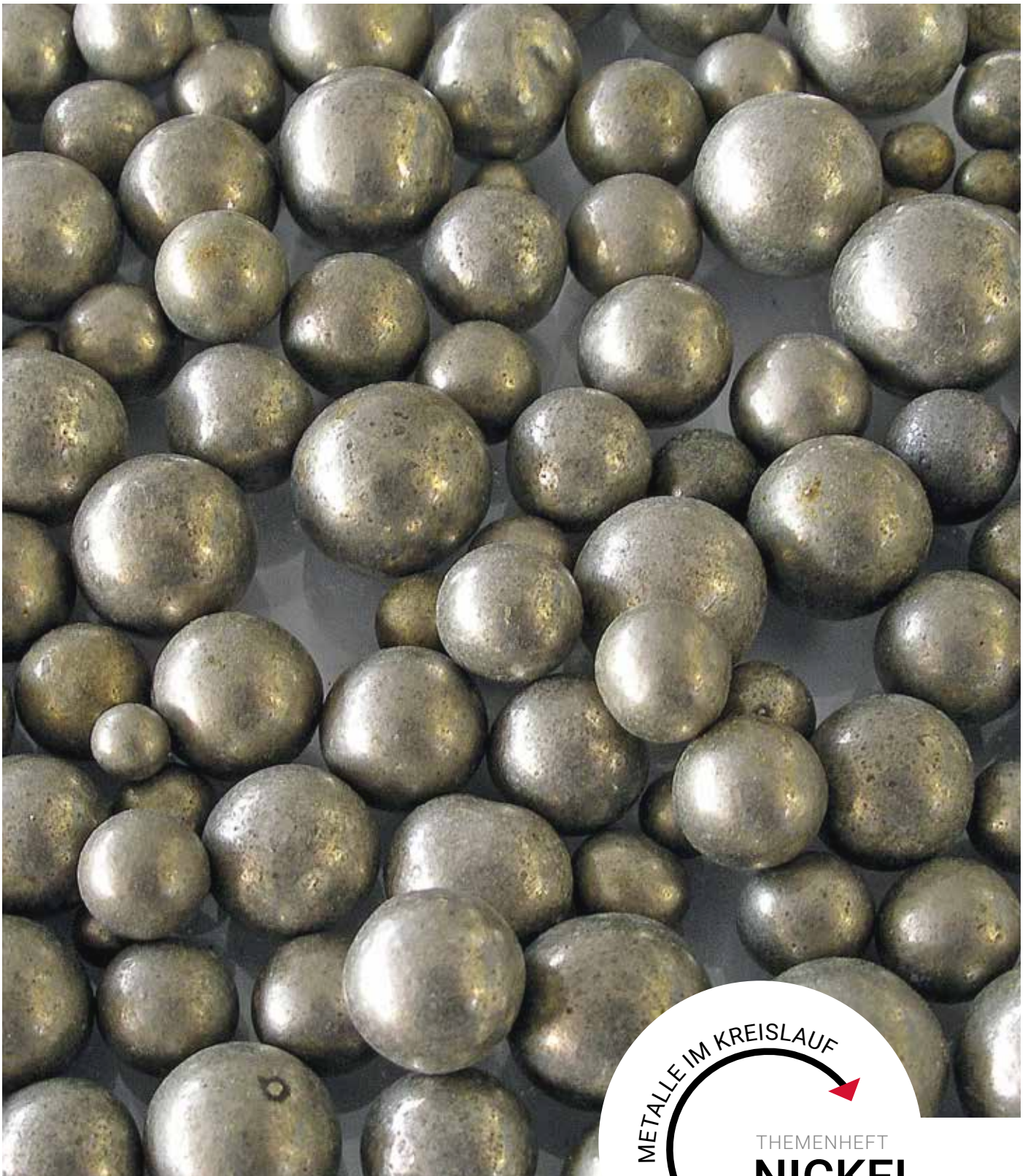


# VDM MAGAZIN

Handel | Recycling | Produktion



METALLE IM KREISLAUF



THEMENHEFT  
**NICKEL**

# INHALT

## THEMENHEFT NICKEL

- 03 Themenheft Nickel – unverzichtbares Metall für unser Leben**  
von Petra Zieringer und Ralf Schmitz, Präsidentin und Hauptgeschäftsführer des VDM
- 04 Vorkommen – Abbauggebiete - Recycling**  
von Dr. Michael Szurlies, Arbeitsbereichsleiter Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- 10 Vom Erz zum Nickelmetall, von Kobolden und Märkten**  
von Ralf Schmitz, Hauptgeschäftsführer VDM und  
Dr. Ing. Gerhard Pariser, ELG GmbH, Vice President ELG Group Strategy
- 14 Nickel macht vieles möglich**  
von Benoit van Hecke, Market Development Manager Europe, Nickelinstitut
- 19 Nickel – nachhaltiger und unverzichtbarer Werkstoff**  
von Dr. Mark Mistry, SENIOR MANAGER, LCA & SUSTAINABILITY, Nickelinstitut
- 23 Nickel und „Edelstahl Rostfrei“: Warum Nickel für den Edelstahl so wichtig ist – und wieso Edelstahl für Nickel?**  
von Dr. Ing. Gerhard Pariser, ELG GmbH, Vice President ELG Group Strategy
- 28 Nickelrecycling ist vielseitig und nachhaltig**  
von Dr. habil. Mike Hausteine, freier Mitarbeiter Nickelhütte Aue
- 34 Legierte Schrotte – unverzichtbare Rohstoffquelle**  
von Frank Wäckerle, Kaufm. Geschäftsbereichsleiter Gießereigeschäft, CRONIMET Ferroleq. GmbH
- 42 Das Nickelnetzwerk**

## IMPRESSUM

VDM Magazin Nr. 708 – November 2022

Herausgeber: Verband Deutscher Metallhändler und Recycler e.V. (VDM), vertreten durch die Präsidentin Petra Zieringer und den Hauptgeschäftsführer Ralf Schmitz. Geschäftsstelle: Wallstraße 58, 10179 Berlin, E-Mail: magazin@vdm.berlin, Website: www.vdm.berlin.

Redaktion: Ralf Schmitz (Leitung), Prof. Dipl. Des. Jutta Zylka (Layout).

Die hier abgedruckten Beiträge sind Meinungsäußerungen der jeweiligen Autoren, sie stimmen nicht immer mit den offiziellen Positionen des VDM überein.

Fotorechte: Titelbild: AdobeStock 1459231 Ni-Pellets; Seite 3: Allgmeinfrei; Seite 4: BGR; Seiten 8/9: BGR; Seite 10: Adobe Stock 413587812 Sebastian; Seite 12: Pariser; Seite 14: AdobeStock 436354825 phaisarnwong2517; Seiten 15 und 18: Pariser; Seite 19: Adobe Stock 16032806 Björn Wylezich; Seite 22: AdobeStock 480046051 Björn Wylezich; Seite 24: AdobeStock 338878446 Fotografos; Seiten 25 und 26: Pariser; Seite 27: AdobeStock 357297701 Martin Barraud / KOTO; Seiten 28 bis 33: Hausteine; Seiten 24 bis 40: Cronimet; Seite 42/43: AdobeStock 448592621 Negro Elkha

# THEMENHEFT NICKEL - LEGIERUNGSMETALL UND ENERGIE TRÄGER

VON PETRA ZIERINGER UND RALF SCHMITZ

„Am 2. November 1751 verlas der schwedische Mineraloge Axel Frederik Cronstedt vor der schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm seinen Bericht über Versuche mit einem Erz aus der Kobaltgrube Los im schwedischen Hälsingland: Dabei war es ihm gelungen, ein bislang unbekanntes Metall zu isolieren, dem er den Namen Nickel gab“, berichtet die Festschrift des Deutschen Bergbau-Museums Bochum anlässlich 250. Geburtstages von Nickel im Jahr 2001.

Seitdem ist Nickel zu einem der wichtigsten Metalle überhaupt geworden. Nickel ist ein bedeutendes Legierungsmetall, das unter anderem zur Stahlveredelung verwendet wird. Man findet es aber auch als Legierungsbestandteil in Münzen oder Schmuck. In jüngster Zeit ist Nickel ein unverzichtbarer Rohstoff für die Elektromobilität geworden, der Einsatz von Nickel in der Batterietechnik wird in den kommenden Jahren weiter deutlich steigen.



In diesem VDM MAGAZIN stellen wir Ihnen den Kreislauf des Nickels vor, von den Vorkommen und Abbauregionen der Erze über die vielfältigen Einsatzgebiete des Metalls bis hin zum Recycling. Wir werfen einen kurzen Blick auf Produktionsverfahren und informieren über die Nachhaltigkeit von Nickel. Wir beschäftigen uns in diesem Heft auch mit Edelstahl, denn ohne Nickel würde es ihn nicht geben. Zudem ist legierter Stahlschrott die wichtigste heimische Rohstoffquelle für Nickel.

Ohne unsere fachkundigen Autoren wäre dieses Heft nicht möglich gewesen. Wir danken deshalb allen, die durch ihr Engagement am Gelingen dieses Magazins beigetragen haben. Unseren Lesern wünschen wir eine interessante Lektüre. Wenn Sie Anregungen oder Fragen haben, schreiben Sie uns an [magazin@vdm.berlin](mailto:magazin@vdm.berlin)



# VORKOMMEN – ABBAUGEBIETE – RECYCLING

VON DR. MICHAEL SZURLIES

## VORKOMMEN

In seiner elementaren Form ist Nickel ein glänzendes, silbrig-weißes Metall. Nickel ist nichtrostend, zäh, verform- und dehnbar sowie magnetisch und elektrisch leitend. Das Metall wird durch eine dünne Oxidschicht passiviert, so dass es gegen Luft und Wasser sehr beständig ist. Aufgrund dieser Merkmale ist Nickel in zahlreichen Industrie-sektoren einsetzbar (Nickelinstitut o. Jg.). Nickel kommt eine große Bedeutung bei der Umsetzung neuer Megatrends, wie der Energie- und Verkehrswende, der Dekarbonisierung der Gesellschaft und der fortschreitenden Urbanisierung zu. Nickel findet in zahlreichen Industriezweigen Verwendung und wird vor allem zur Herstellung von Edelstahl und Nickellegierungen (z. B. Superlegierungen) eingesetzt. Neben diesen traditionellen Verwendungsbereichen wird in den kommenden Jahren, insbesondere mit dem globalen Hochlauf der Elektromobilität, ein deutlicher Anstieg der weltweiten Nickelnachfrage für die Batterieherstellung erwartet.

Zwar ist Nickel das fünfthäufigste Element der Erde, es zählt aber an der Erdoberfläche zu den eher seltenen Metallen. Der durchschnittliche Nickelgehalt in der oberen Erdkruste beträgt 34 ppm. Nickel kommt in der Natur vor allem in Form von Sulfiden, Silikaten, Oxiden und Arseniden vor. Den Mineralen Pentlandit, „Garnierit“ (Bezeichnung für unterschiedliche nickelführende Silikatminerale), Nontronit sowie nickelführendem Goethit kommt die größte wirtschaftliche Bedeutung für die bergbauliche Nickelgewinnung zu.

Wichtige Lagerstätten für die Gewinnung von Nickel sind an mafisch-ultramafische Intrusionen sowie vulkanisch-subvulkanisch entstandene Komatiite gebunden. Es handelt sich um sulfidische Erze, in denen Pentlandit das wichtigste Nickelmineral darstellt. Der Nickelgehalt der Lagerstätten liegt zwischen weniger als 0,5 % und maximal 5 %. Neben Nickel sind vor allem auch Kupfer, Kobalt und die Platin-

gruppenmetalle sowie Gold angereichert. Bedeutende derzeit in Abbau stehende Lagerstätten befinden sich in Kanada, in der Russischen Föderation, in Australien, in China und im südlichen Afrika. In den meisten dieser Lagerstätten stellt Nickel das Hauptwertmetall des Bergbaus dar. Nickel wird aber auch als Nebenprodukt bei der Raffination sulfidischer Erze der Kupfer- und Platingruppenmetalle in Form von Rohnickelsulfat gewonnen. Eine weitere wichtige Anreicherung sulfidischer Nickelerze ist an sedimentär entstandene Schwarzschiefer gebunden. Hier treten als weitere wichtige Wertminerale auch Kupfer, Zink, Kobalt und Uran auf.

Neben den sulfidischen Erzen erfolgt die Nickelgewinnung gegenwärtig aber vor allem aus oxidisch-silikatischen Lateriterzen, die durch die Verwitterung mafisch-ultramafischer Silikatgesteine entstanden sind. Die weltweite Verteilung der subrezent-rezent entstandenen Laterite ist an die tropisch und subtropischen Klimazonen gebunden. Wichtige Nickellateritlagerstätten befinden sich in Mittel- und Südamerika (Kolumbien, Brasilien, Guatemala, Kuba, Dominikanische Republik), in Afrika, in Australien sowie Südostasien (vor allem Philippinen, Indonesien, Neukaledonien, Papua-Neuguinea). Erdgeschichtlich ältere Nickellaterite sind vor allem in Südosteuropa und in der Russischen Föderation zu finden. Die Laterite bestehen aus verschiedenen Schichten, wobei Nickel insbesondere in der limonitischen Schicht (Nickelgehalt von rund 1 %) und der unterlagernden saprolitischen Schicht (Nickelgehalt >1,5%) angereichert ist. In den Limoniten tritt nickelführender Goethit auf, in den Saproliten ist Nickel vor allem an nickelführende Silikatminerale („Garnierit“, Nontronit) gebunden. Neben Nickel stellen, je nach Weiterverarbeitung, Eisen, Kobalt und Scandium weitere wichtige Wertmetalle der Laterite dar.

Von untergeordneter wirtschaftlicher Bedeutung sind gegenwärtig hydrothermale Lagerstätten. Ein weiteres sedimentäres Vorkommen, das gegenwärtig noch keine wirtschaftliche Bedeutung hat, stellen die nickelführenden Manganknollen der Ozeanböden dar.

## ABBAUGEBIETE

Nickel wird ganz überwiegend als Hauptprodukt des industriellen Bergbaus gewonnen. Nur weniger als 5 % der weltweiten jährlichen Nickelförderung erfolgt der-

zeit als Nebenprodukt vor allem der Gewinnung von Platingruppenmetallen und Kupfer, aber auch der Extraktion von Industriemineralen (Szurlies 2021). Während der Abbau der Sulfiderze überwiegend im Tiefbau erfolgt, werden Laterite fast ausschließlich im Tagebau gewonnen.

Die Nickelerze werden zu unterschiedlichen Raffinadeprodukten weiterverarbeitet, vor allem zu Nickelrohseisen (Nickel pig iron, NPI), Ferronickel, Nickelmetall und Nickelsulfat. Zuletzt machte Nickelmetall noch knapp 30 % der globalen Raffinadeproduktion aus (Szurlies 2022).

Die Sulfiderze dienen vor allem der Herstellung von Nickelmetall, aber zunehmend auch der Produktion von Nickelsulfat. Die Lateriterze werden zu unterschiedlichen Raffinadeprodukten weiterverarbeitet. Der limonitische Horizont wird bevorzugt für die hydrometallurgische Gewinnung von Nickelmetall oder Nickelsulfat abgebaut. Der Saprolit dient vor allem für die pyrometallurgische Gewinnung von Ferronickel und NPI.

Nickel wird gegenwärtig in 26 Ländern auf sechs Kontinenten abgebaut. Etwa 70 % der Bergwerksförderung erfolgte zuletzt aus Lateritlagerstätten. Die verbleibenden rund 30 % wurden aus sulfidischen Erzen erbracht. Die globale Förderung lag im Jahr 2020 bei rund 2,4 Mio. t Nickel. Rund 60 % der Bergwerksförderung wurden in Südostasien erbracht. Mit Abstand bedeutendstes Bergbauland war Indonesien, gefolgt von den Philippinen, der Russischen Föderation, Neukaledonien, Australien und Kanada. Die Russische Föderation erbrachte in Europa die größte Fördermenge an Nickel, gefolgt von Finnland und Griechenland.

Indonesien hat sich in den letzten etwa 10 Jahren zum heute wichtigsten Bergbauland für Nickel entwickelt. Mit dem Ziel Nickel in Indonesien weiterzuverarbeiten und damit mehr Wertschöpfung im Land zu halten, hat Indonesien im Januar 2014 ein Exportverbot für Nickelerze erlassen. In den Folgejahren nahmen dort, im Wesentlichen finanziert mit chinesischem Kapital, zahlreiche Nickelhütten sowie zwei Edelstahlwerke den Betrieb auf. Indonesien ist damit innerhalb kürzester Zeit von einem unbedeutenden zum heute führenden Raffinadeproduzenten sowie zum zweitgrößten Verbraucher von Nickel aufgestiegen. Neben Produkten

für die Edelstahlindustrie treibt das Land nun auch den Ausbau der Wertschöpfungskette für die Batterieindustrie voran.

Der industrielle Bergbau und die Weiterverarbeitung von Nickelerzen sind mit Auswirkungen auf die Umwelt verbunden (Vasters et al. 2021). Die Gewinnung von Nickelerzen im Tagebau, insbesondere die Gewinnung von Lateriterzen in subtropisch-tropischen Gebieten, geht mit einer vergleichsweise hohen Flächeninanspruchnahme, Eingriffen in Waldgebiete und damit verbunden auch Auswirkungen auf die Biodiversität einher. Vor allem die pyrometallurgische Weiterverarbeitung der Erze ist mit klimaschädlichen Kohlendioxid-Emissionen verbunden.

### RESERVEN UND RESSOURCEN

Als Reserven gelten die Rohstoffmengen einer Lagerstätte, die mit großer Genauigkeit erkundet sind und die unter den derzeitigen Marktbedingungen mit der gegenwärtig verfügbaren Technologie wirtschaftlich gewonnen werden können. Hinsichtlich dieser Rahmenbedingungen und unter der Voraussetzung, dass in einer entsprechenden Lagerstätte weiter exploriert wird, handelt es sich bei der Reserve also um eine dynamische Größe. Zuletzt lagen die weltweiten Nickelreserven bei mehr als 95 Mio. t (USGS 2022). Indonesien und Australien verfügen über jeweils rund 21 Mio. t, gefolgt von Brasilien mit rund 16 Mio. t. Diese drei Länder halten also zusammen mehr als 60 % der globalen Nickelreserven. Seit der Jahrtausendwende hat sich die Nickelnachfrage deutlich erhöht. Mit dem daraus resultierenden Ausbau der Bergwerksförderung nahmen auch die Nickelreserven zu. In den letzten 20 Jahren haben sich diese mehr als verdoppelt.

