

Zn



**ZINK** - Ein nachhaltiger Werkstoff  
Für das moderne Leben unentbehrlich



**DURCH SEINE WESENTLICHEN EIGENSCHAFTEN  
– ESSENZIALITÄT, BESTÄNDIGKEIT, VIELSEITIGKEIT  
UND RECYCLINGFÄHIGKEIT – HAT SICH ZINK ALS  
HERAUSRAGENDER WERKSTOFF FÜR EINE  
NACHHALTIGE GESELLSCHAFT BEWÄHRT.**

## **ZINK - NACHHALTIG UND FÜR DAS MODERNE LEBEN UNENTBEHRLICH**

Zink ist ein vielseitiges Element: Es ist lebensnotwendig und ein wichtiger Bestandteil vieler industrieller Verfahren, denen wir oft keine große Aufmerksamkeit schenken.

In welchen Bereichen wird Zink eingesetzt? Mehr als 60 % der über 14 Millionen Tonnen Zink, die jedes Jahr hergestellt werden, dienen dazu, Stahl durch Verzinkung vor Rost und Korrosion zu schützen. 17 Prozent der jährlichen Zinkproduktion werden für die Herstellung von Druckgusselementen und weitere 9 Prozent für die Herstellung von Messing verwendet. Der verbleibende Anteil wird zu anderen Komponenten wie Zinkblechen für Gebäude und chemischen Verbindungen wie Zinkoxid verarbeitet, aus denen ein breites Spektrum an Produkten – von Düngemitteln über Sonnenschutz bis hin zu Solarzellen – entsteht.

### **INHALT:**

|                                                      |          |
|------------------------------------------------------|----------|
| Zink ist eine natürliche Ressource                   | Seite 4  |
| Zink ist von zentraler Bedeutung für die Umwelt      | Seite 6  |
| Zink ist für den Menschen lebenswichtig              | Seite 8  |
| Zink ist ein essenzieller Nährstoff für Nutzpflanzen | Seite 10 |
| Zink: Ein Beitrag zur Kreislaufwirtschaft            | Seite 12 |
| Zink zeichnet sich durch Beständigkeit aus           | Seite 14 |
| Zink trägt zur nachhaltigen Energiegewinnung bei     | Seite 16 |
| Zink ist recyclingfähig                              | Seite 18 |
| Zink ist eine nachhaltige Ressource                  | Seite 20 |
| Die Zinkindustrie und die nachhaltige Entwicklung    | Seite 22 |

# Zink ist eine natürliche Ressource

Zink ist ein natürlicher und wesentlicher Bestandteil der Erdkruste und unserer Umwelt. Es kommt in Gestein, Böden, Luft und Wasser sowie in der Biosphäre vor.



# Zink ist von zentraler Bedeutung für die Umwelt

Das gesamte Leben auf der Erde hat sich in Gegenwart von Zink entwickelt. Aufgrund seiner allgemeinen Verfügbarkeit und seiner einmaligen Eigenschaften ist Zink ein wesentlicher Bestandteil vieler Stoffwechselprozesse, die die Lebensgrundlage aller Organismen bilden.

## Die biologische Bedeutung von Zink

Organismen nehmen für sie lebensnotwendige Spurenelemente aus ihrer Umwelt, also direkt aus der Luft, dem Wasser, den Böden oder über die Nahrung auf. Wenn sie eine ausreichende Menge an Zink aufnehmen können, verlaufen Wachstum und Entwicklung optimal.

Zink wirkt in allen Organismen auf Zellebene, indem es die Protein- und Enzymfunktion verbessert (Hambidge, 2007). Darüber hinaus erfüllt es zahlreiche Funktionen im Zusammenhang mit der Reparatur von Genen, der Immunabwehr, dem Sehvermögen, dem Wachstum von Organen und Gewebe sowie mit der synaptischen Plastizität (dem Lernvermögen), um nur einige Beispiele zu nennen.

Bedenkt man, an wie vielen biologischen Vorgängen Zink beteiligt ist, so stellt seine Bioverfügbarkeit den wichtigsten Faktor für die Steuerung seiner Aufnahme aus der Umwelt dar. Die Bioverfügbarkeit gibt an, in welchem Maße ein Stoff (über Wasser, Boden oder Nahrung) von Organismen aufgenommen und verwertet werden kann. Daher unterscheidet sich der Nährstoffbedarf von Menschen, Tieren und Pflanzen, und sie können Zink unterschiedlich gut aus dem Wasser, dem Boden oder über die Nahrung aufnehmen.

## Zink in der Umwelt

Die Bedeutung, die Zink und alle anderen lebensnotwendigen Elemente für die Umwelt haben, kann nicht auf die gleiche Weise wie bei synthetischen Chemikalien bewertet werden. Da Zink natürlich vorkommt, ist eine Beseitigung aus der Umwelt nicht möglich. Vielmehr hätte dies sogar schädliche Auswirkungen auf unser Ökosystem, denn Zink ist lebensnotwendig (Janssen, 2000). Mit anderen Worten: Weniger ist nicht unbedingt besser. Eine umfassende Bewertung der Umweltrisiken durch Zink in Europa ergab, dass „die gegenwärtige Nutzung von Zink und Zinkverbindungen an sich nicht zu nachweisbaren erhöhten regionalen Werten in Oberflächenwasser und Sedimenten führt“ (EU JRC, 2008).

Die Verbreitung, der Transport und die Wirkung (Bioverfügbarkeit) von Zink in Wasser, Sedimenten und Böden hängen in hohem Maße von standortspezifischen chemischen und physikalischen Umweltbedingungen sowie den Entwicklungsvoraussetzungen von Lebewesen (wie Alter, Größe, Vorgeschichte der Einwirkung usw.) ab. Daher müssen bei der Bewertung der Umweltauswirkungen von Zink all diese Faktoren berücksichtigt werden, um wissenschaftlich haltbare Aussagen treffen zu können (USEPA, 2007).

