

# FEUERVERZINKTER STAHL UND NACHHALTIGES BAUEN

## LÖSUNGEN FÜR EINE KREISLAUFWIRTSCHAFT



Die European General Galvanizers Association (EGGA) ist die Branchenorganisation der europäischen Stückverzinkungsindustrie und ein Zusammenschluss von nationalen Stückverzinkungsverbänden, die 21 europäische Länder vertreten.

Die *"European Initiative for Galvanizing in Sustainable Construction"* begann mit der Einbeziehung wichtiger Stakeholder in den frühen 2000er Jahren, die in der Veröffentlichung des Leitfadens *"Galvanizing in Sustainable Construction"* im Jahr 2008 gipfelten: Der Leitfaden<sup>1</sup> entstand unter der Leitung von Professor Tom Woolley - einem radikalen Verfechter des grünen Bauens, der einen neuen, spannenden Blick auf die Feuerverzinkung und ihre Übereinstimmung mit nachhaltigen Konstruktionsweisen anregte.

Diese aktuelle Publikation zeigt auf, wie sich die Verzinkungsindustrie weiterentwickelt hat, damit feuerverzinkter Stahl eine führende Position als Lösung zur Bekämpfung des Klimawandels und bei der Transformation in eine Kreislaufwirtschaft beibehält, und somit Nachhaltigkeitsziele unterstützt, die seitens Politik und Gesellschaft gewünscht sind.

Feuerverzinkter Stahl bietet innovative Lösungen. Durch Feuerverzinken wird die Lebensdauer von Stahlkonstruktionen und Stahlbauteilen verlängert und die Zirkularität von Stahl verbessert.

Das Feuerverzinken ist ein bewährtes und leicht anwendbares Verfahren um Stahl vor Korrosion zu schützen.

Abdeckung: MFO-Park, Zürich: Mit feuerverzinktem Stahl wird ein altes Industriegelände revitalisiert.

# FEUERVERZINKTER STAHL UND NACHHALTIGES BAUEN

LÖSUNGEN FÜR EINE  
KREISLAUFWIRTSCHAFT



Herausgeber: EGGA | März 2022

© Copyright 2022 European General Galvanizers Association

[www.galvanizingeurope.org](http://www.galvanizingeurope.org)



**Make**



**Recycle**



**Use**



**Remake**



**Reuse**

# INHALT

- 7 Nachhaltiges Bauen - eine Herausforderung
  - 9 Feuerverzinkter Stahl in der Kreislaufwirtschaft
  - 18 Feuerverzinkter Stahl – Kreislaufwirtschafts-Politik in der Praxis
  - 25 Wiederverwendbare Konstruktionen aus feuerverzinktem Stahl
  - 27 Die Robustheit des feuerverzinkten Stahls begünstigt die Wiederverwendung
  - 37 Neuverzinken von feuerverzinktem Stahl
  - 43 Recycling von feuerverzinktem Stahl
  - 47 Reduzierung von CO<sub>2</sub> durch Wartungsfreiheit
  - 52 Lebenszyklusbezogene Nachhaltigkeit von feuerverzinktem Stahl
  - 57 Wie Feuerverzinken Stahl schützt
  - 63 Die Feuerverzinkungsindustrie
  - 69 Umweltproduktdeklarationen
  - 72 Feuerverzinken für gesundes Bauen
  - 75 Referenzen
  - 77 Danksagungen und Bildnachweise
  - 78 Begriffe der Kreislaufwirtschaft
  - 79 Weitere Informationen zu feuerverzinktem Stahl
- 
- Fallstudien**
  - 13 The Green House - Demontierbares, wiederverwendbares Design
  - 16 Les Glòries - Demontier- und Umnutzbar
  - 23 Konzipiert für die Rückgewinnung - Fraunhofer IWKS
  - 31 Wiedergeburt einer Tribüne nach 40 Jahren
  - 34 Dursley-Baumhaus
  - 40 Leeuwarden Energie-Kompetenz-Zentrum
  - 45 Haus D6 - Nachhaltiges reversibles Gehäuse
  - 46 Vorausschauend: Wiederverwendung von Verzinktem Stahl
  - 54 Lydlinch-Brücke - 1942 erbaut und in gutem Zustand
  - 56 Bahnhofsgebäude in Bayern - Mehr als 120 Jahre alt
  - 61 Garsington Opera - Demontierbarer Pavillon
  - 74 „Bitte nehmen Sie Platz“



EN ISO 1461

In dieser Publikation beziehen sich die Begriffe "feuerverzinkter Stahl" oder „verzinkter Stahl“ auf vorgefertigte Stahlbauteile, die durch Stückverzinken gemäß DIN EN ISO 1461 vor Korrosion geschützt wurden. Die Stahlbauteile werden nach entsprechender Vorbehandlung in eine Zinkschmelze getaucht und erhalten hierdurch einen mechanisch hoch belastbaren Zinküberzug, der Begriffe der Kreislaufwirtschaft der den Stahl für viele Jahrzehnte lückenlos an allen Stellen vor Korrosion geschützt. Diese Kombination von Eigenschaften wird von keinem anderen Verzinkungsverfahren erreicht.



# THE GREEN HOUSE

eat meet relax london.

# NACHHALTIGES BAUEN - EINE HERAUSFORDERUNG

## Der Klimawandel erfordert schnelles und umfassendes Handeln

Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren, hat der Weltklimarat (IPCC) empfohlen, die globalen Emissionen von Treibhausgasen, von denen CO<sub>2</sub> das wichtigste ist, zu reduzieren, um bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Das Ziel ist die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau<sup>2</sup>.

Die Auswirkungen des Klimawandels erfordern schnelles und umfassendes Handeln. Mit einer wachsenden Weltbevölkerung und einer daraus resultierenden zunehmenden Verwendung von Gütern, entsteht die Notwendigkeit eines neuen Ansatzes zur Erhaltung von Rohstoffen durch eine möglichst lange Nutzung von Ressourcen und Materialien.

Das erste europäische Klimaschutzgesetz<sup>3</sup> wurde von der Europäischen Kommission 2020 eingeführt. Es schlägt verpflichtend Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis 2050 als Teil des EU Green Deals<sup>4</sup> vor. Das ambitionierte Ziel wird durch Initiativen zur Transformation der Industrie hin zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft unterstützt.

Die Feuerverzinkungsindustrie begrüßt ausdrücklich die Klimaschutzaktivitäten und die Transformation zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft, insbesondere die Forderungen nach langlebigen, rückbaubaren und flexiblen Konstruktionsweisen und nach Materialien, die wiederverwendbar, instandsetzbar und recycelbar sind.

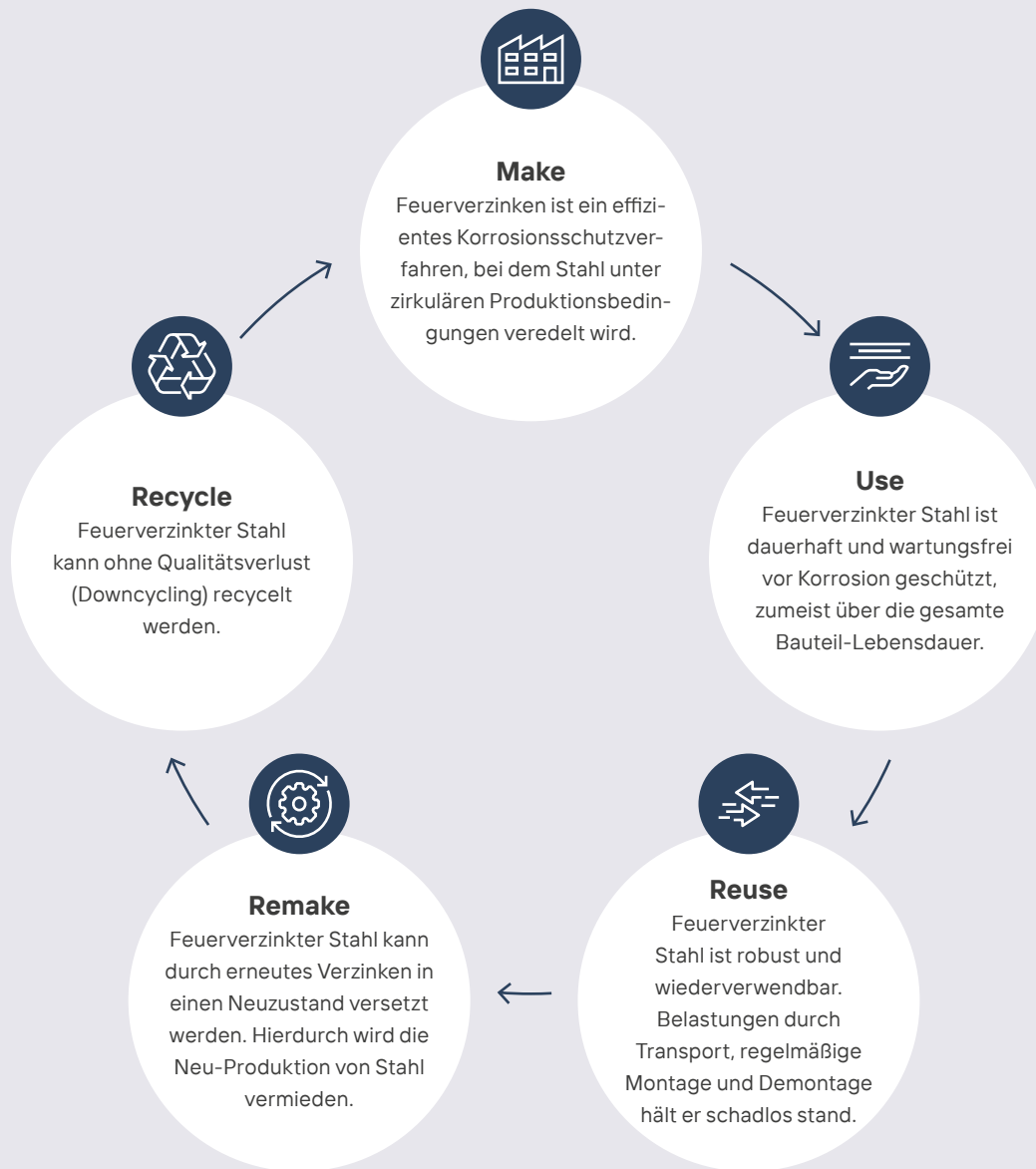
Verzinkte Stahlkonstruktionen und Komponenten zeichnen sich durch diese Eigenschaften aus und sind als zirkuläre Materialien ideal für klimaneutrale Gebäude.

Stahl ist ein unverzichtbarer Werkstoff um die täglichen Bedürfnisse moderner Gesellschaft zu erfüllen, und er wird dies auch in Zukunft sein. Ob Mobilität, Infrastruktur, Hochbau, Fertigung, Landwirtschaft oder Energie, Stahl gilt als der "Inbegriff der Kreislaufwirtschaft".

Mit Blick auf die Schaffung eines Nachhaltigkeitsoptimums bei der Verwendung von Materialien, stellt die Kombination aus Feuerverzinkung und Stahl eine mustergültige Lösung für nachhaltige Konstruktionsweisen dar.

Links

**The Green House** (siehe S. 12+13)





# FEUERVERZINKTER STAHL IN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

## Zirkuläres Bauen

Der Übergang von einer linearen Wirtschaftsweise, bei der Produkte aus Rohstoffen hergestellt und am Ende ihrer Nutzungsdauer weggeworfen werden, zu kreislaufwirtschaftlichen Modellen erfordert intelligente Konstruktionsweisen, die dazu führen, dass Produkte oder Bauteile repariert, wiederverwendet, zurückgegeben und recycelt werden können.

Eine Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, Kapital nachhaltig zu erhalten, egal ob es sich um Finanz-, Produktions-, Human-, Sozial- oder Naturkapital handelt. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft schafft eine optimale Ressourceneffizienz und sorgt dafür, dass Ressourcen effizient auf Produkte und Dienstleistungen verteilt werden, um den wirtschaftlichen Wohlstand aller zu maximieren. Produkte müssen so gestaltet werden, dass sie langlebig, leicht reparabel und recycelbar sind. Die Kosten für die Wiederverwendung, Reparatur oder Wiederaufbereitung von Produkten müssen wettbewerbsfähig sein, um zirkuläre Praktiken zu forcieren. Ein Produkt einfach durch ein neues zu ersetzen, sollte nicht länger die Norm sein.

Eine Kreislaufwirtschaft stellt auch sicher, dass der Wert eines Produkts erhalten bleibt, wenn es das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht, während gleichzeitig Abfall reduziert oder obsolet wird. Diese Idee ist grundlegend für das Drei-Säulen-Konzept der Nachhaltigkeit, das sich auf das Zusammenspiel von ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Faktoren konzentriert. Ohne lebenszyklusbezogene Ansätze ist eine echte Kreislaufwirtschaft nicht möglich.

Für den Bausektor besteht im Hinblick auf kreiswirtschaftliche Transformationen eine hohe Priorität, weil er, bezogen auf den Lebenszyklus<sup>5</sup> von Gebäuden, für:

- 50 % der abgebauten Rohstoffe
- 50 % des Gesamtenergieverbrauchs
- 33 % des Wasserverbrauchs
- 35 % des Abfallaufkommens

verantwortlich ist. Zirkuläres Bauen bedeutet für den Bausektor, Gebäude so zu konstruieren, dass ihre Komponenten am Ende der Lebensdauer leicht demontiert werden können, um sie wiederzuverwenden.

## Eigenschaften von feuerverzinktem Stahl





Oben  
The Silo, Kopenhagen

Um dies zu erreichen, ist eine geänderte Denkweise bei Planungen notwendig:

- Gebäude müssen flexibel aufgrund von Nutzungsänderungen veränderbar sein. Sie müssen für einen langen Zeitraum grundlegende Funktionen bieten, aber gleichzeitig angepasst werden können.
- Bereits beim Entwurf müssen "re-funktionelle" Aspekte geplant werden. Anforderungen an zukünftige Funktionen und Nutzer sollten beim Entwurf berücksichtigt werden.
- Bauteile und Komponenten sollten wiederverwendbar sein. Dies ist bei der Gebäudegestaltung zu berücksichtigen.
- Es sollten Ressourcen mit einem hohen positiven Restwert verbaut werden.