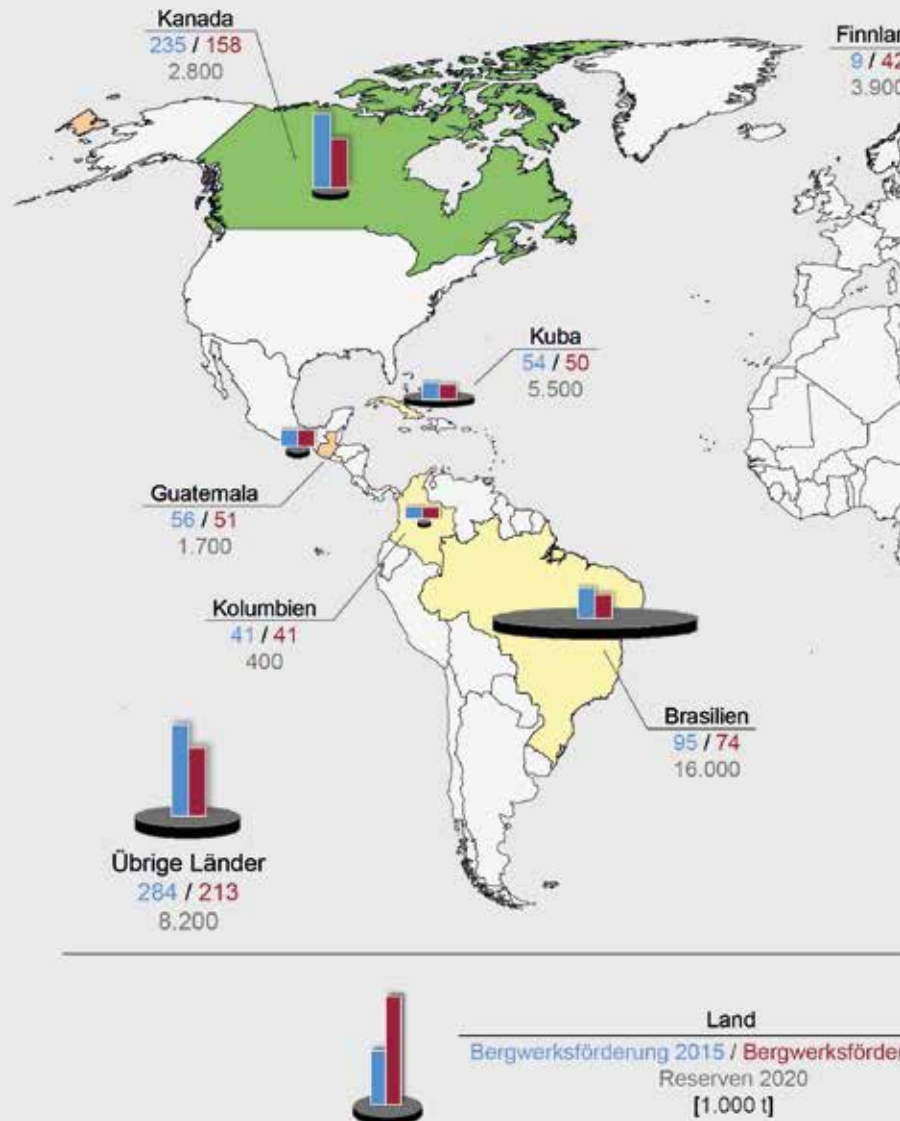
Als Ressourcen gelten die Rohstoffmengen, die bekannt sind, aber gegenwärtig technisch oder unter den herrschenden Marktbedingungen nicht wirtschaftlich gewonnen werden können. Es sind höhere Preise und/oder Technologieverbesserungen notwendig, um die Ressourcen in den Bereich der Bauwürdigkeit zu bringen. Zusätzlich werden oftmals neben den technisch-wirtschaftlich und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Mengen auch nicht nachgewiesene, aber geologisch mögliche, künftig gewinnbare Rohstoffmengen unter dem Begriff Ressourcen gefasst. Laut

USGS (2022) lagen die weltweiten Ressourcen an Nickel bei mehr als 300 Millionen Tonnen.

### RECYCLING

Für die Verfügbarkeit von Nickel leistet das Recycling einen wichtigen Beitrag. Das Angebot an Sekundärnickel kommt vor allem aus Abfällen und Schrotten aus nichtrostendem Stahl und aus Nickellegierungen. In den letzten Jahren entsprach das jährliche Sekundärnickelangebot knapp der Hälfte der weltweiten Raffinadeproduktion aus Primärnickel. Im Jahr 2020 lag das Angebot an Sekundärnickel bei schätzungsweise oberhalb 1 Mio. t. Deutschland war zuletzt der bei weitem größte Exporteur von Edelstahlschrotten (Szurlies 2021, INSG 2021). Nur ein sehr geringer Teil dieses Sekundärangebots wird aber direkt wieder zur Herstellung von Raffinadeprodukten, vor allem Nickelmetall oder Nickelsulfat, eingesetzt. Der weit überwiegende Teil geht direkt in die Produktion nachgelagerter Nickelprodukte, vor allem nichtrostendem Stahl und Nickellegierungen.

Neben den vorgenannten Quellen wird Sekundärnickel u. a. auch aus Leiterplatten und Galvanikschlamm sowie Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen zurückgewonnen. Eine weitere Quelle sind Öpellets aus der Raffination von Rohölen. Auch in Flugaschen von Elektrofiltern der Rauchgasentschwefelung, z. B. in Raffineriekraftwerken, sind Nickelverbindungen, vor allem Nickeloxide und -sulfate angereichert. Des Weiteren werden mit Nickel beladene gebrauchte Katalysatoren vor allem aus der Rohölraffination, aber z. B. auch der chemischen Industrie und der Lebensmittelherstellung recycelt.



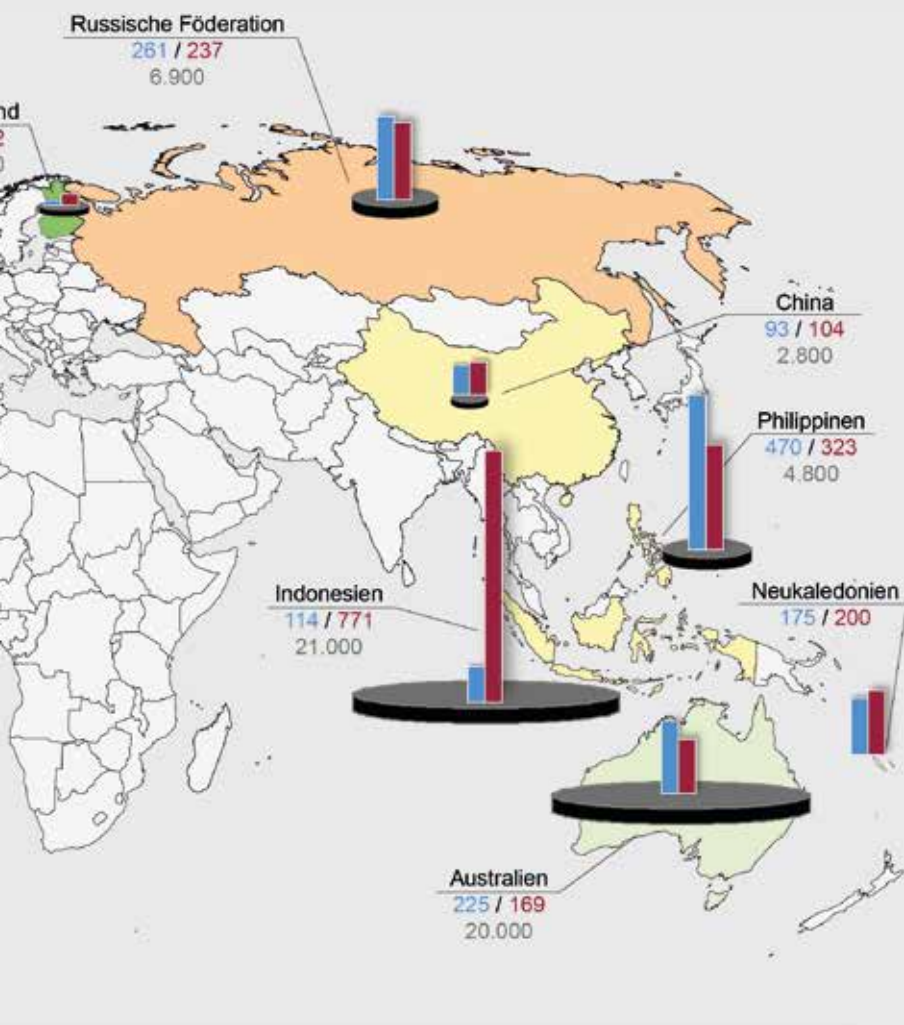
Literatur

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2022): Fachinformationssystem Rohstoffe. – unveröff.; Hannover [Stand: 24.08.2022].  
 INSG – International Nickel Study Group (2021): An Overview of World Stainless Steel Scrap Trade in 2020. – INSG Secretariat Briefing Paper, 36: 12 S.; Lissabon.  
 INSG – International Nickel Study Group (o. Jg.): World Nickel Statistics – Monthly Bulletin. – Monatl. Publ.; Lissabon.  
 Nickelinstitut (o. Jg.): End use of Nickel. – URL: <https://nickelinstitute.org/en/about-nickel-and-its-applications/#04-first-use-nickel> [Stand: 24.08.2022].

Szurlies, M. (2021): Rohstoffrisikobewertung – Nickel. – DE  
[www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produktinformationen-48.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produktinformationen-48.pdf?__blob=publicationFile&v=4) [Stand: 24.08.2022].  
 Szurlies, M. (2022): Der globale Nickelmetallmarkt – zwischen  
 november. – URL: [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Wirtschaft/68\\_nickel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Wirtschaft/68_nickel.pdf?__blob=publicationFile&v=3) [Stand: 24.08.2022].



Die 12 größten Nickelförderländer und Nickelreserven in den Jahren 2015 und 2020 sowie das Länderrisiko dieser Förderländer im Jahr 2020 (Datenquelle: INSG o. Jg.; The World Bank 2021; BGR 2022; USGS 2022).



RA Rohstoffinformationen, 48: 110 S.; Berlin. – URL: [https://produkte/downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen/08.2022](https://produkte/downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen/08.2022).

hen Legierungselement und Batterierohstoff. – 11 S.; Hannoversches Institut für Arbeitsschutz (IfU) – URL: [https://produkte/downloads/Commodity\\_Top\\_News/Rohstoffinformationen/08.2022](https://produkte/downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffinformationen/08.2022).

The World Bank (2021): Worldwide Governance Indicators 2020. – URL: <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators> [Stand: 24.08.2022].

USGS – United States Geological Survey (2022): Mineral Commodity Summaries – Nickel. – URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-nickel.pdf> [Stand: 24.08.2022].

Vasters, J., Franken, G. & Szurliens, M. (2021): Nickel – Informationen zur Nachhaltigkeit. – 18 S.; Hannover. – URL: [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/nickel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/nickel.pdf?__blob=publicationFile&v=3) [Stand: 24.08.2022].

# VOM ERZ ZUM NICKELMETALL - VON KOBOLDEN UND MÄRKTEN

VON RALF SCHMITZ UND DR. ING. GERHARD PARISER



Makroaufnahme eines Stücks Nickelmetall.

Nickel ist ein silberglänzendes, leicht gelbstichiges Metall, das mit 0,0075 % am Aufbau der Erdkruste beteiligt ist und einen Anteil von 8 bis 10 % des Erdkernes ausmachen soll. Der Schmelzpunkt liegt bei 1.453 Grad Celsius, der Siedepunkt bei 2.732 Grad. Nickel gehört zu den ferromagnetischen Metallen und geht erst bei 357 Grad (Curie-Punkt) in den paramagnetischen Zustand über. Reines Nickelmetall ist sehr korrosionsbeständig, denn es bildet eine Schutzschicht gegen den Angriff der Atmosphäre, nicht oxidierenden Säuren und ätzenden Alkalien. Nur von stark oxidierenden Säuren wie Salpetersäure oder schwefliger Säure wird Nickel deutlich angegriffen. Reinnickel ist schiedbar und verformbar. Eine andere bemerkenswerte chemische Eigenschaft ist das katalytische Verhalten von Nickel, das durch seine hohe Aufnahmefähigkeit von Wasserstoff geprägt wird. Nickel legiert sich leicht mit Eisen, Kupfer, Cobalt und einigen anderen hochschmelzenden Metallen.<sup>(1)</sup>

### VOM ERZ ZUM METALL

Es gibt zahlreiche Verfahren um aus Erzen das Metall Nickel zu gewinnen, denn die Nickelmetallurgie ist wegen des ähnlichen Verhaltens der häufigsten Begleitmetalle Eisen, Kupfer und Cobalt vielgestaltig wie aus Bild 1 (Seite 12) ersichtlich wird. Es würde zu weit führen, alle Verfahren an dieser Stelle vorzustellen, weshalb nur exemplarisch auf einige Beispiele hingewiesen werden soll. Welches Verfahren gewählt wird, ist nicht zuletzt von der Art des

Erzes abhängig. Man unterscheidet zwischen sulfidischen und lateritischen Nickelerzen.

Sulfiderze, die meist unter Tage abgebaut werden, können durch Flotation und Magnetscheidung in Nickel- (Ni), Kupfer- (Cu) und Eisen- (Fe) Konzentrate getrennt werden. Die nickelreichen Konzentrate gehen an eine Nickelhütte. Dort beginnt der Prozess mit dem Rösten des Konzentrats, gefolgt von der Erschmelzung zu Nickel-(Kupfer-) Rohstein (auch Matte genannt). Nickelgehalte liegen hier bei 40-60%. Der Rohstein wird danach in einem Konverterprozess zu Nickel-Feinstein verblasen (1,2,4) Es folgen weitere metallurgische Prozesse an deren Ende beispielsweise Nickeloxid mit bis zu 75 Prozent Nickel-Gehalt oder Reinnickel mit 99,98 Prozent Nickel stehen.

Lateritische Erze, die überwiegend im Tagebau gefördert werden und schwieriger aufzubereiten sind, ergeben relativ nickelarme Konzentrate. Ihre feuer- oder nassmetallurgische Verhüttung richtet sich nach dem genauen Erztyp<sup>(1)</sup>. Lateritische Nickelerze können bei der pyrometallurgischen Verarbeitung zunächst durch Zusatz von Koks und Gips in Niederschachtofen reduziert werden. Dabei entsteht Rohstein mit 27 Prozent Nickelgehalt, der anschließend zunächst in Konvertern zu Nickelfeinstein mit 78 Prozent Nickelgehalt und sodann durch Elektrolyse zu Reinnickel verarbeitet werden kann<sup>(2)</sup>. Der mengenmäßig größte Teil der lateritischen Erze wird in sogenannten „Rotary Kiln Electric Furnace“ (RKEF) Prozessen zu Nickelroheisen (Nickel Pig Iron, NPI) oder Ferronickel verhüttet.

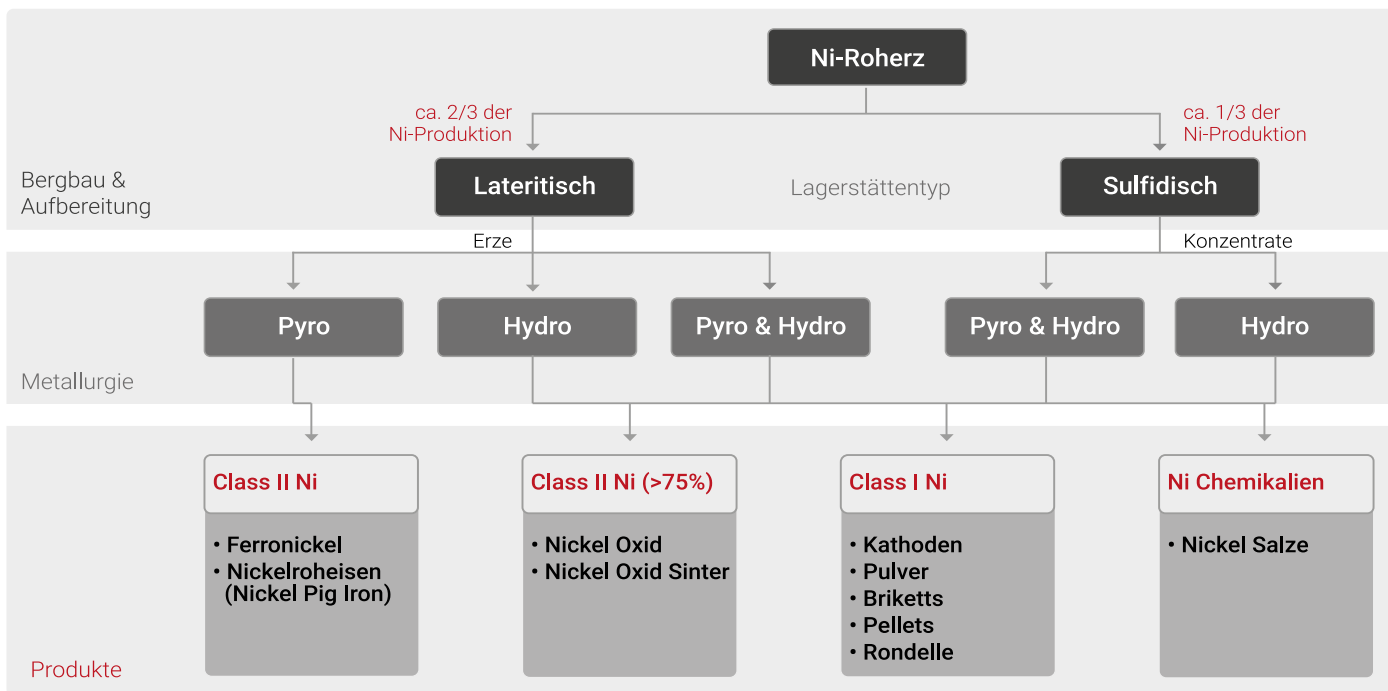


Bild 1: Vom Erz zum Metall: vereinfachte Darstellung der Hauptgewinnungsrouten und Produkte, nach (4) und eigene Darstellung

In diesem Prozess wird das Roherz nach einer Trocknung im Drehrohrföfen (Rotary Kiln) im Elektroföfen (Electric Furnace) reduzierend geschmolzen. Das Nickelroheisen, welches vorrangig seinen Einsatz in den Edelstahlwerken Chinesischer Produzenten findet, hat Nickelgehalte von bis zu 15%. Prozessbedingt liegt jedoch noch ein erhöhtes Maß an (unerwünschten) Begleitelementen vor. Bei der Ferronickel Produktion werden diese in einem Nachbehandlungsschritt entfernt bzw. ihr Anteil abgesenkt. Ferronickel hat Nickelgehalte von ca. 20-40%<sup>(4)</sup>.