Die Zinkindustrie finanziert Forschungsarbeiten zur Entwicklung von Instrumenten, mit denen Wissenschaftler die Bioverfügbarkeit von Zink unter verschiedenen Umweltbedingungen und in verschiedenen Bereichen prognostizieren können.





Zink ist ein natürliches Element und übernimmt in biologischen Prozessen bei allen Menschen, Tieren und Pflanzen wichtige Funktionen.



Zinkmangel bei Menschen stellt weltweit ein verbreitetes Problem dar: Etwa ein Drittel der Weltbevölkerung nimmt nicht ausreichend Zink mit der Nahrung auf.

Zinc Saves Kids<sup>®</sup>

An International Zinc Association (IZA) initiative in support of UNICEF





# Zink ist lebenswichtig für den Menschen

Zink ist ein lebenswichtiges Spurenelement für den Menschen: Es regt ein normales Körperwachstum an und ist unverzichtbar für die neurologische Entwicklung von Säuglingen, Kindern und Teenagern. Zink kommt im gesamten Körper vor. Es ist Bestandteil von über 300 Enzymen und beeinflusst die Hormone (McCall et al., 2000). Zudem beschleunigt Zink die Zellteilung und stärkt das Immunsystem. Zink ist unerlässlich für den Schutz des Körpers vor Krankheiten und bei der Abwehr von Infektionen, es kann die Dauer und die Schwere einer Erkältung verringern und Durchfallerkrankungen zum Abklingen bringen (UN Food and Nutrition Bulletin, 2004).

Mehr als zwei Milliarden Menschen weltweit nehmen nicht genügend Zink mit der Nahrung auf. Zinkmangel stellt eines der größten Gesundheitsrisiken in Entwicklungsländern dar, besonders unter Kleinkindern: Dadurch wird ihr Immunsystem geschwächt und es kommt zu einer erhöhten Anfälligkeit für Erkrankungen wie Durchfall, Lungenentzündung und Malaria. Schätzungen zufolge sterben jährlich 800.000 Menschen, davon 450.000 Kinder indirekt durch Zinkmangel (Black et al., 2008). Zwar kann Durchfallerkrankungen vorgebeugt werden und sie sind auch behandelbar, aber in Entwicklungsländern erhalten weniger als 35 % der Kinder bei Durchfallerkrankungen die empfohlene Behandlung mit oralen Rehydrationslösungen und Zinkpräparaten. In einigen Ländern wie Indien sind es sogar weniger als 1 %. Zink kann helfen, Kinderleben zu retten. Aus diesem Grund bezeichnete der ehemalige UN-Generalsekretär Ban Ki-Moon Zink als „lebensrettenden Rohstoff“ (UN Commission Report, 2012).

Im Jahr 2008 kam der Kopenhagener Konsens – eine Gruppe international anerkannter Wirtschaftsexperten, darunter fünf Nobelpreisträger – zu dem Ergebnis, dass die Bekämpfung der weltweiten Mangelernährung durch die Verabreichung von Vitamin A und Zink unter allen Vorschlägen zur Lösung der drängendsten Probleme der Welt derjenige mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis ist.

Angesichts dieses weltweiten Gesundheitsproblems rief die Zinkindustrie unter dem Dach der International Zinc Association (IZA) die Initiative „Zinc Saves Kids“ zur Unterstützung des weltweiten UNICEF-Programms zur Verabreichung von Spurenelementen ins Leben, um dem Zinkmangel bei Kindern in Risikogebieten entgegenzuwirken. Diese Initiative nahm in Nepal und Peru ihren Anfang, wo die erfolgreiche Verbesserung der Bevölkerungsgesundheit durch das Programm die Regierungen dazu bewog, staatliche Programme zur Bekämpfung des Zinkmangels aufzulegen. Seitdem haben die IZA und die Zinkindustrie ihre Bemühungen intensiviert, mit Nährstoffprogrammen zur Verbesserung der Zinkversorgung in zahlreichen Ländern wie Indien, der Demokratischen Republik Kongo, dem Senegal, Laos und Mexiko das Leben von Kindern zu retten.