### Warum feuerverzinkter Stahl?

Weil der Fokus kreislaufwirtschaftlicher Konzepte auf der Verwendung nachhaltiger Materialien liegt, ist die Einfachheit, Robustheit, Langlebigkeit und Wiederverwertbarkeit von feuerverzinktem Stahl erneut in das Blickfeld des nachhaltigen Entwerfens gerückt.

- Die Feuerverzinkung von Stahlbauteilen bietet einen optimalen Korrosionsschutz. - Feuerverzinkte Stahlkonstruktionen oder Komponenten sind in der Regel über ihre gesamte Lebensdauer wartungsfrei geschützt.

- Durch Feuerverzinken aufgebrauchte Zinküberzüge halten auch wiederholten Zyklen der Wiederverwendung stand.
- Zinküberzüge sind klimaresilient. Ihre Schutzfähigkeit ist weitestgehend unabhängig von Temperaturschwankungen und anderen klimatischen Faktoren.
- Zinküberzüge sind sehr widerstandsfähig und können wiederverwendet werden, ohne dass der Zinküberzug erneuert werden muss. Feuerverzinkte Gerüstbauteile, die regelmäßig auf- und abgebaut werden, zeigen dies beispielsweise in der Praxis.
- Haben die langlebigen Zinküberzüge nach vielen Jahren das Ende ihrer Lebensdauer erreicht, können sie durch Neuverzinken erneuert und danach weiterverwendet werden.
- Können oder sollen feuerverzinkte Stahlbauteile nicht weiter wiederverwendet werden, stehen Stahl und Zink zum Recycling zur Verfügung, das in etablierten und bewährten Prozessen erfolgt. Das Zink wird hierbei ohne Qualitätsverlust (Downcycling) recycelt und wieder in den Verzinkungsprozess zurückgeführt.

Wenn man ein ideales Werkstoffsystem für die Kreislaufwirtschaft erdenken müsste, wäre die Feuerverzinkung ein hervorragendes Beispiel. Aber die Feuerverzinkung ist real existent und folgt den zirkulären Prinzipien seit Jahrzehnten.



# THE GREEN HOUSE - DEMONTIERBARES, WIEDERVERWENDBARES DESIGN



The Green House kann komplett demontiert und an anderer Stelle wieder aufgebaut werden

The Green House in Utrecht beherbergt ein Restaurant mit integriertem Gewächshaus und ein Konferenzzentrum. Den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft entsprechend, ist die gesamte Gebäudekonstruktion demontierbar. Aufgrund ihrer präzisen Bauweise lassen sich die Stahlkomponenten leicht demontieren und wieder zusammensetzen. Eine Besonderheit der Stahlkonstruktion von The Green House ist ihr quadratisches Raster, mit dem verschiedene Gebäudekonfigurationen baukastenmäßig mit denselben Bauteilen möglich sind.

Nach fünfzehn Jahren soll The Green House demontiert und an anderer Stelle wiederaufgebaut werden. Die Wiederverwendung spielte auch bei der Wahl der Materialien für das Projekt eine wichtige Rolle.

Der Pavillon wurde durchgängig als Stahlskelettkonstruktion aus feuerverzinkten Profilen entworfen, die zur Wiederverwendung einfach demontiert werden können. Feuerverzinkter Stahl wurde auch für zahlreiche weitere Komponenten wie beispielsweise Balustraden, Treppen oder die Dachkonstruktion des Gewächshauses verwendet.

Der feuerverzinkte Stahl unterstreicht perfekt den materialauthentischen Charakter des Gebäudes. Für die Architekten sprach zudem die Eignung der robusten Feuerverzinkung für die Demontage und den Wiederaufbau, weil der Zinküberzug hierbei nicht beschädigt wird.

# Hierarchische Modelle der Kreislaufwirtschaft verdeutlichen die Bedeutung von feuerverzinktem Stahl



## Kreislaufwirtschaft in der Praxis

Die Hierarchiemodelle der Kreislaufwirtschaft unterstreichen die wichtige Rolle der Feuerverzinkung. Die bereits vorhandenen Vorteile des Stahls als zirkulärer Werkstoff werden deutlich verbessert, da die Feuerverzinkung zu einem integralen Bestandteil des Stahls wird und Belastungen durch Stöße und Abrieb während der Demontage und Wiederverwendung des Stahls standhält. Diese Eigenschaft ist essentiell für die Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Stahlkonstruktionen und Komponenten.

Die Reduzierung des Gewichts von Produkten und damit der Menge des verwendeten Materials ist ein weiterer Schlüssel bei der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft. Die Stahlindustrie hat hochfeste Stahlsorten für viele Anwendungen entwickelt. Diese Stähle tragen zur Gewichtsreduzierung von Anwendungen bei und reichen von Windturbinen über Bauplatten bis hin zu Automobilen. Es wird weniger Stahl benötigt, um die gleiche Festigkeit und Funktionalität zu bieten. Durch einen maximalen Korrosionsschutz ermöglicht die Feuerverzinkung die Verwendung dünnerer und leichter Stahlprofile, da Zuschläge für Korrosionsverluste während des Betriebs nicht notwendig sind.

Stahl kann auf viele Arten wiederverwendet oder neu eingesetzt werden, mit oder ohne Wiederaufbereitung. Dies geschieht bereits bei Automobilkomponenten, Gebäuden und vielen anderen Anwendungen. Die Wiederverwendung von Stahl ist nicht auf seine ursprüngliche Anwendung beschränkt; die Wiederverwendung geht bis in die Antike zurück, Stichwort „Schwerter zu Pflugscharen“. Die Wiederverwendungsrate wird zukünftig stark steigen, wenn Nachhaltige Entwurfsansätze, Konstruktionen alltäglicher werden, die auf Wiederverwendung, Recycling und Ressourceneffizienz setzen.

Wenn Planer wiederverwendbare Stahlelemente in die Konstruktion eines Gebäudes integrieren wollen, ist die Feuerverzinkung die ideale Oberflächenveredelung. Im Gegensatz zu farbbeschichtetem Stahl, der erneuert oder zumindest repariert werden muss, ist feuerverzinkter Stahl weitestgehend resistent gegen Beschädigungen bei der De- und Remontage. Zudem bietet die Verzinkung dem Stahl eine längere Schutzdauer als Beschichtungssysteme, wodurch eine häufige Wiederverwendung möglich wird.

In einer Kreislaufwirtschaft wird es eine Verschiebung von einer produktbasierten Wirtschaft zugunsten einer dienstleistungsbauierten Wirtschaft geben. Reparatur und Wartung werden immer wichtiger, ebenso wie das Erreichen kurzer Wege zwischen dem Reparaturbetrieb und dem Kunden, um die Umweltbelastungen durch Transport zu minimieren. Dies fördert lokale Wirtschaftsaktivitäten und schafft Vereinfachungen für Kunden.

Stahlprodukte sind leicht zu reparieren. Auch kann das reparierte Stahlprodukt neu verzinkt werden.

Stahl und Zink sind zu 100 % recycelbar und können in einem geschlossenen Materialkreislauf immer wieder zu neuen Stahlprodukten recycelt werden. Recycelter Stahl behält alle Eigenschaften des ursprünglichen Stahls bei. Seine magnetischen Eigenschaften sorgen für eine einfache und kostengünstige Rückgewinnung für das Recycling aus fast jedem Abfallstrom. Der hohe Wert von Stahlschrott garantiert die wirtschaftliche Rentabilität des Recyclings. Heute ist Stahl das am häufigsten recycelte Material der Welt. Über 650 Millionen Tonnen Stahl werden jährlich recycelt, einschließlich Schrotte aus dem Herstellungs- und dem Nutzungsprozess<sup>6</sup>.

# LES GLÒRIES - DEMONTIER- UND UMNUTZBAR



Remake



Reuse

Les Glòries im Osten von Barcelona ist eines der bedeutendsten städtebaulichen Entwicklungsgebiete der Stadt. Während der Neugestaltung des Gebietes wurde seitens der Stadt ein Info-Point errichtet, der die Anwohner über die Planungen informiert, aber auch Informationen für Touristen bereitstellt.

Eine von dem lokalen Architektbüro Peris + Toral entworfene temporäre Konstruktion, dient für vier Jahre als Informationspunkt und kann danach demontiert und an einem anderen Ort verwendet werden.

Nach umfassender Material-Recherche wurde eine feuerverzinkte Stahlrohr-Konstruktion für das Tragwerk gewählt und mit einer lichtdurchlässigen Polycarbonathaut kombiniert. Im Innenbereich wurden vorgefertigte Holzmodule verwendet, die als Informationsschalter und Fahrradverleihstelle dienen. Das Budget für den Info-Point betrug 170.000 €.

Das temporäre Gebäude wird seit 2015 umgenutzt und als Jugendzentrum im Stadtteil St. Martí wiederverwendet.

Unten

**Die Konstruktion ist leicht demontierbar und wiederverwendbar**







Links

Feuerverzinkter Stahl wurde verwendet, um eine temporäre Konstruktion zu schaffen. Es wurden Materialien gewählt, die Transparenz und eine ablesbare Struktur schaffen und leicht für eine weitere Verwendung rückgebaut werden können

Unten links

Die Konstruktion ist sowohl Informationspunkt als auch Verleihstelle für Elektrofahräder

Unten

Das Gebäude wird nun als Jugendzentrum in einem anderen Stadtteil wiederverwendet



# FEUERVERZINKTER STAHL - KREISLAUFWIRTSCHAFTSPOLITIK IN DER PRAXIS

Das von der Europäischen Union vorgestellte Papier "Circular Economy: Principles for Buildings Design"<sup>7</sup> sieht drei Schlüsselszenarien vor, um an Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus Abfälle zu reduzieren, den Materialeinsatz zu optimieren und Umweltauswirkungen durch Konstruktionen und Materialien zu verringern. Die drei Ziele lauten:

## Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit von Gebäuden kann durch verbesserte Konstruktionsweisen, verbesserte Eigenschaften von Bauprodukten und durch besser verfügbare Informationen erhöht werden. Konstruktive Elemente sollten nach Möglichkeit so lange halten wie das Gebäude selbst. Ist dies aufgrund von Veralterung oder zu erwartender Änderungen der Anforderungen nicht möglich, sollten sie wiederverwendbar, recycelbar oder demontierbar sein.

## Adaptierbarkeit

Vorzeitige Gebäudeabrisse können durch die Entwicklung neuer flexibler und umnutzbarer Konstruktionsweisen verhindert werden.

## Geltungsbereich der 'EC Circular Economy Principles for Building Design 2020'

Zielgruppe	Spezifische Ziele		
	Dauerhaftigkeit	Adaptierbarkeit	Abfallreduzierung
Gebäudenutzer, Facility Manager und Eigentümer	■	■	■
Entwurfsteams	■	■	■
Bauunternehmer und Bauherren	■	■	■
Hersteller (von Bauprodukten)	■	■	■
Rückbau- und Abbruchteams	■	■	■
Investoren, Entwickler, Versicherungsanbieter	■	■	■
Regierung/Regulierungsbehörden/lokale Behörden	■	■	■

## Abfallreduzierung und Abfallmanagement

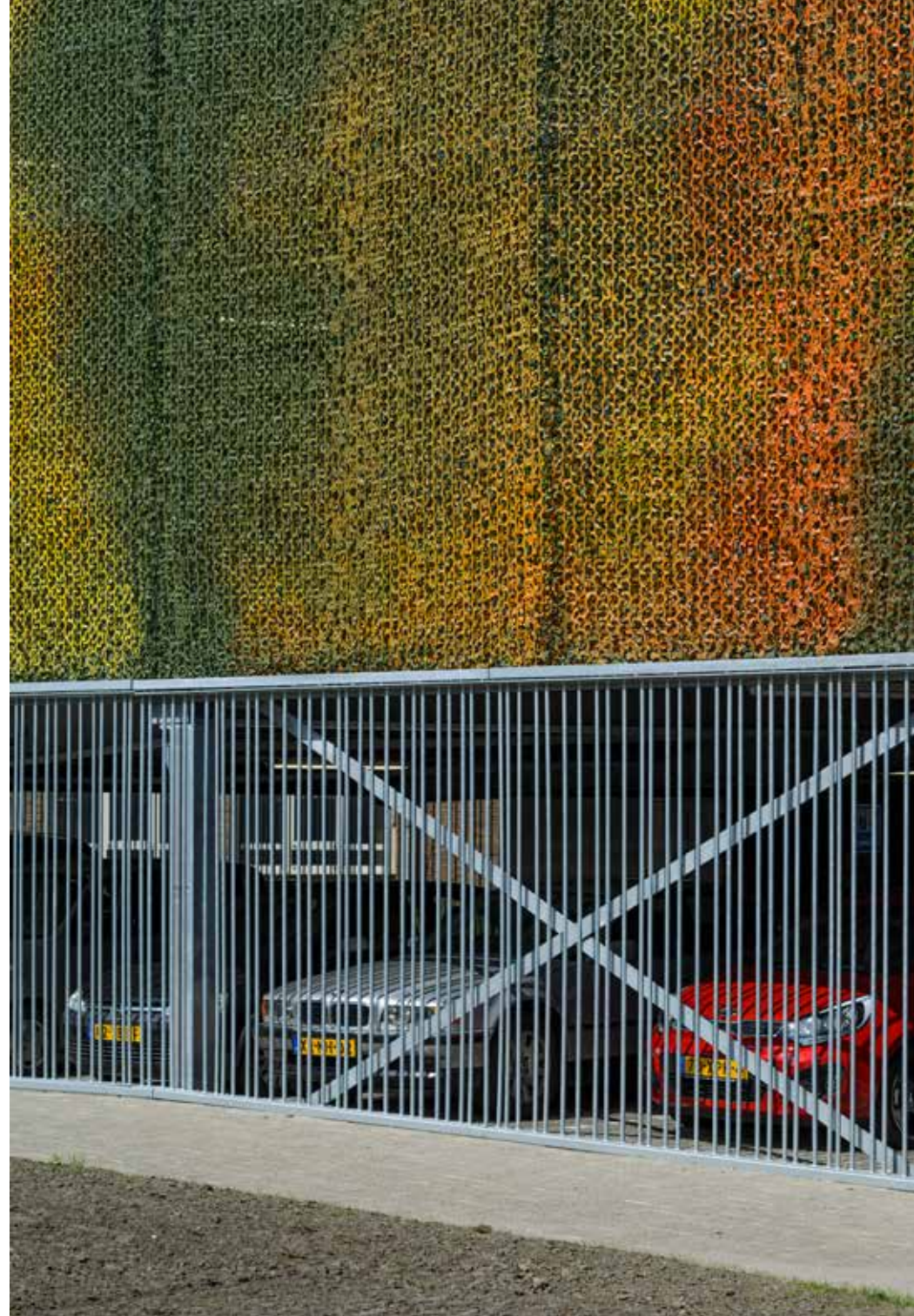
Produkte und Systeme sollten so konstruiert werden, dass sie leicht wiederverwendet, repariert, recycelt oder zurückgewonnen werden können.