Neben den oben kurz umrissenen pyrometallurgischen Verfahren kommen unter anderem auch hydrometallurgische Verfahren zur Nickelgewinnung zum Einsatz.<sup>(1)</sup> Unter hydrometallurgischen Verfahren (auch Nassmetallurgisches Verfahren genannt) versteht man die Gesamtheit der Verfahren, die unter – im Vergleich zur Pyrometallurgie – geringen Temperaturen die stoffspezifische Löslichkeit und unterschiedliche Benetzbarkeit der Elemente und deren Verbindungen ausnutzen.<sup>(3)</sup> Einer der wesentlichen

hydrometallurgischen Verfahrensrouten ist ein Laugungsprozess, der unter hohen Drücken (> 40 bar) und bei gehobenen Temperaturen (>200°C) abläuft, im englischen Sprachgebrauch als „high pressure acid leach“ (HPAL) bekannt<sup>(4)</sup>. Je nach Verfahren und Erztyp wird hier ein Zwischenprodukt gewonnen, aus dem neben Nickel häufig auch Kobalt gewonnen werden kann.

### EIN BLICK AUF DEN HANDEL

Im internationalen Handel sind zahlreiche Nickelqualitäten gebräuchlich. Unterschieden wird zwischen Hüttennickel („refined nickel“, Class I), dem sogenannten Charge Nickel (Class II) und Nickel-Chemikalien. Hüttennickel, oder Class I Nickel sind Produkte mit 99,0 bis 99,9 % Nickel, das nach dem Carbonyl-, Elektrolyt-, Reduktions- oder Ausfäll-Verfahren gewonnen wurde. In die zweite Kategorie fallen Ferronickel mit 20 bis 60 % Nickel, aber auch Nickeloxid und Nickeloxidsinter. Die gebräuchlichste Handelsform für Elektrolytnickel (mind. 99,8 % Nickel) sind zerschnittene

Kathoden. Daneben kommt Carbonyl-Nickel (mind. 99,5 % Nickel) als Pulver in den Handel oder auch als Kugeln, in Fachkreisen „Pellets“ genannt. <sup>(1)</sup> Zu den Nickel-Chemikalien gehört unter anderem das Nickelfulfat, ein Rohstoff für das Kathodenmaterial von Lithium-Ionen-Batterien.

Seit April 1979 wird Nickel an der Londoner Metallbörse (LME) gehandelt<sup>1</sup>. Die LME Bedingungen sehen vor, dass es sich um Primärnickel handeln muss, welches von der LME vorgegebenen Normen und Formaten entspricht, beispielsweise Kathoden (auch geschnitten), Pellets, Briketts oder Rondelle

Die Preise für Nickel orientieren sich an den Notierungen der LME.<sup>1</sup> Einerseits ist dies von Vorteil für die Marktteilnehmer, denn sie können sich durch so genanntes Hedging gegen Preisverluste auf dem Markt absichern. Auf der anderen Seite spiegeln die LME-Notierungen schon lange nicht mehr das fundamentale Verhältnis von Angebot und Nachfrage wider. Zwar spielen fundamentale Daten wie Streiks in Minen, erhöhte Nachfrage aufgrund neuer Einsatzgebiete wie zum Beispiel der Elektromobilität oder Produktionsstörungen immer noch eine Rolle, sie sind für die Preisbildung aber nicht mehr der alleinige Faktor. Wie alle Warenterminbörsen ist die LME längst in den Einfluss der internationalen Finanzmärkte und deren Spekulanten geraten. Entscheidungen der US-Notenbank können die Preise ebenso beeinflussen, wie Wahlergebnisse in wichtigen Industrieländern oder die Entwicklung der Energiemärkte.

Ein außergewöhnliches Beispiel für die Beeinflussung des Nickelpreises konnte man 2022 beobachten. Am 3. Januar 2022 lag der Nickelpreis an der LME bei 20.610 Dollar. In den Monaten vor März 2022 begann ein chinesischer Nickelhändler eine große Short-Position in Nickel einzugehen, um sich gegen fallende Preise abzusichern. Aufgrund eines Anstiegs der Nickelpreise Anfang März war er gezwungen, Nickelkontrakte an der LME zu kaufen, wodurch ein so genannter „Short Squeeze“ entstand. Der Nickelpreis an der Börse stieg rasant an und erreichte kurzfristig über 100.000 Dollar pro Tonne, bevor die LME den Handel an der Börse für eine bestimmte Zeit aussetzte und mit

(höchst umstrittenen) preisregulierenden Maßnahmen eingriff. Bei Redaktionsschluss dieses Beitrages (12. September 2022) notierte Nickel mit 23.315 Dollar. Natürlich sind derartige Preiskapriolen nicht die Regel, aber sie können vorkommen. Professionelle Metallhändler kennen die Gefahren und können in der Regel gut damit umgehen.

<sup>1)</sup> Seit 2015 existiert auch ein Nickel Handel an der für den chinesischen Markt zugeschnittenen Shanghai Futures Exchange

## WAR ES DER KOBOLD?

Mit einer guten Portion Humor könnte man annehmen, dass ein Kobold sein Unwesen getrieben und den Nickelmarkt kurzfristig durcheinandergewirbelt hat. Um diese Anspielung zu verstehen, muss man wissen, woher das Metall Nickel seinen Namen hat. Der Begriff Nickel bezeichnete ursprünglich einen Kobold, also jemanden der andere ärgert und foppt. Bergleute fanden das Metall Nickel ursprünglich auch in Kupfernichel. Kupfernichel ist ein Metall, das kein Kupfer enthält, aber durch seine Schwere und rötliche Farbe Kupfergehalt vortäuscht und dadurch früher den Bergmann wie ein Nickel (Kobold) foppte. Die Legende sagt, dass die Bergleute das Kupfernichel als ein vom Nickel verhextes Kupfererz ansahen und es deshalb nach ihm benannten. Der Nickel sei ein „neckendes Geistchen, ähnlich wie der Kobold“, heißt es unter anderem in Grimms Wörterbuch von 1885. Bereits 1710 war in der Literatur zu lesen, dass mancher Kobold ein Kupfer-Nickelisch sei...

## Literatur

- (1) Taschenbuch des Metallhandels, 12. Auflage 2015
- (2) Siegfried Müller in 250 Jahre Nickel, 1. Auflage 2001
- (3) Wikipedia Stichwort „Hydrometallurgie“
- (4) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): „Nickel, Informationen zur Nachhaltigkeit“, Hannover 2021 (s.a.: [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/nickel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/nickel.pdf?__blob=publicationFile))

# NICKEL MACHT VIELES MÖGLICH

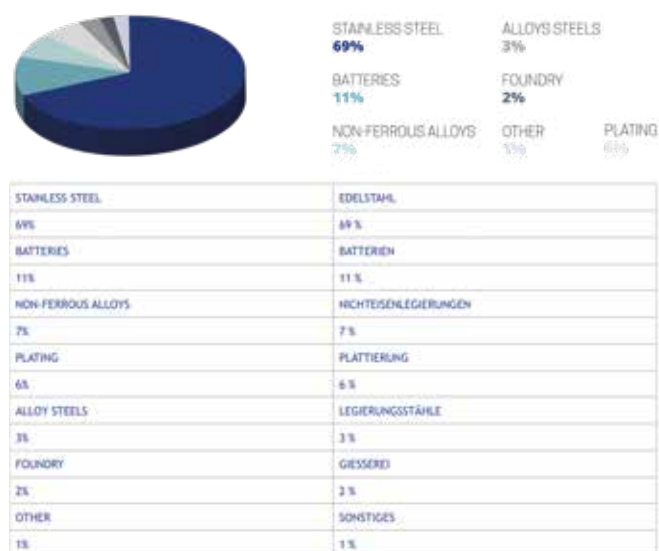
VON BENOIT VAN HECKE



Nickel ist oft so etwas wie ein „stiller Partner“. Nickel wird selten allein verwendet. In Kombination mit anderen Metallen sorgt es aber dafür, dass Produkte besser funktionieren. Zu den einzigartigen Merkmalen zählen die Fähigkeit, extremen Temperaturen zu widerstehen, ein hoher Schmelzpunkt, Schweißfähigkeit, Widerstandsfähigkeit gegenüber Korrosion und Oxidation sowie seine Leitfähigkeit. Außerdem besitzt es magnetische und katalytische Eigenschaften. Weil Nickel leicht legiert werden kann, ist es ein äußerst vielseitiges Metall mit einem riesigen Anwendungsspektrum. Und während die Welt mit den Folgen des Klimawandels zu kämpfen hat, spielt Nickel eine immer wichtigere Rolle bei den verschiedensten Technologien, die zur Bekämpfung der Erderwärmung notwendig sind.

### ERSTANWENDUNG VON NICKEL

Die „Erstanwendung“ von Nickel wird definiert als die Umwandlung von Nickel in Zwischenprodukte, die die Grundlage für nickelhaltige Endanwendungsprodukte bilden. Diese sind in der nachstehenden Grafik dargestellt. In fast allen Fällen werden diese Erstanwendungsprodukte weiterverarbeitet, bevor sie einsatzbereit sind.



Erstanwendung von Nickel

### NICKEL IN EDELSTÄHLEN

Mehr als zwei Drittel der weltweiten Nickelproduktion dienen der Herstellung von Edelstahl. Edelstahl wird seit mehr als 100 Jahren verwendet. Er umfasst einen breiten Bereich an Eisenlegierungen, die im Gegensatz zu herkömmlichem Stahl korrosionsbeständig sind und nicht rosten, wenn sie

nur mit Wasser in Kontakt kommen. Das Legierungselement, das Stahl zu „Stainless Steel“ (Edelstahl, wörtlich fleckenloser Stahl) macht, ist Chrom. Edelstahl wird aber erst durch die Zugabe von Nickel zu einer überaus nützlichen Legierung. Als Legierungselement verbessert Nickel die wichtigen Eigenschaften von Edelstahl wie Formbarkeit, Schweiß- und Leitfähigkeit und erhöht in bestimmten Anwendungen gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit.

Neben ihrer inhärenten Korrosionsbeständigkeit sind nickelhaltige Edelstähle auch leicht zu formen und schweißen. Sie bleiben bei sehr niedrigen Temperaturen leitfähig, können aber auch in Hochtemperatur-Anwendungen eingesetzt werden. Darüber hinaus sind sie im Gegensatz zu herkömmlichem Stahl und Edelstahl ohne Nickelanteil nicht magnetisch. Das bedeutet, dass sie zu einer außerordentlich breit gefächerten Produktpalette verarbeitet werden können, deren Einsatzspektrum von der chemischen Industrie bis zum Gesundheitssektor und zu Haushaltsanwendungen reicht. Nickel ist so wichtig, dass nickelhaltige Güter heute 75 % der Edelstahlproduktion ausmachen. Die bekanntesten davon sind Typ 304/1.4301 mit einem Nickelanteil von 8 % und Typ 316/1.4401 mit einem 10-prozentigen Nickelgehalt

## EDELSTAHLANWENDUNG

Die gebräuchlichen nickelhaltigen austenitischen Legierungen zeichnen sich in den verschiedensten Anwendungsbereichen durch ihre stets zuverlässige Leistung aus – sie sind richtige Allrounder. Sie sind leicht erhältlich, ihre Eigenschaften und Anwendungen sind bestens bekannt, und sie sind einfach zu verwenden. Austenitische Edelstähle weisen auch eine hervorragende Haltbarkeit auf und werden nach Ablauf ihrer Nutzlebensdauer umfassend wiederverwertet. Sie stellen oft die praktischste und mit dem geringsten Risiko verbundene Materialoption dar. Das bedeutet, dass diese Güter in vielen verschiedenen Anwendungsbereichen zu finden sind:

- in Materialien mit Lebensmittelkontakt sowie im Ge-

sundheitssektor, weil sie leicht zu reinigen und desinfizieren sind, was die Einhaltung von Hygieneanforderungen vereinfacht

- in Technologien im Bereich der erneuerbaren Energien, darunter Wind, Solarstrom (CSP), Geothermik und Gezeitenkraftwerke
- in der Industrie, für Prozessanlagen und Maschinen, Öl und Gas, Stromerzeugung, Verschmutzungskontrolle, chemische und pharmazeutische Produktion
- im Transportwesen, in Autos und Eisenbahnen, in der Luft- und Raumfahrt und im Versand
- in der Architektur, für Verkleidungen, Straßenmöbel, Statikanwendungen und Betonbewehrungen
- im Wasser, bei der Abwasseraufbereitung, Wasserverteilung, Installation und Entsalzung

## NICKEL IN AUFLADBAREN BATTERIEN

Nickel wird schon seit langer Zeit in aufladbaren Batterien (Akkus) eingesetzt, insbesondere in Nickel-Cadmium(NiCd)- und in den länger haltenden Nickel-Metallhydrid(NiMH)-Akkus, die in den 1980er Jahren ins Blickfeld rückten. Ihr Einsatz in Elektrowerkzeugen und den frühen Digitalkameras zeigte, welches Potenzial mit tragbaren Geräten verbunden ist, und er veränderte die Erwartungen bezüglich unserer Arbeits- und Lebensweise. Mitte der 1990er Jahre wurden NiMH-Akkus erstmals umfassend als Auto-Akkus in Toyota Prius-Modellen eingesetzt. Ungefähr gleichzeitig kam es zu den ersten kommerziellen Anwendungen für Li-Ionen-Akkus, und zwar zunächst in Camcordern. Später fanden sie ihren Weg in Smartphones, Laptops und die unzähligen anderen tragbaren Geräte, die für uns heute eine Selbstverständlichkeit sind.

Der Hauptvorteil der Verwendung von Nickel in Akkus besteht darin, dass das Material eine höhere Energiedichte und mehr Speicherkapazität zu niedrigeren Kosten ermöglicht. Daher spielt es bei der Energieumwandlung eine besonders wichtige Rolle. Weitere technologische Fort-



Schritte bei nickelhaltigen Akkus bedeuten, dass Nickel in Energiespeichersystemen immer wichtiger wird und mithelfen kann, die Kosten jeder Batteriespeicher-kWh konkurrenzfähiger zu machen. Nickel macht es möglich, fossile Brennstoffe durch die Energieerzeugung aus nicht permanent vorhandenen erneuerbaren Energiequellen wie Wind- und Solarenergie zu ersetzen.

### AUFLADBARE BATTERIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

Weil das Transportwesen fast ein Viertel der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen ausmacht, geraten umweltfreundlichere Technologien und Elektrofahrzeuge immer stärker in den Fokus. Bei der Akkutechnologie gibt es ständige Fortschritte, und nickelhaltige Li-Ionen-Akkus erleichtern die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen. Zwei der am häufigsten eingesetzten Akkutypen, Nickel-Cobalt-Aluminium (NCA) sowie Nickel-Mangan-Cobalt (NMC), nutzen 80 bzw. 33 % Nickel. Neuere NMC-Zusammensetzungen nähern sich einem Nickelgehalt von 80 % an. In den meisten Li-Ionen-Akkus wird jetzt Nickel eingesetzt.

Li-Ionen-Akkus wurden wegen ihrer überlegenen Leistungsdichte, die für den Antrieb von Fahrzeugen über lange Strecken von kritischer Bedeutung ist und die immer wieder anzutreffende „Reichweiten-Angst“ abbauen kann, in die nächste Generation von E-Autos integriert. Obgleich Elektroautos (Electric Vehicles oder EVs) derzeit nur einen relativ geringen Anteil an der weltweiten Automobilproduktion ausmachen, nimmt ihr Marktanteil ständig zu. Für die kommenden Jahre wird ein rapides Wachstum prognostiziert.

### AUFLADBARE BATTERIEN FÜR SPEICHERSYSTEME

Neue nickelhaltige Akkutechnologien spielen auch eine wichtige Rolle bei Energiespeichersystemen in Verbindung mit erneuerbaren Energiequellen. Wind- und Photovoltaikanlagen erzeugen Strom, wenn der Wind weht oder die Sonne scheint. Moderne Akkutechnologien sorgen dann dafür, dass dieser Strom gespeichert wird, um zur Verfügung zu stehen, wenn er gebraucht wird.

Die Entwicklung hin zu Energiespeichersystemen ist in erster Linie auf den signifikanten Anstieg der Nachfrage nach erneuerbaren Energiequellen zurückzuführen, in erster Linie nach Wind- und Solarenergie. In den USA machten Wind- und Sonnenenergie in den vergangenen drei Jahren mehr als die Hälfte der neuen Erzeugungskapazitäten aus. In Asien und Europa werden ebenfalls Milliarden in erneuerbare Energien investiert. Das Problem ist, dass der Wind nicht ständig weht und auch die Sonne nicht auf Verlangen scheint. Deshalb muss Energie in Akkus gespeichert und bei Bedarf freigesetzt werden. Dadurch wird unsere komplexe und weit verteilte Elektrizitätsinfrastruktur stabilisiert.

Dank Economies of Scale dominiert die Li-Ion-Technologie. Das liegt an der langjährigen Verwendung von Li-Ion-Technologie auf dem Verbraucherelektronikmarkt und den enormen Investitionen der letzten Jahre in die Li-Ion-Herstellung, insbesondere für die EV-Industrie. Globale Zulieferer von Li-Ion-Akku-Kathodenmaterial erhöhen die Produktionskapazitäten von Nickel-Mangan-Cobalt (NMC), in der Regel mit einem typischen Anteil von 33 % jedes dieser drei Elemente.

