



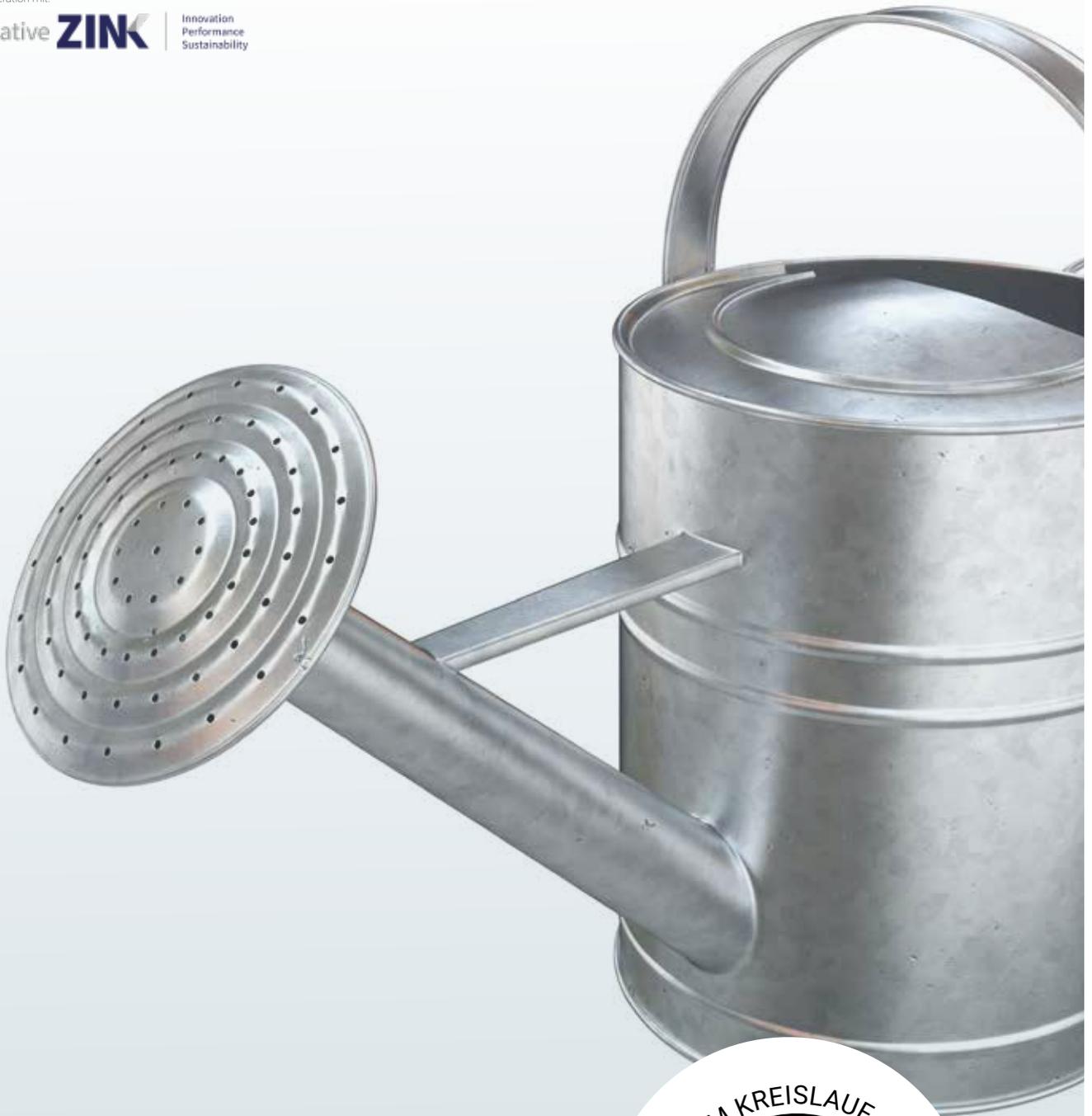
# VDM MAGAZIN

Handel | Recycling | Produktion

In Kooperation mit:

Initiative **ZINK**

Innovation  
Performance  
Sustainability



# INHALT

## THEMENHEFT ZINK

- 03 Themenheft Zink – unverzichtbares Metall für unser Leben**  
von Petra Zieringer und Ralf Schmitz, Präsidentin und Hauptgeschäftsführer des VDM
- 04 Vorkommen – Abbauggebiete - Recycling**  
von Ulrike Dorner, Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Deutschen Rohstoffagentur (DERA)  
in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- 08 Zink – Basismetall für modernes Leben**  
von Frank Neumann, Geschäftsführer der Initiative ZINK
- 14 Zink – Werkstoff für Energiespeicher der Zukunft**  
von Dr. Josef Daniel-Ivad, Manager der Zinc Battery Initiative ZBI, einer Initiative der Zinkbatterieindustrie
- 22 Nachhaltiger Korrosionsschutz von Stahl durch thermisch gespritzte Zinkschichten**  
von Dr. Ing. Frank Prenger, Leitung Forschung und Entwicklung der Grillo-Werke AG
- 25 Zinklegierungen – genormte Qualität aus primären und sekundären Rohstoffen**  
von Didier Rollez, Vertrieb und technische Beratung ZAMAK, Grillo-Werke AG
- 29 Recycling und Upcycling von Zinklegierungen – Circular Economy mit Qualität**  
Matthias Burbach und Mathieu Gillardin, REAZN S.A.
- 31 Zinkoxid ist vielfältig und innovativ**  
von Thorsten Rowold, Geschäftsführer der Harzer Zinkoxide GmbH
- 34 Feuerverzinken – was ist das eigentlich?**  
von Dr. Sebastian Schiweck, Hauptgeschäftsführer Industrieverband Feuerverzinken e.V.
- 36 Industrie im Wandel – Klimaneutral werden. Wege zur grünen Transformation in der Zink- und Bleiherstellung**  
von Thomas Hüser, Glencore Nordenham
- 39 The Urban Zinc Miner – Rohstoffquelle Zinkschrotte- und Abfälle sowie Rückstände**  
von Michael Oberdorfer, Frankenberg-Metallrecycling GmbH
- 46 Das Zinknetzwerk**

## IMPRESSUM

VDM Magazin Nr. 707 – Juni 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), Frank Neumann, 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: Titel: iStock 508467689/Initiative Zink, Seite 3: Adobe Stock 263779558 alexImx, Seite 4: AdobeStock 111272337 vvoe, Seiten 6/7: DERA/BGR, Seite 8: AdobeStock 191667994 Björn Wylezich und AdobeStock 128136090 bit, Seiten 10: Initiative ZINK / Ruhrzink, Seite 12: Initiative ZINK, Seiten 14 und 17: Initiative ZINK / Grillo-Werke AG, Seite 19: Zink8, Seite 20: Redflow; Seite 21: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Seite 22: Mühlhan, Seite 23: Metallisation; Seite 24: Allgemeinfrei, Seite 26: Initiative ZINK/HDO-Druckguss und Oberflächen GmbH/Druckguss Westfalen Behringer, Seite 27: Initiative ZINK/Freiburger Druckguss GmbH, Seite 31: Fotolia 74042112 Ingo Bartussek; Seite 32: AdobeStock 442814748 RHJ, Seite 34: Industrieverband Feuerverzinken, Flummi, Seiten 36 und 37: Nordenham Metall, Seiten 38 bis 45: Frankenberg Metallrecycling / Michael Oberdorfer, Seite 47: Metallwerk Dinslaken/VDM

# THEMENHEFT ZINK - UNVERZICHTBARES METALL FÜR UNSER LEBEN

VON PETRA ZIERINGER UND RALF SCHMITZ



Neben Aluminium, Blei, Kupfer und Nickel gehört Zink zu den wichtigen Industriemetallen die an der Londoner Metallbörse (LME) gehandelt werden. Auch wenn es nicht so stark im Blickpunkt der Öffentlichkeit steht wie manch anderes Metall, so ist Zink doch eines der wichtigsten Elemente überhaupt, denn Zink ist unverzichtbar für unser Leben. Zink ist ein lebensnotwendiges Spurenelement im menschlichen Körper. Es kommt etwa in Haut, Haaren, Knochen, Augen und Leber vor. Das Metall ist unendlich wichtig für unsere Gesundheit, deshalb wird es oft in medizinischen Produkten wie beispielsweise Tabletten oder Salben verwendet. Nicht immer fallen seine Anwendungsgebiete sofort ins Auge. So ist Zinkoxid beispielsweise ein elementarer Bestandteil vieler Kosmetikprodukte und wirkt unscheinbar im Verborgenen.

In diesem Heft stellen wir Ihnen den Kreislauf von Zink vor. Wir beginnen bei den Vorkommen in aller Welt, schauen uns an wie aus Erz das Metall Zink gewonnen wird und betrachten die vielfältigen Einsatz- und Verwendungsgebiete des Metalls. Schließlich wenden wir uns dem Recycling zu, unserer wichtigsten heimischen Rohstoffquelle.

Unser Dank gilt allen Autoren dieses Heftes, die bereitwillig Zeit und Wissen zur Verfügung gestellt haben um dieses VDM MAGAZIN möglich zu machen. Besonders freut uns, dass wir die Initiative Zink gewinnen konnten, dieses Heft mit uns gemeinsam zu gestalten.

# VORKOMMEN – ABBAUGEBIETE – RECYCLING

VON ULRIKE DORNER



Zinkblende

## VORKOMMEN

Zink (Zn) ist ein bläulich-weißes Metall, das in der Erdkruste mit einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 70 ppm vorkommt. Zink hat eine starke Affinität zu Schwefel und tritt in der Natur deshalb meist sulfidisch gebunden auf. Das wichtigste Mineral für die Zinkgewinnung ist die Zinkblende (ZnS, Sphalerit), die zu etwa 95 % zur Primärproduktion von Zink beiträgt. Die Zinkblende hat stets Beimengungen an Eisen, Mangan und Kadmium und je nach Lagerstätte können weitere Spurenelemente wie Indium,

Gallium, Tellur und Germanium auftreten. Aufgrund des ähnlichen geochemischen Verhaltens tritt die Zinkblende meist gemeinsam mit Bleiglanz (PbS, Galenit) auf. Neben Blei werden beim Zinkbergbau weitere wirtschaftlich wichtige Metalle wie Kupfer und Silber gefördert. Etwa 90 % der Zinkerze stammen aus Bergwerken mit Zink als Hauptelement. Die Fördererze enthalten etwa 5 bis 25 % an Wertmetallen (Zn, Pb, Cu) (Krüger et al. 2001).

Zink tritt in verschiedenen Lagerstättentypen auf, wobei die größten Vorkommen die sedimentär-exhalativen Lagerstätten (SHMS, SedEx) mit typischen Gehalten von 10

– 15 % Zink und 2 – 5 % Blei bilden. Nebengestein dieses Lagerstättentyps ist meist ein Schiefer, Silt- oder Sandstein. Mississippi-Valley-Typ Lagerstätten (MVT) sind in der Regel an Karbonatgesteine gebunden, sie sind kleiner und haben geringere Gehalte an Zink (2 – 6 %) und Blei (1 – 3 %) (BGS 2004). Vulkanogene Massivsulfidlagerstätten (VMS) sind ebenfalls kleiner als die SedEx-Lagerstätten, weisen meist eine polymetallische Vererzung auf (u. a. mit Silber, Gold, Blei, Kadmium) und sind ökonomisch bedeutende Zink- und Kupferquellen. Skarnvorkommen sind eher kleine Lagerstätten, die meist höhere Blei- als Zinkgehalte aufweisen und zusätzlich Silber führen können. Eine Besonderheit stellen die nicht-sulfidischen Zinklagerstätten dar, die nicht-sulfidische Erzminerale wie Sauconit, Smithonit und Hemimorphit mit teilweise sehr hohen Zinkgehalten von über 20 % enthalten (Hitzman et al. 2003).

## ABBAUGEBIETE

Zinklagerstätten werden im Allgemeinen im Tiefbau abgebaut. Etwa 10 % der Weltzinkproduktion stammt aus Tagebauen (z. B. Red Dog, USA) (Krüger et al. 2001).

Zur Gewinnung möglichst reiner Konzentrate wird das sulfidische Roherz aufgemahlen und danach durch Flotation die Erzminerale von der Gangart getrennt. Für die polymetallischen Lagerstätten ist typisch, dass unterschiedliche Konzentrate in hintereinander geschalteten Flotationsstufen gewonnen werden. So können neben Zink- auch Kupfer- und Bleikonzentrate erzeugt werden. Der Zinkgehalt des Zinkkonzentrats schwankt zwischen 45 und 60 % (Krüger et al. 2001). Daneben enthält das Konzentrat 25 bis 30 % Schwefel und in Abhängigkeit von der Lagerstätte unterschiedliche Gehalte an Blei und Eisen sowie Kadmium und Silber. Da bei der Flotation Zink- und Bleikonzentrate nicht

vollständig voneinander getrennt werden können, fallen zusätzlich Blei-Zink-Mischkonzentrate an, in denen Zink-Gehalte von 10 % und mehr erreicht werden. Bei oxidischen Erzen und sekundären Vorstoffen (z. B. Metallschrott, Stäube und Aschen) ist eine Anreicherung durch das Flotationsverfahren nicht möglich. Hier kommen andere Anreicherungsverfahren, wie beispielsweise die Wälzrohrtechnik zum Einsatz.

Zink wird derzeit weltweit in etwa 50 Ländern abgebaut. Die globale Bergwerksförderung lag im Jahr 2020 bei etwa 12,3 Mio. t Zink. Der Höchstwert der weltweiten Förderung wurde 2015 mit 13,7 Mio. t Zink erreicht. Seitdem ist die Produktion leicht rückläufig beziehungsweise gleichbleibend. Das liegt vor allem an der Schließung eines der größten Zinkbergwerke, der Century Mine in Australien, im Jahr 2015. Aber auch in anderen Ländern wie China, dem wichtigsten Bergbauland, sind die Fördermengen seit 2015 rückläufig.

Seit der Jahrtausendwende hat sich China zum wichtigsten Bergbauland entwickelt. Das Land hat seine Förderung seitdem mehr als verdoppelt und etwa ein Drittel des weltweiten Zinks werden mittlerweile dort gefördert. Wichtige chinesische Bergbauregionen sind die Innere Mongolei, die Provinzen Hunan und Yunnan. Peru liegt inzwischen knapp vor Australien an zweiter Stelle bei der globalen Bergwerksförderung. Beide Länder haben jeweils einen Anteil von etwa 10 % an der globalen Zinkgewinnung. China, Australien und Peru sind somit für die Förderung von gut der Hälfte des weltweiten Zinks verantwortlich.

## RESERVEN UND RESSOURCEN

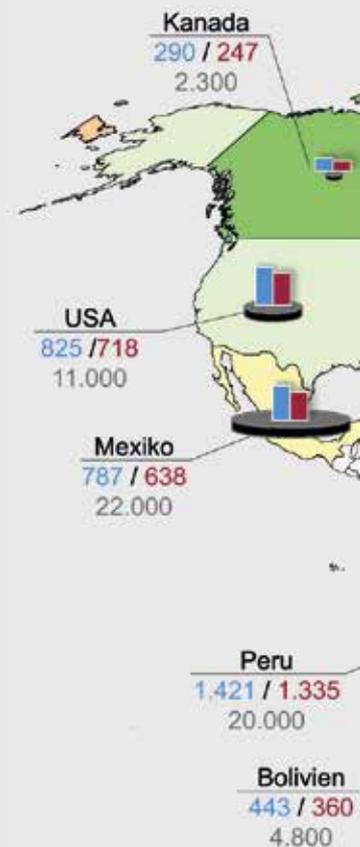
Als Reserve ist der Bereich einer Lagerstätte definiert, der mit großer Genauigkeit erkundet wurde und mit den der-

zeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich abgebaut werden kann. Zink ist ein sehr gut explorierter Rohstoff. 2020 lagen die weltweiten Reserven für Zink bei etwa 254 Mio. t. Australien besitzt den größten Anteil von gut einem Viertel an den globalen Reserven, gefolgt von China, Russland, Mexiko und Peru. Diese fünf Länder verfügen über knapp 70 % der globalen Zinkreserven. Seit der Jahrtausendwende haben sich die weltweiten Zinkreserven fast verdoppelt. Parallel zum Ausbau der Bergwerksförderung, nahmen auch die weltweiten Zinkreserven zu. Identifizierte Ressourcen hingegen sind nachgewiesene, aber noch nicht ausreichend explorierte, technisch beziehungsweise wirtschaftlich nicht gewinnbare Rohstoffmengen. Laut USGS (2022) lagen die im Jahr 2020 weltweit identifizierten Ressourcen geschätzt bei 1,9 Mrd. t Zink.

### ZINK RECYCLING

Das Recycling leistet einen wichtigen Beitrag für die Verfügbarkeit von Zink. Zinkrückstände, -abfälle und -schrotte weisen eine hohe Rezyklierbarkeit ohne Qualitätsverlust auf. Hauptquellen für das Zinkrecycling sind Zinkbleche, verzinkter Stahl, Messing und Zinkdruckguss. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer zinkhaltiger Materialien (z. B. Zinkasche, Hartzink, zinkhaltige Stäube), die als sekundäre Rohstoffquelle für die Zinkerzeugung genutzt werden. Zink wird auf allen Produktions- und Anwendungsstufen recycelt, je nach Zusammensetzung wird das Recyclingmaterial eingeschmolzen oder dem Raffinadeprozess (sekundäre Raffinadeproduktion) zugeführt.