Die Verwendung von feuerverzinktem Stahl steht im Einklang mit den Zielen der kreislaufwirtschaftlichen Gebäudeplanung. Die hohe Dauerhaftigkeit von feuerverzinktem Stahl ist erwiesen. Bei Konstruktionen aus feuerverzinktem Stahl kann der Aspekt der Wiederverwendung jedoch noch elementarer sein, als es auf den ersten Blick erscheint. Wiederverwendung ist ein grundlegender Ansatz, um adaptive Gebäude zu schaffen und um Abfälle zu reduzieren.

Die Europäische Union hat Wege aufgezeigt, wie diese Prinzipien von den Hauptakteuren in der Wertschöpfungskette der Bauindustrie umgesetzt werden können. In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Prinzipien, die die Bedeutung der Dauerhaftigkeit von feuerverzinktem Stahl hervorheben, dargestellt.

Rechts

**Parkplatz am Moorsport, Leiden**



## Wichtige Grundsätze zur Dauerhaftigkeit und andere Aspekte des Papiers 'EC Circular Economy Principles for Building Design 2020'

Zielgruppe	Treiber für den Einsatz von feuerverzinktem Stahl
Gebäudenutzer, Facility Manager und Eigentümer	<p><b>Minimierung der Lebenszykluskosten</b></p> <p>Eigentümer und Gebäudenutzer haben ein hohes Interesse an Langzeitbetrachtungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduzierung der Gesamtkosten pro Quadratmeter/Vergleichsdurchschnitte</li> <li>– Verwendung von Tools, um den Wert des Gebäudes zu steigern</li> </ul> <p><b>Förderung der Dauerhaftigkeit während der Nutzungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaffung von Anreizen durch leistungsbezogene Verträge, die die optimale Nutzung des Gebäudes fördern</li> </ul>
Planungsteams (Architektur und Technik von Gebäuden)	<p><b>Für die Gestaltung von Gebäuden und die Auswahl von Materialien sind Kenntnisse zirkulärer Prinzipien unerlässlich</b></p> <p>Architekten und Planer sollten mit zirkulären Konstruktionsanforderungen und -strategien vertraut sein. Hierzu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Konzepte der Ökobilanzierung,</li> <li>– die Erschließung von Potenzialen zur Steigerung des Anteils recycelter Materialien in Produkten,</li> <li>– zukünftige produkt-, bauteil- und gebäudebezogene Potenziale zur Wiederverwendung, zur Recyclingfähigkeit sowie Umnutzungspotenziale im Hinblick auf die Wiederverwendung und Reversibilität bei der Gebäudegestaltung erkennen</li> </ul> <p>Architekten sollten bei der Planung neuer Gebäude einen Lebenszyklus-Ansatz verfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitfäden für eine demontierbare und adaptive Gebäudeplanung (DfD/A*) sollten ebenso genutzt werden sowie Erfahrungen aus realisierten Projekten.</li> </ul> <p><b>Architekten und Planer müssen die Kosten und den Nutzen für die gesamte Lebensdauer berücksichtigen</b></p> <p>Der gesamte Lebenszyklus muss sowohl die Betriebskosten des Gebäudes als auch die potenziellen Nutzungsänderungen des Gebäudes berücksichtigen. Sie umfassen die ökologischen und sozialen Auswirkungen, die Umnutzungsmöglichkeiten sowie das Wiederverwendungs- und Wiederverwertungspotenzial.</p>
Bauunternehmer und Bauherren	<p><b>Einsatz von Bautechniken, die die Dauerhaftigkeit von Gebäuden und die Resilienz der Materialien erhöhen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Simulation verschiedener Szenarien der Dauerhaftigkeit und Vergleich der Kosten</li> <li>– Verwendung von Ressourcen, die resilient gegen Bauschäden sind</li> <li>– Um die Dauerhaftigkeit des Gebäudes zu erhöhen, sollten Bautechniken eingesetzt werden, die die Wartung und auch Reparaturen an Gebäudeteilen und Bauprodukten vereinfachen.</li> </ul>

\*Design für Demontage und Anpassungsfähigkeit

<b>Zielgruppe</b>	<b>Treiber für den Einsatz von feuerverzinktem Stahl</b>
Hersteller (von Bauprodukten)	<p><b>Berücksichtigung der potenziellen Dauerhaftigkeit für den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes auf der Grundlage von nachgewiesenen Produkt-Lebenszyklusdaten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verknüpfung von Daten zu Produktlebenszykluskosten und produktbezogenen Umweltauswirkungen mit Informationen zum Gebäudelebenszyklus.</li> <li>– Einsatz von hochwertigen, resilienten Produkten mit guten Umwelt- und Gebrauchseigenschaften.</li> </ul> <p><b>Anwendung von Ökodesign-Prinzipien und Bewertung der Dauerhaftigkeit</b></p> <p>Produktstandards, falls noch nicht verfügbar, sollten die Dauerhaftigkeit und ein Verifizierungssystem bezüglich der Haltbarkeit beinhalten.</p> <p><b>Entwicklung von Lösungen für eine größere Adaptivität</b></p> <p>Zum Beispiel Fabrikfertigung, Vorfertigung und Modulsysteme</p>
Investoren, Entwickler und Versicherer	<p><b>Die Erhöhung der Lebensdauer reduziert finanzielle Risiken</b></p> <p>Die Bedeutung der Dauerhaftigkeit von Produkten und Materialien sollte im Rahmen eines Gesamtkonzepts für Gebäude und Produkte gefördert werden, und kalkulatorisch angemessen berücksichtigt werden.</p> <p><b>Die Bedeutung der Lebenszykluskostenrechnung sollte bei der Vorbereitung von Investitionsentscheidungen erhöht werden</b></p> <p>Erhöhte Veräußerungsrückflüsse, die durch reversible Konstruktionen generiert werden können, sollten in Gesamtkostenbetrachtungen integriert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kostenmäßige Berücksichtigung zukünftiger Risiken aufgrund von Schwierigkeiten beim Rückbau von Gebäuden und aufgrund möglicher Kosten für die Abfallentsorgung</li> <li>– Berücksichtigen von Gebäuderestwerten bei der Kreditvergabe</li> <li>– Schaffung von Anreizen durch die Verwendung der Norm ISO 20887 für Gutschriften bezüglich Reversibilität und Adaptivität (DfD/A*) bei der öffentlichen Beschaffung und in Bewertungssystemen für nachhaltiges Bauen.</li> </ul>
Regierung/Regulierungsbehörden/lokale Behörden	<p><b>Förderung der Wiederverwendung und von hochwertigem Recycling von Gebäuden/Baumaterialien</b></p> <p>Integration von Lebenszyklusansätzen in die Baupolitik</p> <p><b>Schaffung von Anreizen zur Entwicklung von Konstruktionsprinzipien für zirkuläre und nachhaltige Gebäude</b></p> <p>Wiederverwendbare Produkte verbrauchen zwar zu Beginn mehr Ressourcen (z. B. aufgrund einer robusteren Konstruktion), ermöglichen aber eine Rückgewinnung der Ressourcen und eine Wiederverwendung des Produkts in mehreren Lebenszyklen</p>



# KONZIPIERT FÜR DIE RÜCKGEWINNUNG - FRAUNHOFER IWKS



Recycle



Reuse



Das Fraunhofer Institut für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS) steht für einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen. Das Ziel der Forschung ist es, Wertstoffe aus einem Produktkreislauf zurückzugewinnen und in einen neuen Kreislauf wieder einzubringen, d.h. Ressourcen sollen genutzt, aber nicht verbraucht werden.

Das Fraunhofer IWKS hat im Jahr 2020 ein neues Gebäude in Hanau bezogen, das nach den eigenen Nachhaltigkeitsprinzipien gebaut wurde und diesen entspricht. Das neue Büro- und Technikzentrum beherbergt 80 Mitarbeiter in einem 2600 m<sup>2</sup> großen Gebäude, das kurze Wege für eine gute Orientierung und Räume für informelle Kommunikation bietet.

Ein wichtiges Ziel für das Gebäude war die angestrebte Silber-Zertifizierung gemäß des Leitfadens für nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude in Deutschland (BNB). Das von hanneskrause architekten bda entworfene Gebäude besteht aus schadstofffreien Materialien, die sich leicht trennen und wiederverwenden oder recyceln lassen, wenn ein spä-

terer Rückbau erforderlich ist. Hierzu gehört feuerverzinkter Stahl, der für die Fassade des IWKS-Technikums zum Einsatz kam. Die Oberflächen der feuerverzinkten Fassade wird im Laufe der Zeit eine sehr stabile Oberflächenpatina entwickeln - eine ästhetisch ansprechende sowie nachhaltige Lösung.

*„Nachhaltiges Bauen und modernste hochtechnische Forschungsinfrastruktur, das ist möglich. Sowohl außen als auch innen waren Nachhaltigkeit und Energieeffizienz beim Bau unsere oberste Prämisse“, sagte Andreas Meurer, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, bei der Eröffnung des neuen Forschungsgebäudes des Fraunhofer IWKS in Hanau und ergänzte „Die Fassade des Technikums ist beispielsweise mit verzinkten Stahlplatten verkleidet. Stahl leistet einen wichtigen Beitrag zur Null-Abfallwirtschaft. Der Stahl kann vollständig recycelt werden. Der Werkstoffkreislauf ist somit geschlossen, ganz ohne Qualitätsverlust.“*

Oben

**Das Fraunhofer IWKS erforscht die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Werkstoffen in der Kreislaufwirtschaft**

Links

**Die feuerverzinkte Stahlfassade wurde gewählt, um einen späteren Rückbau und eine Wiederverwendung zu erleichtern sowie aufgrund ihrer natürlichen Ästhetik**





# WIEDERVERWENDBARE KONSTRUKTIONEN AUS FEUERVERZINKTEM STAHL

Feuerverzinkte Stahlgebäude und -konstruktionen können mit einer maximalen Flexibilität entworfen werden und stellen damit sicher, dass ihre Baumaterialien mehrere Lebenszyklen durchlaufen können. Zukünftige Stahlkonstruktionen werden modularer werden und lösbar gefügt werden, beispielsweise durch Schraubverbindungen, um den Rückbau zu erleichtern, und Komponenten in größerem Umfang für die Wiederverwendung einsetzen zu können. Die Feuerverzinkung erhöht den Wert dieser wiederverwendeten Komponenten, da diese keine weitere Schutzbehandlung benötigen und die Komponenten zum Zeit-

punkt der Wiederverwendung in einem guten Zustand sind.

Bei dem abgebildeten Parkhaus mit 450 Stellplätzen in Moorsport bei Leiden, Niederlande, wurde eine feuerverzinkte Stahlkonstruktion verwendet, die leicht demontiert und an einem anderen Ort wiederaufgebaut werden kann, falls die Stadtentwicklungspläne dies erfordern. Die demontierbare Konstruktion nach einem Entwurf des Architekturbüros Paul de Ruiter besteht aus einem feuerverzinkten Tragwerk und Fassadenelementen und ist 36 Meter breit und 80 Meter lang.

Links und rechts

**Parkhaus in Moorsport, Leiden aus feuerverzinktem Stahl: Leicht demontierbar und wiederverwendbar**



Ein weiteres Beispiel für wiederverwendbare, flexible Konstruktionen aus feuerverzinktem Stahl ist ein kombiniertes Auto- und Fahrradparkhaus in Frankfurt. Der Bau in Nähe des Hauptbahnhofs soll temporär genutzt und in 6-7 Jahren erneuert werden. Für das Tragwerk des Parkhauses kam feuerverzinkter Stahl zum Einsatz, der leicht demontiert und anschließend wiederverwendet werden kann.

Vielfältige Industrie- und Mehrzweckgebäude nutzen bereits die Vorteile von feuerverzinktem Stahl. Neue Füge- und Verbindungs-lösungen und Konstruktionsdetails werden die Bedeutung der Kombination von Feuerverzinkung und Stahlbau zukünftig stärken<sup>8</sup>. So hat die Verwendung von geschraubten (statt geschweißten) Trägern einen zweifachen Vorteil: die Möglichkeiten der Wiederverwendung werden verbessert und die Bauteilgrößen im Hinblick auf ihre Feuerverzinkbarkeit optimiert.

Oben rechts

**Schraubverbindungen erleichtern die Wiederverwendung und optimieren die feuerverzinkbaren Bauteilgrößen**

Links und unten

**Temporäres Parkhaus für Fahrräder und Autos, Frankfurt/M**



# DIE ROBUSTHEIT DES FEUERVERZINKTEN STAHLS BEGÜNSTIGT DIE WIEDERVERWENDUNG

Modulare und standardisierte Konstruktionen mit lösbaren Verbindungen vereinfachen die Wiederverwendung

Die Eigenschaft von feuerverzinktem Stahl, mehreren Lebenszyklen einer wiederverwendeten Konstruktion standzuhalten, zeigt sich beispielhaft am zunehmenden Einsatz von temporären Parksystemen, die als flexible Lösungen schnell zu errichten sind, wo zusätzliche Parkkapazität benötigt wird.

Temporäre Parksysteme können demontiert und wiederverwendet werden, entweder sofort oder sie werden für eine zukünftige Verwendung gelagert. Der gleiche Ansatz kann auch für viele andere Stahlkonstruktionen Anwendung

finden, wenn sie ebenfalls für eine Wiederverwendung ausgelegt sind und mit einem robusten, abriebfesten und langlebigen Zinküberzug ausgestattet sind, der die Stahlkomponenten über ihre mehrfachen Lebenszyklen vor Korrosion schützt.