### NICKELLEGIERUNGEN

Ein entscheidender Vorteil von Nickel liegt in seiner Legierungsfreundlichkeit, die u. a. ein problemloses Legieren mit Chrom, Eisen, Molybdän und Kupfer ermöglicht. Daraus geht eine Vielzahl verschiedener Legierungen hervor, die eine hervorragende Korrosionsbeständigkeit und Hochtemperatur-Skalierungseigenschaften, eine außerordentliche Hochtemperaturfestigkeit und andere einzigartige Eigenschaften bieten, wie z. B. ein Formgedächtnis und einen niedrigen Dehnungskoeffizienten.

### NICKELBESCHICHTUNG

Die Nickelbeschichtung bietet eine einzigartige Kombination von Korrosions- und Verschleißbeständigkeit. Nickel kann für ein glanzvolles, attraktives Äußeres sorgen. Außerdem bietet Nickel hervorragende Hafteigenschaften

für nachfolgende Beschichtungen, weshalb es oft als „Unterschicht“ für andere Beschichtungen wie Chrom verwendet wird. Nickel kann auf andere Metalle und sogar auf Kunststoffe plattiert werden. Nickelbeschichtungsanwendungen sind in Münzen, in Automobilteilen, in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Elektronik zu finden.

## ENDANWENDUNG VON NICKEL

Die bereits beschriebene Aufstellung zur „Erstanwendung von Nickel“ umfasst die Produktkategorien, in die Nickel zuerst umgewandelt wird. Bei allen diesen Kategorien kann Nickel weiter nach seiner Endanwendung aufgeschlüsselt werden. Dank seiner hervorragenden physikalischen und mechanischen Eigenschaften wird Nickel in einer Vielzahl verschiedener Endanwendungssektoren eingesetzt, wie aus der folgenden Grafik ersichtlich ist.



ENGINEERING	KONSTRUKTION
33%	33 %
METAL GOODS	METALLGÜTER
23%	23 %
TRANSPORT	TRANSPORT
16%	16 %
BUILDING&CONSTRUCTION	BAU
14%	14 %
ELECTRONICS	ELEKTRONIK
9%	9 %
OTHERS	SONSTIGES
5%	5 %

Endanwendung von Nickel

Und das Beste? Nach dem Ende seiner Nutzungsdauer kann Nickel ohne Verlust seiner Eigenschaften wiederverwertet werden. Der Großteil des Endanwendungsnickels wird beim Recycling für die Herstellung von neuem Edelstahl eingesetzt. Mit der Entwicklung von Akku-Recycling-Anlagen wird Nickel zunehmend wiedergewonnen und wiederverwendet und trägt damit zu einer Kreislaufwirtschaft bei.

# NICKEL

## NACHHALTIGER UND UNVERZICHTBARER WERKSTOFF

VON DR. MARK MISTRY



Nickel

### URSPRUNG UND ENTWICKLUNG DER NACHHALTIGKEIT

Das Thema "Nachhaltigkeit" ist historisch gesehen eng mit Bergbau verbunden. Im Mittelalter bestand mit zunehmenden Bergbau ein wachsender Holzbedarf; sowohl für den Ausbau von Bergwerken als auch für die Herstellung von Holzkohle, die zur Verhüttung von Erzen eingesetzt wurde. Man erkannte bald, dass nur so viel Holz eingeschlagen werden darf wie durch Aufforstung nachwachsen kann. Dieses Prinzip der Nachhaltigkeit ist in der Holzwirtschaft seit Jahrhunderten verankert.

Das Konzept einer Nachhaltigen Entwicklung wurde erstmals im Jahre 1987 durch die Brundtland-Kommission

der Vereinten Nationen definiert. Zum einen wird auf eine dauerhafte Entwicklung verwiesen, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können. Zum anderen wird herausgestellt, dass es sich um bei der dauerhaften Entwicklung ein Wandlungsprozess handelt, „in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonieren und das derzeitige und künftige Potential vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“<sup>1</sup>

Mit der Agenda 2030 und den 17 Zielen für eine Nachhaltige Entwicklung haben die Vereinten Nationen im Jahr 2016 „einen globalen Plan zur Förderung nachhaltigen Friedens und

Wohlstands und zum Schutz unseres Planeten“ definiert.<sup>2</sup> Das Thema Nachhaltigkeit ist nunmehr in der Mitte unserer Gesellschaft angekommen. Entscheidungsträger in der Politik, Industrie und Gesellschaft kommen nicht umhin, das Thema Nachhaltigkeit bei Entscheidungen mit einzubeziehen.

Mittlerweile sind auch die Begriffe „Nachhaltigkeit“ und „Nachhaltige Entwicklung“ in unserem täglichen Sprachgebrauch verankert. Während „Nachhaltigkeit“ das langfristige erklärte Ziel ist, beschreibt „Nachhaltige Entwicklung“ mögliche Wege, um Nachhaltigkeit zu erreichen.

### NACHHALTIGKEIT UND „ESG“ - RISIKEN BEI DER GEWINNUNG VON METALLEN

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich die Betrachtungen zum Thema Bergbau auf Metalle und Nachhaltigkeit weiter entwickelt - und verändert. Während der Fokus in der Vergangenheit auf Umweltauswirkungen lag, sind die Diskussionen in der Zwischenzeit auf andere Dimensionen ausgedehnt worden. Es ist eine Vielzahl unterschiedlichster Themen, die mittlerweile in der Debatte abgedeckt werden: Mitarbeiter und deren Belange werden ebenso mit in die Betrachtungen eingeschlossen wie auch Anwohner in umliegenden Gemeinden und deren Bedürfnisse. Auch werden Themen wie Unternehmensführung und Interaktion mit Behörden und Regierungen mit einbezogen. Die große Themenvielfalt wird in die Bereiche Umwelt („Environment“), Soziales („Social“) und Unternehmensführung („Governance“) unterteilt. Unternehmen mit Aktivitäten im Bergbau und der Metallurgie müssen sich mit diesen „ESG“ – Risiken auseinandersetzen.

### ZIELGRUPPEN UND DEREN INTERESSEN

Es ist eine Vielfalt unterschiedlichster Zielgruppen, die ein Interesse an ESG-Risiken in der Rohstoffgewinnung haben. Zum einen gibt es rechtliche Bestimmungen; zum anderen Vorgaben diverser Industrie-Initiativen; aber auch Handelsplattformen für Metalle beschäftigen sich intensiv mit dem Thema. Verstärkt treten auch Kunden von Rohstoffherstellern auf, die nach einem Nachweis verlangen – unabhängig von den oben genannten Themen.

Im Wesentlichen ist es das primäre Interesse aller Zielgruppen, dass die mit der Rohstoffgewinnung verbundenen ESG - Risiken identifiziert und adressiert werden. Es sind nationale, regionale oder globale rechtliche Vorgaben,

die umgesetzt werden müssen um weiterhin den Zugang zu Märkten aufrecht zu erhalten. Auf der anderen Seite sind es Anforderungen von Wertschöpfungsketten und Unternehmen, die über den rechtlichen Rahmen hinausgehen. Ziel ist es hierbei, selbst definierte Ziele im Bereich der Nachhaltigkeit umzusetzen. Nicht zu vergessen ist das Risiko, dass die Reputation von Unternehmen oder von Handelsplattformen durch ESG-Risiken in der Lieferkette Schaden nehmen könnte.

### ESG-RISIKEN BEI DER GEWINNUNG VON NICKEL

Die meisten Aspekte, die in der ESG-Diskussion angesprochen werden, stehen im Bezug zu dem Rohstoff und den Gewinnungsprozessen; die jeweilige Region, in der die Rohstoffgewinnung stattfindet; die lokalen Gegebenheiten der Standorte oder aber unternehmensspezifische Aspekte.

Bei der Herstellung von Nickel sind jedoch nur bedingt ESG-relevante Muster zu erkennen, d.h. Themen, die beispielsweise für Nickelhersteller global von gleicher Bedeutung sind. Ein Beispiel: während in ariden Klimazonen wie Australien und Südafrika Wasser ein wichtiges Thema ist, ist in anderen Regionen mit bedeutender Nickelproduktion wie Kanada, Indonesien oder den Philippinen der Aspekt Wasser von geringer Relevanz. Auch sind die Herstellungsprozesse von Nickel nur bedingt wasserintensiv. Die ESG-Risiken, die bei der Gewinnung und Herstellung von Nickel von Zielgruppen verstärkt thematisiert werden, sind die Themen

- Treibhausgasemissionen
- Biodiversität
- Management von Aufbereitungsabgängen.

Diese Punkte sind für alle derzeitigen Hersteller von Nickel von zentraler Bedeutung – und werden mit zunehmender Produktion von Nickel im südostasiatischen Raum, die dort angetroffenen lokalen und regionalen Bedingungen als auch die anvisierten Produktionsprozesse weiter in den Fokus der Diskussionen rücken.

### AKTIVITÄTEN DER NICKELINDUSTRIE

Um den Zugang von Nickel zu den Märkten weiterhin gewährleisten zu können, hat das Nickel Institute als globaler Verband der führenden Nickelhersteller umfassende

Aktivitäten initiiert.

Gemeinsam mit den Verbänden der Blei-, Zink- und Kupferindustrie und in Kooperation mit dem „Copper Mark“ und der Responsible Minerals Initiative („RMI“) wurde ein Standard erstellt. Hersteller der oben genannten Metalle können diesen Standard anwenden, um darzustellen, dass die Vorgaben der Londoner Metallbörse (LME) zum Thema Sorgfaltspflicht („Due Diligence“) umgesetzt wurden. Der sogenannte „Joint Due Diligence Standard for Copper, Lead, Nickel and Zinc“ wurde im Januar 2022 veröffentlicht. Die Anwendung des Standards gewährleistet, dass Metalle von gelisteten Unternehmen weiterhin an der Londoner Metallbörse über 2024 hinaus gehandelt werden können. Dieser Standard deckt im wesentlichen die von der OECD definierten Sorgfaltspflichten ab („*OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas*“)<sup>3</sup>

Um rechtlichen Anforderungen nachzukommen, arbeitet das Nickel Institute derzeit mit den globalen Verbänden der Zink- und Molybdänindustrie (IZA und IMoA) sowie dem Copper Mark zusammen. Bis Anfang 2023 soll ein nickelspezifischer Standard erstellt werden, der über die oben genannten Sorgfaltspflichten hinausgeht und alle ESG-Risiken abdeckt. Hersteller von Nickel sollen diesen Standard verwenden können, um Compliance mit den rechtlichen Anforderungen (bspw. der neuen EU-Batterieverordnung) oder den Anforderungen von Initiativen in Wertschöpfungsketten wie „ResponsibleSteel“ darstellen zu können.

Aufgrund der zentralen Bedeutung des Themas „Treibhausgasemissionen“ hat das Nickel Institute des Weiteren einen Leitfaden publiziert. Dieser erlaubt die Berechnung der Energieaufwendungen bei der Herstellung von Nickel und den damit verbundenen klimarelevanten Gase.<sup>4</sup> Darüber hinaus begleitet das Nickel Institute seit mehr als 20 Jahren die regelmäßige Sammlung der Daten durch seine Mitgliedsunternehmen. Die Daten erlauben es, die Bemühungen und Erfolge der Industrie bei der Einsparung von Energie und der Reduzierung der Emissionen zu visualisieren.

## NACHHALTIGKEIT IN DER NUTZUNG UND AM ENDE DER NUTZUNGSPHASE

Eine vollständige Untersuchung eines Werkstoffes bezüglich seiner Nachhaltigkeit bedarf eine ganzheitliche Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus, inklusive der

Nutzungsphase und des Recyclings oder der Entsorgung. Betrachtungen, die lediglich auf die Herstellung fokussieren, greifen zu kurz und führen oftmals zu falschen Schlüssen. Gerade in der Nutzung und im Recycling zeigen sich die herausragenden Eigenschaften von Nickel und wie der Werkstoff zur Nachhaltigkeit beiträgt. Einige Beispiele:

- Durch ihre Korrosionsbeständigkeit zeichnen sich Nickelhaltige Edelstähle in ihrer Langlebigkeit und geringen Wartungsbedarf aus
- Aufgrund seiner elektrochemischen Eigenschaften findet Nickel breite Anwendung in der Elektromobilität und leistet einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Nutzungsphase
- Durch die Beschichtung mit Nickel werden Werkstoffe temperaturbeständiger und können effizienter genutzt werden, was zu Energieeinsparungen führt
- Durch seine hervorragenden physikalischen Eigenschaften sind nickelhaltige Edelstähle ressourceneffizienter, d.h. weniger Material wird verwendet um dieselben technischen Eigenschaften zu erreichen wie konkurrierende Werkstoffe
- Nickel und nickelhaltige Edelstähle gehören zu den Metallen mit den höchsten Recyclingraten. Das effiziente Recycling sorgt für niedrigere Energieaufwendungen, geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Schonung von Primärressourcen.

In all den oben genannten Beispielen führt die Verwendung von Nickel dazu, dass einerseits wertvolle Ressourcen wie Wasser oder Rohstoffe geschont und andererseits die Emission von klimaschädlichen Gasen und Energieaufwendungen abgesenkt werden. Mit den hohen Recyclingeffizienzen leistet Nickel darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zu der von der EU-Kommission angestrebten Kreislaufwirtschaft („Circular Economy“).

## DIE ZUKÜNFTIGE BEDEUTUNG VON NICKEL

Die Eigenschaften von Nickel und Beiträge zur Nachhaltigkeit machen Nickel zu einem unverzichtbaren Werkstoff der Gegenwart und der Zukunft. Die Bedeutung von Nickel in der Elektromobilität als Kathodenmaterial in Lithium-Ionen-Batterien ist vielen bereits vertraut. Aktuelle Studien zeigen darüber hinaus die Bedeutung, die Nickel, nickel-



Nickel Briquettes

haltige Edelmehle als auch Nickellegierungen in Technologien haben, die für das Erreichen einer Energiewende von zentraler Bedeutung sind.<sup>5</sup> Aufgrund der Langlebigkeit, des geringen Wartungsbedarfes, der Korrosions- und Temperaturbeständigkeit sind Nickel, Edelmehle und nickelhaltige Legierungen bei der Herstellung von Strom aus bspw. Wasser, Wind, Sonne und Geothermie essentiell. Nickel und nickelhaltige Legierungen spielen des Weiteren eine tragende Rolle bei der Herstellung von Grünem Wasserstoff und sind auch dort unverzichtbar.<sup>6</sup>

In den vergangenen Jahren ist der Klimawandel mit seinen Auswirkungen in vielen Regionen weltweit angekommen. Bestehende Ökosysteme, insbesondere den Wasserhaushalt von Mensch und Natur werden verändert. Die Verfügbarkeit von Wasser wird in den kommenden Jahren noch stärker an Bedeutung gewinnen. Sowohl die Bereitstellung als auch Verteilung und Aufbereitung von Wasser werden stärker in den Fokus der Gesellschaft rücken. Auch hier spielen Nickel und Nickelhaltige Legierungen eine kritische Rolle.<sup>7</sup>

## FAZIT

Das Thema Nachhaltigkeit hat in den vergangenen Jahren immens an Bedeutung gewonnen und entscheidet mittlerweile darüber, ob Unternehmen mit ihren Rohstoffen und Produkten weiterhin Zugang zu Märkten haben. Eine Nachhaltigkeitsbetrachtung erfordert eine ganzheitliche Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus. Bei der bergbaulichen Gewinnung und in der Produktion von Nickel erlauben standardisierte Untersuchungen, sogenann-

te ESG-Risiken zu identifizieren und diese zu adressieren. Das Nickel Institute arbeitet derzeit an einem nickel-spezifischen Standard, der es Unternehmen erlaubt, diesen Nachweis zu erbringen. Das Sammeln und Aktualisieren von Lebenszyklusdaten erlaubt es des Weiteren, Fortschritte und Erfolge von Unternehmen bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen sichtbar zu machen. In der Nutzungsphase und am Ende des Lebenszyklus zeigt der Werkstoff Nickel mit seinen herausragenden Eigenschaften die positiven Beiträge zur Nachhaltigkeit. Die Energiewende und die wachsende Bedeutung der Verfügbarkeit von Wasser zeigen des Weiteren, dass Nickel ein unverzichtbarer Werkstoff ist - nicht nur in der Gegenwart, sondern auch in der Zukunft.

Um Nachhaltigkeit zu erreichen, ist das Zusammenspiel unterschiedlicher Zielgruppen unabdingbar. Während die Industrie ihrer Verantwortung für eine nachhaltige Herstellung gerecht werden muss, tragen Konsumenten am Ende der Nutzungsphase eine entscheidende Rolle. Mit ihrer Entscheidung, Metalle dem fachgerechten Recycling zuzuführen, sorgen sie für einen wichtigen Schritt hin zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Auch sind der Gesetzgeber und die Politik von zentraler Bedeutung. Nur mit einem effizienten und kohärenten rechtlichen Rahmen sind für unsere Unternehmen die Bedingungen geschaffen, die erforderlich sind, um Nickel bereitzustellen – der Werkstoff, der erforderlich ist, um den Herausforderungen der Zukunft entgegenzutreten.