Eine wichtige Quelle für die sekundäre Raffinadeproduktion liefert das Stahlrecycling. Beim Einschmelzen von verzinktem Stahlschrott im Elektroofen verdampft Zink und lagert sich staubförmig ab. Durchschnittlich haben die Elektroofenstäube einen Zinkgehalt von etwa 24 % Zink. Die Zinkstäube werden unter Sauerstoffeinwirkung zu einem zinkreichen Oxid verarbeitet, was als Ersatz für Zinkkonzentrate in der Zinkhütte eingesetzt wird. 2020 lag die sekundäre Raffinadeproduktion bei etwa 1,7 Mio. t Zink, wohingegen etwa 6 Mio. t Sekundärzink (z. B. Zinklegierungen und Zinkbleche) wieder direkt ein- bzw. umgeschmolzen wurden (IZA 2022).



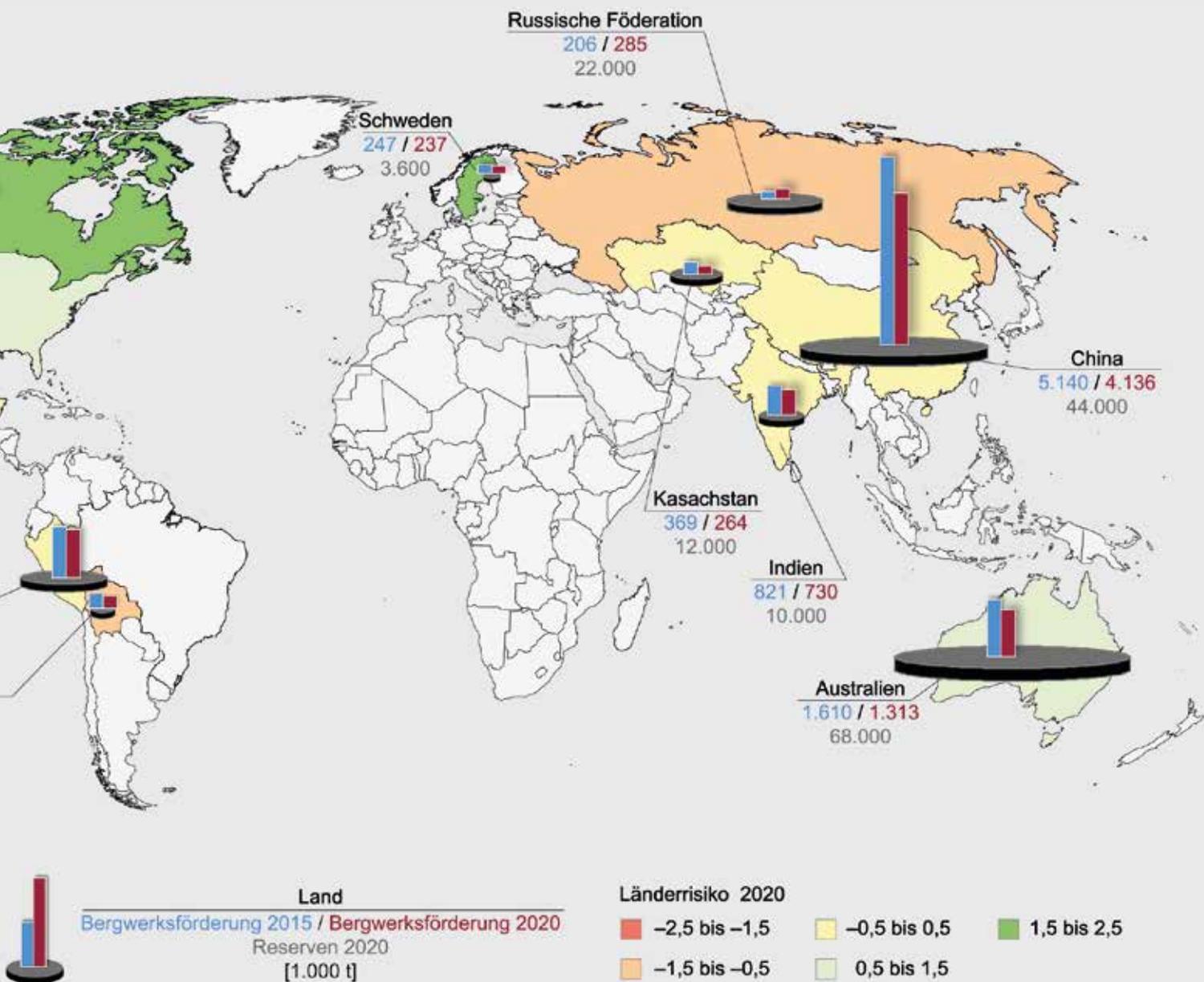
### Literatur

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2022): Informationssystem Rohstoffe – unveröff.; Hannover [Stand: 14.03.2022].

BGS – British Geological Survey (2004): Commodity Statistics – <https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/download/mineralsuk2004.pdf> [Stand: 14.03.2022].

ntur  
nstoffe

Die größten Zinkförderländer und Zinkreserven in den Jahren 2015 und 2020 sowie das Länderrisiko der Förderländer im Jahr 2020 (Datenquelle: BGR 2022)



nstoffe (2022): Fachin-  
[Stand: 11.03.2022].

Profile Zinc. – URL: ht-  
alProfiles/zinc\_profile.

Hitzman, M. W., Reynolds, N. A., Sangster, D. F., Allen, C. R. & Carman, C. E. (2003): Classification, Genesis, and Exploration Guides for Nonsulfide Zinc Deposits. – Economic Geology, 98: 685–714. 19 Abb., 5 Tab., Littleton (USA).  
IZA – International Zinc Association (2022): Zinc Recycling – Material Supply. – URL: [https://sustainability.zinc.org/wp-content/uploads/sites/17/2022/03/Material-Supply\\_VF\\_3\\_22.pdf](https://sustainability.zinc.org/wp-content/uploads/sites/17/2022/03/Material-Supply_VF_3_22.pdf) [Stand: 11.03.2022].

Krüger, J., Gerke, M., Jessen, S., Kiehne, C., Köneke, M., Manthey, J., Neumann, K., Rombach, E., Schlimbach, J. & Winkler, P. (2001): Sachbilanz Zink. – 86 S.; Aachen (Verlag Mainz).

USGS (2022): Mineral Commodity Summaries – Zinc. –URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-zinc.pdf> [Stand: 11.03.2022].

# ZINK – BASISMETALL FÜR MODERNES LEBEN

VON FRANK NEUMANN



99.999% fine zinc pellets

Der Werkstoff Zink begleitet das moderne Leben bereits seit vielen Generationen. In jeder Generation hat dieser Werkstoff modernes Leben in einer zukunftsgerichteten Gesellschaft unterstützt und möglich gemacht. Als natürliches Element und Bestandteil des Periodensystems der Elemente kann Zink nicht neu erfunden werden, wohl aber seine Anwendungsbereiche und die Art und Effizienz der Anwendung in den bereits heute vielfältigen Verwendungen. Seit seiner Entdeckung steht der Werkstoff immer schon für zukunftsgerichtetes Denken. Seine natürlichen Möglichkeiten zur Legierung, Verbindung, Gieß-, Spritz- und Formbarkeit geben Raum für immer neue Ideen. Die heutigen Forderungen zu nachhaltigem Wirtschaften führen zur Empfehlung der Verwendung des Werkstoffes Zink. Nicht nur die mechanisch-technologischen Eigenschaften bieten Vorteile, auch die Umwelt- und Energiebilanz und die Erneuerbarkeit nach einer Nutzungsphase machen den Hochleistungswerkstoff zu einem Mehrwert-Stoff der für Innovation, Performance und Nachhaltigkeit steht.

## GEWINNUNG

Zinkerze findet man in vielen Gebieten unserer Erde. Sie werden zum Beispiel in Kanada, Südafrika, Thailand, Brasilien, Australien und China abgebaut. Auch in Deutschland gab es Zinkerzlagertstätten, beispielsweise bei Stolberg im Rheinland oder am Rammelsberg im Harz. Oberirdisch kann man in diesen Gebieten seltene Pflanzen finden, die auf zinkhaltigen Böden besonders gut wachsen – wie das gelbe Galmeiveilchen, das nach dem alten Namen für Zinkerz „Galmei“ benannt ist. In Deutschland wird Zinkerz

heute nicht mehr abgebaut, die Zinkkonzentrationen in den Lagerstätten sind für eine wirtschaftliche Zinkgewinnung zu gering. Der Rohstoff für die Zinkgewinnung hat also eine weite Reise zum Beispiel aus Australien – meistens per Schiff – hinter sich, bevor er in Deutschland zu Zinkmetall verarbeitet wird. Reisen kostet Geld und Energie. Da versteht es sich von selbst, dass man möglichst wenig Material transportieren möchte.

In der Nähe der Minen, in denen Zinkerz im Tief- oder Tagebau abgebaut wird, stehen deshalb Anlagen, in denen der Zinkgehalt des Erzes (5 bis 15 %) auf etwa 55 % im sogenannten Konzentrat angereichert wird. Das abgetrennte zinkarme Gestein bleibt an Ort und Stelle. Auf diese Weise muss weniger Material transportiert werden, für den Transport wird weniger Energie verbraucht und die Zinkgewinnung verläuft umweltfreundlicher.

Bereits bei der Gewinnung von Zinkerzen und dem Transport der Konzentrate zu den Primärzinkproduzenten erhält dieser Teil der Lieferkette bereits besondere Aufmerksamkeit. Die Dokumentation der Einhaltung von ESG-Standards stehen dabei im Vordergrund. Zinkerze werden heute global größtenteils im Tagebau gewonnen und das in einer Größenordnung, die einen kleinskaligen Abbau oder sogar Handarbeit seit langem ausschließt. Bei der Gewinnung von Erzen wird wie bei anderen Metallen auch, zunehmend auf Automation, z. B. autonomes Fahren von Transportfahrzeugen in Minen und der Nutzung von regenerativen Energien wie dem Einsatz von Strom aus Wasserkraft und Fotovoltaik als auch Wasserstoff gesetzt.



Hydrometallurgische Zinkgewinnung

## DIE GEWINNUNG VON ZINK AUS ERZEN

Das wichtigste Mineral für die Zinkgewinnung ist die Zinkblende (ZnS). Das bedeutet, dass außer Zink im Konzentrat noch circa 20 % Schwefel enthalten sind. Außerdem beinhalten Zinkkonzentrate immer auch Eisen, Blei und Silber in unterschiedlichen Anteilen, da diese Elemente in den Erzen geologisch bedingt gemeinsam vorkommen.

Die Gewinnung von Zink erfolgt in der Absicht, die Begleitelemente so zu trennen, dass sie als Nebenprodukte für die Herstellung anderer Produkte eingesetzt werden können. Zunächst wird dabei das Konzentrat in eine Röstungsprozess auf über 900 °C erhitzt, sodass ZnS zu ZnO reagiert. Dabei verbindet sich der Schwefel mit Sauerstoff zu gasförmigem Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>). Das Schwefeldioxid wird im weiteren Prozess zu Schwefelsäure – ein wichtiges Nebenprodukt der Zinkgewinnung. Schwefelsäure wird zum Beispiel für die Herstellung von Düngemitteln benötigt.

## HYDROMETALLURGISCHE ZINKGEWINNUNG

In Deutschland wird für die Zinkerzeugung ein hydrometallurgisches Verfahren angewendet - der Zinkinhalt des gerösteten Konzentrats in Schwefelsäure gelöst. Zurück bleiben Eisen, Blei und Silber. Diese ungelösten Bestandteile werden von anderen Produktionsbetrieben als Wertstoff übernommen, die daraus Produkte auf der Basis von Blei und Silber herstellen. Ein weiteres Nebenprodukt der Zinkgewinnung kann zum Beispiel Indium sein, das ebenfalls als Begleitelement in Zinkerzen vorkommt. Das in Säure gelöste Zink wird über Rohrleitungen in die Elektrolyse geleitet, in der sich metallisches Zink aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften in hoher Reinheit auf Blechen abscheidet. Weit über 90 % der weltweit erzeugten Zinkmenge werden heute hydrometallurgisch gewonnen. Die Methodik des eigentlichen Herstellungsprozesses von Zink hat sich im Grundsatz bis heute nicht verändert jedoch arbeiten die Unternehmen kontinuierlich an der Prozessoptimierung, um eine Effizienzsteigerung zu erzielen, Energie zu sparen und den ökologischen

Fußabdruck insgesamt zu ändern und zu verbessern – hier zu zeichnen sich eine Reihe von Innovationen auf dem Weg zum Umweltqualitätsziel Net-Zero ab.

In der Automobilindustrie, in Architektur und Bauwesen oder in der Elektrotechnik und im Maschinenbau wird Zink seit Jahrzehnten umfassend genutzt. Auch Zukunftstechnologien wie etwa die Telekommunikation, die Luft- und Raumfahrt, die E-Mobilität oder Energiespeichersysteme einer neuen Generation setzen auf die Eigenschaften des natürlichen Werkstoffes Zink. Und da, wo es besonders auf Langlebigkeit und Wartungsfreiheit ankommt, schützt Zink zuverlässig Werte und verlängert ressourceneffizient die Nutzungsdauer, oft sogar über unsere eigene Lebenszeit hinaus – Nachhaltigkeit wie es der Europäische Green Deal fordert.

#### VIelfÄLTIGE ANWENDUNGEN ERFORDERN EIN VIelfÄLTIGES PORTFOLIO

Das hydrometallurgisch gewonnene hochreine Zink (auch Feinzink oder Special-high-grade, SHG-Zink) ist Ausgangsmaterial für viele Anwendungen. Der bedeutendste Anteil wird für den Korrosionsschutz von Stahl eingesetzt. Zink sorgt hier für einen zuverlässigen Schutz von Stahlkonstruktionen und -produkten der über viele Jahrzehnte Wirkung zeigt, größtenteils ohne Wartung und Pflege – das macht die Korrosionsschutzsysteme wie das Feuerverzinken, das thermische Spritzverzinken oder das Bandverzinken aufgrund dieser nachhaltigen Eigenschaften zunehmend attraktiv. Nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt entstehen nachgewiesenermaßen nicht und die Systeme sind frei von bedenklichen Stoffen wie Bioziden, Herbiziden und Mikroplastik, die unter anderem heute bei der Produktbewertung eine Rolle spielen. Diese Eigenschaften sind auch auf die Anwendung von gewalztem Zink aus der Legierung Titanzink übertragbar. Titanzinkbleche werden seit etwa 50 Jahren aufgrund ihrer natürlichen, patinabildenden Oberfläche und dem attraktiven Aussehen von Planern und Architekten gerne eingesetzt. Die nachhaltigen Eigenschaft von Zink während der Nutzungsphase werden durch die Möglichkeit des End-of-Life Recycling ergänzt. Bereits seit Jahrzehnten wird verzinkter Stahl und Titanzink

nach der Nutzung gesammelt, getrennt und erneut genutzt – was heute als Urban-Design oder Öko-Design für andere Baumaterialien neu formuliert wird ist für Zink bereits seit langem Standard mit weiterem Verbesserungspotential. Im täglichen Leben begegnen wir einer Reihe von Produkten, die auf den ersten Blick nicht vermuten lassen, dass sie aus Zink bestehen. Aufgrund der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Technologiemetalls in Legierung mit z. B. Kupfer und Aluminium wird der Werkstoff für die Fertigung von Zinkdruckguss-Produkten eingesetzt. Der Fertigungsprozess ermöglicht die schnelle Produktion von Bauteilen mit hoher Präzision, Reproduktionsgenauigkeit, hohen Festigkeiten und vielfältigen Varianten des Oberflächendesigns. Zinkdruckguss-Produkte werden für Armaturen im Sanitärbereich, das Interieur von Autos, für Behandlungsstühle bei Zahnärzten oder für Röntgengeräte eingesetzt. Auch Spielzeugeisenbahnen von Märklin und -autos von Matchbox und Siku bestehen häufig aus Zink. Smart Home als Trendthema kommt ohne Zink nicht aus – Produkte für Bluetooth gesteuerte Fenster- und Türbeschläge, hochwertige Elektroinstallation und innovative Schaltschranktechnologie und Digitaltechnik wird mit Zinkdruckguss-Komponenten ausgeführt. Selbst Getriebebauteile von Hochdruckreinigern und Auslässe von Kaffee-Vollautomaten, Türschlösser und Fahrradaccessoires bestehen aus Zink. Neben metallischem Zink sind verschiedenste Zinkverbindungen für die Ernährung von Mensch und Tier, für Pharmazie, Kosmetik, Körperpflege, Sonnenschutz im Einsatz. Für den Bereich Energietechnik erschließen sich derzeit neue Anwendungsbereiche für Energiespeichersysteme. Zink bietet hier eine attraktive Alternative für Lithium-Ionen Speicher, da diese Systeme leistungsfähig und nicht brennbar sind was sie im Zusammenhang mit einer gesicherten Verfügbarkeit zu einem zukunftssicheren System macht.

