Temperaturen von bis zu 200 Grad stabil.

MIT SELTENEN ERDEN ZU UNENDLICHER ENERGIE

Ein richtig heißes Einsatzgebiet der Seltenen Erden ist die Kernfusion. Einem Start-up aus Forschenden ist es erstmals gelungen, bei diesem Verfahren mehr Energie zu erzeugen, als sie zuvor investiert hatten. Die bisher verwendeten torusförmigen Kupfermagnete zum Festhalten des Plasmas ersetzen sie mit besonderen Magnetbändern. Diese sogenannten „Rebco-Bänder“ werden mit Seltenen Erden bedampft und konnten das Plasma ganze 5 Sekunden lang in Position halten.

Die Verschmelzung von Wasserstoffatomen zu Helium ist ein Prozess, der auch im Inneren der Sonne stattfindet und dabei immense Mengen an Energie freisetzt. Das bei der künstlichen Kernfusion entstehende Plasma hat Temperaturen von bis zu 150 Millionen Grad Celsius und ist damit etwa 10-mal so heiß wie das Sonneninnere. Die darum herum angebrachten Magnete müssen sowohl sehr stark als auch wärmeresistent sein.

Denn um das Plasma so lange wie möglich in Position zu halten, dürfen sie ihre Leitfähigkeit nicht verlieren. Während die Kupfermagnete zu schnell erhitzt und wegen



der Begrenzung ihrer Leitfähigkeit auch eine reduzierte Anziehungskraft hatten, konnten die Rebco-Bänder maßgeblich überzeugen. Das Plus an Energie stellt für die Fusionsforschenden einen Meilenstein dar. Mit Seltenen Erden ist es ihnen ein Stück weit gelungen, die Sonne nachzubauen. Die Forschung an der Kernfusion hat dadurch an Fahrt gewonnen.

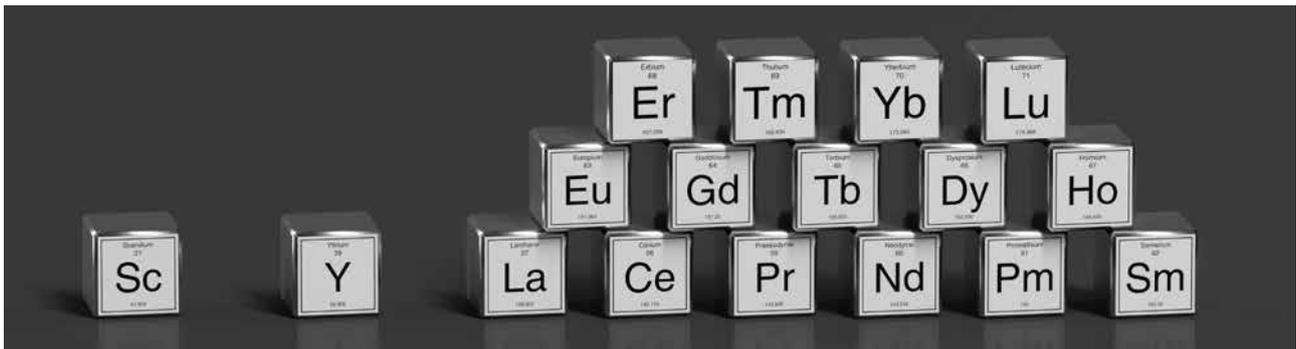
In einigen Jahren könnte diese Technologie zur Realität unserer Energieversorgung werden. Ein ganz heißes Eisen, in das es sich jetzt schon zu investieren lohnt.

KLIMASCHONENDE ENERGIE VERSORGUNG DANK FESTOXIDBRENN- STOFFZELLEN MIT SCANDIUMOXID

Die Firma Bosch setzt auf eine Speichertechnik für Wasserstoff, die Scandiumoxid verwendet. Der Strom des fast gesamten Werkes in Wernau stammt aus drei neuartigen Festoxid-Brennstoffzellen mit Scandiumoxid. Diese werden mit Wasserstoff betrieben und ermöglichen es, den CO₂-Fußabdruck des

Standortes auf null zu reduzieren. Wegen ihrer Geräuschlosigkeit und der reduzierten Emissionen könnte die Festoxid-Brennstoffzelle mit Scandiumoxid eine Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz werden. Etliche andere Firmen betreiben daher ebenfalls Projekte, um mit Festoxid-Brennstoffzellen eine dezentrale und klimaschonende Energieversorgung zu erreichen. Diesem steigenden Interesse stehen die weltweit doch recht knappen Scandiumoxid-Vorräte gegenüber. Hoffnung bietet nur der arktische Ozean: In 1 600 Metern Tiefe haben sich große Scandiumoxid-Vorräte als Metallkrusten abgelegt. Doch bis sich der Aufwand lohnen wird, diesen Schatz zu heben, steigen mit Sicherheit erst einmal die Preise.

„Wissen ist Macht“ bei Investitionen in Seltene Erden



EINE ÜBERSICHT ZUR DERZEITIGEN VERWENDUNG UNSERER SELTENEN ERDEN

→ **Dysprosiumoxid:** Legierungen für Permanentmagnete, Steuerstäbe von Kernreaktoren, Lasertechnik, Halogen- und Metall-dampflampen

→ **Gadoliniumoxid:** Mikrowellenanwendungen, Radartechnik, Kontrastmittel bei Untersuchungen im Kernspintomographen, optomagnetische Datenspeicherung, Kühlgeräte, Röntgentechnik

→ **Neodymoxid:** Hochleistungsmagnete, Färbemittel für Emaille und Porzellan, UV-absorbierende Gläser, Lasertechnik, Dauermagnete

→ **Terbiumoxid:** Halbleiter, Leuchtstoff in Bildröhren, Beschichtung von Datenspeichern, Mikromagnete

→ **Scandiumoxid:** Festoxid-Brennstoffzellen, Quecksilberdampflampen für die Beleuchtung großer Stadien, besonders leichte Legierungen, Halbleiter

Eine Investition in Seltene Erden ist letztlich eine Investition in die Zukunft. Obwohl diese Rohstoffe nicht an der Börse gehandelt werden, sind sie wegen ihres vielseitigen Nutzens für die Industrie unverzichtbar. Daher besteht ein erhöhter Bedarf und sie haben immer einen Wert.