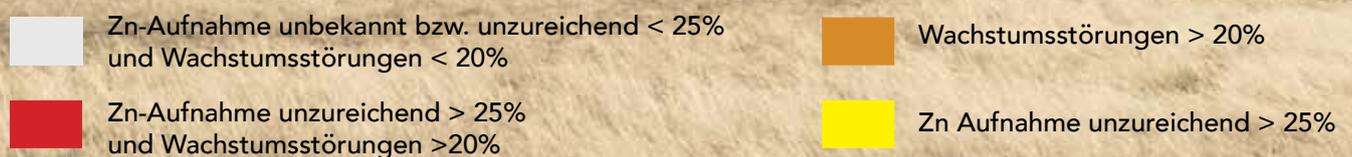
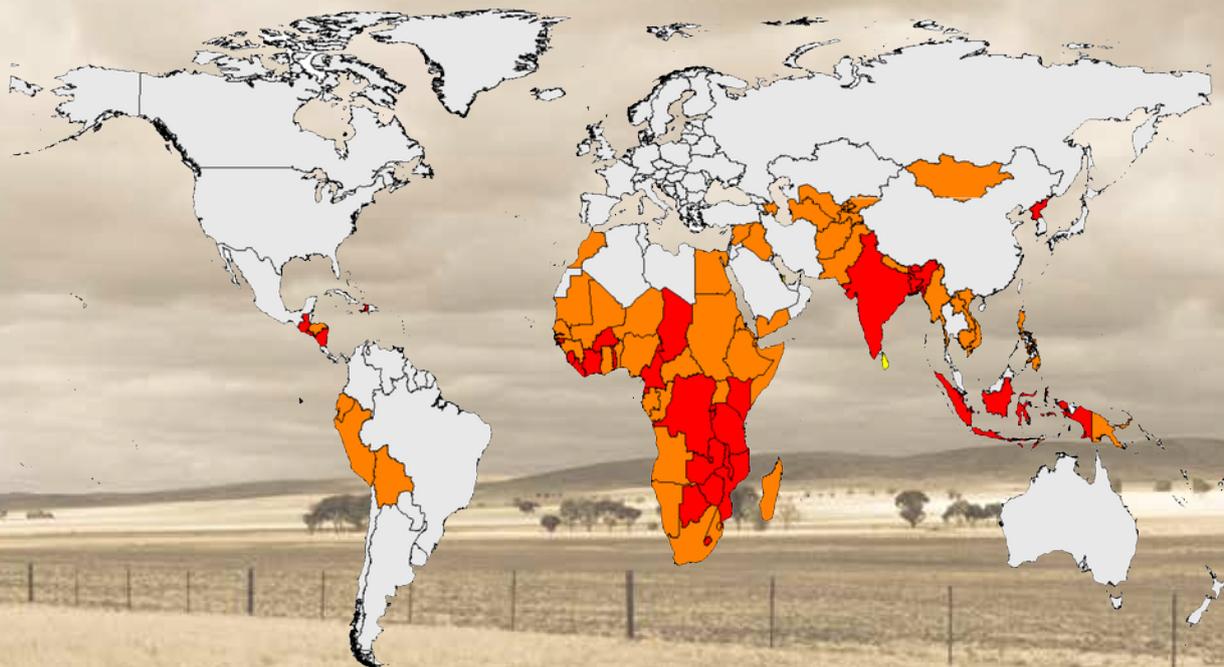
# Zink ist ein essenzieller Nährstoff für Nutzpflanzen

Zinkmangel fordert einen hohen Tribut vom Menschen und geht zulasten der landwirtschaftlichen Produktivität. Zinkhaltige Düngemittel ermöglichen es, auf nachhaltige Weise deutliche Ertragssteigerungen zu erzielen und sowohl den Nährwert für den Menschen als auch die Einkommen der Landwirte zu erhöhen.

Die Hälfte aller Böden weltweit enthält zu wenig Zink, und Zinkmangel gilt als der häufigste Spurenelementmangel in Nutzpflanzen (FAO, 2006). Gibt es zu wenig Zink im Boden, beeinträchtigt dies Ernteertrag, Erntequalität und Nährwert.

Die neuesten Erkenntnisse über Zink in der Ernährung zeigen jedoch innovative und vielversprechende Lösungen auf, mit denen sich Zinkmangel nachhaltig beseitigen lässt. Weist der Boden einen zu geringen Zinkgehalt auf, haben auch die darauf angebauten Pflanzen eine

**Grafik 2.** Schätzungen zur weltweiten Verbreitung von Zinkmangel. Die Ergebnisse beruhen auf der Verfügbarkeit von Zink in den landesüblichen Lebensmitteln und dem Auftreten von Wachstumsstörungen. (<http://www.izincg.org/riskzincdeficiency/>)



niedrigere Zinkkonzentration. Menschen, die diese Pflanzen essen, nehmen weniger Zink mit der Nahrung auf und haben daher ein höheres Risiko, unter Zinkmangel zu leiden, der schwere, lebensbedrohliche gesundheitliche Folgen haben kann. Ein Zusammenhang zwischen zinkarmen Böden und Zinkmangel beim Menschen besteht vor allem in den Entwicklungsländern, in denen die Bevölkerung ihren Kalorienbedarf hauptsächlich durch Getreide deckt.

Die Zinc Nutrient Initiative (ZNI) der IZA hat sich das Ziel gesetzt, durch einen verstärkten Einsatz zinkhaltiger Düngemittel den Zinkmangel in Böden, bei Nutzpflanzen und in der Ernährung des Menschen zu beheben. Zunächst konzentrierte sich die IZA dabei auf China und Indien, die beiden größten Länder mit dem stärksten Zinkmangel. Seitdem hat die ZNI ihre Arbeit auf Brasilien, Bangladesch, Thailand, Malawi, Peru und die Demokratische Republik Kongo ausgedehnt. Die Bemühungen zeigen Erfolg und wir setzen die langfristige Zusammenarbeit mit Regierungen, akademischen Einrichtungen und der Düngemittelindustrie fort, um die landwirtschaftlichen Verfahren mit Zink zu verbessern. Allein in China setzen heute zehn Millionen mehr Landwirte zinkhaltige Düngemittel ein, wodurch über 20 Millionen Tonnen Getreide mit höherem Zinkgehalt angebaut werden und zur besseren Ernährung von über 100 Millionen Menschen – darunter 35 Millionen Kindern – beitragen.

Eine ausreichende Zinkversorgung von Nutzpflanzen ist eine einfache, preiswerte und nachhaltige Methode, um die Ernährungssicherheit zu verbessern, die Gesundheit der Menschen zu fördern und die Einkommen der Landwirte zu steigern.

**LAUT PROGNOSEN DER FAO WIRD DIE  
WELTBEVÖLKERUNG BIS 2050 AUF ÜBER  
9 MILLIARDEN MENSCHEN ANWACHSEN. UM  
ALLE MIT AUSREICHEND NAHRUNGSMITTELN  
VERSORGEN ZU KÖNNEN, MUSS DIE  
WELTWEITE AGRARPRODUKTION UM 70 %  
GESTEIGERT WERDEN.**

# Zink: Ein Beitrag zur Kreislaufwirtschaft

Im Gegensatz zur traditionellen linearen Wirtschaft (Abbau, Herstellung, Verwendung, Entsorgung) wird in einer Kreislaufwirtschaft jeder Gegenstand mit Blick auf eine möglichst lange Nutzungsdauer und eine künftige Wiederverwendung konzipiert. Wenn das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht ist, wird daraus kein Abfall, der entsorgt werden muss, sondern eine potenzielle Ressource.