#### GREEN DEAL KRITERIEN WIE FÜR ZINK GEMACHT

Der europäische Green Deal formuliert das Ziel einer Reduzierung von Treibhausgasen um 50 % allein durch Circular-Economie. Zink wird aufgrund seines hohen Restwertes am Ende einer Nutzungsphase zu einem begehrten Sammelobjekt. Der Materialkreislauf von z. B. verzinktem



Closed-Loop Potenzial des Technologiemetalls Zink

Stahl und Titanzink im insgesamt ressourcenintensiven Baubereich ist nahezu geschlossen. Studien zeigen eine Sammelquote von mehr als 90 %. In einer Gesamtbetrachtung von Zink-Anwendungen liegt die Recyclingrate (EoL RR) am Ende einer Nutzungsphase in Europa heute bereits bei 60 % - Zink wird als Wertstoff gebraucht und nicht verbraucht. Aufgrund dieser Eigenschaften und Nutzung sind Zinkprodukte geeignet die Zukunftsanforderungen des Green Deal zu erreichen. Diese Fakten gilt es für Konstrukteure, Designer, Planer, Architekten und Anwender zuverlässig zu dokumentieren und abrufbar anzubieten. Für viele Zinkprodukte existieren international anerkannte Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) des IBU-Institutes Bauen und Umwelt. Diese durch externe Verifizierer geprüften Deklarationen bilden die Grundlage für die nachhaltige Immobilienbewertung z. B. nach DGNB-Kriterien, dem Madaster-Programm oder einer Cradle-to-Cradle-Zertifizierung. Die aktuelle Entwicklung von Zirkularitätspassports (PCDS) wird von vielen Produzenten von Zinkprodukten eng begleitet, bieten diese Daten doch eine gute Orientierung für die Produktentscheidung und für den nachhaltigen Einkauf (GPP-Green-Public-Procurement). Die Zinkindustrie übernimmt aktiv Verantwort-

ung für Produkte und die nachhaltige Gestaltung der Lieferketten.

**NACHHALTIGKEITSZIELE AKTIV UMSETZEN**

Neben der transparenten Darstellung der Produkteigenschaften auch im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien und die Nachnutzungsphase bzw. das Recycling und der zunehmenden erneuten Nutzung von Zinkprodukten (Re-use) spielt die Dokumentation des nachhaltigen unternehmerischen Handelns (CSR) eine große Rolle. In einer globalen Road-map bekennt sich die Zinkindustrie zu den Nachhaltigkeitskriterien der Vereinten Nationen (SDG). Eine Reihe dieser 17 Ziele haben Relevanz in vielen Bereichen der internationalen Lieferketten und werden durch die Umsetzung konkreter Projekte kontinuierlich verfolgt. Für eine zuverlässige Darstellung der Unternehmensaktivitäten nutzen Unternehmen der Zinkindustrie anerkannte Zertifizierungssysteme wie das EU-Öko-Audit EMAS oder das CSR-Managementsystem EcoVadis, das die drei Nachhaltigkeitsbereiche Ökologie-Ökonomie-Soziales analysiert und bewertet.

”

**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)

# ZINK - WERKSTOFF FÜR ENERGIESPEICHER DER

VON DR. JOSEF DANIEL-IVAD

Zink-Luftbatterien für Anwendungen in Kleinstgeräten.



# ZUKUNFT

**Der Werkstoff Zink wird in vielen Bereichen der Elektro- und der Energietechnik eingesetzt. Als Gehäuse von Computer-Lüftungsanlagen, kleinen USB-Steckern, als Gehäuse für Sicherungskästen oder in der Röntgentechnik überzeugen sie durch vielseitige Eigenschaften wie z.B. Leitfähigkeit oder elektromagnetische Abschirmung. Produkte aus Zink begegnen uns in vielfältiger Weise im täglichen Leben. Auch in der Batterietechnik ist Zink seit Jahrzehnten ein stetiger Begleiter. Viele kennen ihn noch, den Duracell®-Plüschhasen, der allabendlich über den TV-Bildschirm lief und dank Zink-Kohle-Batterien emsig trommelte. Die Batterietechnik mit Zink hat sich kontinuierlich entwickelt und ist bereit für neue Anforderungen der Zukunft.**

Auf der Suche nach Lösungen für die Versorgung unserer Gesellschaft mit elektrischer Energie wird viel über Zukunftstechnologien diskutiert. Internationale Klimaschutzziele und der Green Deal treiben Wissenschaft und Industrie an, neue, nachhaltige Technologien zur Energieerzeugung zu entwickeln. Viele Industrieunternehmen versuchen die Quelle von Prozessenergie von fossiler Energie auf Strom umzustellen. Dabei soll diese möglichst aus regenerativen Energien wie Solar-, Wasserkraft oder Windkraftstrom bestehen. Diesen Energiequellen wird in den nächsten Jahren ein weiteres Wachstum zugesprochen. Eine der großen Herausforderungen bei der Umsetzung ist die Bereitstellung der Energie am richtigen Ort zur ge-

wünschten Zeit und in der erforderlichen Menge. Hierbei nehmen zukünftig neue Technologien für Energiespeicher auf der Basis von Zink eine immer größere Rolle ein, denn im Rahmen eines sich global entwickelnden Lebensstandards und einer voranschreitenden Digitalisierung mit einhergehender Weiterentwicklung von Datenspeichern und Rechenzentren gilt es den wachsenden Energiehunger stillen.

Wussten Sie, dass Alessandro Volta bereits vor zwei Jahrhunderten auf Zink setzte, um die erste Batterie der Welt zu bauen? Oder dass die erste sekundäre Zink-Brom-Batterie 1885 patentiert wurde? Oder dass der Vater der Elektrizität, Thomas Edison, 1901 eine Nickel-Zink-Batterie patentieren ließ? Trotz dieses vielversprechenden Starts, als Zinkbatterien aufgrund ihrer Anwendungen mit der Eigenschaft einer eher kurzen Lebensdauer konfrontiert waren, wurden konkurrierende Technologien wie Lithium-Ionen und Blei-Säure zu den Favoriten der stationären Speicherung in den 1990er Jahren. Batteriesysteme aus Zink haben dennoch eine breite Anwendung. Zink-Kohle- und Alkali-Mangan-Batterien sind in Taschenlampen oder Kinderspielzeug nicht wegzudenken und auch in den bekannten Knopfzellen befindet sich ein Anteil an Zinkstaub. Bei Knopfzellen handelt es sich um Zink-Luft-Batterien, die aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit bei kleiner Abmessung in vielen alltäglichen Anwendungen bis hin zu Hörgeräten genutzt werden.

Die Entwicklung von Energiespeicherlösungen auf der Basis von Zink ist in den letzten 30 Jahren kontinuierlich vorangetrieben worden. Das Ziel war und ist es, die Herausforderungen an eine zuverlässige, sichere, effektive und damit Zukunft sichernden und nachhaltigen Technologie zu erfüllen. Diese Zukunftslösungen sollen auf einer sicheren Rohstoffverfügbarkeit mit günstiger Umweltbilanz aufgebaut sein. Die wichtigsten Herausforderungen für die Zinkbatterien von früher mit alkalischen Elektrolyten waren Zinkatlöslichkeit, Formveränderung, Gasbildung, Austrocknung, Kapazitätsverlust und Dendritenbildung, was typischerweise zu einem damit verbundenen Kapazitätsverlust und einer begrenzten Lebensdauer führte.

Die neue Generation von wiederaufladbaren Zinkbatterien hat diese alten Probleme mit innovativen Lösungen überwunden. Das Problem der Formveränderung, des Kapazitätsverlusts und der Dendritenbildung wurde gelöst, indem technisch hergestellte negative Elektroden verwendet wurden, welche Nukleations- und Migrationsstabilisierungsadditive enthalten. Diese arbeiten mit neuartigen symbiotischen Elektrolyten, um das Zinkat-Ion zu stabilisieren. Das Austrocknungsproblem wurde überwunden, indem Additive zur Gasungsunterdrückung in die negative Elektrode integriert wurden und rekombinante Vorrichtungen in die Batterie zur Erleichterung einer Rekombination von Sauerstoff und Wasserstoff eingebaut wurden, die aus der Zersetzung von Wasser gebildet werden.

Die Lösung dieser Schlüsselthemen macht Zinkbatterien interessant für den stationären Energiespeichermarkt. Einige neue Entwickler von Zinkbatterien haben sich vollständig von alkalischen Elektrolyten abgewendet und wenden einen milden sauren bis neutralen Elektrolyten an und machen sich die reversible 2-wertige Zinkionenreaktion auf stabilisierten Zinkmetalloberflächen zunutze. Ein weiterer neuer Ansatz in der Entwicklung ist die Verwendung einer 3D-Zink-Mikroschwammelektrode, die das Dendritenproblem überwindet, indem sie eine stabile 3D-Elektrodenstruktur bereitstellt, die ihre Form nicht ändert und daher Separator-Kurzschlüsse vermeidet. Zinkbatterien haben bereits ihren Sweet-Spot als Energiespeicher bei der Bereitstellung von Backup-Strom für Rechenzentren

gefunden. Die enormen Datenmengen, die jeden Tag generiert und gespeichert werden, bedeuten, dass sich die Batterietechnologie weiterentwickeln muss, um diesen entscheidenden Sektor zu unterstützen.

### NICKEL-ZINK-BATTERIEN, BACKUP-SPEICHERSYSTEME DER ZUKUNFT

Nickel-Zink-Batterien (NiZn) sind sicher, ungiftig und nicht brennbar. Bei Lithium-Ionen-Batterien kann der Ausfall einer einzelnen Zelle ein Speichersystem lahmlegen, aber Nickel-Zink-Batterien arbeiten selbst in einem hohen Temperaturbereich sicher und zuverlässig. Auch liefern sie eine höhere Leistung, arbeiten in einem breiteren Temperaturbereich und erfordern weniger Wartung. Diese Batterien sind bereit für die kommerzielle Hauptnutzungszeit; Beispielsweise wurden Nickel-Zink-Batterien vom nachhaltigen Rechenzentrumsentwickler Wyoming Hyperscale White Box spezifiziert. Dieser plant noch in diesem Jahr seinen ersten Entwicklungsstandort in Aspen, Wyoming, in Betrieb zu nehmen. Dieses Rechenzentrum wird das erste seiner Art sein, das nachhaltige, auf Nickel-Zink-Batterien basierende unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) als einzige Quelle für die Backup-Energiespeicherung nutzt und damit die Unternehmensziele zur Minimierung seines ökologischen Fußabdrucks ergänzt.

### ZINK-MIKROSCHWAMM-TECHNOLOGIE

Eine weitere innovative Zinkbatterietechnologie ist die 3D-Zinkschwamm-Elektrode, die für den Einsatz in Verteidigungsanwendungen weiterentwickelt wird, während gleichzeitig von dem Unternehmen Enzinc für den öffentlichen Gebrauch kommerzialisiert. Enzinc bietet die weltweit erste strukturelle Zinkelektrodenlösung in Form eines 3D-Zink-Mikroschwammes für mobile und stationäre Anwendungen an. Zink in Form von offenen Schwammzellen ist eine durchgehend verdrahtete Struktur, die für unterbrechungsfreie Lade- und Entladeströme sorgt. In einer herkömmlichen Elektrode in Pulver- oder Aufschlammungsform kann der Stromfluss partiell durch Bildung von Zinkoxid an der Metalloberfläche unterbrochen werden, sogenannten „Hot-Spots“. Mit der 3D-Zink-



Bekannte Alkalibatterien mit Zink-Mangandioxid-Technologie

schwammstruktur können sich keine „Hot-Spots“ oder Dendriten bilden und es findet kein Anodencracken statt. Hierdurch wird eine hohe Energieleistung über Hunderte von Zyklen sichergestellt. Derzeit wird diese Technologie gezielt auf E-Mobility-Anwendungen, wie E-Bikes, E-Scooter, E-Motorräder, E-Tuks, Golfcarts und Gabelstapler ausgerichtet. In Zukunft könnte Zink-Mikroschwamm auch für Anwendungen in Elektrofahrzeugen mit kurzer Reichweite, Hybrid-Elektrofahrzeugen (HEVs) und Fahrzeugen mit Stopp-Start-Start Funktion verwendet werden. Neben des Sicherheitsaspektes ist der neuartige Zink-Mikroschwamm weitaus günstiger bei gleicher Aktionsreichweite zu haben.

#### DIE VORTEILE VON ZINKBATTERIEN AUF DEM EV-MARKT

Zinkbatterien für Elektroantriebe versprechen viele wirtschaftliche Vorteile gegenüber konkurrierenden Technologien. Zinkbatterien erfordern weniger Wartung, um Leistung und Sicherheit zu gewährleisten. Sie enthalten auch keine gefährlichen Substanzen oder Sulfatierung, so dass sie keine kontinuierliche Überwachung für Zellbalance und

besondere Sicherheitsanforderungen an den Ladeprozess benötigen. Zinkbatterien sind nicht brennbar und haben kein Risiko einer thermischen Überhitzung oder einer Ausgasung. Die sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Vorteile von Zinkbatterien liegen unter anderem darin, dass kein Wärmemanagement oder ein Brandüberwachungssystem erforderlich ist. Zink ist ein sicherer und umweltverträglicher Werkstoff, der ohne Auflagen und Gefahr versendet, montiert und gewartet werden kann. Zinkbatterien sind langlebig; für übliche Anwendungen sind Nutzungszeiträume von bis zu 20 Jahren realistisch und haben eine im Vergleich zu anderen Batteriesystem vielfache Nutzungsdauer unter gleichen Bedingungen.

Diese im direkten Vergleich längere Nutzungsdauer reduziert die Gesamtkosten von Zinkbatterien aufgrund des geringeren Wartungsaufwands und Wegfall kurzfristiger Wiederbeschaffungskosten erheblich. Darüber hinaus besitzen Zinkbatterien ein vergleichsweise breiteres Temperatur-Einsatzspektrum von -30 °C bis 75 °C. Neben den Einsatzvorteilen von Zinkbatterien im Bereich der Sicherheit, Brandgefahr, Leistung und unter Kostenaspekten liegen weitere Vorteile in der Umweltverträglichkeit und der

Nachhaltigkeit. Aus Batterien zurückgewonnenes Zink kann recycelt werden und im Gegensatz zu Lithium auch in neuen Batterien wiederverwendet werden. Zink überzeugt in der End-of-Life-Phase durch einen gesicherten Recyclingprozess, durch einen geringen Energieaufwand in diesem Prozess und trägt damit zu einer erheblichen Minimierung des Abfallaufkommens bei.

### ENERGIESPEICHER FÜR DIE LANGZEITNUTZUNG

Zinkbatterien finden ihre Nische auch in großen, stationären Speicheranwendungen, wo die Entwicklung bereits in die Demonstrationsphase eingetreten ist. Zink kann Strom liefern, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht. Konkurrierende Lithium-Technologien sind aufgrund hoher Kosten auf eine kurzzeitige Entladung beschränkt, aber Zinkbatterien bieten die Möglichkeit, Strom über Stunden oder sogar ganze Tage vollständig wieder in das Netz einzuspeisen. Sie sind darüber hinaus intrinsisch kostengünstig, nicht-brennbar, betriebssicher und Zink als Rohstoff ist reichlich vorhanden, insgesamt weisen sie im Prozess eine günstigere Kostenbasis auf. Beispielsweise können Zink-Luft-Flow-Batterien so konstruiert werden, dass sie in Energiesysteme jeglicher Größenordnung integriert werden können und dabei die niedrigsten Speicherkosten für Langzeitanwendungen bieten. Zink-Luft-Flow-Batterien können über einen Zeitraum von bis zu 100 Stunden genutzt werden, da die Dauer der Energieabgabe direkt mit der gewählten Größe des Zink-Energiespeichers zusammenhängt und passend ausgewählt werden kann.

### SICHERE UND ZUVERLÄSSIGE LÖSUNG FÜR SOLARSTROMSPEICHERUNG

Das Unternehmen Zinc8-Energy gab kürzlich bekannt, dass es die Funktion seiner Zink-Luft-Flow-Batterien für ein 15-stündiges Langzeitspeicher-Demonstrationsprojekt in einem New Yorker Apartmentkomplex mit erneuerbarer Solarenergie demonstrieren wird. Ein weiterer Zink-Luft-Batterietyp wird in einem von der California Energy Commission (CEC) finanzierten Demonstrationsprojekt dem Dauertest für die Nutzung in kommerziellen und industriellen (C&I) Märkten unterzogen, der Non-Flow-Setup wird dabei von dem kanadischen Unternehmen e-Zinc konfiguriert.

Ein 125 Hektar großes Gewächshausgelände in Camarillo, das eine 1-MW-Solar-PV-Anlage nutzt, wird aktuell um 40 kWp erweitert und mit Energiespeichern auf der Basis von Zink für die Speicherdauer von 24 bis 48 Stunden ausgestattet. Am Tag wird die Sonnenenergie produziert, um Spitzenzeiten im Verbrauch abzudecken (Peak-shaving) und um nachts für die Bewässerung der Pflanzen zu sorgen. Wenn Stromausfälle drohen, kann es vom Langzeitmodus in den Notstrommodus wechseln. Diese Anlage soll bis Ende 2022 in Betrieb gehen.

Die vielen Demonstrationsprojekte, die in der nächsten Zeit in Betrieb genommen werden, lassen erwarten, dass die Zink-Luft-Technologie seine Fähigkeiten und positiven Eigenschaften unter Beweis stellen wird eine mehrtägige Notstromversorgung bereitzustellen und dabei wettbewerbsfähig zu sein. Als enormen Vorteil bietet Zink-Luft-Speichertechnologie eine nachhaltige, umweltfreundliche Alternative zu den Gas- oder Diesengeneratoren, die immer noch häufig für netzunabhängige Anwendungen verwendet werden. Gebäude- und Heimenergiespeicherung sind zwei weitere Bereiche, in denen zunehmend über Zink nachgedacht und intensiv geforscht wird.