## Literatur

- <sup>1</sup> Volker Hauff (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft : der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. 1. Auflage. Eggenkamp, Greven 1987, ISBN 978-3-923166-16-9,
- <sup>2</sup> <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/die-un-nachhaltigkeitsziele-1553514>
- <sup>3</sup> <https://www.oecd.org/corporate/mne/mining.htm>
- <sup>4</sup> <https://nickelinstitute.org/en/blog/2022/may/how-to-calculate-ghg-emissions-from-nickel-production/>
- <sup>5</sup> <https://eurometaux.eu/media/jmxf2qm0/metals-for-clean-energy.pdf>
- <sup>6</sup> <https://nickelinstitute.org/en/blog/2021/may/producing-green-hydrogen/>
- <sup>7</sup> <https://nickelinstitute.org/en/nickel-magazine/nickel-magazine-vol-36-no-1-2021/>

# NICKEL UND „EDELSTAHL ROSTFREI“: WARUM NICKEL FÜR DEN EDELSTAHL SO WICHTIG IST – UND WIESO EDELSTAHL FÜR NICKEL

VON DR. ING. GERHARD PARISER

„Edelstahl Rostfrei“, „Nirosta“, „Chromargan“, oder im allgemeinen Sprachgebrauch vereinfacht auch nur „V2A“ oder „Edelstahl“ genannt: allesamt Materialbezeichnungen für einen Werkstoff der einem im täglichen Leben begleitet: angefangen vom Besteck und Kochgeschirr, dem hygienischen und lebensmittelverträglichen Einsatz in Groß- und Industrieküchen über architektonische Anwendungen bis hin zum Einsatz in Chemie, Petrochemie, Energieerzeugung oder der nahrungsmittelverarbeitenden Industrie. Der Siegeszug des Werkstoffes „Edelstahl Rostfrei“ ist charakterisiert durch ein weltweit jährliches Wachstum von durchschnittlich über 5% pro Jahr. Diese Wachstumsrate liegt deutlich oberhalb derer anderer metallischer Werkstoffe, beispielsweise Aluminium oder Kupfer, deren Wachstumsraten sich zwischen 2,5 bis 4% bewegen (1). Nickel ist daran nicht unbeteiligt: neben Chrom ist Nickel das Metall, das in Form einer Legierung dem Stahl Eigenschaften wie Verformbarkeit oder Korrosionsbeständigkeit verleiht, die diesen Edelstahl zum Material der Wahl in vielfältigen Anwendungsgebieten machen.

## WAS IST ÜBERHAUPT „EDELSTAHL ROSTFREI“?

Der Begriff „Edelstahl Rostfrei“ steht für eine vielfältige Werkstoffpalette von mehr als 200 verschiedenen Stahlgüten. Das Metall Chrom ist dabei der gemeinsame Nenner. Erst die Legierung von Stahl mit Chrom in einer be-

stimmten Größenordnung bringt dem Werkstoff seine korrosionsbeständigen Eigenschaften. Das Chrom in der Legierung bildet mit dem Sauerstoff der Umgebung eine porenfreie und regenerierbare Chromoxid Deckschicht, die den Stahl entsprechend schützt. (2)(3)

Die Europäische Norm DIN EN 10020 definiert einen Gehalt von mindestens 10,5 Gewichts-% Chrom. Weitere Elemente sind Kohlenstoff, maximal 1,2%, Eisen als Basis und darüber hinaus andere Legierungselemente, wie Nickel. Stähle, die hierunter fallen, werden als nichtrostende Stähle oder im englischen Sprachgebrauch als „stainless steel“ bezeichnet.

Begonnen hat die Entwicklung dieser nichtrostenden Stahlsorten bereits Ende des 19. Jahrhunderts, allerdings sollte es bis in die 1910er Jahre dauern, bis erste Patente veröffentlicht wurden. In Großbritannien arbeitete Harry Brearly an Stahllegierungen mit 13% Chrom. Diese, so zeigte sich später, eigneten sich nicht nur für militärische Zwecke, sondern auch als korrosionsbeständiger Messerstahl. In Deutschland konzentrierten sich die Forscher Eduard Maurer und Benno Strauß, für die Fried. Krupp AG tätig, auf Legierungen mit Chrom und Nickel und insbesondere auf eine Legierung mit ca. 20% Chrom und 7% Nickel, heute bekannt als „Versuchsschmelze 2A“, oder „V2A“. (4)(5) Dieser Legierung wurden die folgenden Eigenschaften zugeschrieben: korrosionsbeständig und wi-



derstandsfähig gegenüber Salpetersäure, Ammoniak oder Wasserstoffperoxid, polierbare Oberfläche mit anhaltendem Spiegel, gute Form- und Verarbeitbarkeit, für Schmieden, Walzen und Stanzen geeignet. Anwendungsbeispiele umfassten Säurepumpen, Ventile aller Art, Rohrleitungen, Küchengeräte und Bestecke, Bierfässer, chirurgische und zahnärztliche Instrumente, sowie metallische Spiegel (4).

Wenig später, Ende der 1920er Jahre war auch das Interesse der Architektur an diesem Werkstoff geweckt: Die Kombination von äußerem Erscheinungsbild, einer silbrig-glänzenden Oberfläche und der bereits beschriebenen Eigenschaften ließen dieses „Nirosta-Metall“ zum Material der Wahl für das Dach des weltweit bekannten Chrysler Buildings in New York werden

Damit war eine neue Kategorie Stahl ins Leben gerufen worden, die ursprünglich unter dem Oberbegriff „Nirosta“ und später als „Edelstahl Rostfrei“ respektive „Stainless Steel“ weltweit bekannt und eingesetzt werden sollte.

#### WELCHE ROLLE SPIELT NICKEL IN DER LEGIERUNG?

Die Hauptfunktion für die Legierung des Edelstahls mit Nickel besteht darin, das sogenannte austenitische Gefüge des Stahls bei Raum- und tieferen Temperaturen zu stabilisieren. Ein unlegierter Stahl hätte bei Raumtemperatur ein ferritisches Gefüge. Nickel dagegen hat die Eigenschaft, den sogenannten Phasenraum des Austenits zu erweitern. Dies ist deshalb wünschenswert, da das austenitische Gefüge aufgrund seiner kubisch-flächenzentrierten Kristallstruktur eine sehr gute Verformbarkeit aufweist bei ebenfalls guter Zähigkeitseigenschaften. Aluminium oder Kupfer sind ebenfalls Materialien, die bei Raumtemperatur ein solche kubisch-flächenzentrierte Struktur einnehmen (6).

Neben Nickel gibt es weitere Legierungselemente, die das austenitische Gefüge im Stahl stabilisieren, welche aufgrund dessen auch als sogenannte Austenit-Bildner bezeichnet werden. Dazu zählen unter anderem das Metall Mangan, sowie die im Stahl ebenfalls vorhandenen Elemente Kohlenstoff und Stickstoff. Chrom hingegen begünstigt die Ausbildung des ferritischen Gefüges. Es ist damit der wesentliche Ferrit-Bildner, aber auch Molybdän und so-



genannten Mikrolegierungselemente Niob und Titan oder Begleitelemente wie Silizium begünstigen die ferritische Gefügestruktur.

Welche Struktur bei Raumtemperatur vorliegt, kann – vereinfacht – über das sogenannte Schaeffler DeLong Diagramm (Bild 1) abgelesen werden. Hierzu wird ein entsprechendes Nickel- und Chromäquivalent berechnet, dessen Formeln empirisch ermittelt wurde:

#### Nickel-Äquivalent:

$$\%Ni + 0,5x \%Mn + 30 x(\%C+\%N)$$

#### Chrom-Äquivalent:

$$\%Cr + 1,4\% Mo + 0,5\% Nb + 1,5\% Si + 30\% Ti.$$

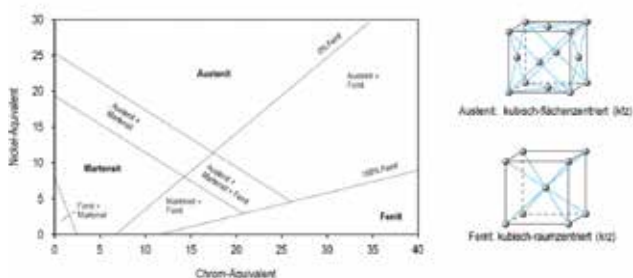


Bild 1: Gefügediagramm der nichtrostenden Stähle nach Schaeffler DeLong lässt sich in Abhängigkeit eines Chrom- und Nickeläquivalentes vereinfacht ablesen, welche Kristallstruktur der Stahl bei Raumtemperatur einnimmt

Der minimale Anteil an Nickel, um das austenitische Gefüge zu stabilisieren liegt bei ca. 8%. Dies ist auch der Gehalt des am weitesten eingesetzten nichtrostenden Stahls des Typs 304 mit ca. 18% Chrom und 8% Nickel – der Urenkel der Legierung die damals in den Krupp'schen Laboratorien erfunden wurde.

Doch Nickel stabilisiert nicht nur das austenitische Gefüge, es verbessert auch bei bereits kleineren Zulegerungen Verformbarkeit und Zähigkeit und erhöht die Korrosionsbeständigkeit in sauren Umgebungen. Austenitische Güten sind zudem bei Raumtemperatur in der Regel nicht magnetisch.

Der Edelstahl stellt zudem mit all seinen Legierungsbestandteilen einen homogenen Werkstoff dar, in den die einzelnen Elemente fest in die innere Struktur eingebunden sind.

### WAS SIND TYPISCHE LEGIERUNGEN?

Nichtrostende Stähle lassen sich vereinfacht nach ihrer Gefügestruktur einteilen (3):

**Austenitische, nichtrostende Stähle**, wobei unterschieden wird zwischen der sogenannten

- „300er Serie“: CrNi(Mo)-Austenite, typischerweise mit 16-30% Cr, 8-35% Ni, teilweise mit Mo legiert (bis zu 7%). Hierzu zählen die klassische CrNi Legierung 1.4301 (alias „304“, „18/8“ oder „V2A“) sowie der 1.4401 (alias „316“ oder „V4A“) als CrNiMo Legierung, und der
- „200er Serie“: CrMn(Ni)-Austenite, typischerweise mit Chrom-Gehalten weniger als 16%, weniger als 2% Ni dafür jedoch mit Mangan (Mn) und Kupfer (Cu)

**Ferritische, nichtrostende Stähle**: Hauptlegierungselement Chrom (12-19%), ohne oder nur mit geringen Anteilen von Nickel („400er Serie“)

**Martensitische, nichtrostende Stähle**: Hauptlegierungselement Chrom (11-14%), ohne oder nur mit geringen Anteilen von Nickel (ebenfalls Bestandteil der „400er Serie“)

**Ferritisch-Austenitische nichtrostende Stähle (Duplex)** enthalten zwischen 18 und 27% Chrom, zwischen 1,5% und 7% Nickel und zwischen 0,3% und 4% Molybdän; Güten mit abgesenktem Nickel Gehalt werden häufig als sogenannte „lean-duplex“ Stähle geführt.

Stahlgroupe /-sorte	Zusammensetzung, in Gewichts-%					
	DIN EN	C	Cr	Ni	Mo	Mn Weitere
<b>CrNi Austenite (nicht härbar; nicht-magnetisch)</b>						
304	1.4301	<0.07	18,5	9,3	-	-
316	1.4401	<0.07	17,5	11,5	2,3	-
904L	1.4539	<0.02	20,0	25,0	4,5	-
254SMO	1.4547	<0.02	20,5	18,0	6,5	- N
<b>CrMn Austenite (nicht härbar; nicht-magnetisch)</b>						
Low Ni	-	<0.10	<16,0	<2,0	-	9,3 N, Cu
201	1.4372	<0.15	17,0	4,5	-	6,5 N
202	1.4373	<0.15	18,0	5,0	-	8,8 N
<b>Ferritische RSH Stähle (nicht härbar; magnetisch)</b>						
409	1.4512	<0.03	11,5	-	-	- Ti
3Cr12	1.4003	<0.03	11,5	0,7	-	-
430	1.4016	<0.08	17,0	-	-	-
444	1.4521	<0.025	18,5	-	2,2	- Ti
<b>Martensitische RSH Stähle (härbar)</b>						
410	1.4006	<0.15	12,5	-	-	-
420	1.4021	<0.15	13,0	-	-	-
<b>Ferritisch-Austenitische / Duplex (nicht härbar; magnetisch)</b>						
LDX2101	1.4162	<0.03	21,5	1,5	0,3	5 N
2205	1.4462	<0.02	22,0	5,7	3,1	- N
Martensitic	-	>0.10	11-14	0-1	-	V
-	-	>0.17	16-18	0-2	0-2	-
Precipitation hardening	-	-	15-17	7-8	0-2	Al
-	-	-	15-17	4-8	0-2	Al, Cu, Ti, Nb
Ferritic	-	<0.08	12-19	0-5	<5	Ti
-	-	<0.25	24-28	-	-	-

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung typischer nichtrostender Stähle nach Legierungsgruppen

**Tabelle 1** zeigt die chemische Zusammensetzung der am Markt am häufigsten vertretenen nichtrostenden Stähle. Von der weltweiten Edeltahlerzeugung entfallen mehr als dreiviertel der weltweiten Produktionsmenge auf die Kategorie der austenitischen, nichtrostenden Stähle. Die Stahlgruppe der 300 Serie, die auf dem „Nirosta-Metall“ basiert, macht dabei allein bereits 57% aus. Ferritische und Martensitische Güten repräsentieren rund 20% der weltweiten Erzeugung. Duplex Güten und andere ca 2%. Damit ist das Gros der Edeltahlproduktion mit Nickel legiert. Vereinfacht ausgedrückt: in der Edeltahljahresproduktion 2021 von 58 Millionen Tonnen stecken ca 2,8 Millionen Nickel Einheiten.

**WIE KOMMT NICKEL IN DEN STAHL?**

In welcher Form Nickel in den Stahl kommt ist zum einen abhängig vom vorliegenden Stahlerzeugungsprozess. Zum anderen ist er bestimmt von der Verfügbarkeit und Zugangsmöglichkeit zu entsprechend Rohstoffen. Bei der Rohstoffauswahl spielen auch ökonomische Faktoren eine wesentliche Rolle.

Grundsätzlich jedoch kann Nickel während des Stahlherstellungsprozesses als Nickel Metall (Kathoden, Pellets, Briketts, etc.), in Form von Ferrolegierungen (Ferronickel, Nickel-Roheisen etc.) und als integraler Bestandteil des legierten Stahlschrottes beigesezt werden.

Die erst genannten Formen stammen aus der Primären Erzeugungskette, sprich Bergbau und Raffination. Der legierte Stahlschrott dagegen entsteht zum einen bei der Produktion im Hütten- und Walzwerk. Zum anderen werden Neu-, Industrieschrotte und Altschrotte dediziert gesammelt und aufbereitet – letztere bei Sammelraten von bis zu 90%. In den entwickelten Märkten Europa oder den Vereinigten Staaten sind so externe Schrotteinsatzquoten von bis zu 70% und höher möglich.

Die Prozesse zur Erzeugung von rost-, säure- und hitzebeständigen Stählen basieren, von einigen Ausnahmen abgesehen, auf denen zur Elektrostahlerzeugung (3). Stand der heutigen Technik sind zwei- bzw. dreistufige Verfahren:

**STUFE 1:** Einschmelzen von Schrott und weiteren Einsatzlegierungen in einem Elektro-Lichtbogenofen (ELO) oder Induktionsofen

**STUFE 2:** Sekundärmetallurgische Behandlung: Entkohlen und Feineinstellung der Stahlzusammensetzung im AOD (Argon Oxygen Decarborisation) Konverter und Pffannenofen

**STUFE 3 (OPTIONAL):** Sekundärmetallurgische Behandlung unter Vakuum, zB im VOD (Vacuum Oxygen Decarburisation) Konverter

Die Kombination von Stufe 1 und 2 ist das zweistufige Herstellungsverfahren auch als „Duplex“-Route bekannt. In Kombination z.B. mit einer Vakuumanlage (o.ä. Aggregat) können u.a. Kohlenstoffgehalte weiter abgesenkt werden und reinere Schmelzen erstellt werden. In diesem Falle wird von einer „Triplex“-Route gesprochen.

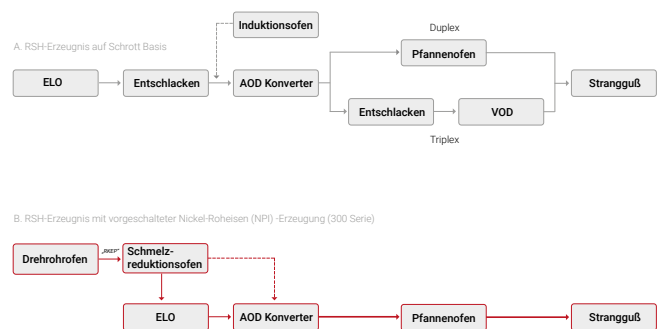


Bild 2: Typische Verfahrensrute zur Erzeugung von nichtrostenden Stählen: a) Schrott-basierte Route, b) Route mit vorgeschalteter Nickel-Roheisen (NPI) Erzeugung. Begriffe: ELO = Elektrolichtbogenofen, AOD = Argon Oxygen Decarburisation

In **Bild 2a** ist diese Verfahrensrute schematisch dargestellt. Gleichzeitig ist diese Route die am weit verbreitetste Produktionsroute - außerhalb Chinas und Indonesien. Dort hat sich ein Verfahren etabliert, in dem der Erstschmelzung des Stahls und der Sekundärmetallurgie die primäre Erzeugung eines nickelhaltigen Roheisens, dem sogenannten „Nickel Pig Iron“ (NPI) vorgeschaltet ist.

Diese Prozessroute (**Bild 2b**) kommt fast gänzlich ohne den Einsatz von Sekundärrohstoffen aus, ist jedoch abhängig von der Verfügbarkeit entsprechender Nickelerze, die ihrerseits nur in Ländern wie den Philippinen, Indonesien oder Neukaledonien, bergmännisch gewonnen werden können. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen und somit legierten Schrotten ist dagegen in den meisten anderen Edeltahl produzierenden Ländern „die Norm“. Geschätzt kommen weltweit ca. 1 Millionen Nickel Einheiten aus dem Recycling.

In Zeiten eines wachsenden Umweltbewusstseins ist diese Erkenntnis nicht unwichtig: denn der Einsatz von recycelten Rohstoffen bestimmt direkt den gesamten

CO<sub>2</sub> Fußabdruck des produzierten Edelstahl. Bei einer Schrottrate von 70% liegt dieser bei 2,6 Tonnen CO<sub>2</sub> pro produzierter Tonne Edelstahl (7). Wird der Stahl wie in Bild 2a gezeigt produziert, so kann der Fußabdruck sich fast um das dreifache auf 7,7 Tonnen CO<sub>2</sub> erhöhen (7).

### WARUM IST NICKEL FÜR EDELSTAHL SO WICHTIG – UND WIESO EDELSTAHL FÜR NICKEL?

Nickel ist neben Chrom mit das wichtigste Legierungselement für den Werkstoff nichtrostender Stahl: gerade die Werkstoffe mit höheren Nickelgehalten zeichnen sich durch ihre guten Verarbeitungseigenschaften bei gleichzeitig guten Korrosions- und Anwendungseigenschaften aus. Nicht zuletzt ist der „304“, „18/8“ oder V2A weiterhin die weltweit am häufigsten produzierte Edelstahlsorte.