Das unten abgebildete Beispiel zeigt ein temporäres Parksystem in Stuttgart mit 100 Stellplätzen. Es wurde im Juli 2018 in Betrieb genommen und nach 11 Monaten Betrieb wieder abgebaut. Die Demontage und Einlagerung für den nächsten Lebensabschnitt dauerte nur 7 Tage.



Rechts

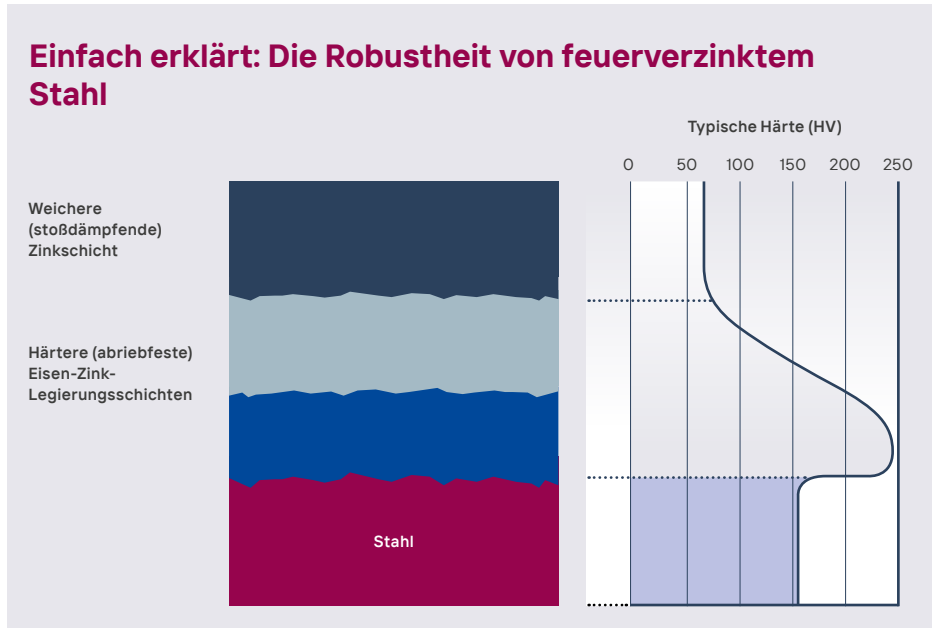
Temporäre Parksysteme verwenden modulare und flexible Konstruktionen aus feuerverzinktem Stahl

Die Robustheit und Abriebfestigkeit von feuerverzinktem Stahl hat sich in einer Vielzahl von Anwendungen bewährt. Beispiele sind Gerüste, die unzählige Male wiederverwendet werden oder temporären Brücken, die für den schnellen Einsatz in Katastrophengebieten an Baustellen konzipiert sind, aber auch zunehmend zu einem unverzichtbaren Teil der lokalen Infrastruktur werden und jahrzehntelang genutzt bevor sie an einem anderen Ort wiederverwendet werden.

Strategien, Ansätze und Erfahrungen, die sich bisher bei temporären Konstruktionen und ihren wiederverwendbaren Komponenten bewährt haben, sind auch auf komplexere Konstruktionen adaptierbar und schaffen damit flexible Lösungen, die für das Funktionieren einer Kreislaufwirtschaft erforderlich sind.



Oben  
Die Robustheit von feuerverzinktem Stahl ist insbesondere für wiederverwendbare Anwendungen wichtig



## Feuerverzinkter Stahl ist ideal für demontier- bare und temporäre Anwendungen

Anlässlich des 75-jährigen Jubiläums der Stadt Rotterdam hatten MVRDV Architekten die Idee, eine gigantisch große Treppe zu bauen, die als temporärer Aussichtspunkt auf die Stadt dienen sollte.

Die 29 Meter hohe Treppe aus feuerverzinkten Stahlbauteilen, "De Trap" genannt, konnte schnell errichtet und für eine spätere Wiederverwendung zurückgebaut werden. Besucher konnten über die Treppe bis zum Dach des Gebäudes Groot Handelsgebouw laufen. Ein Dachkino und gastronomische Einrichtungen schafften zusätzliche Anreize, die 57 Meter lange Treppe zu ersteigen.

De Trap nutzt die bewährte Robustheit von verzinkten Stahlgerüsten





S.V. GRAMSBERGEN

PLUS  
Sponsor - Sponsoren

Van Braak  
Zonweringen

KERKDIJK  
TUINTECHNIEK

BEDELING  
BALKENHOUT  
WILHELM

50-50-50

Belle  
Sponsoren

Winkelwagen  
Sponsoren

Winkelwagen  
Sponsoren

Winkelwagen  
Sponsoren

Winkelwagen  
Sponsoren

Winkelwagen  
Sponsoren

# WIEDERGEBURT EINER TRIBÜNE NACH 40 JAHREN



Remake



Reuse



Use

Eine bestehende Elascan-Tribüne wurde dank der Begeisterung und Entschlossenheit eines Mannes vor dem Abriss bewahrt. Im Sommer 2011 hörte Harry Haverkotte, ehemaliges Vorstandsmitglied des Sportvereins SV Gramsbergen, dass der Nachbarverein aus Hoogeveen in einen neuen Sportpark umziehen würde.

Für 7.000 € inklusive der Kosten für die Demontage kaufte er die Tribüne des Nachbarvereins, die sich in einem guten Zustand befand. Seinerzeit zahlte der Nachbarverein aus Hoogeveen 139.200 niederländische Gulden für die im Jahr 1976 erbaute Tribüne.

Innerhalb von zwei Jahren wurde die 32 Meter lange Tribüne restauriert und am neuen Standort wiederaufgebaut. Die Gesamtkosten hierfür betragen lediglich 35.000 € inklusive der Kosten für den Kauf. Im Gegensatz dazu hätte ein Tribünen-Neubau mindestens 200.000 € gekostet.

Bis auf die Schrauben, Muttern und alten Holzbretter wurde alle Bauteile der alten Tribüne wiederverwendet. Die Bretter wurden durch

neue Sitze ersetzt und auf der Innenseite des Daches wurde eine dekorative Lackierung appliziert.

Der hervorragende Zustand der feuerverzinkten Stahlbauteile bestätigte sich bei der Demontage. Obwohl die feuerverzinkte Stahlkonstruktion 40 Jahre lang der Witterung ausgesetzt war, befand sich der feuerverzinkte Stahl in sehr guten Zustand. Schichtdickenmessungen ergaben, dass die verbleibende Zinkschicht mehr als 100 µm betrug und für viele weitere Jahrzehnte als Korrosionsschutz dienen wird. Eine Neuverzinkung der Bauteile war somit nicht erforderlich.

Links

**Die neue Tribüne des SV Gramsbergen war schon jahrzehntelang bei einem anderen Verein in der Nähe im Einsatz**

Rechts

**Trotz jahrzehntelangen Einsatzes konnten die feuerverzinkten Stahlbauteile am neuen Standort wiederverwendet**





Links  
**Die Elascan-Tribüne ist seit 1976 im Einsatz**



Ganz links  
**Als der Sportverein Hoogeveens in ein neues Stadion umzog, baute der SV Gramsbergen die Tribüne ab, um sie auf dem eigenen Gelände wiederzuverwenden**

Links  
**Auch kleinere feuerverzinkte Bauteile waren in einem so guten Zustand, dass sie nach der Demontage wiederverwendet werden konnten**



Links  
**Bereit für einen weiteren Lebensabschnitt: Die feuerverzinkte Stahlkonstruktion der wiederverwendeten Tribüne hat das Potenzial 100 Jahre alt zu werden**



## Empfehlungen für eine häufigere Wiederverwendung von Stahlkonstruktionen

PROGRESS (PROvisions for GREater reuse of Steel Structures) ist ein von durch den EU Forschungsfonds für Kohle und Stahl finanziertes Projekt, dessen Fokus auf der Wiederverwendung von eingeschossigen Gebäuden lag<sup>8</sup>. Die Projektergebnisse geben Impulse für die zukünftige Verwendung von feuerverzinktem Stahl im Hinblick auf eine Verbesserung der Wiederverwendungsmöglichkeiten. Unter anderem werden Empfehlungen und praktische Informationen zur Ausführung und konstruktiven Detaillierung von einstöckigen Gebäuden aus wiederverwertetem Stahl sowie von rückbaubaren und wiederverwendbaren Gebäuden geliefert.

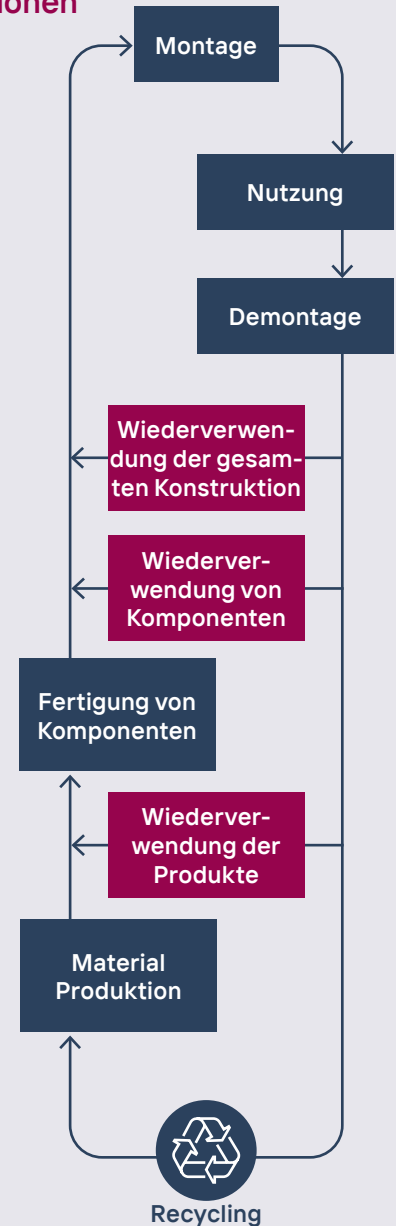
**Gestaltung wiederverwendbarer Stahlrahmenkonstruktionen aus modularen und standardisierten Elementen**



Optimierte Verbindungen und weitere Konstruktionsdetails werden den synergetischen Nutzen der Kombination Feuerverzinkung und Stahlbau weiter erhöhen. So verbessert die Verwendung von Schraubverbindungen die Wiederverwendbarkeit und das Potenzial von Stahlkonstruktionen aufgrund ihrer Größe feuerverzinkt und damit dauerhafter zu werden gleichermaßen.

Das Progress-Projekt empfiehlt bezüglich der Wiederverwendung von Stahlprodukten in eingeschossigen Bauten: *"Die Feuerverzinkung bei Konstruktionen mit mehreren Montage- und Demontagezyklen zu bevorzugen"*

Weitere Informationen unter: [www.steelconstruct.com/eu-projects/progress](http://www.steelconstruct.com/eu-projects/progress)



# DURSLEY-BAUMHAUS



Remake



Reuse

Das auf einem kleinen Grundstück im englischen Dursley errichtete „Treehouse“ wurde so konzipiert, dass es nur minimale Auswirkungen auf die umliegenden, geschützten Bäume hat und den natürlichen Lebensraum des Geländes erhält. Es zeichnet sich durch eine aufgeständerte Konstruktion aus, die Anleihen an Baumhäuser macht und durch eine nachhaltige Bauweise.

Der Bauherr hatte den Wunsch das Haus so umweltverträglich wie möglich zu planen. Die Wiederverwendung von feuerverzinkten Stahlbauteilen und Produkten trug hierzu in erheblichem Maße bei. 76 Gitterroste, die 20 Jahre lang bei einem lokalen Motorenhersteller im Einsatz waren, wurden gereinigt, neuverzinkt und für die Erschließung und die umlaufenden Veranden des Treehouse verwendet.

Nachdem ursprünglich Geländer aus Edelstahl geplant wurden, fiel nach reiflicher Überlegung und Abwägung der Kosten die Entscheidung Gitterdraht für die Füllungen zwischen den feuerverzinkten Stahlprofilen einzusetzen. Die Wendeltreppe wurde für weniger als 200 € von

einem Schrotthändler gekauft, nachdem sie zuvor 15 Jahre als Feuertreppe in einem örtlichen Ladenlokal verbaut war.

Das Thema der Wiederverwendung setzte sich auch in anderen Bereichen fort. Der Bodenbelag aus Schiefer im ersten Stock des Hauses stammt von einer örtlichen Rolls-Royce-Werkstatt und der Buchenholz-Boden im zweiten Stock aus einer örtlichen Schulturnhalle.

Die Lage des Hauses wurde durch die insgesamt 27 geschützten Bäume auf dem Grundstück bestimmt. Um die Baumwurzeln zu schützen, musste der Boden unangetastet bleiben. Daher wurde ein aufgeständertes Gebäude realisiert. Statt üblicher Betonfundamente wurden Pfahlgründungen zur Fundamentierung verwendet.

Das Haupttragwerk des Hauses wurde als Holzständerwerk ausgeführt, das auf einer Stahlkonstruktion steht, die ihrerseits auf Schraubbohrpfählen ruhen. Sie sind so konstruiert, dass der Eingriff in den Boden auf ein Minimum reduziert wird. Die feuerverzinkten Schraub-



Oben

**Die Wiederverwendung von feuerverzinkten Stahlkomponenten war ein wichtiger Bestandteil des Projekts. Der Gitterrost-Boden war bereits 20 Jahre lang in einem nahegelegenen Unternehmen im Einsatz**

bohrpfähle haben eine Länge von 10 m und können später wiederverwendet werden.