Zur Kreislaufwirtschaft gehört mehr als nur die Herstellung von Gütern und deren Konsum sowie die Erbringung von Dienstleistungen: Angestrebt wird eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Verbrauch natürlicher Ressourcen.

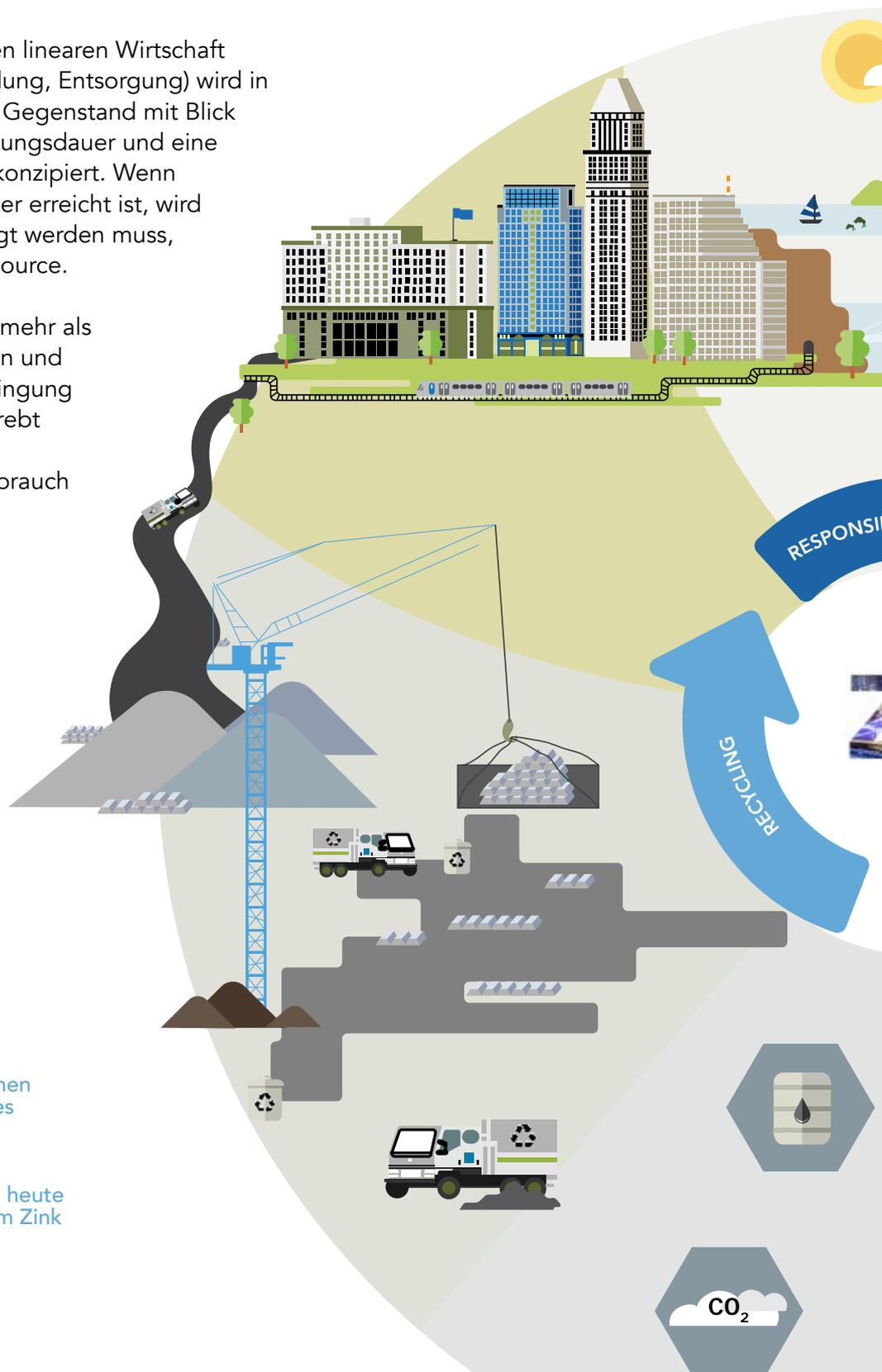
Zink trägt aufgrund seiner zahlreichen Eigenschaften wie Essenzialität, Vielseitigkeit, Beständigkeit und unbegrenzter Wiederverwertbarkeit auf vielfältige Weise zu einer Kreislaufwirtschaft bei.

## Effizientes Recycling von Zink

- Zink behält seine physikalischen Eigenschaften während seines gesamten Lebenszyklus.
- 30 Prozent des weltweit hergestellten Zinks stammen heute schon aus wiederverwertetem Zink oder Sekundärzink.
- Jedes Jahr wird mehr Zink recycelt.

## Geringere Umweltbelastung

- Kraftstoffersparnis, da leichtere Fahrzeuge gebaut werden können
- Beitrag zur weltweiten CO<sub>2</sub>-Verringerung durch eine verlängerte Nutzungsdauer von Stahl



# schaft



## Nachhaltige Verlängerung der Nutzungsdauer

- Zink schützt Stahl in Verkehr und Infrastruktur vor Korrosion.
- Zinkbeschichtungen verlängern die Nutzungsdauer von Solar- und Windkraftanlagen.
- Viele Zinkprodukte haben eine Nutzungsdauer von mehr als 50 Jahren:
  - Verzinkte Dächer und Fassaden halten sogar mindestens 100 Jahre.
  - Eine Feuerverzinkung bietet 10 bis 170 Jahre lang Schutz.