Zinkbatterien bieten eine brandsichere und nachhaltige Alternative und liefern im Falle eines Netzausfalls zuverlässig Energie – mit Kapazitäten, die bis zu einer mehrtägigen Stromversorgung reichen. Insbesondere die in gleicher Weise sichere Zink-Mangandioxid-Chemie, die in allseits bekannten Haushalts-Alkalibatterien (AA-) zu finden ist, erweist sich als ideal für die Notstromversorgung von Häusern oder anderen Gebäuden für einen Zeitraum von bis zu zwei Tagen, wenn sie für diesen Zweck passend konzipiert wird.

### ZINK-BATTERIEN FÜR INDIVIDUELLE ENERGIESYSTEME – OB GROSS ODER KLEIN

Eine andere Art von Haushaltsbatterien, mit der die meisten vertraut sind, die Zink-Kohle- oder Hochleistungsbatterie, wurde mit neuen Forschungsergebnissen neu konzipiert. Ziel ist es eine Zink-Ionen-Technologie zu entwickeln, die ähnlich wie Lithium-Ionen-Batterien funktioniert, auf der Basis verfügbarer Rohstoffressourcen, unbedenklicher Rohstoffgewinnung, auf Wasserbasis und ohne eine besondere Brandgefahr. Diese für



Zink-Brennstoffzellenmodul in den Anlagen von Zinc8-Energy in Nordamerika



Zwei MWh Redflow-Zink-Brom-Flow-Batterie-Energiespeicher und Dynapower-Wechselrichter in der Anaergia-Biogasanlage, Kalifornien

Heimspeicheranlagen genutzte Technologie ist über den Entwicklungsstatus hinaus bereits in der Demonstrationsphase und könnte bald kommerziell verfügbar sein.

Eine weitere Kategorie von Zink-basierten Technologien stellen Zink-Brom-Batterien dar. Diese Energiespeicher passen sehr gut in den Anforderungsbereich von 3 bis 12 Stunden Speicherdauer. Es gibt sie in zwei Varianten: Flow- und Non-Flow-Konfigurationen. Da die Energie in einer Zinkbromidlösung gespeichert wird und die Batterieelektroden lediglich die elektrochemischen Redoxreaktionen ermöglichen, zeichnen sie sich durch eine sehr lange Lebenserwartung aus und haben per se keine Lebensdauerbeschränkungen. Ein Beispiel für eine neuere Zink-Flow-Installation ist der Einsatz eines 2-MWh-Energiespeichersystems von Redflow in Kalifornien. Das Energiespeichersystem ist darauf ausgelegt, bis zu 2 MWh Energie zu speichern und den Spitzenenergiever-

brauch in der Rialto-Bioenergieanlage von Anaergia als Teil des Mikro-Versorgungsnetzes der Anlage zu reduzieren. Die Entwickler von Non-Flow-Zink-Brom-Batterien haben bereits Bestellungen für ihre Systeme mit über 700 MWh für den Einsatz ab 2022 gebucht.

### ROHSTOFFRESERVEN FÜR DEN WACHSENDEN GLOBALEN BEDARF

Die größte Herausforderung für alle Energiespeicherlösungen besteht heute darin, den stetig wachsenden Bedarf decken zu können und auf einen Terawatt-Maßstab ausbaufähig zu sein. Der Global-Energy-Storage-Outlook 2021 von BloombergNEF schätzt, dass bis 2030 ein Terawatt an neuer stationärer Speicherkapazität benötigt wird, was dem 20-fachen der heutigen Verfügbarkeit entsprechen würde. Für diesen Bedarf bilden zinkbasierte Speichertechniken vor dem Hintergrund der gesicherten Rohstoffversorgung eine zukunftsfähige

ge Alternative. Die heute bekannten Rohstoffreserven und der in den kommenden Jahren und Jahrzehnten zu erwartende End-of-use Rücklauf an Recyclingrohstoffen sichert den wachsenden Zinkbedarf und könnte darüber hinaus den erweiterten Bedarf für Zink-Energiespeicherlösungen decken.

Im Gegensatz zu Lithium und anderen Elementen ist Zink auf der ganzen Welt und mit großen und einfach zu gewinnenden Vorkommen vorhanden. Die Lieferkette für Zink kann bei Bedarf vollständig verwestlicht werden, da es weltweit in 50 Ländern abgebaut und raffiniert wird, wodurch eine sichere, konfliktfreie und nachhaltige Lieferkette entsteht. Darüber hinaus ist Zink im Recycling sehr vielseitig und es stehen viele Optionen

zur Wiederverwendung oder erneuten Nutzung zur Verfügung. Angesichts der Verfügbarkeit von Zink und der Innovationen im Bereich der Zink-Energiespeicher wird ein schnell wachsender Markt für Zinkbatterien erwartet. Laut dem BloombergNEF New Energy Outlook-Bericht wird erwartet, dass der Energiespeichermarkt bis 2030 exponentiell auf 1.028 GWh wachsen wird, wobei Zinkbatterien einen Anteil von ungefähr 10 % einnehmen könnten. Auf dieses große Marktpotential für sichere, dauerhafte, nicht-brennbare, nachhaltige und wirtschaftliche Zink-Energiespeichersysteme sind die bereits heute aktiven Anbieter vorbereitet. Die erste erfundene Batterie ist in optimierter und effizienterer Version zurück und bereit, ihren wachsenden Platz in der Energiespeicherkette einzunehmen..

## ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG



Zink-Batteriespeichertechnik leistet einen aktiven Beitrag zur Erfüllung der UN-Nachhaltigkeitsziele

# NACHHALTIGER KORROSIONSSCHUTZ VON STAHL DURCH THERMISCH GESPRITZTE ZINKSCHICHTEN

VON DR. FRANK PRENGER



Automatisches Spritzverzinken eines Windkraft-Turmsegmentes

**Thermische Spritzschichten basierend auf reinem Zink oder auf den Anwendungsfall zugeschnittene Zinklegierungen. Als Zinkschicht thermisch aufgespritzt bieten sie einen dauerhaften und nachhaltigen Korrosionsschutz von Stahl. Am Ende der Lebensdauer der Stahlstruktur können die Spritzschichten recycelt und dann ohne Downcycling wieder neu eingesetzt werden. Neben dem Feuerverzinken bietet das Verzinken durch thermisches Spritzen, auch Spritzverzinken genannt, die Möglichkeit den Stahl über Jahrzehnte vor Korrosion zu schützen.**

Das thermische Spritzen ist ein sehr variables Verarbeitungsverfahren. Beim Spritzverzinken können Stahlbauteile unbegrenzter Abmessungen im Werk oder vor Ort nahezu ohne Temperaturbelastung des Bauteils beschichtet werden. Während sich für großflächige Bauteile und automatisierten Betrieb das Drahtlichtbogenspritzen anbietet, wird das Drahtflammspritzen und gegebenenfalls auch das Pulverflammspritzen für kleine Bauteile oder für Reparaturarbeiten auf der Baustelle verwendet. Für das Drahtlichtbogen- und das Drahtflammspritzen kommen für den

jeweiligen Einsatzfall optimierte Werkstoffe zum Einsatz. Reine Zinkwerkstoffe (TSZ) werden dort eingesetzt, wo ein dauerhafter, sehr langlebiger Korrosionsschutz des Stahlbauteils aufgrund einer korrosiven Umgebung gefordert ist. Auch auf Betonflächen ist eine Spritzschicht aus reinem Zink als kathodischer Korrosionsschutz des Bewehrungsstahls der Werkstoff der Wahl (KKS-Beton).

In Umgebungen mit höheren Gehalten an Chloriden oder Sulfaten in der Luft können Zink-Aluminiumlegierungen mit 15 % Aluminium angewendet werden (TSZA). Diese haben in maritimer Umgebung oder auch auf Stahlkonstruktionen, die durch Streusalz belastet sind, eine noch deutlich höhere Korrosionsbeständigkeit. Die Schichtdicken sind beim thermischen Spritzen über einen weiten Bereich variierbar. Typische Spritzschichtdicken liegen zwischen 100 – 400 µm.

Aufgrund der Oberflächenstruktur sind Spritzschichten ein idealer Untergrund für eine Deckbeschichtung. Als Duplexsystem können sie, unmittelbar nach dem Spritzen ohne weitere Bearbeitungszwischenschritte mit einer Grundierung und mit der gewählten Beschichtung versehen werden.

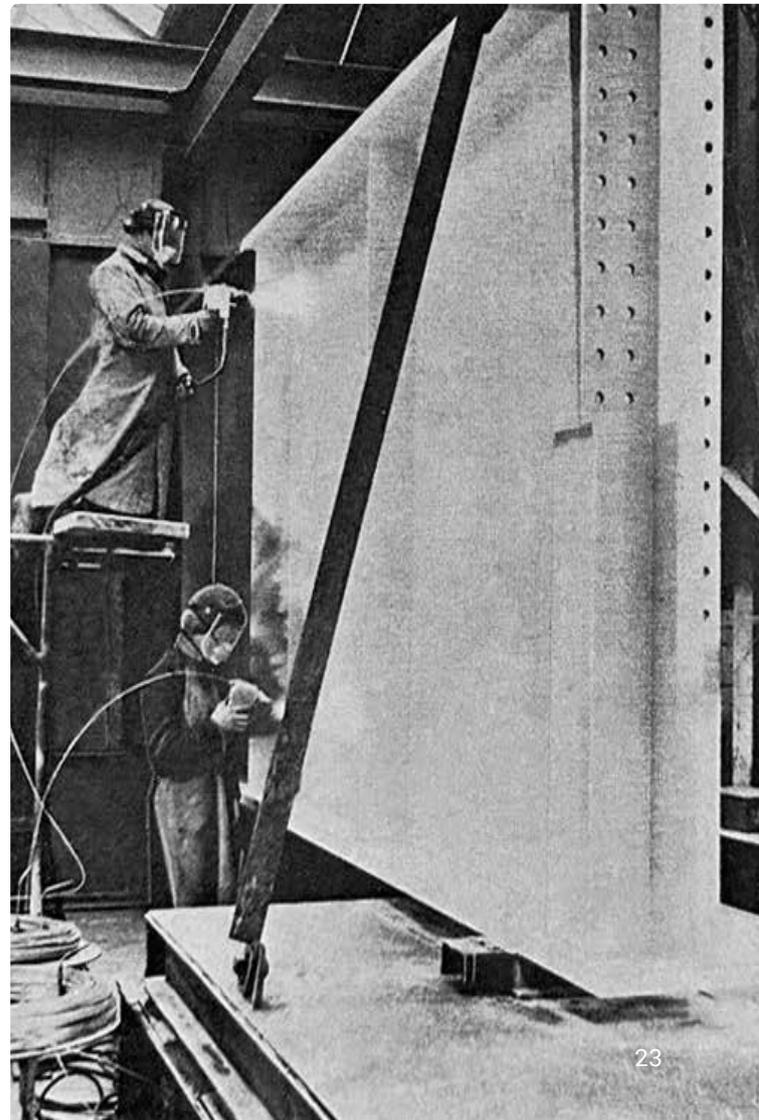
Typische Anwendungen der Spritzverzinkung liegen im Off-Shore Bereich. Die Türme der Off-Shore Windenergieanlagen werden seit Anfang der 90er Jahre als Duplexsystem mit einer Zink-Aluminium Spritzschicht (TSZA) spezifiziert. Die Langzeiterfahrung zeigt dabei, dass auch am Ende der Lebensdauer der Anlage, die im Regelfall bei 25 Jahren liegt, der Korrosionsschutz durch die Spritzschicht wartungsfrei gegeben ist.

Traditionell werden auch Stahlgussrohre für die Abwasserleitungen seit Jahrzehnten von außen unmittelbar nach dem Schleuderguss automatisiert durch thermisches

Spritzen mit Zink und Zinklegierung versehen, um einen dauerhaften Korrosionsschutz zu gewährleisten.

Im Bereich der Stahlbrücken ist das Spritzverzinken seit etwa 1930 im Einsatz. Die Abb. zeigt das Lichtbogenspritzen von Brückenträgern in Großbritannien im Werk eines Stahlbauers im Jahr 1947.

Spritzverzinken von Brückenteile in Großbritannien - 1947



Viele Brücken sind aus Designgründen als Duplexsystem ausgeführt, das heißt mit einer farbigen Beschichtung versehen. Aufgrund der steigenden Ansprüche an die Nachhaltigkeit steigt die Anzahl der Projekte, die nur mit einer Spritzverzinkung zum Korrosionsschutz versehen werden oder nur im Bereich der Sichtflächen farblich gestaltet sind. Am Ende der geplanten Nutzungsdauer, die für Stahlbrücken bis zu 100 Jahre erreichen kann, werden der Stahl und die Zinkschicht vollständig recycelt.

In Norwegen schreibt die staatliche Straßenbaubehörde NPRA das thermische Spritzen seit Mitte der sechziger Jahre für alle Stahlbrücken mit erhöhter Korrosivität vor. Dementsprechend gibt es dort zahlreiche Brücken die als Neubau thermisch gespritzt worden sind und über Jahrzehnte bis heute wartungsfrei korrosionsgeschützt sind. Aber auch Langzeiterfahrungen mit durch Spritzverzinken sanierten Brückenbauwerken liegen vor. Weltweit gibt es übereinstimmend positive Erfahrungen mit

Thermischer Spritzverzinkung im Stahlbrückenbau insbesondere in den USA, Australien und Neuseeland.

Auch in Deutschland findet das thermische Spritzen aufgrund seiner Dauerhaftigkeit und seiner Nachhaltigkeit eine immer weitere Verbreitung.

#### VORTEILE VON THERMISCHEM SPRITZVERZINKEN

- Erprobte Anwendungstechnik
- Definierte Schichtdicken
- Zuverlässiger Korrosionsschutz für jahrzehntelange Nutzung
- Günstige Energiebilanz
- Recyclefähig
- Farbliche Flächengestaltung ohne Vorbehandlung
- Wartungsfrei
- Korrosionsbeständig bei Kratzern
- Keine Umweltbelastung

Memorial Bridge, New Hampshire, USA



# ZINKLEGIERUNGEN

## GENORMTE QUALITÄT AUS PRIMÄREN UND SEKUNDÄRE ROHSTOFFEN

VON DIDIER ROLLEZ

Viele Produkte, denen wir in unserem Tagesablauf begegnen beinhalten Zink. Dabei sind häufig Produkte, die durch das Zinkdruckguss-Verfahren hergestellt werden, anzutreffen. Meistens völlig unbewusst. Bauteile aus Zinkdruckguss sind heute Hightech-Produkte, die für vielfältige Einsatzzwecke verwendet und in vielen Bereichen des täglichen Lebens, im Automobilbau, für E-Mobilität aber auch im Maschinenbau, der Elektrotechnik und Elektronik, für SmartHome sowie im Bauwesen eingesetzt werden. Aufgrund der nachhaltigen Eigenschaften von Zink und des Herstellungsprozesses gewinnt Zinkdruckguss weiter an Bedeutung. Zinkdruckguss ermöglicht die Umsetzung komplexer Geometrien mit dünnen Wanddicken bei hoher Reproduzierbarkeit in engen Toleranzen und mit hohen Festigkeitswerten. Die Qualität und Qualitätsüberwachung sind in der Prozesskette entscheidend – von der normgerechten Zinkdruckgusslegierung bis zu den ferti-

gen Gussteilen. Hochwertige Produkte aus Zinkdruckguss benötigen eine kontinuierliche Qualitätsüberwachung – von der Legierung über den Zinkdruckguss-Prozess, die Oberflächenbehandlung bis zum Fertigprodukt.

### ZINKDRUCKGUSSLEGIERUNGEN

In der Praxis durchgesetzt haben sich vor allem die Legierungen ZP0400, ZP0410, ZP0430, die bereits zu Beginn der 1930er-Jahre mit dem Zinkdruckgussverfahren entwickelt wurden. Sie bilden die Basis für die Entwicklung weiterer Zinkdruckgusslegierungen, für spezielle Einsatzgebiete wie sehr dünnwandiges Gießen oder für die Optimierung spezieller Oberflächeneigenschaften. Die Basis der Legierungen bildet Feinzink mit einer Reinheit von 99,995 Prozent Zink. Reines Aluminium, Kupfer und Magnesium sind weitere Bestandteile, die erheblich das Eigenschaftsprofil der Legie-



Zinkdruckguss überzeugt durch Hochwertigkeit, Wirtschaftlichkeit, präzise Gießtechnik und hochwertiger Oberflächengestaltung

rungen beeinflussen: Kupfer verbessert die Zugfestigkeit und Härte und Magnesium verhindert interkristalline Korrosion. Aluminium begünstigt die Verarbeitbarkeit des Zinks sowie die wichtigsten Gebrauchseigenschaften, also Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Schlagbiegezugfähigkeit. Gleichzeitig reduziert Aluminium bei Temperaturen unterhalb von 450 Grad Celsius die Reaktivität eisenhaltiger Materialien im Kontakt mit der flüssigen Schmelze drastisch. Dadurch sind alle Zink-Aluminium-Legierungen im schnellen und hochproduktiven Warmkammer-Druckgussverfahren verarbeitbar.

Die meisten Zinkdruckgussanwendungen werden in Deutschland heute in ZP0410 ausgeführt. Die am zweithäufigsten eingesetzte Legierung ZP0430 hat durch ihren höheren Kupfergehalt eine höhere Zugfestigkeit und ist härter. Sie wird in vielen Druckgussanwendungen mit besonderer Reibungsbelastung aber auch im Werkzeug- und Formenbau eingesetzt. Die Legierung ZP0400 zeichnet sich durch gute physikalische und mechanische Eigenschaften aus. Sie kommt vor allem im englischsprachigen Raum zum Einsatz und wird bevorzugt da eingesetzt, wo es auf Maßbestän-

digkeit ankommt. Die Legierung ZP 0810 ist die alternative zu ZP0430 und wird ebenfalls häufig im englischsprachigen Raum eingesetzt, wobei die mechanischen Eigenschaften mit denen der Legierung ZP0430 vergleichbar sind.