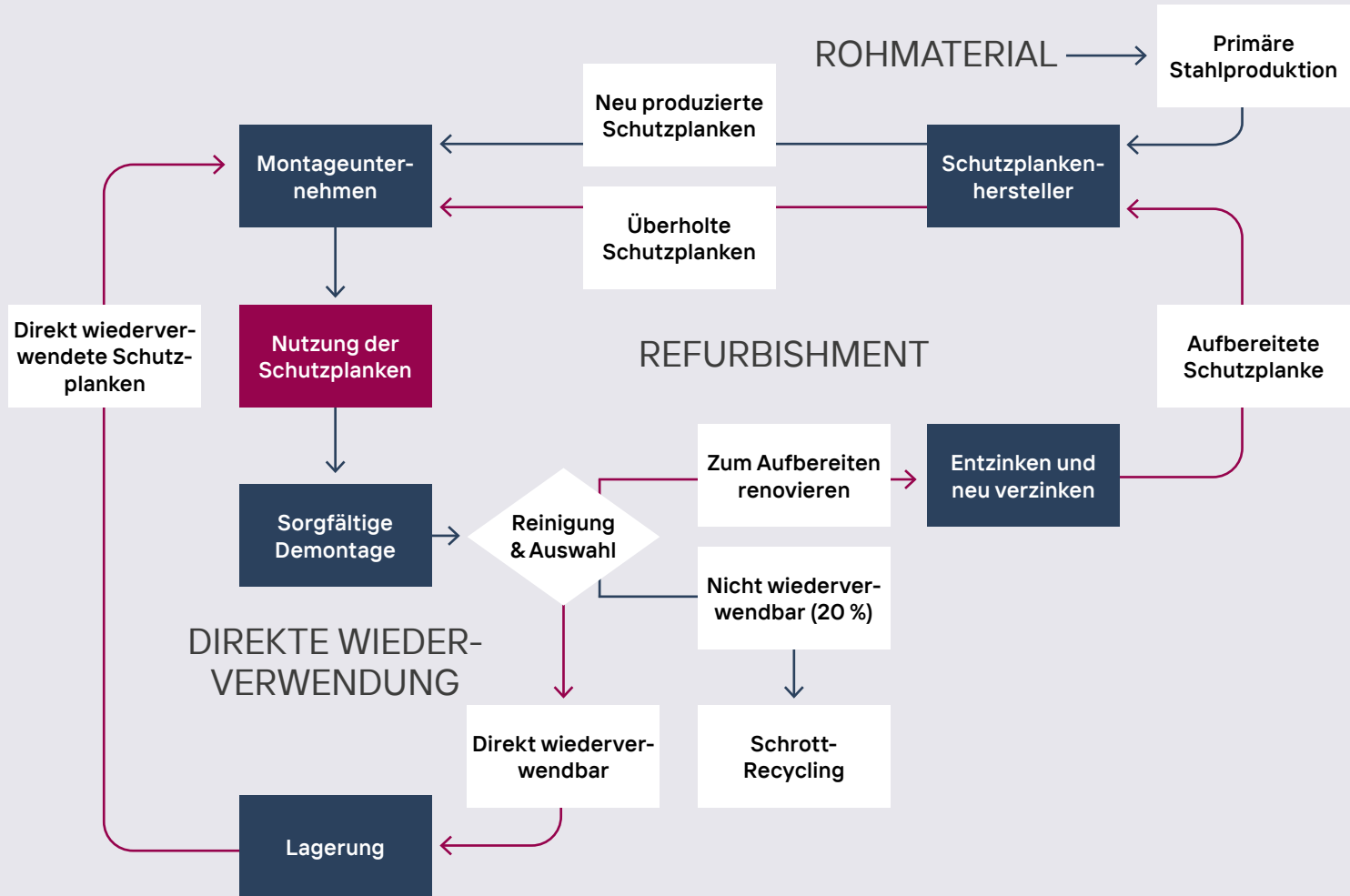
Das Gebäude erhielt eine Passivhaus-Zertifizierung. Hierdurch ist sichergestellt, dass der Energieverbrauch der Heizung pro Quadratmeter unter 15 kWh pro Jahr liegt. Das Gebäude verfügt außerdem über eine Solarthermie-Anlage und eine eigene Wasserversorgung, die den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zusätzlich reduzieren.

Rechts

**Die Treppe diente früher als Feuerleiter  
in einem Ladenlokal vor Ort**



## Ablaufschema der Wiederaufbereitung von feuerverzinkten Schutzplanken (Quelle: Rijkswaterstaat)



# NEUVERZINKEN VON FEUERVERZINKTEM STAHL



Feuerverzinkte Stahl-  
schutzplanken können  
zur Wiederverwen-  
dung oder zum erneu-  
ten Verzinken demon-  
tiert werden, was bis zu  
70 % CO<sub>2</sub>- Emissionen  
einspart

Stückverzinkter Stahl wird vielfach für Infra-  
strukturanwendungen eingesetzt und gewähr-  
leistet dort einen jahrzehntelangen wartungs-  
freien Betrieb. Auf der Suche nach zirkulären  
Lösungen bietet feuerverzinkter Stahl er-  
hebliche Potenziale für die Aufbereitung und  
Wiederverwendung.

In den Niederlanden wurde seitens Rijkswa-  
terstaat, als Behörde des dortigen Ministeriums  
für Infrastruktur und Umwelt, die Entscheidung  
getroffen sowohl die direkte Wiederverwen-  
dung als auch die Neuverzinkung und Wieder-  
verwendung von Schutzplanken zuzulassen  
und systematisch in die Praxis umzusetzen.  
Die Entscheidung ist das Ergebnis einer Studie  
entlang der Liefer- und Prozesskette und ihres  
Potenzials für eine verbesserte Kreislaufwirt-  
schaft unter Aufrechterhaltung der Verkehrs-  
sicherheitsanforderungen<sup>9</sup>.

Die gesamte Liefer- und Prozesskette unter Be-  
teiligung von Montageunternehmen, Schutz-  
plankenherstellern und Feuerverzinkern wurde  
unter kreislaufwirtschaftlichen Gesichtspunkten  
untersucht. Die Ergebnisse des Projektes wer-

den derzeit in einem Validierungsprojekt auf  
niederländischen Straßen umgesetzt.

Die Entscheidung von Rijkswaterstaat, mit  
der Wiederverwendung und Neuverzinkung  
zu beginnen, wurde durch Kennzahlen und  
Untersuchungen gestützt. Man fand heraus,  
dass Schutzplanken oft im Rahmen anderer  
Straßeninstandhaltungs-Maßnahmen ersetzt  
werden, obwohl sie noch eine Restlebensdauer  
von bis zu 24 Jahren haben können. Derartige  
Schutzplanken können direkt andernorts wie-  
derverwendet werden.

Gebrauchte Leitplanken, die neu verzinkt wer-  
den müssen, haben klare Vorteile im Vergleich  
zu neu produzierten Schutzplanken:

- 40%ige Reduzierung der Umweltauswirkun-  
gen
- 70%ige Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- 10 % Kostenreduzierung

## CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Neuverzinken und Wiederverwendung

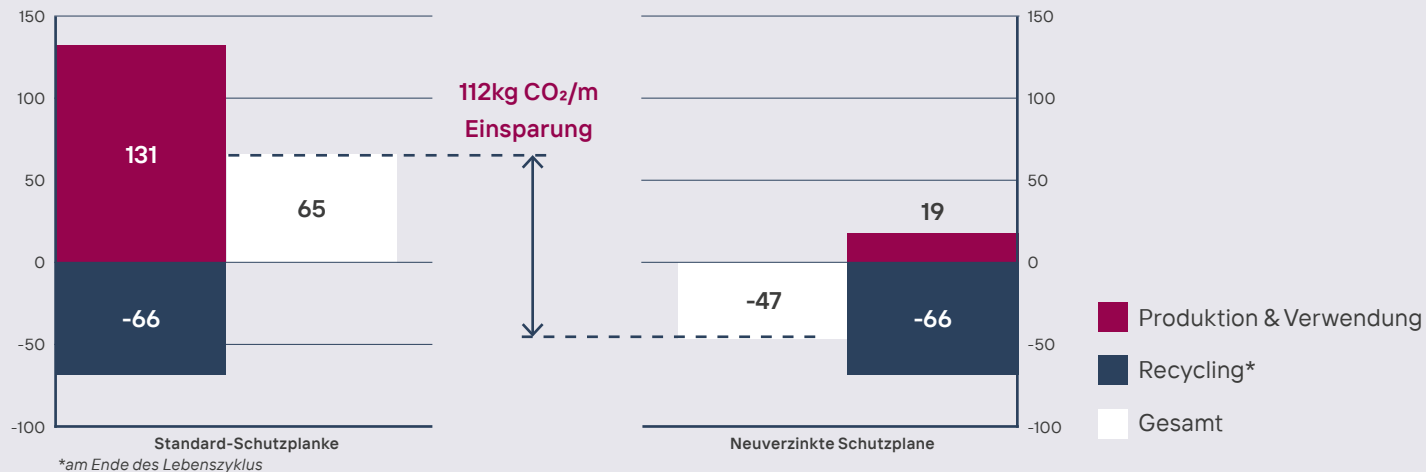
CE Delft untersuchte 2017 erstmals die Möglichkeiten des Neuverzinkens in den Niederlanden<sup>10</sup>. CE Delft stellte fest, dass in den Niederlanden pro Jahr 350 km Schutzplanken ersetzt werden, die vielfach noch wiederverwendbar sind.

CE Delft-Studie zeigte, dass im Durchschnitt 67 % der Schutzplanken und -komponenten für eine Wiederverwendung geeignet sind und nach Reinigung, Entzinkung und Neuverzinkung wiedereingesetzt werden können.

CE Delft hat errechnet, dass durch diese einfache Vorgehensweise in den Niederlanden 26.000 t CO<sub>2</sub> eingespart werden können. Das entspricht dem CO<sub>2</sub>-Verbrauch von mehr als 8,3 Millionen gefahrenen Autokilometern. Denn für jeden Meter installierter Schutzplanke ergibt sich eine Einsparung von 112 kg CO<sub>2</sub>, wenn wiederverzinkte Leitplanken verwendet werden. Es wird eine Einsparung erreicht, die sich durch die Umsetzung der Reparatur- und Wiederverwendungsprinzipien der Kreislaufwirtschaft sofort bemerkbar macht.

### Reduktion des Treibhauspotenzials durch Neuverzinkung von gebrauchten Schutzplanken

Kg CO<sub>2</sub>/m (Angaben für 1 Meter Schutzplanke)



Das Neuverzinken und die Wiederverwendung kann für beschichtete Stahlbauteile und -komponenten eine Lösung sein

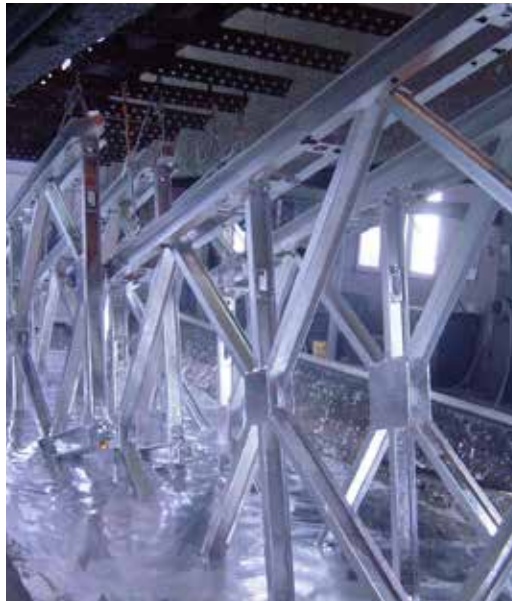
Behelfsbrücken, die ursprünglich farbbeschichtet waren, können durch Feuerverzinken ein neues, zweites Leben erhalten. Das Beispiel ist ein weiterer Beleg dafür, wie die Aufbereitung und Wiederverwendung von Stahlbauteilen durch Feuerverzinken in die Praxis umgesetzt wird.

Oben links  
**Lackierte und überholungsbedürftige Brückenteile**

Oben rechts  
**Entlackte Bauteile vor dem Feuerverzinken**

Unten links  
**Feuerverzinken der gebrauchten Brückenbauteilen**

Unten rechts  
**Montierte verzinkte Brücke**



# LEEWARDEN ENERGIE-KOMPETENZZENTRUM



Auf einer ehemaligen Mülldeponie im niederländischen Leeuwarden entstand das Energie-Kompetenz-Zentrum Leeuwarden. Das von Achterbosch Architecten entworfene Gebäude setzt auf eine nachhaltige Bauweise und zeichnet sich aufgrund des schwierigen Baugrundes durch eine justierbare Fundamentierung aus.

Die im Jahr 1998 geschlossene Mülldeponie Schenkenschans ist eine Lagerstätte für Bau- und Abbruchabfälle. Um Emissionen über das Wasser und die Luft zu verhindern wurde die Deponie mittels Folien abgedichtet. Hierdurch ergaben sich erhöhte Anforderungen an die Bebauung. Das Energie-Kompetenz-Zentrum mit einer Grundfläche von rund 800 Quadratmetern wurde deshalb in Leichtbauweise realisiert und mittels 108 feuerverzinkten Stahlstützen aufgeständert. Die Stahlstützen stehen auf Betonplattenfüßen, die auf einer Sandschicht gelagert sind. Aufgrund zu erwartender deponiebedingter Erdbewegungen sind sie justierbar. Die Aufständigung lässt das Gebäude über der Erde schweben.

Für die Architekten und für den Bauherrn war die Idee des zirkulären Bauens eine elementare Leitlinie bei der Planung des Gebäudes. Aspekte wie Dauerhaftigkeit, Demontierbarkeit und Wiederverwendbarkeit waren aus konstruktiver Sicht und auch bei der Materialauswahl von zentraler Bedeutung. Die Entscheidung feuerverzinkten Stahl und zertifiziertes Holz zu verwenden sind Beispiele für diesen Ansatz. Wo es möglich war wurden recycelte oder gebrauchte Materialien eingesetzt. So wurde ein alter Turnhallenboden wiederverwendet. Überarbeitete Gebrauchtmöbel fanden im Innenbereich Verwendung.