Austenitische nichtrostende Stähle eignen sich darüber hinaus besonders für das Recycling, zum einen dank seiner Materialeigenschaften und zum anderen dank seines Wertes, welcher entsprechende Recyclinganreize schafft. In Summe trägt beides zur Nachhaltigkeit bei.

Gleichzeitig war und ist die edelstahlerzeugende Industrie der größte Abnehmer für das Metall Nickel: sowohl in Primär als auch Sekundärform. Das Wachstum des Werkstoffs Edelstahl ist eng mit der Nickelindustrie und seiner strategischen Marktentwicklung verbunden; werden Sekundär und Primärnickeleinheiten für die Edelstahlindustrie zusammengenommen, entsprechen diese gut 75% des gesamten Bedarfs an Nickeleinheiten. Dieser Anteil

wird mit einem erwarteten stark ansteigenden Bedarf an Nickeleinheiten für die Herstellung von Fahrzeugbatterien abnehmen. Dennoch werden Angebot und Nachfrage nach nichtrostenden Stählen weiterhin wesentliche Marktgrundlagen vorgeben.

<sup>1</sup>Die Begriffe Edelstahl Rostfrei, Niosta und Chromargan sind jeweils eingetragene Warenzeichen der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei GmbH, Outokumpu Niosta GmbH und WMF GmbH

<sup>2</sup>Die Bezeichnungen 200/300/400er Serie erfolgt in Analogie zur im weltweiten Markt am weitesten verbreiteten amerikanischen SAE Bezeichnungen

<sup>3</sup>300 Serie: 33 Millionen Tonnen zu 8%Ni = 2,6 Millionen Tonnen; 200 Serie: 11 Millionen Tonnen zu 1,5% Ni = 0,2 Millionen Tonnen

### Literatur

<sup>1</sup> Worldstainless: Stainless steel in figures 2022, Brussels, 2022 (s.a.: [https://www.worldstainless.org/files/issf/non-image-files/PDF/Stainless\\_Steel\\_in\\_Figures\\_2022\\_public\\_English.pdf](https://www.worldstainless.org/files/issf/non-image-files/PDF/Stainless_Steel_in_Figures_2022_public_English.pdf))

<sup>2</sup> International Chromium Development Association (ICDA): <https://www.icdacr.com/page.html?pageID=32>

<sup>3</sup> Mauss, R.; Pariser, G.C.: Das Recycling von Legiertem Stahlschrott – Grundlagen, Zahlen und Fakten, BDSV Schriftenreihe, Band 1, 2019, (s.a.: [https://www.bdsv.de/de/resources/Das\\_Recycling\\_von\\_legiertem\\_Stahlschrott](https://www.bdsv.de/de/resources/Das_Recycling_von_legiertem_Stahlschrott))

<sup>4</sup> Cobb, Harald M.: The history of Stainless Steel, ASM International, Materials Park, 2010

<sup>5</sup> International Stainless Steel Forum (worldstainless): The History of Stainless Steel, Brussels, 2020, (s.a.: [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF\\_History\\_of\\_Stainless\\_Steel.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_History_of_Stainless_Steel.pdf))

<sup>6</sup> Nickel Institute (edt): The Nickel Advantage – Nickel in Stainless Steel, Brussels, 2008 (s.a.: <https://nickelinstitute.org/media/2309/niadv-en.pdf>)

<sup>7</sup> International Stainless Steel Forum (worldstainless): Stainless Steels and CO<sub>2</sub>: Industry Emissions and Related Data, Brussels, 2021 (s.a.: <https://www.worldstainless.org/news/stainless-steels-and-co2/>)



# NICKELRECYCLING IST VIELSEITIG UND NACHHALTIG

VON DR. HABIL. MIKE HAUSTEIN



Die standardisierten Blaupigmente auf Kobaltbasis dienten einst nicht nur zur Zubereitung blauer Farben, sondern fanden auch als Färbe - und Bleichmittel in der Papier- und Textilindustrie Anwendung. Sehr bekannt sind die blau dekorierten „Delfter Kacheln“.

*Eschel  
von Plunnenstiel*

Nickel ist begehrt wie nie zuvor. Zu den traditionellen Anwendungen wie z.B. als Legierungsbestandteil im Edelstahl oder als galvanischer Überzug für Bauteile aller Art ist sein Einsatz in der Batterietechnik im Zuge des Fortschreitens der Elektromobilität in starkem Steigen begriffen. Denn anders als es uns die Bezeichnung „Lithium-Ionen-Batterie“ suggeriert, ist das Alkalimetall in den Akkumulatoren meist nur im unteren Prozentbereich vorhanden. Als Wertmetalle dominieren Nickel und Kupfer. Darüber hinaus findet man das silberweiß glänzende Metall auch in vielen weiteren bewährten oder innovativen Stromspeichersystemen. Es ist klar, dass Elektromobilität nur dann sinnvoll und nachhaltig sein kann, wenn das mit hohem energetischem Aufwand aus primären Quellen gewonnene Nickel nach dem Ablauf der Lebensdauer des Systems zurückgewonnen und erneut in den Kreislauf eingespeist wird. Dazu leistet die Nickelhütte Aue einen wesentlichen Beitrag. Kaum zu glauben, dass das Metall einst als unerwünschtes Abprodukt dieses Unternehmens galt, das heute auf eine fast 400-jährige Industriegeschichte zurückblicken kann.

### VOM ERBFEIND ZUM HAUPTPRODUKT DES BLAUFARBENWERKS

Aufbauend auf den reichen Kobaltvorkommen des Westergebirges entstand im Jahre 1635 mit dem Pfannenstieler Blaufarbenwerk das Vorläuferunternehmen der heutigen Nickelhütte. Dass Kobaltoxid eine Glasschmelze prächtig blau zu färben vermag und sich daraus ein Farbpigment gewinnen lässt, war schon im Altertum bekannt. Durch Standardisierung der Farbtiefe, Normierung der Sorten und der Erschließung neuer Anwendungen erlangte die Blaufarbenproduktion nunmehr ihre höchste

Qualität. Im Zusammenschluss mit drei weiteren sächsischen Farbmühlen beherrschte das Pfannenstieler Blaufarbenwerk für fast zwei Jahrhunderte den Weltmarkt der Kobaltpigmente. Doch es gab ein immer wiederkehrendes Problem, mit dem sich die Blaufarbenwerker auseinandersetzen mussten.

Das in den Kobalterzen stets vorhandene Nickel wirkte sich nämlich sehr nachteilig auf den Farbton der Blaufarbenwaren aus. Gelang es nicht, dieses ungeliebte Begleitelement des Kobalts aus der Glasschmelze zu entfernen, nahm diese eine grünstichige oder schmutzigblaue Färbung an und wurde für die weitere Verarbeitung unbrauchbar. Es verwundert nicht, dass die Farbmeister unverblümt vom „Erbfeind“ der Blaufarbenwerke sprachen. Tatsächlich war die Entfernung des Nickels aufwändig und gelang oft nur unvollständig durch den Zusatz des giftigen Arsens zur Rohmischung. Die sich in den Schmelztiegeln anreichernde Nickelspeise (eine Ni-As-Verbindung) wurde als wertloses Nebenprodukt auf Halde verkippt. Erst mit der Erfindung des Argentans oder Neusilbers, einer Legierung aus Kupfer, Nickel und Zink, durch den Auer Arzt und Chemiker Ernst August Geitner (1783-1852) im Jahre 1822 begann man sich für das Nickel im Abfall des Blaufarbenwerks zu interessieren.

Das Nickel der Blaufarbenwerke wurde zuerst für die Herstellung von Besteck und als Münzmetall verwendet. Hier eine Erstprägung von 20-Pfennig Münzen des Deutschen Reiches von 1887.





Im 19. und frühen 20. Jahrhundert galt Nickel in Form von Kuben mit 12 mm Kantenlänge, das sogenannte „Würfelnickel“, als Standardzeugnis der sächsischen Blaufarbenwerke. Diese Form ermöglichte die eine gute Dosierbarkeit bei der Weiterverarbeitung zu Besteck- oder anderen Legierungen. Das heute am weitesten verbreitete Elektrolytnickel setzte sich erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts durch.

Das Argentan eignet sich aufgrund seiner Korrosionsbeständigkeit, seiner Härte und Dehnbarkeit sowie seines silberähnlichen Glanzes hervorragend zur Herstellung von Bestecken. Die sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts stürmisch entwickelnde Auer Neusilber- und Besteckindustrie war denn auch der erste Abnehmer für das Nickel der Blaufarbenwerke. Auch als Münzmetall wurde Neusilber gern verwendet. Der einstige Erbfeind hatte sich in ein gewinnbringendes Nebenprodukt verwandelt. Schließlich überholte das Nickel hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Bedeutung zu Ende des 19. Jahrhunderts sogar die traditionellen Blaufarbenwaren. Das altherwürdige Blaufarbenwerk hatte sich allmählich in eine Nickelhütte verwandelt, auch wenn die Bezeichnung „Nickelhütte Aue“ erst 1951 offiziell wurde.

### NOT MACHT ERFINDERISCH - DAS RECYCLING GEWINNT AN BEDEUTUNG

Mit dem Erschöpfen der erzgebirgischen Nickel-Kobalt-Vorkommen und dem damit voranschreitenden Niedergang des Bergbaus stellte sich schon um die Wende vom 19. zum 20. Jh. die Frage der Rohstoffbeschaffung. Erze aus Kanada, Belgisch-Kongo und Neukaledonien wurden ange-



In den Drehrohren der Röstanlage werden nickelhaltige Rückstände von organischen Verunreinigungen befreit.

kauft. Während der Weltkriege und besonders nach 1945 waren diese Rohstoffquellen abgeschnitten. Aus dieser Notlage heraus ergab sich die Notwendigkeit, nach alternativen Quellen zu suchen. So mussten Verfahren zur Verwertung von Neusilber-Schrotten, nickelhaltigen Aschen und Krätzen anderer Hüttenwerke, Galvanikabfällen u. ä. Reststoffen erarbeitet werden.

Schon in den 1950er Jahren übertrafen die Mengen der eingesetzten Sekundärrohstoffe die angelieferten Tonnagen der Primärerze. Die Verarbeitung der nickelhaltigen Abfälle basierte auf der Anreicherung des Metalls durch das Schmelzen unter Zugabe von arsenhaltigen Verbindungen im Flammofen. Die dadurch gewonnene Nickelspeise wurde in Etagenöfen abgeröstet und das Röstgut mit Schwefelsäure aufgeschlossen. Während ein Teil des dabei gewonnenen Nickelsulfats als Fertigprodukt in den Verkauf gelangte, wurde das Gros der Nickelsulfatlösung nach mehreren nasschemischen Reinigungsstufen in einer Elektrolyse bis zum Metall aufgearbeitet. Auch Nickelgranalien wurden erzeugt. Dieser hier vereinfacht geschilderte Recyclingprozess war aufwändig, wenig effektiv und aufgrund der dabei auftretenden Arsenemissionen mit erheblichen Umweltbeeinträchtigungen verbunden. Die Kosten für das

gewonnene Elektrolytnickel überstiegen den Weltmarktpreis meist um ein Vielfaches. Dennoch war die Nickelhütte der einzige Produzent von Nickelsulfat und Elektrolytnickel in der DDR und daher für deren Volkswirtschaft unverzichtbar. Die Logik der Planwirtschaft bestand darin, einerseits den Nickelbedarf des Landes zu decken und andererseits stets knappe Devisen durch einen Mehreinsatz von Binnenwährung einzusparen.

Bemerkenswert ist, dass sich dieser aus der Not heraus entstandene Recyclingansatz auch nach 1990 als interessant erweisen sollte. Mehr noch, unter marktwirtschaftlichen Verhältnissen entwickelte sich der Betrieb zu einer reinen Sekundärhütte, obwohl der Einkauf von Primärerzen nun wieder möglich gewesen wäre. Allerdings erforderten das veränderte wirtschaftliche Umfeld und die zu erwartende Verschärfung der Grenzwerte für Schadstoffemissionen grundlegende Verbesserungen bei den Produktionsprozessen. Die Verbannung des giftigen Arsens aus dem Schmelzprozess und die Installation einer leistungsfähigen Rauchgasreinigungsanlage sind nur zwei Beispiele für die Vielzahl der nötigen Investitionen.

Im Schmelzwerk werden Nickel und andere Buntmetalle durch sulfidierendes Schmelzen in einem Stein angereichert.



## DIE GEGENWART DES NICKELRECYCLINGS

Die Palette der aufzuarbeitenden nickelhaltigen Rückstände ist außerordentlich vielfältig. Entsprechend differenziert sind auch die Wege des Recyclings, die diese Abfallstoffe durchlaufen. Verbrauchte Katalysatoren und andere Rückstände, die hohe Gehalte an Nickel aufweisen, werden durch Abrösten im Drehrohrofen von organischen Reststoffen befreit. Die entstehenden Konzentrate finden z. B. in der Stahlindustrie oder in anderen Hüttenwerken ihre Abnehmer. Galvanikschlämme, Flugstäube, Aschen u. ä. Abfälle mit geringeren Nickelanteilen gelangen ins Schmelzwerk der Nickelhütte. Mit dem Schmelzprozess wird das Ziel verfolgt das Nickel und z.T. andere Buntmetalle in einer sulfidischen Matrix, dem so genannten Stein zu sammeln, während sich die nichtmetallischen Bestandteile und Verunreinigungen in der Schlacke anreichern. Die Gemengezusammenstellung für die beiden pyrometallurgischen Prozesse ist schon aufgrund der komplexen Zusammensetzung der Ausgangsstoffe eine anspruchsvolle Aufgabe. Sie erfolgt auf der Grundlage chemischer Analysen der einzelnen Rohstofflose. Dabei

Der Nickelstein wird je nach Zusammensetzung innerbetrieblich weiterverarbeitet oder an andere Abnehmer als Rohstoff verkauft.



liegt das Augenmerk nicht allein auf der Erzielung eines maximalen Wertstoffausbringens, sondern auch darauf, keine Extremsituationen hinsichtlich der Schadstoffkonzentration im Abgas zu provozieren. Die Erfüllung dieser Forderungen bedarf sowohl einer ständigen Anpassung der Zusammensetzung der Gemenge als auch der Röst- bzw. Schmelzbedingungen.

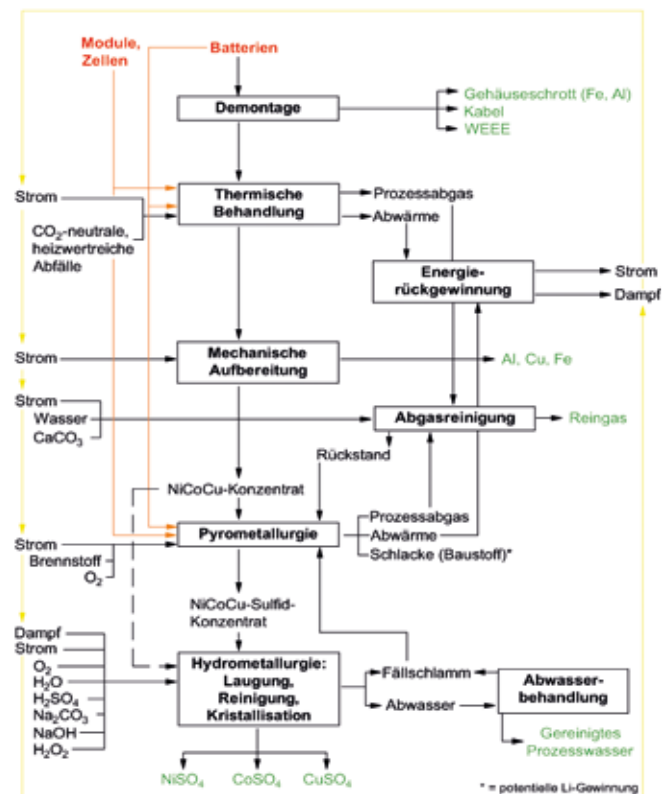
Ein komplexes System sorgt dafür, dass dem Abgas sowohl seine Restwärme als auch der Schadstoffgehalt entzogen wird. Auf dem Weg vom Flamm- bzw. Röstofen bis zum Eintritt in den Kamin muss es zunächst eine Nachbrennkammer passieren. Ruß, Kohlenmonoxid und andere organische Schadstoffe werden hier zu ungiftigen Produkten oxidiert. Das ausgebrannte, etwa 900°C heiße Gas strömt nun durch einen Abhitzeessel und gibt hier den größten Teil seines Wärmeinhaltes ab. Der dabei erzeugte Dampf wird je nach Anfallmenge und Jahreszeit an anderer Stelle im Werk eingesetzt, an Verbraucher im Umfeld des Betriebes abgegeben oder in elektrische Energie für den Eigenbedarf umgewandelt. Diese sinnvolle Sekundärenergienutzung führt zu einer Einsparung von bis zu 10.000 t Heizöl im Jahr, was gleichbedeutend mit der Minimierung des Kohlendioxidausstoßes um ca. 30.000 t ist. Weitere erhebliche Einsparungen beim Ausstoß des Treibhausgases wurden durch den Einsatz erneuerbarer Brennstoffe wie Pflanzenöle und -fette erreicht. Auch die Erzeugung von regenerativem Strom hat in der Nickelhütte Tradition. Schon seit mehr als 120 Jahren verrichtet hier eine Wasserkraftanlage ihren Dienst. Zukünftig wird sie durch umfangreiche Photovoltaiksysteme ergänzt werden.

Die Entstaubung des Abgases übernimmt ein großzügig dimensionierter Gewebefilter. Der anfallende schwermetallhaltige Feststoff wird in die Prozesse zurückgeführt. Schließlich sorgen Wäschertürme dafür, dass Schwefeldioxid, eben jener gasförmige Schadstoff, der einst hauptverantwortlich für das Waldsterben war, aus dem Abgas entfernt wird. Die in die Wäscher eingedüste Kalksteinsuspension wird durch die Aufnahme des Schwefels in Gipshydrat übergeführt, das erneut als Sulfidierungsmittel beim Schmelzprozess Verwendung findet. Mit der Anlage werden die strengen gesetzlichen Vorgaben nicht nur eingehalten, sondern i. d. R. sogar deutlich unterboten.