### EIGENSCHAFTEN VON ZINKDRUCKGUSS

- Kurze Gieß-Zykluszeiten durch niedrige Schmelztemperatur (380-390°C)
- Lange Formstandzeiten
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Ausgezeichnetes Fließverhalten (Dünwandgießen)
- Engste Gießtoleranzen
- Gute mechanische Werkstoffkennwerte (für ZP0410 z. B. Zugfestigkeit 330 MPa, Dehngrenze (0,2%) 295 MPa, E-Modul 84 GPa)
- Ausgezeichnete Voraussetzungen für die Oberflächenveredelung
- Geringste Aushebeschrägen; endkonturnahe Fertigung
- Elektromagnetische Abschirmung
- Geringer Energieeinsatz durch vergleichsweise niedrige Schmelztemperatur



Zinkdruckguss im täglichen Leben – belastbar, Top-Design, funktional, nachhaltig



- 100 % Recyclingfähigkeit
- Circular Economy-Potential End-of-Life (Sammlung, Sortierung, Recycling)

## NORMEN

Mit der Einführung der europäischen Normen EN 1774 (Zinklegierungen) beziehungsweise EN 12844 (Zinkdruckgussstücke) wurden die unterschiedlichen europäischen Bezeichnungen der Zinklegierungen und deren chemische Zusammensetzungen harmonisiert: Selbstverständlich muss eine Zinkdruckgusslegierung eine Norm erfüllen, denn der Hersteller muss nachweisen, dass damit ein optimaler Zinkdruckguss sichergestellt ist. Auch der Gießprozess ist optimal und mit höchsten Anforderungen auszurichten, um eine Veränderung der Legierungszusammensetzung während des Schmelz- und Gießvorgangs zu verhindern. Die Kriterien der EN 12844 geben dem Zinkdruckguss-Kunden die erforderliche Sicherheit, dass Gussteile die gewünschten Eigenschaften zuverlässig und reproduzierbar erfüllen und den Belastungen während der Nutzung über einen langen Nutzungszeitraum hinweg standhalten.

Spezifikation der Zinkdruckguss Bauteilen nach EN 12844 EN 1774 für Zinkdruckgusslegierungen (Angaben Gewichts%)

Kurzbezeichnung	Zamak3	Zamak5	Zamak2	ZP-8
Nummer der Legierung	ZP0400	ZP0410	ZP0430	ZP0810
Symbol der Legierung	ZnAl4	ZnAl4Cu1	ZnAl4Cu3	ZnAl8Cu1
Aluminium %	3,7 – 4,3	3,7 – 4,3	3,7 – 4,3	8,0 – 8,8
Kupfer %	0,1	0,7 – 1,2	2,7 – 3,3	0,8 – 1,3
Magnesium %	0,025 – 0,06	0,025 – 0,06	0,025 – 0,06	0,015 – 0,03
Blei % max.	0,005	0,005	0,005	0,006
Cadmium % max.	0,003	0,003	0,003	0,005
Zinn % max.	0,002	0,002	0,002	0,002
Eisen % max.	0,05	0,05	0,05	0,06
Nickel % max.	0,02	0,02	0,02	0,02
Zink	Restwert	Restwert	Restwert	Restwert

## QUALITÄTSSICHERUNG

Grundlage der Qualitätssicherung ist die Einhaltung der geforderten EN-Normen 1774 und EN 12884: Werden beispielsweise die vorgegebenen Toleranzwerte für Aluminium, Kupfer und Magnesium unter- oder überschritten, hat das Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und damit auf die Funktionalität der Gussteile. Bereits sehr geringe Mengen an Blei, Kadmium und Zinn – sie kommen in den Erzen oft gemeinsam vor und werden bei der Zinkgewinnung abgetrennt – führen zu interkristalliner Korrosion beziehungsweise zu Korngrenzkorrosion. Dadurch können bereits während der Veredelung Qualitätsprobleme auftreten und Gussteile halten mechanischen Belastungen schon nach kurzer Zeit nicht mehr stand. Nebenelemente wie Nickel, Eisen und Silizium sind ebenfalls unerwünscht denn sie bringen Oberflächen- und Nachbearbeitungsprobleme mit sich.

Aufgrund der gestiegenen Anforderungen zur Schließung von Materialkreisläufen (Circular Economy) werden Legierungen für den Zinkdruckguss zunehmend aus Recyclingrohstoffen hergestellt. Diese Prozesse bedürfen ein besonders Augenmerk auf die Legierungstoleranzen, weil der Recyclingrohstoff aus seiner Erstnutzungsphase bereits eine bestimmte Grundmaterialzusammensetzung/-legierung besitzt, um im Herstellungsprozess an die Rezeptur der Zinkdruckgusslegierungen angepasst zu werden. Um normgerechte Legierungszusammensetzungen zu gewährleisten, setzen Hersteller auf ein transparentes Qualitätsmanagement und hohe Standards. Während der Produktion werden zu mehreren Prozessschritten Materialproben mittels Spektralanalyse geprüft. Die erforderlichen Legierungsmetalle Aluminium, Kupfer und Magnesium werden auf den gewünschten Legierungstyp abgestimmt. Eine eindeutige Produktkennzeichnung der fertigen Legierungsmasse sorgt für eine lückenlose Nachverfolgbarkeit der kundenspezifische Chargen. So werden die Anforderungen der Normung, aber auch Kundenwünsche nach Legierungen, die innerhalb von geringen Toleranzwerten abgebildet werden, erfüllt.

## INNOVATIONEN

Ausgehend von den bewährten Zinkdruckgusslegierungen gibt es kontinuierliche Weiterentwicklungen der Legierungen und des Gießverfahrens. Die Reduktion des Gussteilgewichts unter Berücksichtigung der gewünschten Festig-

keiten und Formgebung ist für viele Anwendungsbereiche von besonderem Interesse. Folgende Kriterien werden dabei berücksichtigt:

- Leichtbau – Reduzierung des Stückgewichtes bei gleicher Festigkeit. Hierzu wird z. B. auch Zinkschaum im Gussteilinneren eingesetzt. Eine Gewichtsersparnis von bis zu 50 % ist hierbei realisierbar. Die Außenfläche der Gussteile sind geschlossen und hochwertig und für die folgende Oberflächenbehandlung optimiert.
- Ressourcenschonung durch Dünnwandigkeit – mit Blick auf die Nachhaltigkeit und mit Hilfe von FEM-Simulation werden Gussteile konstruktiv so optimiert, dass sie mit geringem Ressourceneinsatz umgesetzt werden können, was sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt. Durch die Anpassungen der Legierungszusammensetzung unter anderem durch die Verwendung kornfeiner Elemente wurde das Fließ- und Formfüllvermögen so optimiert, dass insbesondere bei sehr dünnwandigen Bauteilen (bis 0,3 mm) oder hohen Oberflächenansprüchen höchste Qualitätsanforderungen verwirklicht werden können.

## AUSBLICK

Zinkdruckguss findet breite Anwendung zum Beispiel im Automobilbau / Mobilität, im Maschinenbau, im Möbel- und im Beschlagbau. Bei Anwendungen, im Bereich der Sicherheits- und Schließtechnik, punktet Zinkdruckguss durch seine guten mechanischen Kennwerte. Dass Zinkdruckguss auch neuen Anforderungen gewachsen ist, zeigen die Innovationen der jüngsten Zeit mit dem Schwerpunkt auf konstruktiven Leichtbau, bei denen vor allem die Gewichtsreduktion unter Beibehaltung der Oberflächeneigenschaften und der mechanischen Eigenschaften im Vordergrund steht. Zuverlässige und reproduzierbare Qualität lässt sich jedoch nur dann erzielen, wenn die Werkstoffqualität und die Qualität im Gießprozess abgestimmt ist und höchste Priorität hat. Neben den betrieblichen Maßnahmen ist dabei die Einhaltung der europäischen Normen sowohl für Zinkdruckgusslegierungen als auch für Zinkdruckgussteile maßgeblich.

# RECYCLING UND UPCYCLING VON ZINKLEGIERUNGEN

## CIRCULAR ECONOMY MIT QUALITÄT

VON MATTHIAS BURBACH UND MATHIEU GILLARDIN

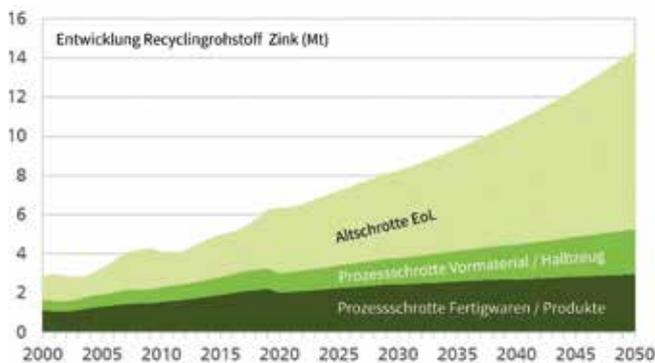
Mit dem europäischen GREEN DEAL ist der Weg hin zu einem CO<sup>2</sup>-neutralen Kontinent aufgezeigt. Einer der Schwerpunkte ist Circular Economy mit Priorität auf der langfristigen Nutzung von Werkstoffen ohne besonderen Wartungsaufwand und die Wiederverwendung von Produkten und Werkstoffen. Der Werkstoff Zink und seine vielfältigen Anwendungen liefern die nötigen Eigenschaften zur Umsetzung dieser Anforderungen auf ideale Weise. Zink wird bereits seit Jahrzehnten recycelt und dennoch gibt es Potentiale die Kreisläufe weiter zu schließen. Als Recycling und Upcycling-Experte hat sich das Unternehmen REZAN formiert und verfolgt die Ziele des GREEN DEAL zur Schließung des Werkstoffkreislaufs von Zink unter sauberen Bedingungen und zur Reduzierung von CO<sup>2</sup> im Werkstoffkreislauf.

Verschiedene Projekte wie die Dialogplattform Recyclingrohstoffe der DERA oder KartAL des Umweltbundesamtes (UBA) haben das Ziel, die Menge an verfügbaren Rohstoffen nach ihrem Nutzungszeitraum zu ermitteln und die Rohstoffpfade aufzuzeigen. Das Ziel ist es, den Anteil von Primärrohstoffen in Produkten zugunsten eines geringeren Umwelt-Fußabdruckes zu reduzieren und einmal gewonnene Rohstoffe für die Rohstoffabsicherung möglichst im Land zu behalten bzw. diese schon einmal erzeugten Materialien und Produkte im Sinne einer verantwortungsvollen und nachhaltigen Ressourcennutzung erneut einzusetzen. In Bezug auf den Werkstoff Zink zeigt die 2021 abgeschlossene Studie „Dynamic Global

Zinc Stock & Flow Model“ der International Zinc Association (IZA), umgesetzt durch das Fraunhofer Institut ISI, welche Mengen an Zink bezogen auf Ihre Nutzungspfade seit Jahrzehnten in Umlauf gebracht worden sind und uns nach Ihrer Nutzungszeit erneut zur Verfügung stehen. Aufgrund der vielfältigen Anwendungen von Zink wurden als Basis die realen Nutzungszeiten für beispielsweise feuerverzinkten Stahl, Bauteile aus Zinkdruckguss oder aber Bedachungen und Fassaden angenommen. Einige Anwendungen von Zink wie Kosmetika, Pharmazeutika, Nahrungsergänzungsmittel oder Düngemittel haben einen dissipativen Charakter und stehen für ein direktes Produktrecycling nicht zur Verfügung.

Die IZA-Studie zeigt das zukünftige Recycling- und Upcyclingpotenzial von Zink. Demnach hat sich die Zinkmenge, die für das Recycling verwendet wird, in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht. Die Studie zeigt auch, dass in vielen Anwendungsfällen das Ende der Nutzungszeit (End-of-life, EOL) noch längst nicht erreicht ist – Bedachungen, die beispielsweise 1970 montiert worden sind, erfüllen auch heute noch ihre Aufgabe und stehen erst in einigen Jahren für eine sortenreine Trennung und das Recyceln zur Verfügung.

Die Studie zeigt auch, dass neben der Verfügbarkeit von Prozess- und End of Life -Schrotten die Verfügbarkeit von innovativen Recyclingtechnologien maßgeblich die Reduzierung des Umweltfußabdruckes bzw. des Treibhausgaspotenzials für eine Nachhaltigkeitsbewertung beeinflusst.



Recyclingpotenzial von Zink – Ausblick 2050 unter Berücksichtigung verbesserter Recyclingtechnologien

Neben der Entwicklung von innovativen Recyclingtechnologien gilt es, die bestehenden Prozesse zu optimieren. Als Praxisbeispiel kann das Kreislaufwirtschaftsmodell des Unternehmens REAZN genannt werden, welches die Gießerei- und Verzinkungsindustrie mit einer breiten Palette an Druckgusslegierungen beliefert. Um den ehrgeizigen Ambitionen bzgl. „Net-Zero“ gerecht zu werden, tätigt die Unternehmensgruppe Investitionen in Nachhaltigkeit. Durch kontinuierliche Verbesserung der Schmelzprozesse und Investitionen in Anlagen- und Umwelttechnik zur Reduzierung des Energieaufwands und von Emissionen an den Standorten, werden Zinklegierungen mit einem extrem niedrigen CO<sup>2</sup>-Fußabdruck hergestellt.

Ein besonderes Augenmerk bei der Nutzung von Recyclingrohstoffen gilt der Qualität. Altschrotte sind aus ihrer Erstnutzung in verschiedensten Legierungen und Qualitäten verfügbar. Die Aufbereitung für die erneute Nutzung von Zink-Recyclingrohstoffen wird im Unternehmen durch ein gesichertes Qualitätsmanagement nach den Standards ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 und ISO 45001:2018 sowie einer EcoVadis Mitgliedschaft (Platinum) umgesetzt. Zinklegierungen aus Recyclingrohstoffen werden strengen Qualitätskontrollen unterzogen, um hochwertige Zinklegierungen für die erneute langfristige Nutzung zu erzeugen.

### ZINK: 100 % RECYCELBAR

Zink ist ein Wertstoff, der sich hervorragend zur Rückgewinnung eignet und bereits heute in großen Mengen als Sekundärmaterial in die Produktion langlebiger Produkte einfließt. Recycling und Upcycling von Zink sowie die damit einhergehende Nachhaltigkeit sind feste Bestandtei-

le der Nutzung von Zink. Die innovative und nachhaltige Denkweise des Unternehmens führt dazu, auf den wachsenden Bedarf an nachhaltigen Produkten reagieren zu können und diesen zu bedienen – der globale Anspruch an Kreislaufwirtschaft wird durch den wachsenden Markt an Recyclingrohstoffen unterstützt. Kreislaufwirtschaft und die Nutzung von Sekundärrohstoffen bedeutet, wertvolle Ressourcen zu generieren und zu schonen sowie die bestmögliche Wertschöpfung aus Sekundärrohstoffen zu erhalten.

### MINIMIERUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN AUF UNSEREN PLANETEN

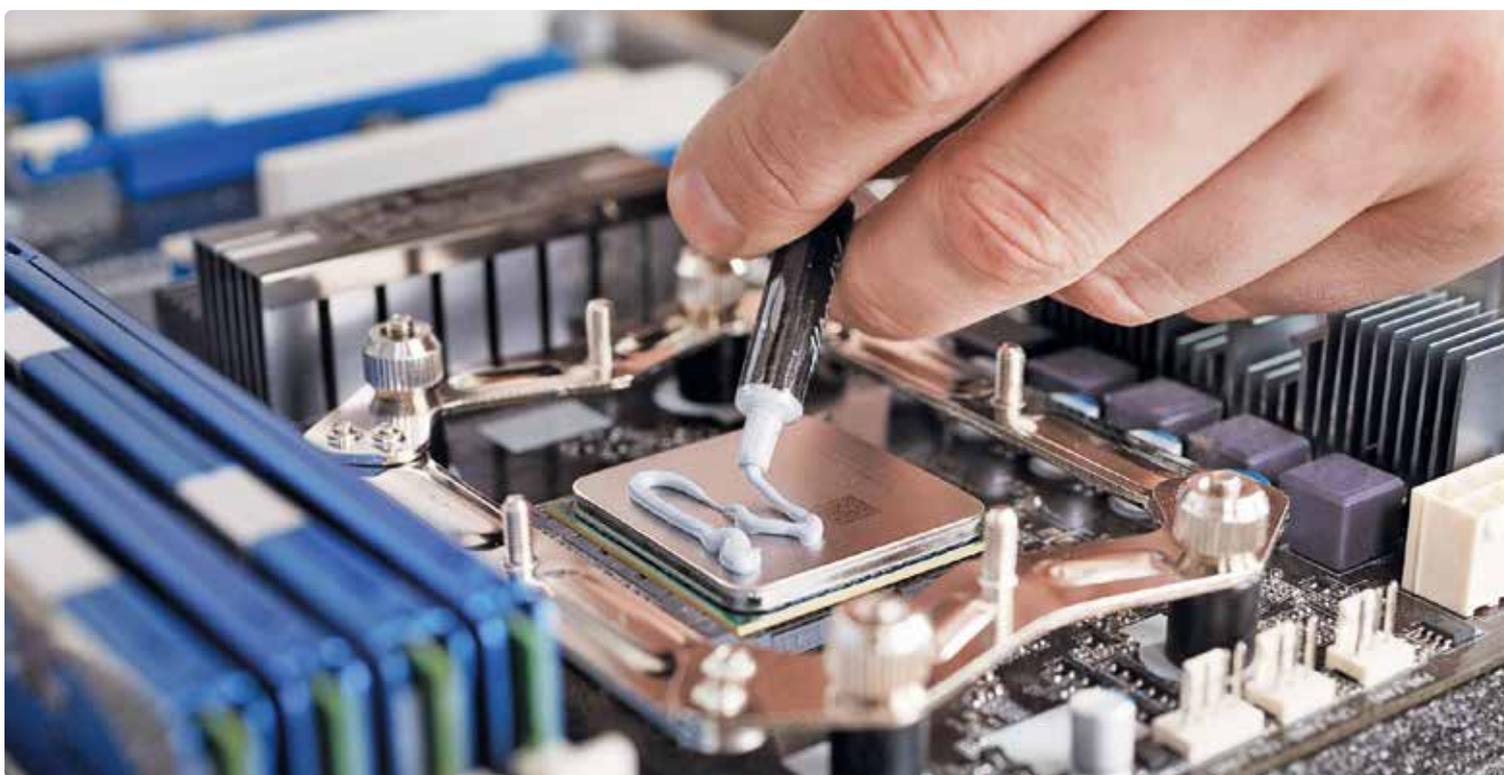
Aktuell wird viel über den europäischen Green Deal und Nachhaltigkeit berichtet. Für eine konkrete Umsetzung der Anforderungen und die eigene Orientierung im Unternehmen ist es jedoch erforderlich, die Wirkung von Maßnahmen zu überprüfen, um weiteres Verbesserungspotenzial zu erkennen und umzusetzen. In einem Gemeinschaftsprojekt zur Abbildung des Umweltfußabdrucks von Zinkdruckguss haben die Unternehmen REAZN S.A. und Adolf Föhl GmbH & Co. KG ihre gemeinsame Lieferkette als digitalen Zwilling der Produktionsprozesse von Zinkdruckgussprodukten abgebildet.