In Bezug auf die praktische Umsetzung sagt Bart Cilissen, Projektleiter bei Achterbosch Architecten: *„Das Leitprinzip war vor allem: Verwenden Sie Ihren logischen Verstand und fahren Sie sich nicht im Sumpf der Nachhaltigkeitszertifikate fest. Der Fokus lag auf der richtigen Auswahl der Baustoffe und deren Anwendung. Man könnte es als Zirkularität beschreiben. Als Architekten versuchen wir in jedem Projekt so kreislaufwirtschaftlich wie möglich zu denken. In der Entwurfsphase muss*



Rechts

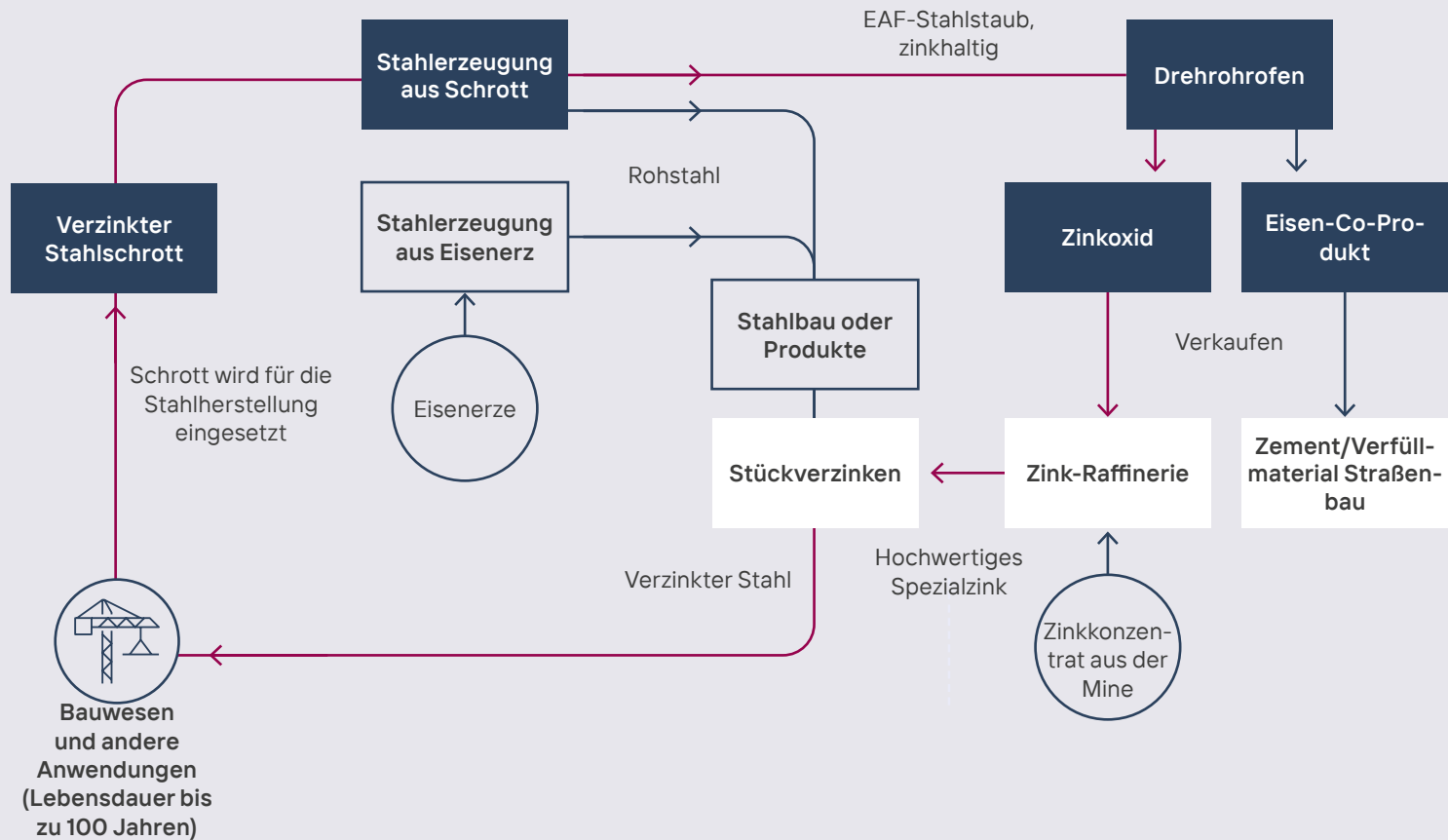
**Beim Bau des Zentrums stand der Kreislaufgedanke bei der Gestaltung und der Auswahl der Materialien im Vordergrund**



*auch über die Wiederverwendung der eingesetzten Baumaterialien nachgedacht werden. Wenn das Gebäude irgendwann rückgebaut wird, kann die gesamte Stahlkonstruktion abgeschraubt werden“ und ergänzt: „Für mich ist dies die Zukunft: Als entwerfer der Architekt haben Sie bald einen bestimmten Materialbestand, mit dem Sie ein Gebäude bauen müssen. Ich sehe ein Gebäude als Lagerplatz für Baumaterialien. Wenn das Gebäude sein Lebensende erreicht hat, schrauben Sie alles auseinander und können die Materialien in ihrer ursprünglichen Form wiederverwenden. Je weniger Sie recyceln müssen, desto besser, denn beim Recycling wird wieder Energie verbraucht.“*



## Rückgewinnung von Zink aus verzinktem Stahl, ohne Eigenschaftsverlust (Downcycling), nach jahrzehntelanger Nutzung



# RECYCLING VON FEUERVERZINKTEM STAHL

Stahl und Zink werden zusammen recycelt und können leicht getrennt werden

Am Ende der Lebensdauer- oder wenn eine Wiederverwendung nicht möglich ist - kann verzinkter Stahl problemlos mit anderem Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen (EAF) im Rahmen des Stahlproduktionsprozesses recycelt werden. Da Eisen und Zink unterschiedliche Schmelzpunkte haben, verflüchtigen sich die Restzinkschichten während des Stahlrecyclingprozesses und werden in den EAF-Filterstäuben gesammelt, die dann in speziellen Anlagen recycelt werden und zumeist in die Zinkraffinerien zurückkehren.

Seit den frühen 1980er Jahren werden Drehrohröfen verwendet, um EAF-Stäube zu verarbeiten, die wertvolles Zink und andere Elemente enthalten. 98 % der von den europäischen Stahlherstellern produzierten EAF-Stäube werden recycelt<sup>11</sup>. Das Drehrohröfen-Verfahren ist eins von mehreren Verfahren, jedoch die am häufigsten angewandte Methode zur Wiederverwertung dieser Stäube. Der erste Drehrohröfen, der für das Recycling von EAF-Stäuben eingesetzt wurde, wurde in den frühen 1980er Jahren in Duisburg in Betrieb genommen.

Ein wichtiger Faktor für die Rückgewinnung von EAF-Stäuben ist der Zinkgehalt. Die breitere Verwendung von Zink als Korrosionsschutz für Stahl, insbesondere im Automotive-Bereich, hat die Zinkgehalte der EAF-Stäube deutlich erhöht, was ihre Rückgewinnung wirtschaftlich sehr attraktiv macht. Im Allgemeinen machen Zinkgehalte von mehr als 15 % im EAF-Staub die Rückgewinnung wirtschaftlich rentabel und die meisten Stäube liegen auf diesem Niveau.

Das Hauptprodukt des Recyclings von EAF-Staub mit Hilfe des Drehrohröfenverfahrens ist "Zinkoxid". Dieses wird an Primärzinkraffinerien verkauft, wo es abgebaute Zinkkonzentrate ersetzt. Die Zinkraffinerie produziert daraus dann Zinkbarren (oder andere hochreine Zinkprodukte), die direkt im Verzinkungsprozess verwendet werden können. Dieser Kreislauf kann unendlich fortgesetzt werden, da das Zink keinen Qualitätsverlust erleidet - Zink bleibt Zink.



# HAUS D6 - NACHHALTIGES, REVERSIBLES WOHNGEBÄUDE



Reuse



Das mit vielen Architekturpreisen ausgezeichnete Haus D6 besteht nicht nur durch seine architektonische Qualität, sondern auch durch seine nachhaltige Bauweise. Typologisch folgt das von Aretz Dürr Architektur entworfene Gebäude dem traditionellen Langhaus. Seine Haupträume nehmen die gesamte Breite ein und reihen sich aneinander.

Die Enden des Hauses sind unterschiedlichen Funktionen zugeordnet: der Wohnbereich im Süden, Garage und Abstellräume im Norden. Die Auskragung des Giebeldachs ist an den Sommer- und Wintersonnenständen ausgerichtet. Im Sommer schützt sie den Wohnraum und die Veranden vor Überhitzung. Im Winter lässt die 2-fache Verglasung solare Gewinne zu. Der Wohnraum in der Gebäudemitte reicht bis unter das Dach und bildet den zentralen Gemeinschaftsraum, von dem aus im Obergeschoss Schlafräume und Bäder für Kinder und Eltern erschlossen werden.

Links

**Alle Bauteile sind reversibel gefügt, um einen späteren Rückbau zu erleichtern**

Ein feuerverzinkter Stahlsteg mit lichtdurchlässigen Gitterrosten verbindet die beiden voneinander getrennten Bereiche und mündet in

der gemeinsamen Galerie im zweigeschossigen Wohnraum. Aus konstruktiver Sicht wurde das Haus als eine materialsparende, feuerverzinkte Stahlskelett-Konstruktion ausgeführt, die mit Holzbalkendecken ergänzt wurde. Alle Stahl- und Holzbauteile sind durchgehend reversibel gefügt. Die Konstruktion der Veranda orientiert sich an der feinen Metrik der Pfosten-Riegel-Fassade. Extrem schlanke, ebenfalls feuerverzinkte Stützen tragen die Unterkonstruktion des Lärchenholzdecks und die Holzbalken des Dachüberstandes. Durch die reversible Bauweise ist ein zerstörungsfreier Rückbau und eine Wiederverwendung der Stahl- und Holzelemente sichergestellt.



# VORAUSDENKEN - WIEDERVERWENDUNG VON VERZINKTEM STAHL



Verzinkte Stahlbauteile dienen als Standardlösungen für eine Vielzahl von Anwendungen. Dass Standardlösungen auch auf neue Anwendungsbereiche adaptierbar sind, belegt BeL - Sozietät für Architektur am Beispiel eines Fahrrad-Ladens in Köln. Für die Einrichtung des Geschäfts wurde ein feuerverzinktes Schalungssystem (EURO-Schalung) umfunktioniert und als zentrales Gestaltungs- und Einrich-

tungselement für Wände, Raumtrenner, Regale und weitere Einbauten eingesetzt.

Die EURO-Schalungselemente können als universelles System nach einem eventuellen Abbau ohne Materialverlust wieder als Schalung für Beton oder andere Zwecke wiederverwendet werden – zirkuläres Bauen in Reinform.

Feuerverzinkte Schalungselemente, die als Ladeneinrichtung verwendet werden, können wieder ihrem ursprünglichem Verwendungszweck als Schalung für Betonbauten zugeführt werden



Links  
Fahradgeschäft Staub & Teer, Köln

Rechts  
Ladengestaltung mit standardisierten Schalungselementen, die später als Schalung wiederverwendet werden können

# REDUZIERUNG VON CO<sub>2</sub> DURCH WARTUNGSFREIHEIT

Eine nicht langfristig orientierte Korrosionsschutzentscheidung kann hohe Wartungskosten verursachen und den lebenszyklusbezogenen ökologischen Fußabdruck, insbesondere den CO<sub>2</sub>-Verbrauch von Gebäuden und der Infrastruktur, deutlich vergrößern.

Farbeschichtete Stahlkonstruktionen bedürfen regelmäßiger Wartungsanstriche und produzieren hierdurch hohe wirtschaftliche und ökologische Kosten. Derartige Belastungen können durch eine Investition in einen Langzeitkorrosionsschutz erheblich reduziert werden. Eine Feuerverzinkung verbessert die Dauerhaftigkeit von Stahlkonstruktionen und Komponenten. Dies schafft ökologische, wirtschaftliche und soziale Vorteile.

Die Dauerhaftigkeit der Feuerverzinkung geht mit einer vergleichsweise geringen Umweltbelastung in Bezug auf Energie und anderen Wirkungsfaktoren einher, vor allem im Verhältnis zum Energiewert des Stahls, den sie schützt. Durch den Wegfall von Wartungsarbeiten und die Vermeidung eines frühzeitigen Austauschs von Stahlbauteilen reduziert das Feuerverzin-

ken den CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

In einer Studie des Instituts für Umweltschutztechnik der Technischen Universität Berlin, wurde im Rahmen einer Studie ein ökobilanzieller Vergleich zwischen einer Farbbeschichtung gemäß DIN EN ISO 12944 und einer Feuerverzinkung gemäß DIN EN ISO 1461 für ein Stahlparkhaus durchgeführt<sup>12</sup>.

Zentrale Größe für den ökobilanziellen Vergleich ist die funktionale Einheit als Bezugsgröße. Durch identische Vergleichsgrößen wird ein objektiver Vergleich erst möglich. Diese wurde in der Studie so definiert, dass beide Systeme einen Korrosionsschutz für ein Stahlbauwerk mit 60 Jahren Nutzungszeit, ausgeführt als mittelschwerer Stahlbau (beispielsweise ein Parkhaus) mit einer Stahloberfläche von 20 m<sup>2</sup>/t, leisten müssen.

Für das System Feuerverzinken kommt einmalig der Korrosionsschutz durch Stückverzinken zum Einsatz. Bei einer Zinkschichtdicke von 100 µm und einer durchschnittlichen Korrosionsrate gemäß der Kategorie C3 von 1 µm/Jahr

ergibt sich sogar eine rechnerische Schutzdauer, die weit über den geforderten 60 Jahren liegt.

Um durch eine Farbbeschichtung einen Korrosionsschutz von 60 Jahren zu gewährleisten, werden die Bauteile werkseitig mit einem dreischichtigen Auftrag mit einer Gesamtschichtdicke von 240 µm lackiert. Nach 20 und 40 Jahren sind Wartungsarbeiten vor Ort erforderlich, die eine partielle Reinigung und teilweise Erneuerung der Beschichtung beinhalten.

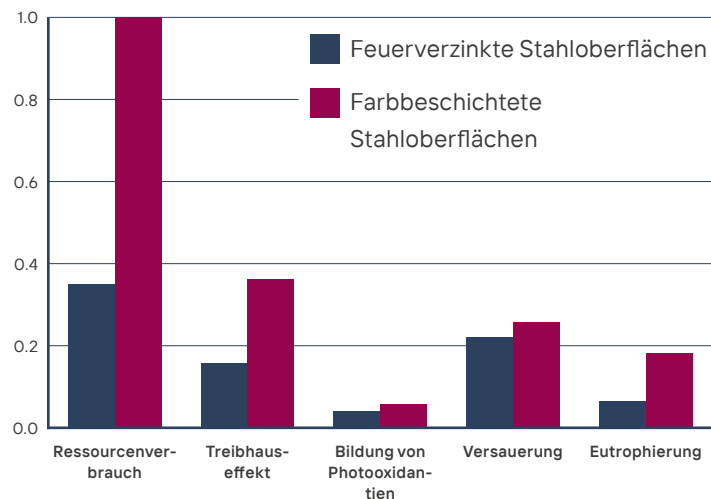
Eine Zusammenfassung der beiden Systeme ist in nebenstehender Abbildung dargestellt. Die Umweltauswirkungen werden durch fünf verschiedene Kategorien dargestellt. Das Balkendiagramm zeigt diese. Die Ergebnisse wurden auf den größten beitragenden Faktor, den Ressourcenverbrauch normiert.