Der im Schmelzwerk erzeugte Nickelstein wird in Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung an andere Verarbeiter verkauft oder im hydrometallurgischen Bereich der

Nickelhütte zu Nickelsulfat und Nickelchlorid weiterverarbeitet. Der gesamte Recyclingprozess wurde durch zielgerichtete Optimierungen weiterentwickelt, so dass sich die Nickelhütte in einem neuen, von starkem Wachstum geprägten Markt etablieren konnte.

**BATTERIERECYCLING- EIN WACHSENDER MARKT MIT VIELEN HERAUSFORDERUNGEN**



Das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien ist schon deswegen ein komplexer Prozess, weil die angelieferten Batterien hinsichtlich ihres Aufbaus, ihrer Größe und ihres Wertstoffinhaltes stark variieren. Die Verknüpfung pyrometallurgischer und hydrometallurgischer Verfahren garantiert die größtmögliche Wertschöpfung und Energieeffizienz. WEEE= Waste of Electrical and Electronic Equipment (Elektronikschrott)

Seit etwa 10 Jahren verarbeitet die Nickelhütte einen neuartigen Rohstoff, dessen Aufkommen derzeit in starkem Steigen begriffen ist. Das Recycling von Lithium-Ionen-Akkumulatoren aus dem Bereich Elektromobilität ist ein Wachstumsmarkt mit enormen Herausforderungen. Derzeit liegt das Aufkommen der in der Nickelhütte zu verwendenden Batterien bei etwa 4000 t im Jahr. Dabei handelt es sich meist noch nicht einmal um ausgediente Stromspeicher, sondern lediglich um solche neuwertigen Module, die die strengen Qualitätsstandards der Automobilhersteller



nicht erfüllt. Die Hauptkomponenten der aussortierten Batterien sind mit Nickel, Kupfer und Kobalt gerade jene Metalle, die das Kerngeschäft der Nickelhütte ausmachen.

Das Recycling der von Fahrzeug zu Fahrzeug sehr verschiedenen Akkus ist ein komplexer Prozess, der ständig weiterentwickelt wird. Das Schema gibt einen Überblick über die Abfolge der einzelnen Verwertungsschritte. Kompakte Unterflur- Autobatterien bestehen aus mehreren, miteinander kombinierten Modulen, die vor der eigentlichen Verwertung aufwändig demontiert werden müssen. Da die Stromspeicher meist noch geladen sind und somit mehrere 100 Volt Spannung anliegen, müssen die Arbeiten von geschultem Fachpersonal unter Beachtung entsprechender Sicherheitsvorschriften ausgeführt werden. Die bei der Demontage anfallenden Batteriegehäuse und Kabel werden der Abteilung Metallhandel der Nickelhütte zugeführt und schließlich an andere Hüttenwerke zur weiteren Verarbeitung verkauft.

Sowohl die aus dem Batteriegehäuse entnommenen als auch andere, etwa 50 kg schwere Einzelmodule werden nun thermisch behandelt. Die dazu nötige Energie stammt z.T. aus den Batterien selbst oder wird dem System durch die Verwendung heizwertreicher CO<sub>2</sub>-neutraler Abfälle zugeführt. Die Nutzung der Abwärme und die Entgiftung des Abgases erfolgt auf dem gleichen Weg, wie es bereits für das Recycling anderer nickelhaltiger Abfälle beschrieben wurde. Das ausgebrannte Material wird mechanisch aufbereitet, wobei die grobe Metallfraktion, bestehend aus Stahl, Kupfer und Aluminium in Form von Schrott wieder in den Wertstoffkreislauf zurückgelangt.



Nickelsulfathexahydrat und Nickelchloridhexahydrat (v.l.) können erneut zur Herstellung von Akkumulatoren oder für andere Zwecke Verwendung finden.

Das zurückbleibende Material enthält hauptsächlich Nickel, Kupfer und Kobalt. Zusammen mit kleineren Batteriemodulen und Zellen gelangt es in den Bereich Pyrometallurgie und wird hier unter Einmischung verschiedener

Zuschlagstoffe geschmolzen. Auch hier liefert die dabei stattfindende Entladung der Batterien durch die Bildung elektrischer Lichtbögen selbst einen Teil der benötigten Energie. Analog zum herkömmlichen Schmelzprozess werden die Wertstoffe Nickel, Kupfer und Kobalt in einem Konzentrat gesammelt, das dem Bereich Hydrometallurgie als Vorlauf dient. Durch verschiedene Laugungs-, Reinigungs- und Kristallisationsprozesse werden nacheinander chemisch reines Kupfer-, Nickel- und Kobaltsulfat gewonnen. Es handelt sich dabei um jene Rohstoffe, die für die Herstellung neuer Lithium-Ionen-Akkus benötigt werden.

Bei allen Erfolgen bestehen aber auch noch erhebliche Herausforderungen. So findet sich das in den Batterien im unteren Prozentbereich enthaltene Lithium in der Schlacke des Schmelzprozesses wieder und kann derzeit nicht wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden. An der Entwicklung eines Verfahrens, das auch die Wiedergewinnung des wertvollen Alkalimetalls gestattet, wird daher mit Nachdruck gearbeitet. Dabei gilt es viele Varianten und Ansätze durchzuspielen, immerhin muss neben einem optimalen Wertstoffausbringen die wirtschaftliche Umsetzbarkeit eines solchen Prozesses im Mittelpunkt der Bemühungen stehen. Auch bei der weiteren Steigerung der Energieeffizienz und der damit einhergehenden Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Recyclingverfahrens besteht noch erhebliches Entwicklungspotential. In diesem Zusammenhang muss neben allen Bemühungen der Wiederverwerter auch an die Verantwortung der Produzenten appelliert werden, bereits bei der Entwicklung ihrer Produkte an ihr unabdingbar kommendes Recycling zu denken. So bleiben z.B. bei der Standardisierung des Aufbaus der Batterien und der Zusammensetzung der Rohstoffe derzeit noch viele Wünsche offen. Was den globalen Bedarf des Nickels betrifft, so ist eines ganz sicher festzuhalten: Das Recycling des silberhell glänzenden Metalls ist nicht nur ein Gebot der Vernunft, sondern auch die vielseitigste, nachhaltigste und energetisch effizienteste Methode seiner Gewinnung.

#### Literatur

Die Geschichte der industriellen Anwendung des Nickels und seines engsten „Verwandten“ dem Kobalt wird ansprechend im Buch „Das sächsische Kobalt- und Blaufarbenwesen“ von Dr. Mike Haustein dargestellt. Mitteldeutscher Verlag, Halle/Saale (2020).



# LEGIERTE SCHROTTE

## UNVERZICHTBARE ROHSTOFFQUELLE

VON FRANK WÄCKERLE

### EDELSTAHL – EINE LEGIERUNG VON BLEIBENDER SCHÖNHEIT.

Seit über 100 Jahren fasziniert Edelstahl die Menschheit. War man zu Beginn lediglich auf der Suche nach einem Material, das einem nicht binnen kürzester Zeit wegoxidierete, erkannte man schnell, dass man mit Edelstahl Produkte von bleibendem Wert erschaffen konnte. Die samt-matte Oberfläche, die durch ihre selbstheilende Passivschicht aus Chrom und Sauerstoff die Produkte vor der Selbstzerstörung durch Rost schützt, die Möglichkeit, die Oberfläche durch Polieren auf Hochglanz zu bringen, die Chancen, die Legierung durch Hinzufügen von Nickel, Molybdän und andere Legierungselemente auch gegen Meerwasser, Säuren und aggressive Gase resistent zu machen, das alles führte zur weltweiten Verbreitung von Edelstahl.

Heute kann man sich eine Welt ohne Edelstahl überhaupt nicht mehr vorstellen. Im Privathaushalt wird Edelstahl als Material für das Kochgeschirr oder als Besteck genutzt. Trinkhalme aus Plastik und Coffee-to-go-Becher werden zunehmend durch Edelstahlröhrchen und Warmhaltebecher aus Edelstahl ersetzt. Selbst in der Liefergastronomie gibt es Bestrebungen, die Einwegverpackungen aus Plastik, Karton oder Aluminium durch Mehrwegsysteme aus Edelstahl zu ersetzen.

Die Statussymbole von heute, die Smartphones und Tablets, die Grillstationen und Outdoor-Küchen, glänzen mit Edelstahlgehäusen und ergänzen die bereits etablierten Statussymbole wie hochseefeste oder weltraumtaugliche Armbanduhren, edelstahlbeplankte Solitärkühlschränke oder Weinklimaschränke.

In der Architektur und Gebäudetechnik bildet Edelstahl das Rückgrat der gesamten Infrastruktur. In vielen Regionen der Welt vermeidet man durch den Einsatz von Edelstahl bei der Neuinstallation von Frischwasser-Hausanschlüssen dauerhaft den unkontrollierten Verlust von wertvollem Trinkwasser. Im Gegensatz zu Stahl- oder Gussrohren kennt Edelstahl keine Durchrostungen und im Gegensatz zu Kunststoffrohren keinen Verlust von Weichmachern und damit verbundene Versprödungen. Edelstahlschlüsse sind sogar in der Lage, tektonische Ereignisse wie Erdbeben nahezu schadenfrei zu überstehen.

Stahlbeton mit einer Armierung aus Edelstahl kennt keine Ausblühungen und Armierungsbrüche durch Korrosion. Die damit konstruierten Fassaden und Brücken halten wesentlich länger als deren Pendanten mit unlegierten Armierungen. Seit einigen Jahren werden komplette Brücken aus Edelstahl hergestellt. Auch Vertikalgärten, Hausbegrünung usw. sind nur dann sinnvoll, wenn die Konstruktionselemente aus Edelstahl hergestellt werden, denn die Haltesysteme müssen länger haltbar sein als die Begrünung selbst. Das kann nur legierter Stahl leisten.

Doch schlagen wir nun die sprichwörtliche Brücke zum Edlestahlschrott.

### ALTSCHROTT UND NEUSCHROTT – WO LIEGT DER URSPRUNG

Jeder, der mit dem Betrieb eines Stahlwerks vertraut ist, weiß, dass auf dem Weg des Stahls vom Schmelzbetrieb über die Stranggussanlage, die Kalt- oder Warmwalzan-

gen und das Schneiden bis hin zum Versand an die Servicezentren interner Schrott anfällt.

Das ist die Art von Schrott, die das Stahlwerk nicht verlassen wird, sondern einen schnellen Weg zurück ins Schmelzwerk findet, um in einer der nächsten Schmelzen als Rohstoff wieder eingeschmolzen zu werden. Das sind Prozesse, die immer wieder durchgeführt werden können, ohne dass die Gefahr besteht, dass das Material in irgendeiner Weise verloren geht.

Da dieser interne Neuschrott niemals den direkten Einflussbereich der Stahlwerke verlässt, werde ich diesen Teil des Schrottkreislaufs nicht im Detail betrachten. Ich möchte aufzeigen, woher der ganze Schrott kommt, den die Stahlwerke von Ihren wichtigsten Rohstofflieferanten erhalten.

In der Welt außerhalb der Stahlwerks werden die Edelstahlprodukte auf viele verschiedene Arten verarbeitet. Die Langprodukte werden gebohrt, gefräst, gezogen, gepresst oder gebogen. Die Flachprodukte werden geschnitten, gespalten, gestanzt, geformt, tiefgezogen oder geschweißt. All diese Verarbeitungsschritte führen am Ende des Entstehungsprozesses zu mehr oder weniger komplexen Strukturen, von einer einfachen Unterlegscheibe bis hin zu einer ganzen Industrieanlage.

Bei all diesen Verarbeitungsschritten entstehen neue Formen, aber eben auch Schrott. Schrott aus rostfreiem Stahl, einem wichtigen Rohstoff, der, wie wir alle wissen, immer wieder eingeschmolzen werden kann, ohne an Qualität zu verlieren. Das ist der Schrott aus der Neuproduktion, der außerhalb des Stahlwerks anfällt, der externe Neuschrott. Neben dem Edelstahlschrott, der bei der Neuproduktion anfällt, gibt es auch eine stetig wachsende Menge an Altschrott. Dieser Altschrott hat die Stahlwerke oder die Produktionsanlagen der edelstahlverarbeitenden Industrie schon vor vielen Jahren, möglicherweise sogar vor mehreren Jahrzehnten, als ein glänzendes und lang Zeit nutzbares Neuprodukt verlassen.

Der enorme Vorteil von rostfreiem Stahl, dass er nicht rostet, dass er sehr lange hält und dass sein Glanz das Auge des Betrachters über Jahre hinweg erfreut, trägt ebenfalls dazu bei, dass ein großer Teil des jemals produzierten rostfreien Stahls auch heute noch im Einsatz ist und dass dadurch die durchschnittliche Nutzungsdauer der aus Edelstahl hergestellten Produkte Jahr für Jahr steigt.

Wie kann dieses immense Potenzial genutzt und all dieser wertvolle Rohstoff in die Stahlwerke zurückgeführt werden?

Das ist der Moment, in dem der weltweit tätige Schrotthändler ins Spiel kommt.

## DIE BESCHAFFUNG VON SCHROTT – EIN WELTWEITES GESCHÄFT.

### Neuer Produktionsschrott

Der Rohstoff Edelstahl ist ein weltweit bekannter und begehrter Rohstoff. Bis in die entlegensten Winkel unseres Planeten haben sich die Vorteile und die Werthaltigkeit von Edelstahl herumgesprochen. Deshalb geht auch nur ein äußerst geringer Teil der jemals aus Edelstahl hergestellten Produkte aus dem Nutzungskreislauf verloren und falls es doch passiert, geschieht dies aus Versehen.

Von den kleinsten Hinterhofwerkstätten bis zu den großen edelstahlverarbeitenden Industrien: sie alle werden regelmäßig von Schrotthändlern besucht. Die Schrotthändler bezahlen zum jeweiligen Zeitpunkt einen marktgerechten Preis für den dort anfallenden Edelstahlschrott. Ob in Tüten getragen, mit Handwagen oder von Esel- oder Pferdekarren gezogen, mit modernsten Lastkraftwagen mit Wechselladensystemen transportiert: all dieser Schrott ist weltweit ein wertvolles Handelsgut.

### Abbruch- und Rückbauschrott

Man darf aber auch den Abbruch- oder Rückbauschrott nicht vergessen. Hier sprechen wir unter anderem vom Umbau oder vom Rückbau großer Industrieanlagen. Dabei ist es egal, ob nur Teile der Anlage erneuert werden und so die gesamte Anlage auf den neuesten technischen Stand gebracht wird oder ob diese Industrieanlage nicht mehr benötigt und deshalb wieder abgebaut wird. Hat man sich für den Rückbau entschieden, kümmern sich spezialisierte Schrotthändler darum. Sie beauftragen weltweit Abbruchunternehmen, die sich um diese komplizierte und oftmals sehr gefährliche Arbeit kümmern, oder aber sie führen diese Arbeiten in Eigenregie durch. Dabei werden keine Kosten und Mühen gescheut, um den dabei entstehenden Schrott wieder in den Produktkreislauf zurückzuführen.

### Schrott aus dem Konsumgüterbereich

Der dritte große Mengenstrom an Edelstahlschrott

stammt aus dem Konsumgüterbereich. Im zunehmenden Maße wird Edelstahl aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften, sei es seine Korrosionsfreiheit, sein Glanz, seine Schönheit oder auch die einfach zu pflegende Oberfläche in Alltagsgegenständen verarbeitet. Das macht Edelstahl zu einem langlebigen Produkt.

Trotzdem kommt oft irgendwann der Zeitpunkt, an dem man den Wunsch nach etwas Neuem verspürt. Das Alte, obwohl noch gut zu gebrauchen, wird dann zur Altmetallsammelstelle gebracht.

Ein Teil der Konsumgüter gerät manchmal aber auch irrtümlicherweise in den Abfall. Zum Beispiel ein Küchenmesser, welches versehentlich mit den Gemüseabfällen im Biomüll landet oder der Löffel, welchen unsere Kinder hin und wieder gemeinsam mit dem Joghurtbecher im Mülleimer entsorgen.

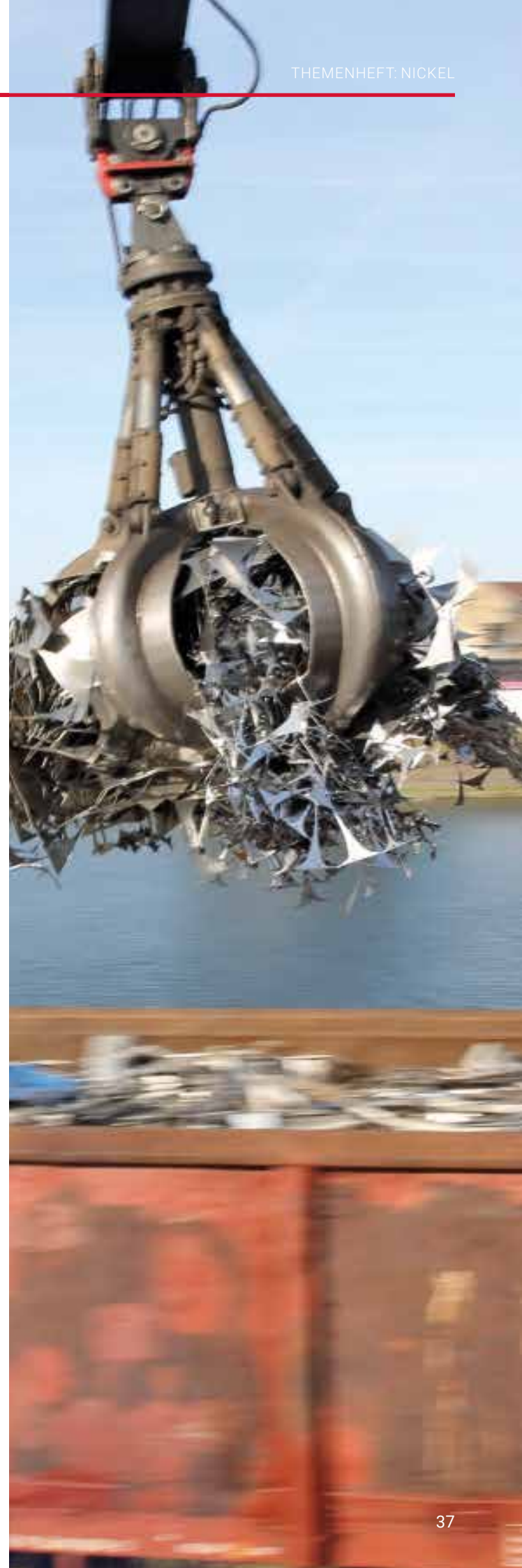
Den Recyclingunternehmen sind diese Vorgänge bekannt. Seit Jahren kommt unbesehen kein Abfall auf die Deponien. Bauabfälle und Erdaushub werden aufwändig gesiebt, Hausmüll wird sowohl maschinell als auch von Hand sortiert und alles, was nicht sortiert oder einem anderen Recyclingweg zugeführt werden kann, wird in Müllverbrennungsanlagen zur Wärme- und Stromgewinnung verwendet.