Das Ergebnis zusammengefasst: Die Verwendung von 100 % Sekundärrohstoffen für die Herstellung von Zinklegierungen reduziert den CO<sup>2</sup>-Fußabdruck um bis zu 97,5 %. Die Prozentzahl der CO<sup>2</sup>-Einsparungen hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab und das Optimum von 97,5 % erreicht REAZN aktuell noch nicht immer. Die CO<sup>2</sup>-Studie gibt jedoch einen konkreten Überblick bzgl. der Zusammenhänge, der Energieverbräuche und zeigt im Prozess die effektivsten Handlungsräume für die weitere Reduzierung des Energieverbrauchs.

Durch die Simulation von Änderungen in den Herstellungsprozessen, lassen sich die Wirkung von Investitionen zur weiteren Verbesserung des Umweltfußabdruckes ermitteln. Die CO<sup>2</sup>-Studie ist somit ein essenzieller Baustein auf dem Weg in Richtung „Net-Zero“. Die physikalische Ökobilanzierung von recycelten Zinklegierungen (Simulationssoftware HSC-SIM) ergibt die Möglichkeit, Prozessverbesserungen in Bezug auf die Umweltwirkung nachzuvollziehen und Varianten abzubilden als auch den Einsatz von Recyclingrohstoffen und die resultierende Verbesserung des CO<sup>2</sup>-Fußabdrucks nachzuweisen.

# ZINKOXID IST VIELFÄLTIG UND INNOVATIV

VON THORSTEN ROWOLD



Bei „Zink“ liegt es nahe, zunächst einmal an metallisches Zink und dessen technische Nutzung als Zinkblech oder als Korrosionsschutz von Stahl zu denken. Etwa 10 % der weltweiten Zinkerzeugung, also immerhin 1,6 Millionen Tonnen Zink werden jedoch für die Erzeugung von Zinkverbindungen eingesetzt, die in unserer modernen Gesellschaft wichtige Schlüsselfunktionen ausüben.

Die bekannteste Zinkverbindung ist dabei Zinkoxid. Darüber hinaus gibt es über 40 weitere Zinkverbindungen mit

ganz unterschiedlichen Eigenschaften. Zinkstaub und Zinkpulver werden oft – wenn auch nicht ganz korrekt – zu den Zinkverbindungen gerechnet.

In Deutschland werden Zinkverbindungen überwiegend aus Recyclingmaterialien gewonnen, aus zinkhaltigen Rohstoffen, die vielfach Nebenprodukte oder Reststoffe anderer Verfahren sind. Oft tritt hier – ganz im Sinne einer zirkulären Wertschöpfung - das Recycling an die Stelle einer Deponierung.



Zinkoxid, weißes Pulver, das als Hemmstoff für das Pilzwachstum in Farben und als antiseptische Salbe in der Medizin verwendet wird

Für Zinkoxid gibt es klassische Verwendungsbereiche wie beispielsweise bei der Gummiherstellung oder auch in Medikamenten und Wundcremes. In vielen Einsatzbereichen ist Zinkoxid jedoch ebenso unverzichtbar wie demjenigen unbekannt, der nicht unmittelbar am Prozess beteiligt ist. Aktuell macht Zinkoxid immer wieder auch auf Gebieten der Grundlagenforschung Schlagzeilen, wenn es beispielsweise darum geht, die LED-Technik noch effektiver zu gestalten.

#### ZINKOXID IN AUTOREIFEN

Reifen entscheiden im Rennsport über Sieg und Niederlage – und im Alltag über mehr Sicherheit, besseres Handling und Langlebigkeit: Sie müssen federn, dämpfen, für einen guten Geradeauslauf sorgen und optimale Rundlaufeigenschaften besitzen. Vor allem müssen sie hohe Kräfte in Längs- und Querrichtung übertragen können, um

eine sichere Straßenlage zu ermöglichen – auch, wenn die Straße wenig griffig, nass, schmierig oder gar mit Eis oder Schnee bedeckt ist.

Zinkoxid wird als Vulkanisationsmittel bei der Herstellung von Gummi und eben auch von Reifengummi verwendet. Das Material hat eine sicherheitsrelevante Funktion, indem es dem Reifen aufgrund einer besseren Vernetzungsdichte mehr Festigkeit verleiht und damit auch die Alterungsbeständigkeit erhöht. Rund 180 Gramm Zinkoxid enthält ein Pkw-Reifen.

#### ZINKOXID ALS KATALYSATOR IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE

Katalysatoren sind für die meisten Menschen schlicht ein Teil ihres Autos. Dabei steht dieser Begriff auch für die Her-

stellung unzähliger Dinge des täglichen Lebens, wie zum Beispiel Automobil- oder Flugzeugtreibstoffe, Kunststoffe und Arzneimittel.

In all diesen Produktbereichen spielt Zinkoxid als Katalysator eine zentrale Rolle: Katalysatoren beschleunigen chemische Reaktionen, ohne selbst verändert zu werden, und tragen so maßgeblich dazu bei, industrielle, großtechnische Produktionsprozesse wirtschaftlicher und umweltfreundlicher zu gestalten.

### ZINKOXID IM MOTORÖL

Dass alles wie geschmiert läuft, darauf muss man sich beim Automotor jederzeit verlassen können. Und genau deshalb ist ein effizientes Motoröl mit einer optimierten Formulierung unerlässlich. Moderne Motorenöle basieren je nach Art und Leistungsfähigkeit auf unterschiedlichen Basisölen oder auf den sich daraus ergebenden Mischungen. Zusätzlich werden Additive wie Zinkdithiophosphat, für das Zinkoxid ein Ausgangsstoff ist, eingesetzt. Sie sollen den Motor vor Korrosion schützen, ihn von Verbrennungsrückständen reinigen und feinsten Metallabrieb aufnehmen, damit sich diese nicht im Motor ablagern können.

### ZINKOXID IN WÄRMELEITPASTEN

Die Fülle und Funktionsvielfalt elektronischer Geräte nimmt immer weiter zu. Dabei legt der Endanwender Wert auf Form, Funktion und Energieverbrauch. Entwickler müssen dabei den Aspekt des Wärmemanagements innerhalb dieser Geräte effizient handhaben. Nur so werden ihre Produkte zuverlässig und robust genug, um den Anforderungen des Endanwenders zu genügen. Die vielleicht unscheinbarste, aber doch wichtige Komponente dabei: Wärmeleitpaste, die klassischerweise hauptsächlich aus Silikonöl und Zinkoxid besteht.

### ZINKOXID IN MEDIKAMENTEN UND KOSMETIKA

Zink ist ein lebenswichtiges Spurenelement: Wer sich eine schöne Haut, glänzende Haare und feste Fingernägel wünscht, muss dem Körper dieses Spurenelement in ausreichender Menge zuführen, z.B. über eine ausgewogene Ernährung oder im Bedarfsfall in Form von Zinkoxid in Nahrungsergänzungsmitteln.

Zinkoxid gilt zudem als Wund- und Hautschutzwirkstoff schlechthin: Es wirkt antiseptisch, desinfiziert und sorgt

dafür, dass Unreinheiten oder Entzündungen schneller abheilen und die Haut nicht gereizt wird. Zinkoxid schützt vor UVA- und UVB-Strahlung, weist eine hohe Deckkraft auf und reflektiert sichtbares Licht. Die Einsatzbereiche in Pharmazie, Medizin und Kosmetik sind entsprechend vielfältig, denn Zinkoxid ist Bestandteil dekorativer und schützender Kosmetik, in Heilsalben, Zahnpasta und Deodorants.

### ZINKOXID IN GLAS- UND KERAMIK

In Badezimmer, Küche und Wohnraum – oder kurz: Fast überall dort, wo Geschirr und Keramik funktional und schön ihren Dienst tun, ist Zinkoxid ebenfalls vorhanden. Denn dadurch wird u. a. das Schmelzverhalten der Glasuren gezielt beeinflusst, wenn die Teile gebrannt werden. Das Ergebnis sind glatte und langlebige Oberflächen. Oft sind es nur geringe Mengen von 1–2 Prozent Zinkoxid, die einem anderen Produkt erst die nötigen Eigenschaften verleihen.

### INNOVATIONEN MIT ZINKOXID

Zinkoxid ist ganz offensichtlich ein Material, das noch viel Raum für Grundlagenforschung und die Erschließung neuer Einsatzbereiche bietet. Fast im Wochentakt rauschen die Meldungen dazu aus den Hochschulen und Forschungseinrichtungen der Welt durch die Medien:

- Macht Klimaanlage überflüssig: Hauchdünne Folien mit Zinkoxid absorbieren Wärmestrahlung
- Verminderter Kapazitätsverlust bei Lithium-Schwefel-Akkus durch den Einsatz von Zinkoxid
- Zinkoxid als Katalysator bei der Methanolsynthese
- Erste transparente Solarzelle entwickelt
- Pflaster mit UV-Detektor aus Zinkoxid schützt vor Sonnenbrand
- Magnetisches Zinkoxid verlängert Speicherfähigkeit für Computerdaten
- Strom erzeugen mit Power-Shirt aus zinkverstärkten Fasern

Das breite Spektrum der Forschung lässt vermuten, dass Zinkoxid immer wieder neue Einsatzbereiche findet.

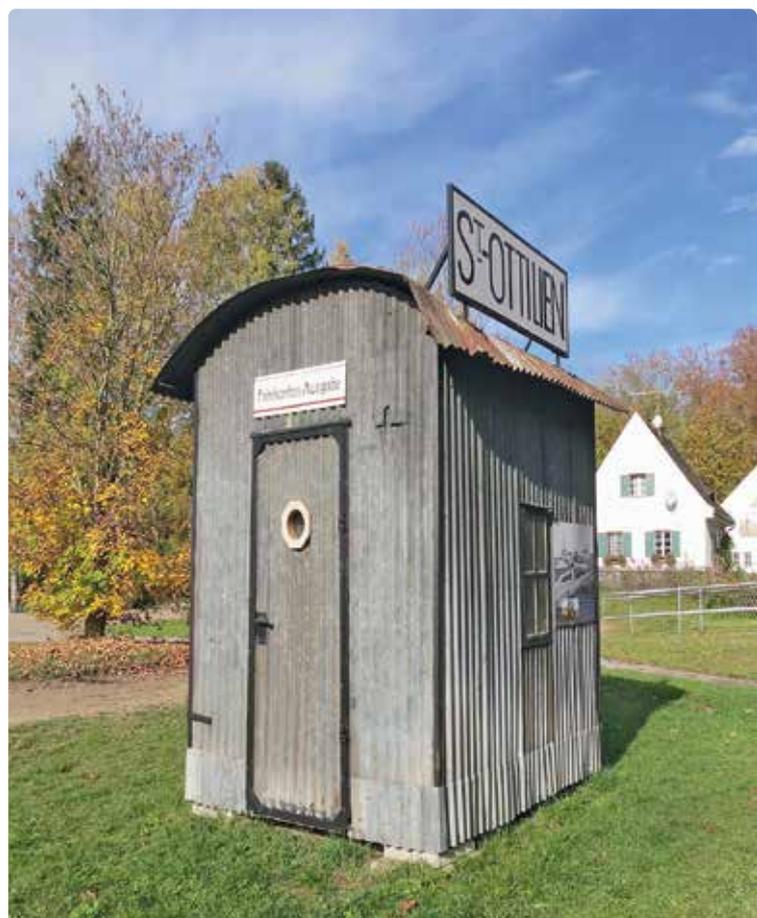
# FEUERVERZINKEN – WAS IST DAS EIGENTLICH?

VON DR. SEBASTIAN SCHIWECK

Stahl prägt wie kein anderer Werkstoff unser Leben, weil er über herausragende Eigenschaften verfügt, die ihn in einer modernen Industriegesellschaft unersetzbar machen. Zur Wahrheit über den Werkstoff Stahl gehört aber auch, dass er rostet und im Brandfall an Festigkeit verliert. Hierfür bietet das Feuerverzinken eine All-in-One-Lösung. Durch Feuerverzinken wird Rost (Korrosion) für Jahrzehnte verhindert und die Brandschutzeigenschaften des Stahls werden ebenfalls verbessert. Feuerverzinkter Stahl besitzt zudem enorme Zukunftspotenziale. Denn er ist der perfekte Werkstoff für eine zirkuläre und nachhaltige Wirtschaftsweise und ein wichtiger Enabler Baustein der Energie- und Nachhaltigkeitstransformation.

Das Feuerverzinken ist ein Tauchverfahren bei dem Stahl in eine 450 °C heiße Zinkschmelze getaucht wird. Unter dem Begriff Feuerverzinken werden das sogenannte Stückverzinken (diskontinuierliches Feuerverzinken) und das sogenannte Bandverzinken verstanden. Beim Stückverzinken werden Bauteile wie Treppenkonstruktionen zuerst gefertigt und erst danach feuerverzinkt. Nach entsprechender Vorbehandlung werden die gefertigten Bauteile in eine flüssige Zinkschmelze am Stück eingetaucht. Hierdurch sind die Bauteile rundum vor Korrosion geschützt. Auch die Schnittkanten der Bauteile werden verzinkt. Hohlprofile werden durch das Tauchverfahren außen wie innen gleichermaßen geschützt. Durch Stückverzinken werden Zink-Schichtdicken von 50 bis 150 Mikrometern erreicht. Das Haupteinsatzgebiet von stückverzinktem Stahl sind Anwendungen im Außenbereich, da hier in der Regel Schutzzeiträume von mehreren Jahrzehnten gefordert und erreicht werden. Durch Stückverzinken sind aber auch Schutzzeiträume von mehr als 100 Jahren möglich. Dies zeigt eine kleine stück-

Mehr als 120 Jahre alt: Die stückverzinkte Wellblechhütte des Bahnhofs St. Ottilien aus dem Jahr 1898.



verzinkte Wellblechhütte aus dem Jahr 1898. Das Mini-Gebäude diente dem Bahnhof St. Ottilien am Ammersee ursprünglich als Fahrkartenverkaufsstelle. Die Feuerverzinkung der Hütte ist heute nach mehr als 120 Jahren überwiegend intakt mit nur einem geringen Korrosionsanteil.

## FEUERVERZINKEN KANN AUCH BRANDSCHUTZ

Eine neue Erkenntnis ist, dass durch Feuerverzinken die Feuerwiderstandsdauer von Stahl verbessert wird, da feuerverzinkter Stahl sich im Brandfall langsamer erwärmt. Die deutlich verzögerte Erwärmung von feuerverzinktem Stahl kann insbesondere bei Bauteilen mit einer ausreichenden Massivität dazu beitragen, die für viele Bauvorhaben geforderte Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten zu erreichen. Hierdurch können oft kostspielige passive Brandschutzlösungen entfallen. Feuerverzinkter Stahl kommt deshalb zunehmend auch aufgrund seiner Brandschutzeigenschaften zum Einsatz. Die bereits realisierten Beispiele reichen von Hallenkonstruktionen aller Art, über Geschossbauten in Stahl-Verbundbauweise bis zu Laubengang-Konstruktionen und Einzelstützen.