Das Produktsystem Feuerverzinken zeigt in allen Wirkungskategorien geringere Beiträge als das Produktsystem Beschichten auf. In mehreren Wirkungskategorien gibt es deutliche Unterschiede, so beträgt der Anteil der Feuerverzinkung in der Kategorie Eutrophierung (Belastung von Gewässern) nur 18%, in der Kategorie Ressourcenverbrauch nur 32% und beim Treibhauseffekt (CO<sub>2</sub>) nur 38% im Vergleich zur Beschichtung. Die Feuerverzinkung zeichnet sich durch einen geringeren Ressourcenverbrauch und geringere Emissionsbelastungen über den gesamten Lebenszyklus aus.

Die Studie zeigt, dass die Ökobilanz offensichtlich eine aussagekräftige, praxisbezogene Methode zum ökologischen Vergleich von Produkten ist. Sie arbeitet deutliche Unterschiede zwischen zwei etablierten Korrosionsschutzsystemen für Stahlbauten heraus. Das Korrosionsschutzsystem Feuerverzinken verursacht für ein langlebiges Stahlbauobjekt im Vergleich mit einem Beschich-

tungssystem die geringeren Umweltbelastungen. Langlebigkeit und Wartungsfreiheit, die bekannten Vorzüge der Feuerverzinkung sind der Garant für die Umweltfreundlichkeit des Verfahrens. Im dargestellten Beispiel wurde, wie die nebenstehende Tabelle zeigt, eine Einsparung von 57 Tonnen CO<sub>2</sub> über die 60-jährige Lebensdauer des Parkhauses erzielt.

**Vergleich für ein Parkhaus in Stahlbauweise mit 60 Jahren Lebensdauer: Ökobilanzergebnisse normiert auf den höchsten beitragenden Faktor**

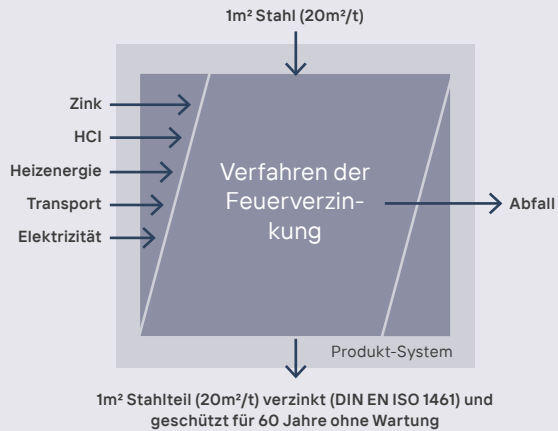




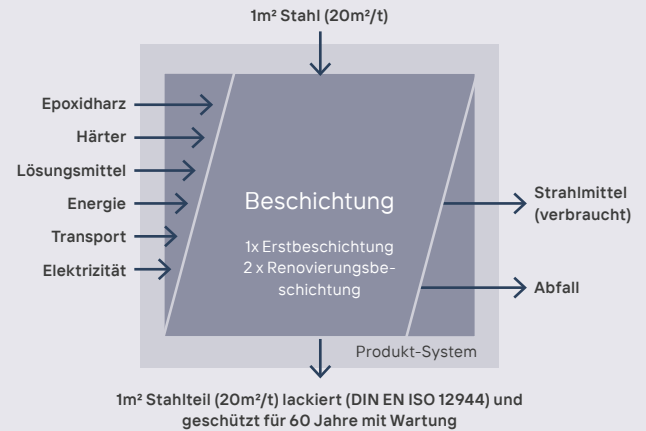
Vergleich für ein Parkhaus in Stahlbauweise mit 60 Jahren Lebensdauer: CO<sub>2</sub>-Emissionen

Lebensdauer (Jahre)	Feuerverzinkte Stahlkonstruktion (kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	Farbbeschichtete Stahlkonstruktion (kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	Einsparung durch Feuerverzinken (kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent)
60	41,500	98,600	57,100
40	41,500	71,600	30,100
20	41,500	60,500	19,000

Feuerverzinktes System



Beschichtungssystem



Die oberen Teile des Eiffelturms werden alle 5 Jahre und die unteren Teile alle 10 Jahre farbbeschichtet



Bei jeder Neubeschichtung werden 60 Tonnen Farbe aufgetragen. 15-20 Tonnen Farbe erodieren zwischen den einzelnen Beschichtungszyklen



Das Entfernen der Farbbeschichtung vor dem Neulackieren erfordert zeitweise Sperrungen des Eiffelturms für Besucher



Bei jeder Neulackierung kommen rund 40 Tonnen Farbe hinzu, was den Eiffelturm langfristig 700 Tonnen schwerer gemacht hat



25 Lackierer verbrauchen 1.500 Maleroveralls und 1.000 Paar Lederhandschuhe



Verwendung von 50 km Sicherheitsseilen, 8000 m<sup>2</sup> Sicherheitsnetzen, 1.500 Pinseln und 5.000 Schleiftellern



Kosten: 4 Mio. € für den letzten Neuanstrich

# WARTUNG DES EIFFELTURMS



Der 1889 erbaute Eiffelturm wurde bereits 19 Mal neu beschichtet

Als Gustave Eiffel 1889 seinen berühmten Turm für die Weltausstellung und die Hundertjahrfeier der Französischen Revolution errichtete, war er als temporäres Bauwerk gedacht. Eiffel ahnte nicht, dass er über 130 Jahre später immer noch als Wahrzeichen von Paris stehen würde.

Aber die Langlebigkeit des Turms hat auch ihren Preis. Die Stahlkonstruktion des Eiffelturms wurde bereits 19 Mal neu beschichtet. Ein Zyklus zur Instandhaltung dauert 18 Monate und kostet 4 Millionen Euro<sup>19</sup>. Die Kosten für den Neuanstrich werden auf ~14 % der aktuellen Baukosten des Turms geschätzt.

Jährlich besuchen Millionen von Touristen das ikonische Bauwerk. Ihnen ist zumeist nicht bewusst, welche Kosten, welchen Ressourcenverbrauch, welche Risiken für die Sicherheit der Arbeiter und welche statischen Folgen die wiederholten Anstriche des Eiffelturms verursachen. Durch rund 40 Tonnen Farbe, die dem stählernen Turm mit jedem Neuanstrich zusätzlich aufgebürdet werden, müssen mittlerweile auch die statischen Folgen der zahlreichen Anstriche gelöst werden.

Bei den derzeitigen Instandsetzungsarbeiten des Eiffelturms ist es deshalb notwendig geworden, sämtliche Farbschichten in bestimmten Bereichen des Turms komplett zu entfernen, um seine Statik nicht zu gefährden. Das Beispiel des Eiffelturms zeigt die wirtschaftlichen und ökologischen Folgen von wenig dauerhaften und wartungsintensiven Korrosionsschutzsystemen.

# LEBENSZYKLUSBEZOGENE NACHHALTIGKEIT VON FEUERVERZINKTEM STAHL

Durch die Verwendung von Konstruktionen aus feuerverzinktem Stahl lassen sich die Lebenszykluskosten und die Umweltauswirkungen erheblich reduzieren.

Diese Vorteile wurden im Rahmen einer Studie der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Deutschland quantifiziert. Die Studie kam zu dem Schluss, dass feuerverzinkte Brücken deutlich wirtschaftlicher und umweltfreundlicher sind als lackierte Brücken, wenn man den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks betrachtet<sup>14</sup>.

Die von der Universität Stuttgart und dem Karlsruher Institut für Technologie durchgeführte Studie betrachtete eine Brücke mit einer Spannweite von 45 Metern, die damit einer typischen Autobahnüberführung entspricht. Die erwartete Nutzungsdauer betrug 100 Jahre. In diesem Zeitraum muss an der beschichteten Brücke mindestens zweimal die Farbbeschichtung komplett erneuert werden. Die feuerverzinkte Stahlbrücke benötigt keine Wartung.

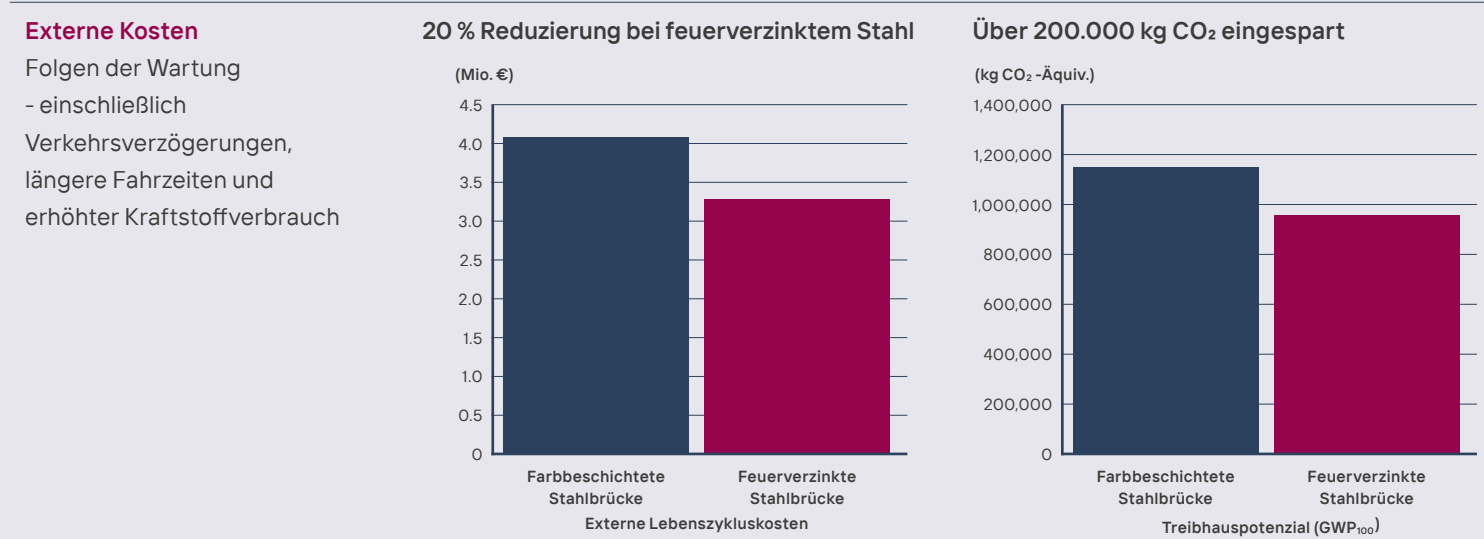
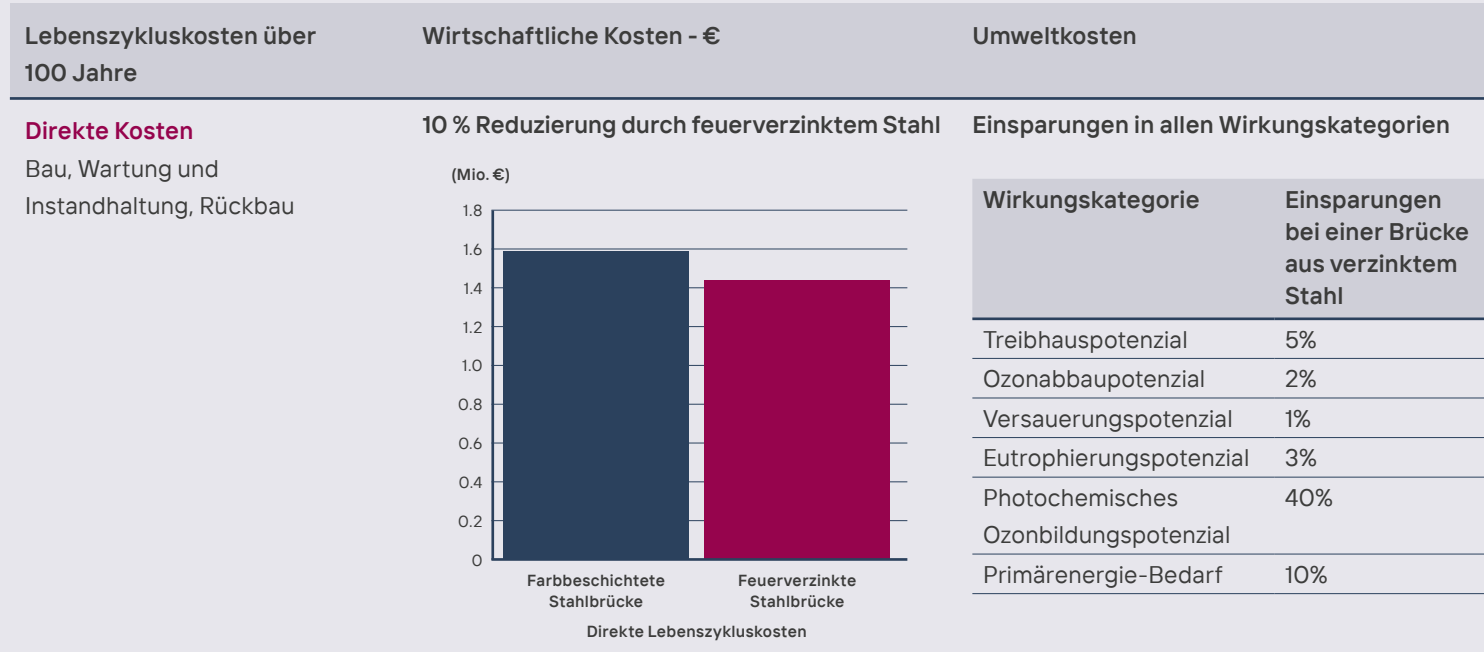
Die Studie hat die Kosten und Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus der Brücke analysiert, das heißt den Bau, die Nutzung und den Rückbau<sup>15</sup>. Auch wurden die externen Kosten und externen Umwelteffekte ermittelt, die durch Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, beispielsweise in Form von verlängerten Fahrzeiten oder erhöhten Kraftstoffverbräuchen und erhöhter Luftverschmutzung entstehen. Bei allen Betrachtungen der Kosten und Umweltauswirkungen lieferte die feuerverzinkte Brücke bessere Ergebnisse.