## Nachhaltige Verbesserung der Rentabilität

- Zink verbessert nicht nur den Nährwert, sondern erhöht auch den Ernteertrag und somit das Einkommen des Landwirts.

## Sehr große natürliche Ressourcen

- Zink steht in der Reihenfolge der Häufigkeit der natürlichen Elemente an 24. Stelle.
- Zink ist für alle Lebewesen unverzichtbar.

## Nachhaltige Produktion

- Die Mitglieder der IZA sind eine Reihe von Nachhaltigkeitsverpflichtungen eingegangen, die in der Nachhaltigkeits-Charta niedergelegt sind.<sup>1</sup>
- Die Zinkproduktion ist energieeffizienter geworden. Seit 2005 konnten die Zinkhersteller ihren Primärenergiebedarf um 24 % senken.

<sup>1</sup> <http://www.zinc.org/sustainability>

## Kostensenkung

- Korrosion verursacht weltweit Kosten in Höhe von 2,5 Billionen USD. Zink senkt diese Kosten und erhält wertvolle Stahlressourcen für künftige Generationen, indem es die Nutzungsdauer des Stahls deutlich verlängert.

# Zink zeichnet sich durch Beständigkeit aus

Eine der bemerkenswertesten Eigenschaften von Zink ist seine Fähigkeit, Stahl vor Korrosion zu schützen. Ungeschützter Stahl wird in fast jeder Umgebung korrodieren. Beim Verzinken erhält der Stahl einen physikalischen sowie kathodischen Schutz durch die Zinkschicht, wodurch seine Nutzungsdauer erheblich verlängert werden kann.

Korrosionsschäden führen zu teuren und zeitaufwändigen Reparaturarbeiten, deren Kosten auf mindestens 4 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) eines Landes geschätzt werden. Zink leistet einen unschätzbaren Dienst, indem es Stahl vor Korrosion schützt: Durch die wirksame Verlängerung der Nutzungsdauer von Stahlerzeugnissen trägt Zink dazu bei, natürliche Ressourcen zu schonen und Investitionen zu minimieren. Die langfristige Widerstandsfähigkeit, die Zinkbeschichtungen dem Stahl verleihen, wird bei einer vergleichsweise geringen Umweltbelastung erreicht, wie der Energieverbrauch und andere übergeordnete Umweltwirkungen zeigen. Besonders deutlich wird dies im Vergleich mit den Energieverbrauchswerten des durch Zink geschützten Stahls.

Eine Feuerverzinkung gewährleistet den langfristigen Schutz eines breiten Spektrums von Stahlbauteilen und -konstruktionen, die im Baugewerbe, bei Infrastrukturprojekten und in anderen Sektoren eingesetzt werden. Zinkblech und verzinktes Stahlblech sind hervorragende, äußerst beständige Werkstoffe für Dacheindeckungen, Fassaden, Fensterrahmen, Regenwasser-Auffangananlagen, Heizungs- bzw. Kühlanlagen und Arbeitsplatten. Messing- oder Zinkdruckgussteile werden häufig bei Sanitärinstallationen, als Baubeschläge und in zahlreichen anderen Anwendungsbereichen eingesetzt. Zink findet man in alten und historischen Gebäuden ebenso wie in neuer, moderner Architektur. Bauteile aus Zink sind wetterfest, korrosionsbeständig und unempfindlich gegenüber der schädlichen Wirkung der UV-Strahlung. Daher gewährleisten sie eine sehr lange Nutzungsdauer ohne Leistungseinbußen.

Neben ihrer Beständigkeit zeichnen sich verzinkte Stahlskelette durch Feuerfestigkeit und Schädlingsresistenz aus. Außerdem halten sie höheren Belastungen als traditionelle Werkstoffe für Trägersysteme stand; das erhöht die Gestaltungsfreiheit und ermöglicht erhebliche Einsparungen beim Materialeinsatz.

Wenn ein Gebäude das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht hat, können zinkhaltige Produkte vollständig recycelt werden. In einigen Fällen, z. B. bei Beleuchtung und Beschlägen, ist es sogar möglich, ihre Einsatzdauer zu verlängern, indem sie direkt wiederverwendet werden. Mehr als 95 % der in Gebäuden eingesetzten Zinkprodukte werden am Ende ihrer Nutzungsdauer gesammelt, und das Zink darin lässt sich ohne Qualitätsverluste recyceln. Sobald die Schmelze erstarrt, werden die Metallbindungen wiederhergestellt. Deshalb behalten Metalle auch nach mehreren Recyclingkreisläufen ihre ursprünglichen physikalischen Eigenschaften. Auf diese Weise können sie immer wieder verwendet werden, vielfach für denselben Anwendungszweck. Im Gegensatz hierzu verschlechtern sich die physikalischen Eigenschaften der meisten nichtmetallischen Werkstoffe nach dem Recycling.

**Mobilität:**

Zinkbeschichtungen spielen eine große Rolle im öffentlichen Verkehrswesen und in der Infrastruktur, denn sie verlängern die Haltbarkeit der Stahlkonstruktionen in Brückengeländern und Trägern, Gleisanlagen, dem öffentlichen Verkehrsnetz und Bahnhöfen. Darüber hinaus verlängert Zink die Nutzungsdauer und die Reparaturintervalle von Betonbrücken, Parkhäusern und Schiffsanlegestellen, indem es die darin verbaute Stahlbewehrung vor einem vorzeitigen Ausfall durch Korrosion schützt.

Zink schützt auch die leichteren und härteren Stahlsorten der neuen Generation, die den Bau von Fahrzeugen mit geringerem Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß ermöglichen. Im Rahmen des Projekts „Galvanized Autobody Partnership“ (GAP) arbeitet IZA gemeinsam mit der Stahlindustrie und mit Automobilherstellern weltweit an einer neuen Generation von Stahlsorten, die es Autobauern ermöglicht, Fahrzeuge mit einer Stahlkarosserie herzustellen, die die CAFE-Zielwerte (US-Verbrauchsregelungen für Fahrzeugflotten) erreichen und geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen.