## FEUERVERZINKTER STAHL: NACHHALTIG UND ZIRKULÄR

Feuerverzinkter Stahl ist dauerhaft, wiederverwendbar, instandsetzbar und recyclingfähig. Als langlebiger Korrosionsschutz schafft das Feuerverzinken beste Voraussetzungen für eine maximale Nutzungsdauer von Stahl. Es gibt eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen, die zeigen, dass feuerverzinkter Stahl wiederverwendbar ist und aufgrund seiner Dauerhaftigkeit und Robustheit regelmäßiger Demontage und Montage schadensfrei standhält. Behelfsbrücken als temporäre Konstruktionen gehören ebenso dazu wie fliegende Bauten oder Gerüstkonstruktionen. Auch wächst der Zahl an Bauten, die "gebrauchten" feuerverzinkten Stahl aus rückgebauten Gebäuden wiederverwenden. Sollte aufgrund einer extrem langen Nutzungs-

dauer oder aufgrund anderer Einflüsse der durch Feuerverzinken hergestellte Zinküberzug keinen ausreichenden Korrosionsschutz mehr bieten, so ist das Neuverzinken von feuerverzinkten Stahlbauteilen möglich. Die Stahlbauteile werden in der Verzinkerei entzinkt und danach neu verzinkt. Da das Entzinken von Stahlteilen zur täglichen Praxis in Verzinkereien gehört, ist das Entzinken und Neuverzinken in jeder Verzinkerei möglich. Wie alle Metalle, kann auch feuerverzinkter Stahl ohne Qualitätsverlust (Downcycling) beliebig oft recycelt werden. Gegenwärtig werden laut European Commission Technical Steel Research und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit rund 88 % des feuerverzinkten Stahls recycelt. 11% wird schon jetzt wiederverwendet.

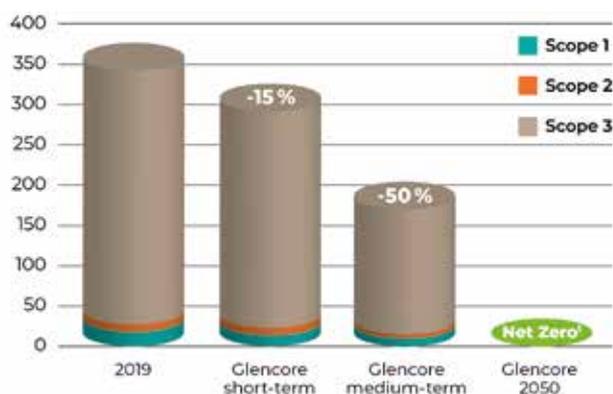
## FEUERVERZINKTER STAHL ERMÖGLICHT EINE ENERGIE- UND NACHHALTIGKEITSTRANSFORMATION

Feuerverzinkter Stahl ist für die Energie- und Nachhaltigkeitstransformation ein unabdingbarer Werkstoff. In der Energietechnik wird er nicht nur im traditionellen Kraftwerksbau und zum Bau von Stromtrassen verwendet. Er kommt auch im in der regenerativen Energietechnik zum Einsatz, beispielsweise für Windkraftanlagen oder als Unterkonstruktion in der Solartechnik. Zudem ist feuerverzinkter Stahl ein wichtiger Innovations-Werkstoff für eine nachhaltigere Welt. Urban Farming-Konzepte wie Dachfarmen auf Gebäuden oder neue Mobilitätskonzepte wie urbane Seilbahnen und Prototypen für den klimaneutralen Güterverkehr wie die E-Highway-Teststrecken setzen auf feuerverzinkten Stahl.

# INDUSTRIE IM WANDEL - KLIMANEUTRAL WERDE

## WEGE ZUR GRÜNEN TRANSFORMATION IN DER ZINK- UND BLEIHERSTELLUNG

VON THOMAS HÜSER



150 Standorte, 1 Ziel: Klimaneutralität bis 2050. Diesen ambitionierten Plan hat sich der Glencore-Konzern vor rund zwei Jahren auf die Fahnen geschrieben. Als Teil einer sehr energieintensiven Branche möchte das Unternehmen mit gutem Beispiel vorangehen und zeigen, dass Klimaschutz in allen Bereichen der Wirtschaft machbar ist. Schon bis zum Jahr 2026 sollen die Gesamtemissionen um 15 %, bis zum Jahr 2035 um ganze 50 % reduziert werden. 2050 soll der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des gesamten Konzerns dann klimaneutral sein.

Als Teil von Glencore arbeiten auch die Nordenhamer Zinkhütte sowie die Bleihütte, die seit 2021 unter dem Namen Nordenham Metall firmiert, intensiv daran, die globalen Nachhaltigkeitsziele des Konzerns für den eigenen Standort umzusetzen. Mit einem umfangreichen Maßnah-

menplan soll das klimaneutrale Wirtschaften bis 2050 realisiert werden. Effizienzsteigerung, alternative Brennstoffe, grüner Strom – das sind die Pläne des Standorts auf dem Weg zur grünen Transformation.

### GRUNDPFEILER DER NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE

Die Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens umfasst im Wesentlichen drei Themengebiete, die betrachtet werden: erstens den Einsatz alternativer Brennstoffe, die fossile Brennstoffe ersetzen, zweitens die Möglichkeiten, um (grünen) Strom selbst zu erzeugen und drittens den Aufbau eines übergeordneten Klimamanagements, in dem der Einkauf von grünem Strom eine herausragende Bedeutung einnimmt. Außerdem spielt das Thema Energieeffizienz eine entscheidende Rolle. Denn jede Energie, die nicht verbraucht wird, braucht auch keine grüne Alternative.

„Die grüne Transformation ist mehr als eine nette Idee, sie ist absolut notwendig!“, sagt dazu Tim Eshold, Spezialist für Energiewirtschaft bei Glencore Nordenham. „Die Politik im Bereich Klimaschutz wird immer strenger, grüne Produkte sind massiv gefordert. Nur, wenn wir den Weg der Transformation konsequent gehen, kann unser Standort in Europa konkurrenzfähig bleiben.“

### WASSERSTOFF ALS BAUSTEIN FÜR DIE KLIMANEUTRALE ZINK- UND BLEIPRODUKTION

Um fossile Brennstoffe wie Gas, Heizöl und Petrolkoks zu ersetzen, prüft Glencore Nordenham aktuell die verschie-

densten Alternativen. Wasserstoff könnte ein entscheidender Baustein für die grüne Transformation sein. Doch auch andere Brennstoffe sind im Gespräch – beispielsweise Biogas oder grüne Kohle, die aus aufbereiteten Pflanzenreststoffen erzeugt wird.

Ob und wie die Nutzung von Wasserstoff im Detail funktionieren kann, wird das Unternehmen in den kommenden Jahren an den unterschiedlichsten Stellen testen. Verschiedene Pilotprojekte seien zu diesem Thema geplant, sagt Tim Eshold: „In der Blei-Raffination planen wir zum Beispiel, zeitweise einen Brenner auszutauschen, um den Betrieb mit Wasserstoff zu testen. Außerdem möchten wir Entwicklungsprojekte mit Wasserstoff im Badschmelzofen und als Ersatz für Petrolkoks im Reduktionsofen vorantreiben. Das ist aber eher noch Zukunftsmusik, denn es erfordert viel Engineering. Bis zum Jahr 2024 möchten wir eine klare Vorstellung von unserem potenziellen Wasserstoffbedarf haben – dann geht es daran, Lösungen zu finden, wie wir die nötigen Mengen beschaffen können.“

#### INITIATIVE VOR ORT: INTERESSENGEMEINSCHAFT WASSERSTOFF

Um die Interessen im Bereich Wasserstoff in der Wesermarsch zu bündeln, brachte Glencore Nordenham bereits im Jahr 2021 die energieintensivsten Unternehmen aus der Region zusammen und gründete eine Interessensgemeinschaft Wasserstoff. In dieser Gruppierung findet nun ein regelmäßiger Austausch statt über Wasserstoffherzeugung, Speicherung und Infrastruktur. Eine Idee ist

beispielsweise, gemeinsam einen eigenen Wasserstoffelektrolyseur zu bauen und ein Wasserstoffnetz in der Wesermarsch zu errichten. Als Speicher könnten möglicherweise Kavernen in der Region genutzt werden. Auch dazu gibt es bereits Gespräche.

#### VOM ZINK-PRODUZENTEN ZUM ERZEUGER VON GRÜNEM STROM

Als Zink- und Bleihütte gehört Glencore Nordenham zu den energieintensivsten Industrien in ganz Europa. Zusammen haben beide Hütten einen jährlichen Stromverbrauch von rund 700 Mio. kWh. Nur zum Vergleich: Mit dieser Energie könnte man alle Haushalte in Bremerhaven fast vier Jahre lang mit Strom versorgen. Die Transformationsthematik ist also essenziell für den gesamten Standort. Je mehr eigener, grüner Strom erzeugt wird, umso weniger muss aus dem Netz bezogen werden.



ORCAN-Energiesparkonzept Wärmerückgewinnung

Mit dem ORCAN-Energierückgewinnungsprojekt konnte die Nordenhamer Zinkhütte im vergangenen Jahr bereits den Grundstein für die erste eigene Stromerzeugung legen: bis zu 5,5 Mio. kWh können pro Jahr aus dem Abdampf der Zinkhütte gewonnen werden. Weiterhin spielt das Thema Solarenergie eine große Rolle, erklärt Tim Eshold: „Wir prüfen aktuell, welche Dachflächen auf dem

Werksgelände geeignet sein könnten, um dort Photovoltaikanlagen zu bauen. Parkflächen könnten für Solarcarports mit Lademöglichkeiten genutzt werden. Außerdem projektieren wir an unterschiedlichen Stellen Solarparks, beispielsweise auf verschiedenen Deponien sowie auf weiteren Freiflächen im Umkreis des Werksgeländes.“

## GESAMTEMISSIONEN – WIE SIE SICH ZUSAMMENSETZEN

Um die Gesamtemissionen zu reduzieren, betrachtet Glencore Nordenham alle Emissionen entlang der Wertschöpfungskette und unterteilt sie in „Scope 1“, „Scope 2“ und „Scope 3“.

**SCOPE 1** bezeichnet direkte Emissionen, die im eigenen Unternehmen entstehen – also zum Beispiel Abgase aus der Verbrennung in eigenen Kesseln, Öfen, Fahrzeugen oder Schiffen.

**SCOPE-2-EMISSIONEN** sind klimaschädliche Gase, die durch Energielieferanten verursacht werden, also indirekt. Beispielsweise, wenn

das Unternehmen Strom nutzt, der aus fossilen Brennstoffen erzeugt wurde.

Bei **SCOPE-3-EMISSIONEN** handelt es sich um weitere indirekte Treibhausgasemissionen entlang der gesamten Lieferkette. Dazu zählen einerseits Emissionen, die mit den Produkten und Dienstleistungen von Lieferanten verbunden sind, wie z. B. Schutzausrüstung oder Vorprodukte. Andererseits sind hiermit auch klimaschädliche Gase gemeint, die dadurch entstehen, dass Kunden die Produkte eines Unternehmens nutzen, z. B. bei der Weiterverarbeitung von Metallen.

# THE URBAN ZINC MINER

ROHSTOFFQUELLE ZINKSCHROTTE- UND ABFÄLLE SOWIE RÜCKSTÄNDE

VON MICHAEL OBERDORFER





Was zeichnet ein Altmetallhändler aus und aus welchen Gründen soll man sich auf ein Metall spezialisieren? Es ist die Vielfalt an Metall-Legierungen und dessen unterschiedlichsten Formen als Abfall. Es wird zerspannt, geschliffen, geschnitten, geschmolzen etc. Je nach Produktionsstufe fällt als Abfall ein Staub, ein Span, Abschnitte in Form eines Bleches, wenn dünn eine Folie oder als Stück, als Krätze, ein Ausschuss Teil unbehandelt, ggf. mit Anhaftungen oder bereits mit Beschichtung (Oberflächenbehandlung) an. Es sind eine Vielfalt an Neuabfällen. Genauso fällt Abfall als Schrott an, da das Dach- / Fassadenblech erneuert wird sowie bei Reparaturarbeiten und Entrümpelungen alte Beschläge, Metall Geschirr, defekte Teile etc. entsorgt werden. Und es gibt eine genauso große Vielfalt an verschiedenen Altmetallen, oft im Verbund mit anderen Materialien, wie zum Beispiel der alte Zinkvergaser oder ein Spielzeugauto aus Zink-Guss.

Es ist wie im Sport, man kann nicht in jeder Disziplin im Spitzenfeld mitmischen. Wenn man die Vielfalt der Metalle und die daraus resultierenden Abfälle hochrechnet, werden es jenseits der 500 gängigsten verschiedenen Qualitäten sein, die auf einem Metallplatz gesammelt werden. Es braucht die richtigen Fachkräfte, aber auch genügend offene und geschlossene Lagerflächen. Auch wenn Altmetallhändler generell Breitensportler darstellen, jeder hat sein(e) Steckenpferd(e). Oder anders gesagt, keiner hat und kann alle metallischen Abfälle in der für den Direktverkauf entsprechende Menge getrennt lagern und umschlagen. Man konzentriert sich auf die wesentlichen Metallabfälle, die in

der Region anfallen. Ist man spezialisiert, agiert man im Teilbereich über das regionale Einzugsgebiet weit hinaus.

Die Stärke der Altmetallhändler ist ein umfangreiches Wissen, obwohl ein Schmelzwerk bzw. Raffinerie metallurgisch sowie technisch - ohne Zweifel - besser aufgestellt sein kann. Die Metallabfälle, die eine Metallhütte als Vorstoff ablehnt, kann für ein anderes Metallschmelzwerk mehr als ausreichend sein. Die Stärke liegt im Wissen. Es bedarf Antworten auf die Frage: „Welche Metall-Legierung wird in welcher Form und in welcher Menge für welches Metallschmelzwerk oder Raffinerie benötigt. Im Denken ist man flexibel. Durch das Abfragen der Möglichkeiten, laufenden Lieferungen und dem Prozess des laufenden Anbietens (Preisverhandlungen) ist man preislich immer am Puls der Zeit. Und wo man selbst nicht an der Spitze mitmischen kann, nutzt man spezialisierte Kollegen und Kolleginnen. In dieser Flexibilität liegt der Nutzen und die Stärke. Sollte ein Metallwerk revisions- oder auftragsbedingt über eine Periode keine Vorstoffe reinnehmen, werden andere Metallhütten, welche die gleichen Vorstoffe einsetzen, stärker beliefert.

Es ist die Kontinuität in der Abnahme, das Beherrschen der erforderlichen Logistikkette und die professionelle Lagerhaltung. Natürlich hört sich „just in time“ gut an, allerdings zeigt uns die Realität, dass die Sammlung und der Umschlag aufgrund von Mengen, wechselnden Transportmitteln oder einfach saisonal bedingten Umständen erforderlich sind.

## ROHSTOFFQUELLE ZINK RECYCLING

Zink steht im Schatten von Eisen und anderen Metallen, die besonders bunt, hart, magnetisch oder leitfähig sind. Zwar weist Zink keines dieser Eigenschaften auf, dennoch ist es nach Eisen, Aluminium und Kupfer das am viertheilsten produzierte Metall weltweit. Jährlich werden weltweit rund 18 Millionen Tonnen Zink zu Produkten verarbeitet. Schätzungen zufolge beläuft sich der globale Recyclinganteil auf 22 %, in Europa etwas höher mit 30 %. Angetrieben durch den positiven Umwelteffekt hat das Recycling von Zink speziell in Europa einen wichtigen Stellenwert eingenommen. Einige Normen, die den verpflichtenden Einsatz von Neumetallen erfordert haben, um z. B. die passende Legierung für die Verwendung im Bereich „Luft- und Raumfahrt“ herstellen zu können, wurden angepasst und lassen mittlerweile auch Schrotte zum Herstellen der Legierungen zu. Je nach Norm unterscheidet sich zwar die Vorgabe des maximalen Anteils, trotzdem kristallisiert sich ein klarer Trend nach höheren Recyclinganteilen ab.

Durch das Recycling von Metallen werden in Deutschland mehr als sieben Millionen Tonnen an CO<sup>2</sup>-Emissionen eingespart.

Das einfachste ist einen sauberen, einheitlichen Schrott wieder einzuschmelzen, um Verunreinigungen und unerwünschte Nebenelemente zu vermeiden sowie die Blockausbeute genau prognostizieren zu können. Sind wir damit aber schon am Ende der Fahnenstange angekommen? Wir müssen uns der Frage stellen, wie wir unsere Ressourcen optimal nutzen und was sich tatsächlich hinter Recycling verbirgt. Ein Abfallprodukt dient als neue Rohstoffquelle. Recycling ist ein Prozess der Wiederauf-

bereitung. Und hier sollte man ansetzen. Dabei beginnt das eigentliche Recycling erst im Schmelzwerk bzw. in der Raffinerie. Davor wird für das eigentliche Recycling sortiert, aufbereitet, gesammelt, chargiert, und so weiter.

Deshalb verwendet dieser Artikel den alttümlichen Begriff „Altmetallhändler“ anstelle von Metallrecyclingbetrieb, ein Begriff den man sich gerne auf die Fahnen schreibt.

Obwohl die Arbeiten technisch anspruchsvoll sind und der Investitionsaufwand nicht zu unterschätzen ist sowie die Arbeiten nicht vom Schmelzwerk bzw. der Raffinerie verrichtet wird.

Der Bergbau ist die Basis für die Gewinnung von Neumetallen durch das Schürfen von Erzen. Und auch die auf Metall spezialisierten Abfallwirtschaftsbetriebe (Recyclingbetriebe) sind, wie Bergbauunternehmen, als Schürfer zu verstehen – „the urban miner“. Diese erfassen die Metallabfälle, sammeln diese ein um sie dann zu sortieren, zwischenzulagern und an die Werke auszuliefern. Der Unterschied liegt allerdings im Ressourcenverbrauch zur Bereitstellung von Metallen. „Urban Miner“ schließen den natürlichen Kreislauf und tragen dadurch massiv zum Klimaschutz bei, da diese Methodik zur Ressourcengewinnung deutlich energieeffizienter ist sowie kein (zerstörerischer) Eingriff in die Natur bedarf.