Die dabei herrschenden Verbrennungstemperaturen reichen üblicherweise aber nicht aus um Edelstahl und auch die meisten der anderen Metalle schmelzen zu lassen. So können nach dem Verbrennungsprozess die in der Asche verbleibenden Metalle von den sonstigen Verbrennungsrückständen getrennt werden. Diese finden dann über teils aufwändige Sortierungen ebenfalls ihren Weg zu den weltweit agierenden Schrotthändlern.

### **Bearbeitungsrückstände**

Eine weitere Quelle wertvoller metallhaltiger Rohstoffe sind Schleifschlämme, die bei einer Vielzahl von metallbearbeitenden Tätigkeiten anfallen. Diese Schlämme weisen wechselnde Anteile an Metall, Öl, Wasser und Schleifmittel auf, weshalb sie in den meisten Fällen als Abfall kostenpflichtig entsorgt werden müssen.

In der Regel stellen der hohe Anteil an Prozess-Öl, sowie die Rückstände von Kühlschmierstoffen im Schlamm ein Ausschlusskriterium für die Aufbereitung mit herkömmlichen Recyclingtechnologien dar. Deshalb werden die





Schleifabfälle häufig verbrannt oder deponiert. Dies ist nicht nur mit hohen Kosten und Aufwand für die Unternehmen verbunden, sondern schadet auch der Umwelt und führt außerdem zu einem Ressourcenverlust.

Diesem Problem haben sich nun Ingenieure angenommen. In zwei innovativen Anlagen in Bitterfeld-Wolfen werden diese metallhaltigen Schleifschlämme aufbereitet. Nach der Aufbereitung können die metallischen Rückstände in Form von festen Briketts, ähnlich wie Stückschrott, wieder eingeschmolzen werden und gehen dem Kreislauf des Edelstahls nicht verloren.

Nach der Aufbereitung des Schleifschlammes in der Vakuum-Destillationsanlage liegen Öl, destilliertes Wasser und reines Metallpulver vor. Das Metallpulver kann anschließend in Form von Briketts wieder zurück in den Produktionskreislauf geführt werden.

Diese Recyclingtechnologie stellt sicher, dass auch die in öligen oder gefährlichen Schleifschlämmen enthaltenen Metalle nicht verloren gehen und trägt somit zu einem effizienten Ressourcenumgang bei.

### DAS HEBEN DER SCHÄTZE – DAS QUALITÄTSMANAGEMENT

#### Investitionen in Analytik und nachhaltiges Wirtschaften.

Die vorherigen Beispiele zeigen, dass die Erfassung der Schrotte nicht einheitlich ist. Betrachtet man den Bereich der neuen Produktionsschrotte, erfolgt die Erfassung teil-

weise sehr spezifisch. Im Bereich Sammelschrott oder Hausmüll erfolgt dies eher unspezifisch. Auch sind die Schrotthändler in den einzelnen Handelsstufen und gemäß ihren lokalen Möglichkeiten technisch sehr unterschiedlich ausgestattet.

So kann ein Schrotthändler, der Stahlwerke mit Rohstoffen aus Edelstahlschrott versorgt, heute gar nicht anders, als sein technisches Equipment und seine interne Wissensbasis auf dem neuesten Stand zu halten.

Dies fängt damit an, dass jedes Kilogramm Schrott, welches an ein Lager geliefert wird, zu allererst auf eine mögliche radioaktive Verunreinigung untersucht wird. Diese Untersuchung wird im Laufe der weiteren Bearbeitungsprozesse mehrfach automatisiert wiederholt. So kann in einem sehr hohen Maße ausgeschlossen werden, dass eine bei der ersten Überprüfung möglicherweise noch abgeschirmte Verunreinigung oder Strahlenquelle, in den nachfolgenden Prüfschritten nicht gefunden wird.

Jede Lieferung wird nach der radiologischen Prüfung einer ersten Sichtprüfung unterzogen. Hier wird zunächst geprüft, ob der angelieferte Schrott mit den Angaben in den Lieferpapieren entspricht. Nach dieser Plausibilitätsprüfung werden die Lieferungen zu unterschiedlichen Abladestellen auf dem Betriebsgelände geleitet.

Beim Entladen wird zunächst wiederum visuell geprüft, ob es beim Transport vielleicht zu unbeabsichtigten Verunreinigungen oder Vermischungen kam und ob der Schrott

möglichweise stahlschädliche Anhaftungen aufweist. All diese Beobachtungen werden auf den Wareneingangsdokumenten schriftlich festgehalten und bei Bedarf mit Bildern belegt und gespeichert.

## NUN STARTEN DIE INTERNEN BEARBEITUNGSPROZESSE.

### Späneanlieferungen

Alle angelieferten Späne werden Ladung für Ladung gebrochen. Beim Beschicken des Spänebrechers wird darauf geachtet, dass keine Schrotstückchen in die Brecherkammer gelangen, da diese die Maschine beschädigen würden. Durch den Vorgang des Spänebrechens wird die Anlieferung homogenisiert. Aus dieser homogenen Lieferung wird dann eine Probe gezogen und in eigenen Probe-Schmelzöfen geschmolzen. So erhält man neben der Bestimmung von Feuchtigkeitsgehalt und Schmelzverlust auch eine spezifische Analyse jeder einzelnen Spänelieferung.

Sobald die Wareneingangsprüfung abgeschlossen ist, werden die Späne lose gelagert oder zu Spänebriketts oder zu Spänekapseln gepresst. Die Stabilität dieser Briketts oder Pakete resultiert ausschließlich aus dem verwendeten Pressdruck. Es werden keinerlei zusätzliche Bindemittel verwendet.

### Schrottanlieferungen

Auch die angelieferten Schrotte werden Ladung für Ladung separat abgeladen und anschließend geprüft, sortiert und analysiert. Am Ende hat jede Lieferung, oder bei inhomogener Ware jeder separierte Teil der Lieferung, neben dem festgestellten Gewicht auch eine eindeutig zugeordnete Analyse.

Nach dieser Wareneingangsprüfung werden die Schrotte entweder in loser Schüttung gelagert oder sie werden mit Schrottpressen zu Paketen gepresst, mit Scheren auf ein mit den Kunden vorab vereinbartes Maß geschnitten oder wenn es sich um große Konstruktionsteile handelt, in den dafür eingerichteten und von der Genehmigungsbehörde abgenommenen Brennhallen mit Sauerstoffanlagen oder Plasmabrennern auf die passenden Abmessungen gebracht.

Allein durch diese aufwändigen Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Wareneingangsprüfung der verschiedenen Schrottlieferungen, durch das Feststellen der spezifischen Materialzusammensetzungen und den Legierungsgehalten der einzelnen Chargen ist der an das Stahlwerk liefernde Schrotthändler in der Lage, aus den verschiedensten Lagerbestandsmaterialien genau diese Lieferung für die Kunden zusammenzustellen, die von diesen auch gewünscht wird.



## WIE KÖNNEN DIE BEDÜRFNISSE DER KUNDEN ERFÜLLT WERDEN

### Der Erfolgsweg

Durch den permanenten Austausch mit den Kunden, sowohl im kaufmännischen aber vor allem auch im technischen Bereich, können die Bedürfnisse der Kunden sehr genau ermittelt werden. Was bei dem einen Schmelzbetrieb höchst erwünscht ist, kann bei einem anderen Kunden ein absolutes Ausschlusskriterium sein. So ist es heute kaum möglich, eine für den einen Kunden zusammengestellte Schrottlieferung an einen anderen Kunden zu liefern.

Jede einzelne Schrottlieferung wird für den individuellen Bedarf des jeweiligen Kunden zusammengestellt. Dazu ist es unbedingt notwendig, die ganz speziellen Anforderungen eines jeden Kunden zu kennen.

Der Verantwortliche für den Versand stellt aus der Vielzahl der sich am Lager befindlichen Schrotte die für diesen Kunden passende Rezeptur zusammen. Diese Rezeptur erhalten dann die Verlademeister. Deren Aufgabe ist es, diese Rezeptur genau zu befolgen und für das jeweilige Transportmittel eine homogene Schrottlieferung herzustellen, ganz egal ob es sich um einen einzelnen Lkw mit 25 Tonnen, um einen einzelnen Eisenbahnwaggon mit 50 Tonnen oder um einen ganzen Zug mit 1000 Tonnen, ein

Binnenschiff mit bis zu 2500 Tonnen oder ein Seeschiff mit mehreren Tausend Tonnen Ladekapazität handelt.

## LIEFERKETTE ZU DEN STAHLWERKEN – DIE BESTMÖGLICHE LIEFERUNG, AUCH UNTER DEM GESICHTSPUNKT DES CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCKS

### Ein Konzept auf drei Säulen

Bei der Belieferung der Stahlwerke ist man heute in der Lage, alle Kunden in der Art und Weise zu beliefern, wie dies von den Kunden gewünscht wird.

- Transporte im Nahbereich werden typischerweise mit LKW auf der Straße durchgeführt.
- Der Bahntransport ist für viele Schrottlieferungen seit Jahrzehnten üblich.
- Falls von den Kunden gewünscht, können von vielen Lagerbetrieben auch Binnenschiffe geladen oder von den Lägern an den Tiefseehäfen auch Seeschiffe geladen werden.

So wird in Abstimmung mit dem Kunden das bestmögliche Transportmittel genutzt; ganz im Sinne der Ressourcenschonung und um auf dem Transportweg den CO<sub>2</sub>-Ausstoß so gering wie möglich zu halten.

Alles in allem ein sorgsamer Umgang mit einem dauerhaften Werkstoff.





**” WIR TRAGEN RECYCLING  
JETZT AUCH IM NAMEN, DENN  
70 % UNSERER MITGLIEDER SIND  
RECYCLER. NACHHALTIGKEIT LIEGT  
IN DER DNA VON METALLEN.**

**“**



Verband Deutscher  
Metallhändler  
und Recycler e.V.

**METALL  
RECYCLING  
VDM**



VDM | Verband Deutscher  
Metallhändler und Recycler e.V.  
Wallstraße 58 | 10179 Berlin  
[www.vdm.berlin](http://www.vdm.berlin)

# DAS NICKELNETZWERK

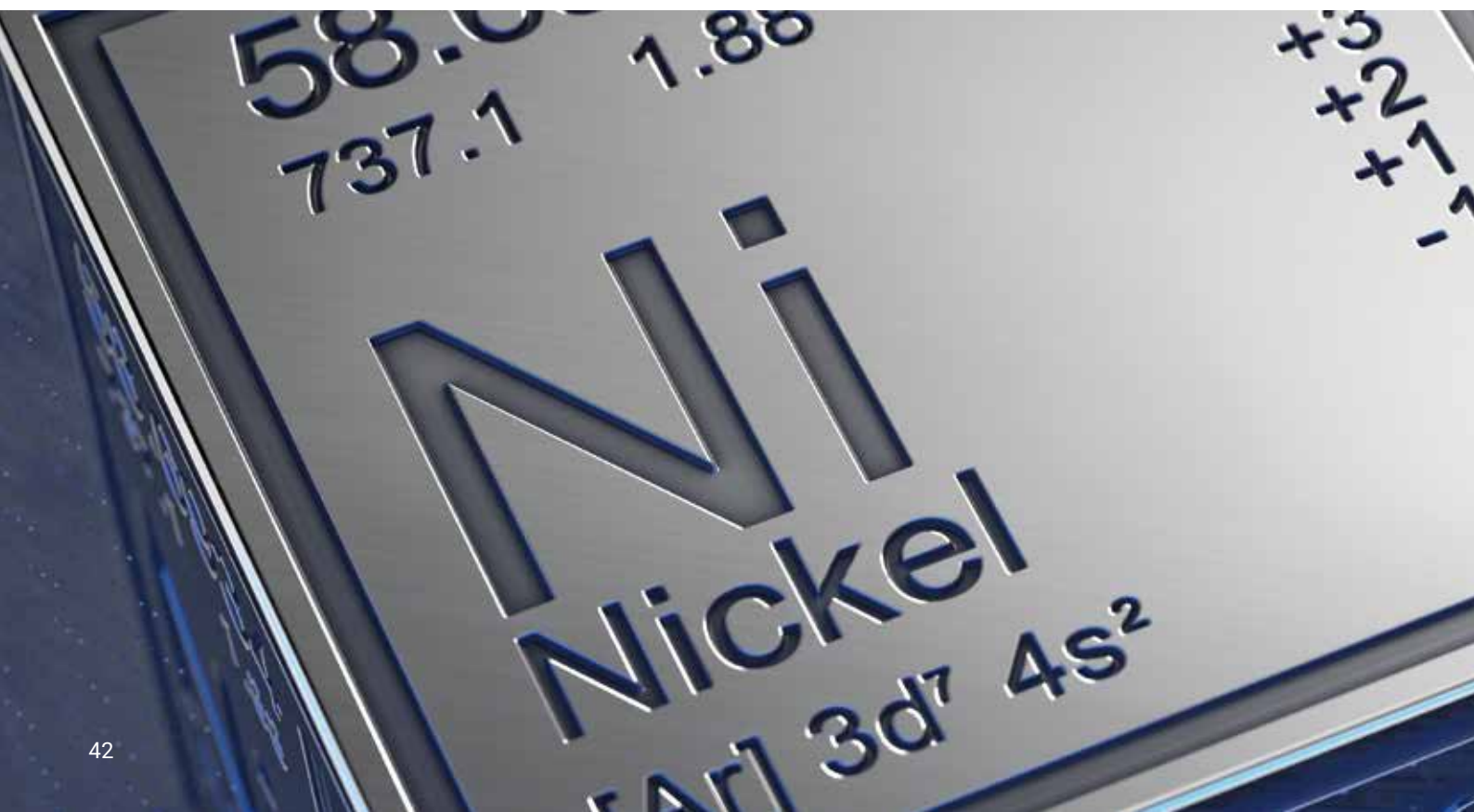
## NICKELINSTITUT

Das Nickelinstitut ist die weltweite Vereinigung der führenden Primärnickelproduzenten. Es ist das Kompetenzzentrum für Informationen über Nickel und nickelhaltige Materialien und verfügt über Büros in Asien, Europa und Nordamerika. Das Büro für Europa befindet sich in Brüssel, dort gibt es auch deutschsprachige Ansprechpartner. Aufgabe ist die Förderung und Unterstützung der ordnungsgemäßen Verwendung von Nickel in geeigneten Anwendungen. Das Nickelinstitut fördert und unterstützt Märkte für neue und bestehende Nickelanwendungen, einschließlich rostfreiem Stahl, und setzt sich für solide Wissenschaft, Risikomanagement und sozioökonomischen Nutzen als Grundlage für die öffentliche Politik und Regulierung ein. Über seine wissenschaftliche Abteilung NiPERA Inc. betreibt das Nickelinstitut außerdem wissenschaftliche Spitzenforschung im Bereich der menschlichen Gesundheit und der Umwelt. Kontakt: [www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)



## DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) ist das rohstoffwirtschaftliche Kompetenzzentrum und die zentrale Informations- und Beratungsplattform zu mineralischen und Energierohstoffen für die deutsche Wirtschaft. Die DERA ist Bestandteil der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), die wiederum eine technisch-wissenschaftliche Oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) ist. Die DERA analysiert und bewertet die internationalen Rohstoffmärkte und zeigt u.a. Preis- und Lieferrisiken auf. Auf der Website [www.deutsche-rohstoffagentur.de](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de) finden sich unter anderem umfangreiche Studien über Zink.





### VERBAND DEUTSCHER METALLHÄNDLER UND RECYCLER E.V.

Der VDM ist ein 1908 gegründeter Fachverband der Metallwirtschaft mit Standorten in Berlin, Brüssel und Wien. Fachlich deckt er nicht nur Nickel sondern alle Nichteisenmetalle ab. Seine Mitglieder repräsentieren den gesamten Metallkreislauf, von der Produktion über den Handel bis zum Recycling. Der VDM informiert seine Mitglieder über fachliche Themen, setzt sich für die Interessen der Branche bei der Politik ein und ist das größte Netzwerk des Metallhandels in Europa. Die VDM METALLAKADEMIE mit ihrem fachspezifischen Ausbildungsangebot ist ein wichtiger Bestandteil des Verbandes. Auf der Website [www.vdm.berlin](http://www.vdm.berlin) sind u.a. zahlreiche VDM-Magazine und Positionspapiere zu unterschiedlichsten Themen rund um die Metallwirtschaft abrufbar.

### WVMETALLE

#### WV METALLE

Die Wirtschaftsvereinigung Metalle vertritt die wirtschaftspolitischen Anliegen der Nichteisen(NE)-Metallindustrie mit 649 Unternehmen und 108 000 Beschäftigten. Hierzu gehört nicht nur die Zinkindustrie, sondern alle Unternehmen der NE-Metallindustrie. Ihre Aufgaben gegenüber den Mitgliedsunternehmen sieht die Wirtschaftsvereinigung Metalle in der wirtschaftspolitischen Interessenvertretung der deutschen Erzeuger und Verarbeiter von NE-Metallen. Darüber hinaus fördert sie die Markttransparenz durch statistische Dienste und Marktanalysen in Zusammenarbeit mit den Mitgliedsunternehmen und den Branchenverbänden. Kontakt: [www.wvmetalle.de](http://www.wvmetalle.de)

# Edelstahlrecycling – weltweit ein nachhaltiges Geschäft



Weltmarktführer im Edelstahlrecycling

[www.cronimet.de](http://www.cronimet.de)



**CRONIMET**  
*metals are our passion*