# Zink trägt zur nachhaltigen Energiegewinnung bei

A photograph of three wind turbines silhouetted against a dramatic sunset sky with scattered clouds. The turbines are positioned in a row across the middle ground, with a body of water in the foreground reflecting the light from the sky.

Stählerne Hochspannungsmasten, die das Rückgrat der meisten weltweiten Stromnetze bilden, werden schon seit Langem durch Verzinkung geschützt. Nachhaltigkeitserwägungen verändern jedoch auch den Energiesektor von Grund auf. Ein immer größerer Anteil der Energie wird aus erneuerbaren und alternativen Energieträgern gewonnen, und hierbei ist die Nutzungsdauer ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit.

Durch Verzinkung, Thermospritzverfahren und zinkhaltige Anstriche aufgebraute Zinkbeschichtungen verlängern die Nutzungsdauer von Windkraftanlagen beträchtlich. Sie sorgen auch für eine deutliche Verringerung kostenintensiver Instandhaltungsarbeiten und korrosionsbedingter Ausfälle, insbesondere im küstennahen Bereich und auf See.

Im Bereich der Solarenergie spielt Zink ebenfalls eine entscheidende Rolle. Zum einem bestehen die Konstruktionen zur Installation und Ausrichtung von Solarmodulen aus verzinktem Stahl, zum anderen enthalten auch die Solarzellen selbst Zink. Vor Kurzem haben Forscher mit dünnen Zinkoxidschichten die bislang effizientesten kleinen Solarzellen aus Galliumarsenid hergestellt.

Auch eine verstärkte Nutzung von Brennstoffzellen würde die Nachfrage nach Metallkatalysatoren wie Zink und Platin steigern. Dank seines äußerst hohen Energiepotenzials



**Der 24 % geringere Primärenergiebedarf, der in der 2014 erstellten Umweltbilanz für Primärzink festgestellt wurde, ging mit einer Erhöhung beim Einsatz erneuerbarer Energiequellen (Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie) um 34 % einher.**

ist Zink ein Spitzenkandidat für verschiedene Brennstoffzellen und Batterien, die für eine netzgebundene Stromspeicherung und zum Aufbau von Kleinanlagen entwickelt werden.

#### **Damit erneuerbare Energien bald rund um die Uhr verfügbar sind**

Zinkbasierte Energiespeichersysteme haben enorme Vorteile: Sie zeichnen sich durch eine hohe spezifische Energie aus, sind wiederverwertbar, sicher, verursachen nur geringe Kosten und keinerlei Emissionen. Daher wird Zink bei der Herstellung vieler Batteriearten eingesetzt, die sowohl Primärbatterien als auch wiederaufladbare Akkus und Batterien für Endverbraucher ebenso wie solche für den Einsatz in der Industrie umfassen. Die bekanntesten Batterietypen sind die Zink-Kohle-Batterie und die alkalische Batterie.

„Knopfzellen“ auf Zink-Luft- und Zink-Silber-Basis werden in großem Umfang in der Elektronikindustrie eingesetzt, um Hörgeräte, Armbanduhren, Taschenrechner und andere Geräte mit Strom zu versorgen. Industrielle Zink-Silber-, Nickel-Zink- und Zink-Luft-Batterien sind für verschiedene Anwendungen in der See-, Luft- und Raumfahrt sowie beim Militär von entscheidender Bedeutung. Nickel-Zink-Batterien wurden für die Stromversorgung von Antriebstechnik entwickelt, während ortsfeste Zink-Luft- und Zinkbromid-Batterien erforscht werden, um die Energieversorgung in abgelegenen Regionen (Remote Area Power Supply, RAPS) sicherzustellen.

# Zink ist recyclingfähig

*Dank seiner einmaligen metallurgischen und chemischen Eigenschaften ist Zink ein optimaler Werkstoff für die unterschiedlichsten Anwendungen in einer modernen Gesellschaft. Haben diese Produkte das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht, kann das darin enthaltene Zink ohne Verlust seiner physikalischen Eigenschaften zurückgewonnen werden.*

Etwa 70 Prozent des weltweit hergestellten Zinks stammen aus abgebauten Erzen und die verbleibenden 30 Prozent aus wiederverwertetem Zink bzw. Sekundärzink. Diese ausgereifte Recycling-Infrastruktur trägt dazu bei, den Energieverbrauch, Emissionen und das Abfallaufkommen zu senken.

In Grafik 3 wird ein systematischer Lebenszyklus für Zink dargestellt. Zink wird auf allen Produktions- und Anwendungsstufen recycelt, und sämtliche zinkhaltigen Produkte können recycelt werden. Neuschrott, d. h. zinkhaltige Abfälle, die bei der Herstellung anfallen, können sofort recycelt werden. Altschrott in Form von verzinktem Stahl und Zinklegierungen bildet ebenfalls eine wichtige neue Rohstoffquelle.

Zinkbeschichtungen auf Stahl beeinträchtigen die Wiederverwertbarkeit nicht, und auch Zinklegierungen können recycelt werden. Die Wiederverwertung zinkreicher Stäube, wie sie beim Recycling von Stahl anfallen, wurde sowohl durch maßgebliche technische Fortschritte als auch durch ihren wirtschaftlichen Wert gefördert. Das führte zu höheren Wiederverwertungsquoten und weniger Abfällen. Dem Recycling sind keine Grenzen gesetzt: Zink kann immer wieder recycelt werden, ohne seine physikalischen oder chemischen Eigenschaften zu verlieren.