Der Preis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage. Für den Erfolg Ihrer Investition in Seltene Erden versorgen wir Sie regelmäßig mit Informationen über alle relevanten technologischen und wissenschaftlichen Neuerungen. So können Sie immer aktuell einschätzen, welche Seltenen Erden am gefragtesten sind.

Fazit

Die Zeit für die Green Group AG Liechtenstein und Ihrem neuen Produkt „Green Tech BC“, um mit der  **FINOMET**[®]-Plattform an die Blockchain zu gehen, hätte nicht günstiger sein können. Gerade in unsteten Zeiten mit hoher Inflation stehen physische Investitionen hoch im Kurs. Die Situation mit Russland hat Europa spüren lassen, wie unangenehm es sein kann, bei kritischen Ressourcen von anderen Ländern abhängig zu sein.

Mit dem Kauf von Technologiemetallen können Sie als Anleger in die Unabhängigkeit Europas und die Zukunft seiner Industrie investieren. Und Rohstoffeinkauf war noch nie so sicher, denn: Blockchain meets commodity. Modernste Technik trifft auf den Handel mit Technologiemetallen und Seltenen Erden.

Steigende Rohstoffpreise sind derzeit mit ein Grund für die hohen Inflationsraten. Daher ist ein Investment in Rohstoffe auch zugleich der beste Schutz vor Geldentwertung.

Andreas Kroll, Finanzmarktanalyst

HABEN WIR IHR INTERESSE GEWECKT?

Wir informieren Sie gern persönlich.
Kontaktieren Sie uns!

Green Group AG
Garnis 31, 9495 Triesen
Fürstentum Liechtenstein
info@green-group.li

RISIKOHINWEISE UND HAFTUNG

1) Die Green Group AG Liechtenstein (mit dem Produkt „Green Tech BC“) und ihre Vermittler bieten dem Kunden keine Beratung im Hinblick auf den An- oder Verkauf von Sachwerten. Jegliche Kaufentscheidung des Kunden hat dieser selbst zu verantworten. Die Green Group AG (mit Green Tech BC) kann und wird dem Kunden keine verbindlichen Auskünfte über Preisentwicklungen, Handelbarkeit, Marktentwicklungen oder ähnliche wirtschaftliche Prognosen über die Sachwerte erteilen.

Die Sachwerte können erheblichen Preisschwankungen (sog. Volatilität) unterliegen, die auf verschiedenen, nicht vorhersehbaren Entwicklungen beruhen können. Es besteht deshalb die Möglichkeit, dass die Sachwerte nur mit einem Verlust wieder veräußert werden können. Die Green Group AG übernimmt keinerlei Gewähr für künftige positive Marktpreisentwicklungen für die Sachwerte und haftet nicht für Verluste des Kunden. Darüber hinaus besteht das Risiko von Währungsverlusten, sofern die Sachwerte in Fremdwährungen gehandelt werden.

Es besteht ferner das Risiko, dass der Handel mit den jeweiligen Sachwerten vollständig zum Erliegen kommt und der Kunde seine Sachwerte nicht veräußern kann. Die Green Group AG übernimmt keinerlei Gewähr, Garantie oder Zusicherung, dass der Kunde seine Sachwerte wieder veräußern kann und wird nicht für dadurch entstehende Verluste haften.

Die Green Group AG handelt mit Sachwerten. Die Green Group AG und ihre Vermittler erbringen diesbezüglich keine Finanzdienst-

leistungen und werden auch nicht als Vermögensberater tätig.

Werden die Sachwerte länger als ein Jahr gehalten, fällt in Deutschland und in Österreich derzeit auf die erzielten Gewinne keine Spekulationssteuer oder Einkommenssteuer bei Verkauf an. Da die Sachwerte in einem Zolllager und Umsatzsteuerlager eingelagert werden, fällt Umsatzsteuer nur dann an, wenn der Kunde die physische Herausgabe der Sachwerte verlangt. Es könnte zu Änderungen im Steuerrecht kommen und diese Änderungen könnten ggf. eine nachteilige Ertragsentwicklung zur Folge haben.

Der Kunde ist zu 100 Prozent Eigentümer der erworbenen Sachwerte und erwirbt physisches Eigentum als Bruchteilseigentum. Die Lagerung der erworbenen Sachwerte erfolgt als Sammelverwahrung. Konkret bedeutet das, dass der Kunde im Fall einer Insolvenz vom Insolvenzverwalter die Herausgabe seiner Sachwerte fordern kann. Es kann aber nicht garantiert werden, dass der Insolvenzverwalter dem Kunden bei der Veräußerung seiner Sachwerte behilflich sein wird oder eine neue Lagerungsoption anbieten kann.

Offenlegung wegen möglicher Interessenkonflikte: Der Autor hat in den folgenden besprochenen Sachwerten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Analyse investiert: Indium, Gallium, Rhenium, Hafnium, Germanium, Neodymoxid, Dysprosiumoxid, Terbiumoxid und Gadoliniumoxid.

Diese Publikation versteht sich als reine Informations- bzw. Produktbroschüre.