Die Corona Pandemie mit den Folgeerscheinungen von Lieferketten-Unterbrechungen, steigenden Energie- sowie Logistikkosten wird den Prozess vorantreiben und das Recycling weiter verfeinern.

Die Rohstoffquelle Zink, welches dem Recycling zugeführt





wird, sind Messingschrotte als Rohstoff für neue Messingprodukte. Verzinkerei Rückstände wie Zinkaschen, die Oberflächenschlacke „Hartzink“, ein Zinkstaub aus dem wieder ein SHG Zink werden kann. Der Ausschuss sowie die Angüsse vom Druckgießen können direkt recycelt werden. Entweder in der Gießerei als Blockersatz oder im Rahmen einer Umarbeitung oder natürlich als Primärschrott für den Legierungshersteller. Bei Oberflächen behandelten Gussteilen sowie Altschrotten ist das Recycling aufwändiger. Der Zinkblech-Schrott von Dächern, Fassaden, Dachrinnen und Fallrohren kann als Vorstoff für Zinkblöcke sowie für die Zinkoxidproduktion genutzt werden. Genauso kann man die Zinkstäube aus der Stahlherstellung wieder als Rohstoff nutzen. Beim Stahl kochen verdampft das Zink (verzinkte Stahlteile) und wird im Filterstaub zurückgewonnen. Im Zuge der Müllverbrennung oder Shredder Prozessen, nach dem erfolgreichen separieren der gemischten Metallfraktion, gewinnt man verschiedenste artenreine Metallsorten, unter anderem eine Mischung aus Zink-Guss und Blechen.

#### DER GESCHLOSSENE KREIS

Schmelzwerke machen es sich vergleichsweise leicht, indem sie vor allem nur die Metallabfälle suchen, die sie in ihren Prozess entsprechend einsetzen und als Rohstoff zuführen können. Bislang eine kostengünstige Alternative, da der Einsatz diverser Schrotte in der Regel günstiger war als der Einsatz von Primärmetallen zur Herstellung von Metalllegierungen. Nun kommt das Thema Nachhaltigkeit hinzu. Für die Werke entstehen durch den gezielten Ankauf von Schrotten und Rückständen, die ihre Produktqualität nicht gefährden, nur geringe Risiken. In den letzten Jahren gab es auch genügend saubere Metallabfälle. Hinzu kam, dass es auch genügend viele Erze und somit Neumetalle gab. Die zugrundeliegende Situation war komfortabel und verlangte in Europa nicht die Notwendigkeit, die Technik soweit zu verfeinern, dass man Zinkschrotte mit unerwünschten Verunreinigungen, speziell mit Schwermetallen wie Blei, Zinn und Cadmium, als Vorstoff alternativ zum Erz einsetzt.

Innovation ist reziprok, sie muss von beiden Seiten vorangetrieben werden. Vonseiten des spezialisierten Altmethallhändlers bzw. der Altmethallhändlerin heißt das, für jeden Zink Abfall eine Lösung anbieten zu können. Es werden Möglichkeiten über nationale Grenzen hinaus geprüft und Metallhütten bzw. Raffinerien gefunden, die bereit sind, ihre Technik bzw. technischen Abläufe so weit anzupassen, dass auch andere Zinkabfälle als Vorstoff in Frage kommen. Es ist das Erkennen von Chancen. Der Abfallwirtschaftsbetrieb muss gegebenenfalls in Lager und Aufbereitungstechnik investieren. Der Großteil der Metallschmelzwerke und Raffinerien wissen

den Stellenwert eines Abfallwirtschaftsbetriebes, der auf das Metallrecycling spezialisiert ist, zu schätzen. Sie wissen, dass dieser ein wichtiges Bindeglied darstellt – der „Missing Link“ zum „Closed Loop“. Es war der Pioniergeist unserer Urgroßväter, welche diesen Zweig soweit etabliert haben, dass dieser jetzt innerhalb Europas ein wichtiger Wirtschaftsfaktor geworden ist. Sie legten bereits vor über 100 Jahren den Grundstein für einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz und waren Wegbereiter für die Kreislaufwirtschaft. Spätestens beim Rückbau, einer Zerlegung sowie Demontage wird der Stellenwert eines auf Metall spezialisierten Abfallwirtschaftsbetriebs deutlich. Der Fokus auf saubere Produktionsabfälle, sich sozusagen die Rosinen herauspicken, ist keine Kunst. Herausfordernd wird es dann, wenn man die Aufbereitung der Abfälle aus dem urbanen Raum forciert.

Der Fokus von Gewerbe- und Industriebetrieben liegt darin, in der Fertigung möglichst wenig Abfall zu verursachen. Dem gegenüber steht ein Sammler mit dem Ziel, möglichst saubere und homogene Abfälle einzusammeln. Primär versucht dieser den Gewerbe- und Industriekunden so weit zu unterstützen, dass es bereits im Fertigungsprozess zu keiner unerwünschten Vermischung kommt und Standzeiten vermieden werden. In der Praxis durch den passenden Sammelbehälter, dem ordentlichen Transport und der Kontinuität oder Schnelligkeit in der Abholung. Mit jeder Abholung findet zudem eine unaufgeforderte Qualitätskontrolle statt. Gab es beispielsweise eine Vermischung, stellt der Altmetallhandel das Bindeglied dar, welche die abweichende Qualität absondert und alles daran setzt, das Beste daraus zu machen.

### DIE TÜCKEN BEI ZINKABFÄLLEN

Die Stolpersteine beim Metallrecycling sind unerwünschte Nebenelemente. Wenn man Zinkabfälle als Rohstoff wieder heranziehen will, ist es genauso herausfordernd, wie bei anderen Metallen. Der Unterschied liegt lediglich darin, dass Zinkrecycling ein „Apotheker Geschäft“ ist. Was ist darunter zu verstehen? Grundsätzlich sind Zinn und Blei, sofern man wieder eine Zinklegierung daraus machen will, ein absoluter Schädling. Beide Metalle verursachen einen Zinkfraß. Die Grenzwerte sind mit den üblichen Messgeräten am Metalllager nicht messbar. Bei einem Großteil der Druckgusslegierungen liegen die Grenzwerte beim Blei bei 0,005 % und im Zinn bei 0,003 %. Abgesehen davon, dass die Norm eine Überschreitung nicht zulässt, kann es je nach erhöhtem Anteil zu einer Blasenbildung und Veränderung der Struktur kommen. Die Folgen reichen von Spannungsrisen, porösen Oberflächen bis hin zur vollständigen Zerstörung des Produktes. Die Herausforderung beginnt bereits nach der



Produktion in der Oberflächenveredelung. Viele Gussteile werden zwischenzeitlich verzinkt. Eine Lackierung wirkt sich im Schmelzprozess nicht auf die Legierung aus. Wenn die Teile verchromt oder vernickelt sind, kann man über das Abkrätzen einiges aus dem Schmelzbad holen. Jedoch, wenn die Teile verzinkt sind, vermischt sich das Zinn und löst sich aufgrund des niederen Schmelzpunktes im Schmelzbad auf.

Aber genauso kann Altware problematisch sein, wie z.B. Zinkteller. In diesem Deko-Artikel findet man nicht selten Spuren von Cadmium. Man kann nun an andere Anwendungen denken. Zum Beispiel wenn ein Guss nur mit ein paar ppm Zinn verunreinigt ist, wieso dann nicht in die Messing- bzw. Bronzeindustrie damit? Zink, Kupfer, Zinn passen als Bestandteil, wäre da nicht noch Aluminium in der Legierung. Man kann es fortsetzen im Bereich Zinkoxid, abgesehen von den Normen, die die Grenzwerte definieren. Es liegt in der Anwendung. Benötigt man Zinkoxid für die Reifenproduktion sind die Anforderungen nicht so streng im Vergleich zur Kosmetik- oder Pharmaindustrie. Kurzum, ein „Apotheker Geschäft“.

Ist ein Abfallwirtschaftsbetrieb auf das Zinkrecycling spezialisiert, muss man sich allen Anforderungen stellen können. Es gilt zu wissen, wo die Stolpersteine liegen und wie man diese beim Partner, bei dem die Abfälle anfallen, aus dem Weg räumen kann. Sollte dies nicht möglich sein, können andere Anwendungsbereiche – sprich Kunden – mit Bedarf für den Zinkabfall gefunden werden. Verbraucher verlassen sich auf Spezialisten mit ausreichend Ressourcen (technologisch, personell, Wissen, etc.) zur regelmäßigen Beistellung des erforderlichen „Sekundärrohstoffs“. Spezialisten suchen optimale Lösungen für jegliche Art von Metallabfällen. Die Metallhütte sucht nur den für ihren Prozess passenden Metallabfall und wenn dieser nicht passt oder ggf. das Mengenaufkommen zu klein ist, wird es dem Altmetallhandel überlassen.

#### KLEINVIEH MACHT AUCH MIST

Der klassische, nicht auf Zink spezialisierte Altmetallhändler verbindet Zink mit den Abfällen Zinkbleche alt, neuen Zuschnittabfällen und vielleicht noch mit Wuchtgewichte, obwohl diese bereits eine wilde Mischung aus Zink, Blei, Eisen und Messingventilen sind. Industriebetriebe, die einen Teil ihrer unbehandelten Metallabfälle selbst dem (internen) Kreislauf zuführen bzw. es deren Neumetall Lie-

feranten beistellen oder rückführen, setzen sich im Sinne von Abfall, mit ggf. den Spänen, oberflächenbehandelten Teilen auseinander. Allerdings nicht die großen Mengen, die man gerne dem regionalen Abfallwirtschaftsbetrieb (dem Altmetallhändler, der Altmetallhändlerin) überlässt.

Und hier setzt der Spezialist an. Als Großhändler bewegt man, wie das Wort bereits impliziert, größere Mengen. Ein europäischer, auf Zink spezialisierter Abfallwirtschaftsbetrieb führt rund 56 verschiedene Zink Qualitäten im Sortiment. Man bewegt jedes Jahr mehrere Tausend Tonnen und kennt dadurch den Markt besser als die Entfallstellen und mancher Branchenkollege. Primäres Ziel ist immer den besten Preis rauszuholen; nicht für sich, sondern für die Entfallstelle. Es ist eine Symbiose. Wenn der Spezialist einen guten Job macht, dann bleibt die Entfallstelle, der Industrie- und Gewerbekunde sowie der Branchenkollege dem Spezialisten treu. Entscheidend bleibt schlussendlich der Preis. Wie sagte Niki Lauda: „Ich habe nichts zu verschenken.“

Ein souveräner Spezialist überlässt es dem Markt, die Anzahl der Kettenglieder zu bestimmen. Der Spezialist ist das Bindeglied zum Verbraucher. In Fragen betreffend der Erfassung, Transport (Sammlung) und Zwischenlagerung kann es ein weiteres Bindeglied geben. Es muss nachhaltig Sinn machen. Man weiß, dass das Bindeglied „Altmetallhändler“ genauso Geld verdienen muss. Gewisse Kostenteile sind gleich, z.B. alles rund um die Logistik. Andere wiederum, wie z.B. die Lagerhaltung, kosten zusätzlich Geld. An dieser Stelle ist zu fragen, was ist eine Lieferkette? „Just in time“ Lieferung, direkt die Abfälle von der Entfallstelle ohne Transportunterbrechung zum Verbraucher, ist nicht die Lösung, was die Gegenwart zeigt. Der europäische Altmetallhandel, die Schrott- und Metallrecyclingbetriebe (Abfallwirtschaftsbetriebe) sind Lagerstätten (Urban Deposits) für eine rasche Belieferung der Metallschmelzwerke. Vielleicht benötigt es ein Umdenken, ein zurück zum Ursprung der Aufgabenverteilung.

Nur weil ein Zinkschrott als Abfall anfällt, heißt das nicht, dass sofort ein möglicher Verbraucher (Schmelzwerk) diesen Rohstoff wieder braucht. Sinkt der Bedarf, übernehmen die Abfallwirtschaftsbetriebe die Funktionen von Lagerstätten, bis der Bedarf wieder steigt.

Die Rohstoffagenturen evaluieren permanent die kritischen Rohstoffe. Der Metallhandel war seit Anbeginn bereit, eine Vielzahl an verschiedenen Metallabfällen anzu-



kaufen, einzulagern und je nach Bedarf zu verkaufen und auszulagern. Die „just in time“-Mentalität sowie Straffung der Lieferketten, aber auch die anhaltende prompte Verfügbarkeiten sowie starke Nachfrage, haben den Stellenwert des Altmetallhandels etwas verblasen lassen.

Durch jüngste Entwicklungen wird das Thema „Globalisierung“ kritischer betrachtet und daraus abgeleitete Trends wie „just in time“-Lieferungen werden als Schlüssel zum nachhaltigen Erfolg hinterfragt. Wirtschaftsräume benötigen gut eingespielte Strukturen und die Bereitschaft, sich mit jeglicher möglichen Ressource in der Form von Schrott und Rückständen auseinanderzusetzen.

Es braucht gut ausgestattete, dem Stand der Technik entsprechende, Metallrecyclingbetriebe. Von der Vorstufe,

den vielen auf Metall spezialisierten Abfallwirtschaftsbetrieben, den in Europa angesiedelten Metallschmelzwerken sowie Raffinerien. Den Respekt und die Akzeptanz, dass jedes Glied in der Kette in seinem Tun die Spezialisten sind. Das gilt für den Produzenten bzw. Handwerker im Schaffen von Neuem, die Einsammler und Aufbereiter sowie der Recyclende selbst. Fokussiert sich jeder auf seine Kernkompetenz, funktioniert die Kreislaufwirtschaft. Und so lässt sich der Kreis nachhaltig geschlossen halten und die Rohstoffe sowie Wertschöpfung bleiben in Europa.

Die vielen Spezialisten leisten ihren entsprechenden Beitrag, damit dies so bleibt.

# DAS ZINKNETZWERK

## INITIATIVE ZINK

Die Initiative Zink ist Ansprechpartner für Behörden, Anwender, Presse und Einzelpersonen im europäischen, deutschsprachigen Raum in allen Fragen, die mit Zink zu tun haben. Als Netzwerk der deutschen Zinkindustrie hat sie ihren Sitz in Düsseldorf. Die Initiative Zink vereint Hersteller von Zink, Zinklegierungen und Halbzeug auf Zinkbasis, Hersteller und Verarbeiter von Zinkverbindungen sowie Zink-Recycler als auch Umarbeiter von Zink und Zulieferunternehmen. Sie arbeitet eng mit nationalen und internationalen Zink- und Metallverbänden als auch mit Organisationen der Verarbeiter von Metallen aus Handwerk, Handel sowie NGOs zusammen. Die Initiative Zink bietet ihr Know-how verschiedenen Märkten an. So unterstützt sie beispielsweise Architekten, Bauingenieure und Handwerker bei Konstruktionsfragen und beim Korrosionsschutz. Im Bereich Zinkdruckguss steht Konstrukteuren und Designern die Möglichkeit offen, bereits in der Prototypenphase mit kompetenten Herstellern zusammenzuarbeiten, um Zeit und Ressourcen zu sparen. Infos unter: [www.zink.de](http://www.zink.de)



## INDUSTRIEVERBAND FEUERVERZINKEN E.V.

Der Industrieverband Feuerverzinken e.V. (IFV) mit Sitz in Düsseldorf ist die Interessensvertretung der deutschen Feuerverzinkungsindustrie, die ca. 2 Millionen Tonnen Stahl mit einem Umsatz von 780 Millionen Euro durch Feuerverzinken gegen Korrosion (Rost) schützt und ca. 4.800 Mitarbeiter beschäftigt. Der Industrieverband Feuerverzinken e.V. und seine Serviceorganisation, das Institut Feuerverzinken GmbH, sind das Sprachrohr der deutschen Feuerverzinkungsindustrie gegenüber Öffentlichkeit, Politik, Behörden, Verfahrensanwendern, Verbrauchern und wissenschaftlichen Institutionen. Website: [www.feuverzinken.com](http://www.feuverzinken.com)



## 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





Zinkbarren

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)

**DERA** Deutsche Rohstoffagentur  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

#### 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.

**VDM** Verband Deutscher Metallhändler und Recycler e.V.

#### 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 Zink 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.



„Meinen Kolleg\*innen und ich stehen für **professionelle Qualitätsbeurteilung** Ihres Schrottes im Vorfeld, **schnelle Preisauskunft**, einen **raschen Befund** nach Eingang im Lager sowie einen **umgehenden Zahlungslauf** ein.“

**Michael Oberdorfer**  
Internationaler Metallhandel



## WIR WISSEN WER WELCHEN SCHROTT EINSETZEN KANN

Die eigentliche Herausforderung im Zinkrecycling ist die Vielfalt und Unverträglichkeit von Schrotten. Wichtig sind deswegen Trennung, Klassifizierung, Verprobung und richtige Zuordnung. Mit diesem KnowHow, der entsprechende Masse und guten Marktpreisen sorgen wir zuverlässig für eine **kontinuierliche Versorgung unserer Kunden**. Für unsere **Lieferanten stehen wir jederzeit zur Verfügung!**



**Frankenberg**  
**Metallrecycling**  
GmbH

**FRANKENBERG-METALLRECYCLING GMBH**

Ihr starker Kompetenzpartner für Zink, Blei & Zinn

Industriestraße 1, 91448 Emskirchen, Deutschland

Telefon: +49 (0)9104 82 62 20

[www.fmr.ag](http://www.fmr.ag) | [anfrage@fmr.ag](mailto:anfrage@fmr.ag)