Bei Zink und anderen hochbeständigen Produkten wird bevorzugt die Wiederverwertungsquote am Ende der Nutzungsdauer (End-of-Life Recyclingrate, EoL) als Messgröße verwendet. Sie berücksichtigt die Recyclingeffizienz, die Nutzungsdauer der Produkte sowie traditionelle Produktionsstrukturen und bietet so einen umfassenderen Ansatz. Mithilfe der End-of-Life Recyclingraten wird ermittelt, wie viel Zink am Ende des Produktlebenszyklus (Altschrott) tatsächlich zurückgewonnen und zu neuem Zinkmetall verarbeitet wird.

Weltweit sind das rund 45 Prozent des verfügbaren Zinks. In Industrieregionen wie Europa und Nordamerika sind die End-of-Life Recyclingraten deutlich höher. In einigen Fällen, beispiels-



**Grafik 3.** Recyclingkreislauf von Zink



weise bei Produkten wie Zinkblechen für Dächer und bei Messing, können sie über 95 % betragen.

Die Zinkindustrie arbeitet weiter an Technologien zur besseren Rückgewinnung von Zink aus Produkten, die das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht haben. Beispielsweise werden die weltweiten Kapazitäten zur Zinkrückgewinnung aus verzinktem Stahlschrott (Elektrolichtbogenofen) stetig ausgebaut. IZA hat in Zusammenarbeit mit der Universität Yale Modelle entwickelt, mit denen sich die Wiederverwertungsquoten von Zink berechnen lassen, um die Wiederverwertbarkeit von Zinkprodukten und die Wirksamkeit von Recyclingprogrammen zu veranschaulichen.





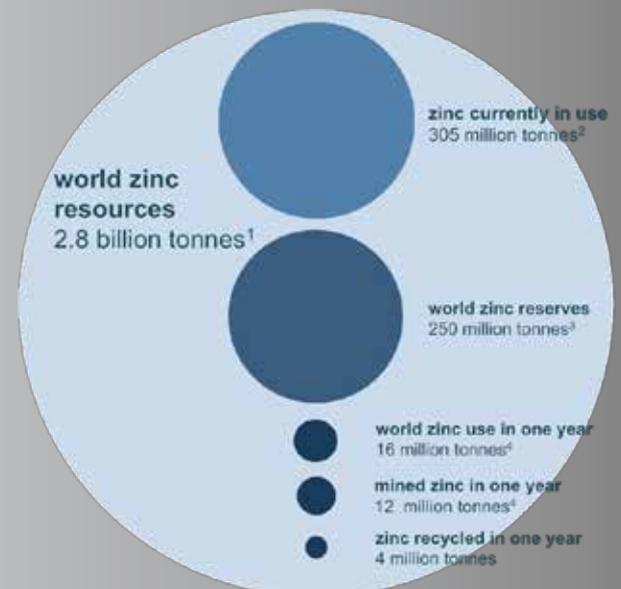
# Zink ist eine nachhaltige Ressource

Weltweit gibt es sehr große Zinkvorkommen. In der Erdkruste lagern schätzungsweise 2,8 Milliarden Tonnen Zink in einer Form und Menge, die derzeit oder potenziell einmal wirtschaftlich abgebaut werden kann (Ressourcen in Grafik 4, Erickson, 1973). Allerdings lassen sich nicht all diese Zinkvorräte sofort abbauen. Ob ein bestimmtes Erzvorkommen erschlossen wird, entscheidet sich im Zusammenspiel wirtschaftlicher, politischer und ökologischer Überlegungen. Die letzte Schätzung der Gesamtreserven, die bestimmten physikalischen Mindestanforderungen im Zusammenhang mit den aktuellen Abbau- und Produktionsmethoden entsprechen, wurde 2009 vorgenommen. Sie belaufen sich auf rund 480 Millionen Tonnen (USGS, 2009). Als Zinkreserven, die Berichten zufolge 250 Millionen Tonnen umfassen (USGS, 2011), werden geologisch erfasste Erzvorkommen bezeichnet, die aus wirtschaftlicher Sicht zur Gewinnung geeignet sind (Lage, Erzgehalt, Qualität und Menge).

Der Umfang der Zinkreserven lässt sich nicht exakt beziffern. Es ist auch nicht möglich, durch eine einfache Hochrechnung der Gesamtnutzungsdauer der heutigen Bergwerke zu bestimmen, wie lange die Versorgung mit Zinkerz gesichert ist, denn es werden laufend neue Vorkommen erkundet und neue Bergwerke erschlossen. Die Daten des Geologischen Dienstes der Vereinigten Staaten (USGS) verdeutlichen diesen Zusammenhang sehr gut: Danach haben sich die insgesamt vorhandenen Zinkreserven zwischen 1990 und 2010 nicht verändert, obwohl die Feinzinkproduktion innerhalb dieses Zeitraums um 80 Prozent gestiegen ist.

Zu den verfügbaren Zinkressourcen zählen auch die derzeit genutzten Zinkbestände oder Sekundärquellen (wiederverwertetes Zink). Dank der einmaligen metallurgischen Eigenschaften von Zink und der langen Nutzungsdauer der daraus gefertigten Anwendungsprodukte übersteigt der derzeitige Nutzbestand mit etwa 300 Millionen Tonnen die geschätzten Reserven (Gerst, 2008). Wenn zinkhaltige Produkte am Ende ihrer Nutzungsdauer angelangt sind (Altschrott) wird das Zink zurückgewonnen, aufbereitet und zu neuen Produkten verarbeitet. 2010 wurden fast vier Millionen Tonnen Zink recycelt und über ausgereifte Verwertungsnetze einer neuen Nutzung zugeführt. Zudem befinden sich etwa 60 Prozent des im Laufe der Geschichte abgebauten und hergestellten Feinzinks aktuell noch in Gebrauch.

Die Zinkindustrie investiert in neue Technologien, um die Rentabilität der Zinkgewinnung und -verarbeitung zu steigern. Das Recycling zinkhaltiger Produkte seitens der Industrie ist ein zusätzlicher Weg zur Schonung der natürlichen Zinkreserven.



**Grafik 4.** Schätzungen der weltweiten Zinkressourcen, -reserven, -produktion und -verwendung im Jahr 2010 (maßstabsgerechte Darstellung).

Quellen: 1) Erickson, 1973 2) Gerst & Graedel, 2008 3) USGS, 2011 4) International Lead Zinc Study Group, 2015

# Die Zinkindustrie und die nachhaltige Entwicklung

*Zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Zink und zinkhaltigen Produkten werden fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse gesammelt und verbreitet.*

Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung umfasst die sorgfältige Gewichtung sozialer, wirtschaftlicher und umweltrelevanter Aspekte unter Berücksichtigung heutiger wie auch künftiger Anforderungen. Die Zinkindustrie trägt diesem Konzept Rechnung und hat sich zu einem langfristigen und dynamischen Programm der Nachhaltigkeitsentwicklung verpflichtet, das viele zentrale Aktivitäten und Leistungen hervorgebracht hat.

## **Die Nachhaltigkeitscharta der IZA**

Die Mitglieder der IZA produzieren, vertreiben, verwenden und recyceln Zink, um das Bedürfnis der Menschen nach Wohnraum, Beförderung, Infrastruktur, Konsumgütern und der Produktion von Nahrungsmitteln zu erfüllen. Zink ist ein nachhaltiger Werkstoff, der für die moderne Gesellschaft notwendig und für die gesunde Entwicklung von Menschen, Tieren und Pflanzen unentbehrlich ist. Die IZA hat sich zum Ziel gesetzt, den gesellschaftlichen Beitrag von Zink zu stärken und sicherzustellen, dass die Produktion und Verwendung des Metalls im Einklang mit der Natur sowie mit den gegenwärtigen und künftigen gesellschaftlichen Bedürfnissen erfolgt. Um zu einer besseren Gesellschaft und zur Wertschöpfung für die Anteilseigner beizutragen, sind die Mitglieder der IZA eine Reihe von Nachhaltigkeitsverpflichtungen eingegangen. Diese Verpflichtungen sind in der Nachhaltigkeits-Charta ([www.zinc.org/sustainability](http://www.zinc.org/sustainability)) niedergelegt.

## **Leitlinien**

Die IZA hat elf Leitlinien erarbeitet, die unseren Mitgliedern in verschiedenen zentralen Fragen Unterstützung und Orientierung bieten. Sie befassen sich unter anderem mit dem Arbeitsschutz, dem verantwortungsvollen Umgang mit den Produkten, ethischen Aspekten, Rechten von Kindern am Arbeitsplatz, Nachhaltigkeitsberichten, der Schließung von Bergwerken, Umweltschutz, dem Umgang mit Nebenprodukten, dem Klimawandel sowie dem Management von Altlasten und Rückständen.



## Ökobilanzen

Für die Anwender von Zink und zinkhaltigen Produkten stellt die Zinkindustrie Informationen über die ökologischen Auswirkungen der von ihr hergestellten Werkstoffe bereit. Um Aussagen über die ökologischen Auswirkungen von Zink treffen zu können, müssen zunächst der Ressourcenverbrauch (Energie und andere Rohstoffe) sowie die Emissionen im Zusammenhang mit vorgelagerten Tätigkeiten, d. h. Abbau und Veredlung, dokumentiert werden. Dazu gehört auch, die Bedeutung und den Nutzen von Zink in den verschiedenen Phasen des Materiallebenszyklus zu erfassen. Dieser Nutzen kann sich sowohl aus der Anwendung – zum Beispiel einer verlängerten Nutzungsdauer verzinkter Stahlkonstruktionen – als auch aus der Wiederverwertung am Ende der Nutzungsphase – zum Beispiel durch den Einsatz von recyceltem Zink zur Herstellung neuer Produkte – ergeben.

Die Daten für die aktuelle Umweltbilanz zur Produktion von Primärzink wurden von IZA-Mitgliedern bereitgestellt. Beteiligt waren Bergbau- und Verhüttungsunternehmen in Asien, Australien, Europa, Afrika, Nord- und Südamerika. Die Studie stützt sich auf Daten aus der Herstellung von 4,9 Millionen Tonnen Zinkkonzentrat und 3,4 Millionen Tonnen hochreinem Feinzink.

Verglichen mit der letzten Umweltbilanz für Primärzink gingen Primärenergiebedarf und Luftemissionen um mindestens 15 % zurück. Der 24 % geringere Primärenergiebedarf ging mit einer Erhöhung beim Einsatz erneuerbarer Energiequellen (Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie) um 34 % einher. Alle übrigen Indikatoren für die Umweltbilanz sanken ebenfalls um bis zu 26 %; lediglich das Eutrophierungspotenzial blieb weitgehend unverändert. Insbesondere das Erderwärmungspotenzial verringerte sich um 15 %. Aus diesen Ergebnissen wird ersichtlich, dass die Zinkindustrie schrittweise Verbesserungen an ihrer Produktionstechnik vornimmt, die sowohl den Nutzern als auch den weltweiten Nachhaltigkeitszielen insgesamt zugutekommen.

Deutsche Fassung:

# Initiative ZINK

Initiative Zink, Hansaallee 203, 40549 Düsseldorf  
Tel.: +49 (0)211 941 906-73 - E-Mail: [info@initiative-zink.de](mailto:info@initiative-zink.de) - Web: [www.zink.de](http://www.zink.de)



© **International Zinc Association, 2017**  
Avenue de Tervueren 168/Box 4, B-1150 Brüssel  
2530 Meridian Parkway, Suite 115, Durham, NC 27713, U.S.A.  
E-Mail: [contact@zinc.org](mailto:contact@zinc.org) - Web: [www.zinc.org](http://www.zinc.org)