Unten

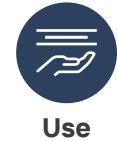
**Feuerverzinkte Brücke über die Rur, Monschau, Deutschland**



# Zusammenfassung der BAST-Studie zur Lebenszyklus-Analyse von Stahlverbundbrücken



# LYDLINCH BRIDGE - ERBAUT 1942 UND IN GUTEM ZUSTAND



Während des zweiten Weltkrieges gab es bereits 1942, das heißt zwei Jahre vor dem sogenannten D-Day, erste Pläne des britischen Verteidigungsministeriums zur Landung der Alliierten in der Normandie.

Wo und wann dies stattfinden sollte, war jedoch streng geheim. Als Voraussetzung für die Invasion musste das vorhandene Straßennetz für eine schnelle Bewegung der Invasionsstreitmacht und ihrer schweren Fahrzeuge in Richtung englischer Südküste ausgebaut werden. In Lydlinch wurde deshalb eine vorhandene schmale Steinbogenbrücke durch eine neue Brücke ergänzt, da sie den schweren Militärfahrzeugen nicht standhalten würde. 1942 errichteten Ingenieure der kanadischen Armee eine mobile Callender-Hamilton-Brücke aus feuerverzinktem Stahl neben der alten Steinbrücke.

Die Brücke war ursprünglich als temporäre Lösung vorgesehen, hat sich aber als dauerhaftes Provisorium erwiesen. Seit 73 Jahren fließt der Verkehr über die einspurige Brücke. In dieser Zeit erfolgten nur geringfügige Änderungen.

Am Holzdeck wurden in den Jahren 1985 und 2009 Reparaturen durchgeführt. An der feuerverzinkten Stahlkonstruktion gab es im Jahr 1996 Ertüchtigungsmaßnahmen, um sicherzustellen, dass die Brücke den Anforderungen der aktuellen Normung entspricht und durch moderne 40 t LKWs befahren werden kann.

Ted Taylor, der leitende Brückeningenieur, sagte hierzu: *"Wir hatten keine wirklichen Schwierigkeiten, diese 'Behelfsbrücke' auf den neuen Standard zu bringen, und die Brücke war in einem bemerkenswert guten Zustand"*. Die Verstärkung bestand aus der Verschraubung von T-Profilen mit den vorhandenen Querträgern und durch Hinzufügung einiger Längsträger. Die Hauptträger wurden so belassen, wie sie seit 1942 waren.

Die Brücke wurde 2014 inspiziert und war in einem sehr guten Zustand.

Untersucht wurden die wichtigsten Fachwerksdiagonalen, Knotenbleche und Schraubenköpfe. Die gemessenen Zinkschichtdicken der Fachwerksdiagonalen lagen zwischen 126 µm

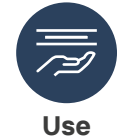


und 167  $\mu\text{m}$ . An den Knotenblechen wurden Zinkschichten zwischen 131  $\mu\text{m}$  und 136  $\mu\text{m}$  ermittelt. Die Schichtdicken der Schraubenköpfe lagen zwischen 55  $\mu\text{m}$  und 91  $\mu\text{m}$ .

Fazit: Die Callender-Hamilton-Brücke in Lydlinch ist auch rund 80 Jahre nach ihrer Errichtung noch in gutem Zustand und hat das Potenzial eine Lebensdauer von weit über 100 Jahren zu erreichen.



# BAHNHOFSGEBÄUDE IN BAYERN – MEHR ALS 120 JAHRE ALT



Im Juni 1898 nahmen die Königlich Bayerischen Staatseisenbahnen den Abschnitt der Ammerseebahn von Mering nach Schondorf mit dem Bahnhof in St. Ottilien in Betrieb. Das Bahnhofsgebäude war eine kleine feuerverzinkte Wellblechhütte, die sowohl als Fahrkartenschalter als auch als Personalraum diente.

Mit dem Bau eines neuen Empfangsgebäudes im Jahr 1914 wurde die Wellblechhütte ersetzt, blieb aber als Nebengebäude am Bahnhof stehen. Ab 1925 stand sie verwaist am Rande einer Wiese umgeben von Wildwuchs, wo sie als Überdachung einer Pumpstation diente. 2001

wurde die Hütte von den Mönchen der Erzabtei St. Ottilien restauriert, wobei die feuerverzinkten Wellbleche bis auf einen schmalen Streifen im Bodenbereich der Hütte noch die Originalbleche aus dem Ursprungsjahr 1898 sind und lediglich gesäubert wurden. Die feuerverzinkte Hütte steht heute wieder am Bahnhof Sankt Ottilien in der Nähe des Bahnsteigs.

Nach 120 Jahren sind die meisten der feuerverzinkten Wellbleche noch weitgehend intakt – ein unbestrittener Beweis für die Langlebigkeit und Robustheit von verzinktem Stahl im Bauwesen.



Links

Bei der Inspektion im Jahr 2016 zeigten viele der verzinkten Wellbleche nach 118 Jahren noch Zinkblumenmuster und hohe Zinkschichtdicken von mehr als 90 Mikrometer



# WIE FEUERVERZINKEN STAHL SCHÜTZT



Oben

**Durch Eintauchen in die Zinkschmelze werden Bauteile mit einer Zinkschicht überzogen**

Unten

**Feuerverzinkte Brückenträger vor der Auslieferung**

Die Stückverzinkung nach DIN EN ISO 1461<sup>16</sup> ist ein Korrosionsschutzsystem für Stahl, bei dem der Stahl mit Zink überzogen wird, um ihn vor Korrosion (Rost) zu schützen. Es handelt sich um ein einfaches, aber hochwirksames Verfahren, bei dem gereinigte Eisen- oder Stahlteile in geschmolzenes Zink (das in der Regel etwa 450°C heiß ist) getaucht werden. Durch eine metallurgische Reaktion zwischen dem Eisen und dem Zink bilden sich Eisen-Zink-Legierungsschichten, die unlösbar mit dem Stahl verbunden ist.

Die typische Tauchzeit beim Stückverzinken beträgt etwa vier bis fünf Minuten, kann aber bei schweren Bauteilen oder dort, wo das Zink in Hohlräume eindringen soll, länger sein. Beim Herausziehen der Bauteile aus dem Zinkbad überziehen sich diese Legierungsschichten mit einer Reinzinkschicht. Dadurch entsteht normalerweise ein silbrig glänzender Überzug, teilweise mit einem ausgeprägten Zinkblumenmuster.

Eine der wichtigsten Eigenschaften von Zink ist seine Fähigkeit, Stahl vor Korrosion zu schüt-

zen. Die Lebensdauer und Haltbarkeit von Stahl wird durch einen Zinküberzug erheblich verbessert. Kein anderer Korrosionsschutz kann Stahl so effizient und kostengünstig schützen.

Ungeschützt korrodiert Stahl in fast jeder Umgebung. Zinküberzüge stoppen die Korrosion von Stahl auf zwei Arten – durch eine physikalische Barriere und einen elektrochemischen Schutz. Der Zinküberzug bietet eine undurchlässige metallische Barriere, die keine Feuchtigkeit und keinen Sauerstoff an den Stahl heranlässt.

Die Dicke von Zinküberzügen kann von 45µm bis über 200µm reichen. Die Schutzdauer von Zinküberzügen hängt von der Zinkschichtdicke ab. Mit anderen Worten: Eine Verdopplung der Zinkschichtdicke verdoppelt die Schutzdauer.

Eine positive Eigenschaft von feuerverzinkten Überzügen ist der „kathodische Schutz“. Dieser setzt ein, wenn die Feuerverzinkung trotz ihrer Robustheit beschädigt wird. Wird der Zinküberzug beschädigt, so gehen beim Vorhandensein einer ausreichenden Feuchtigkeitsmenge

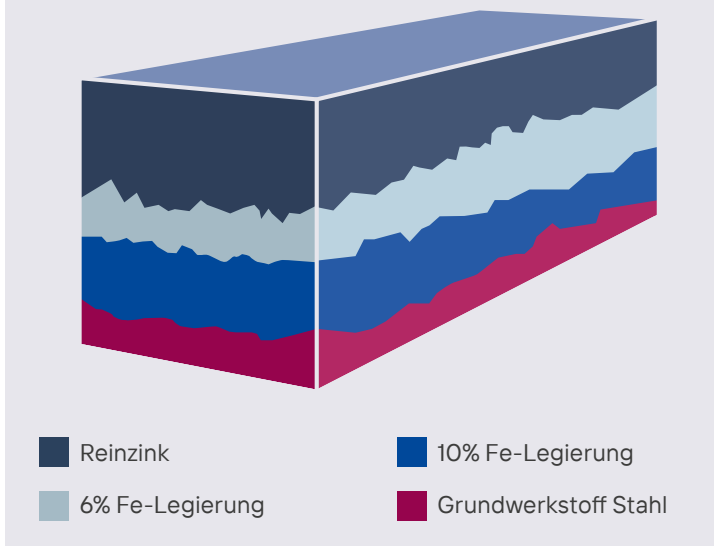
Zinkionen in Lösung und lagern sich an der beschädigten Stelle ab. Dieser Prozess sorgt dafür, dass an kleineren Schadstellen wie Kratzern und Schrammen keine unerwünschte Korrosion entsteht.

Die Härte der Eisen-Zink-Legierungsschichten ist oft deutlich höher als die Härte des darunter liegenden Stahls. Daher bietet die Verzinkung einen einzigartigen Schutz gegen mechanische Einflüsse. Eine Feuerverzinkung ist 20-mal härter, 10-mal abriebfester, 8-mal schlagfester und hat eine bis zu 4-mal höhere Haftfestigkeit als ein typisches Beschichtungssystem<sup>17</sup>. Stahlbauteile können an ihren Kanten rosten, wenn sie beschichtet wurden oder aus Stahlblechen gefertigt sind, die vor dem Schneiden oder Formen bandverzinkt wurden. Dies ist bei stückverzinktem Stahl nicht der Fall. Die Stückverzinkung bietet einen Rundum-Schutz und einen optimalen Kantenschutz, da Zinküberzüge normalerweise an Ecken und Kanten dicker sind.

Die Verzinkung bietet eine hervorragende chemische und thermische Beständigkeit. Ein wichtiger Faktor, der das Korrosionsverhalten von Zinküberzügen in Flüssigkeiten beeinflusst, ist der pH-Wert. Zinküberzüge zeigen ein stabiles Verhalten in Lösungen mit einem pH-Wert über 5,5 und unter 12,5. Innerhalb dieses Bereichs bildet sich eine Schutzschicht auf der Zinkoberfläche, so dass die Korrosionsrate sehr gering ist. Auch die thermische Beständigkeit ist hervorragend. Feuerverzinkte Stahlkonstruktionen, wie z. B. Skilifte, in den Alpenregionen und in den Forschungsstationen der Antarktis sind Beispiele für Robustheit und Dauerhaftigkeit bei niedrigen Temperaturen.

Durch das Eintauchen von Stahl in die Zinkschmelze werden auch unzugängliche Stellen vor Korrosion geschützt. Die Feuerverzinkung schützt Hohlprofile sowohl innen als auch außen.

### Schematischer Schnitt durch einen typischen Zinküberzug



Der Korrosionsschutz durch Feuerverzinken besitzt auch Brandschutzzeigenschaften, denn er verbessert die Feuerwiderstandsdauer von Stahl<sup>18</sup>. Die Verbesserung des Feuerwiderstands basiert auf einer verringerten Emissivität von feuerverzinkten Stählen. Emissivität ist ein Maß dafür, wie stark ein Material Wärmestrahlung mit seiner Umgebung austauscht. Gerade in der Anfangsphase eines Brandes führen verringerte Werte der Emissivität zu einer deutlich verzögerten Erwärmung der Bauteile und können insbesondere bei Bauteilen mit einer ausreichenden Massivität wesentlich dazu beitragen, einen geforderten Feuerwiderstand von R30 zu erreichen. Hierdurch kann oft auf weitere Brandschutzmaßnahmen verzichtet werden.





# GARSINGTON OPERA - DEMONTIERBARER PAVILLON



Reuse



Garsington Opera ist ein englisches Opernfestival. Mit dem Umzug der Garsington Opera nach Wormsley, einem typischen englischen Landgut zwischen London und Oxford, gab es zahlreiche Verbesserungen, um den gestiegenen Erwartungen der Opernbesucher zu entsprechen. Ein neuer Pavillon bietet eine hervorragende Akustik und einen perfekten Rahmen, um Opernaufführungen auf höchstem Niveau zu erleben. Der Sommerpavillon mit 600 Sitzplätzen ist so konzipiert, dass er innerhalb von 3-4 Wochen abgebaut werden kann und keine bleibenden Spuren hinterlässt.

Um die Bauzeiten und die Kosten für die Montage und Demontage des temporären Gebäudes zu minimieren und einen weitgespannten, stützenfreien Innenraum zu gewährleisten, wurde die Konstruktion in Stahl ausgeführt. Die gesamte Stahlkonstruktion wurde durch Feuerverzinken vor Korrosion geschützt.

Die Feuerverzinkung wurde aufgrund ihres langfristigen Schutzes und ihrer Robustheit ausgewählt. Garsington hat einen 15-jährigen Mietvertrag für den Standort. Das Gebäude

wurde für eine Lebensdauer ausgelegt, die mindestens diesen Zeitraum abdeckt. Zudem musste es mechanisch belastbar sein, um der jährlichen Montage und Demontage standzuhalten. Auch die Wartungsfreiheit der feuerverzinkten Konstruktion war unter dem Aspekt der Vermeidung von Umweltbelastungen durch Instandsetzungsarbeiten ein zentrales Kriterium.

Die Oper leistet einen sehr positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit unter wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Aspekten. Durch die gewählte, einfach rückbaubare Leichtbauweise finden Auswirkungen auf die Umwelt nur temporär und minimiert statt.



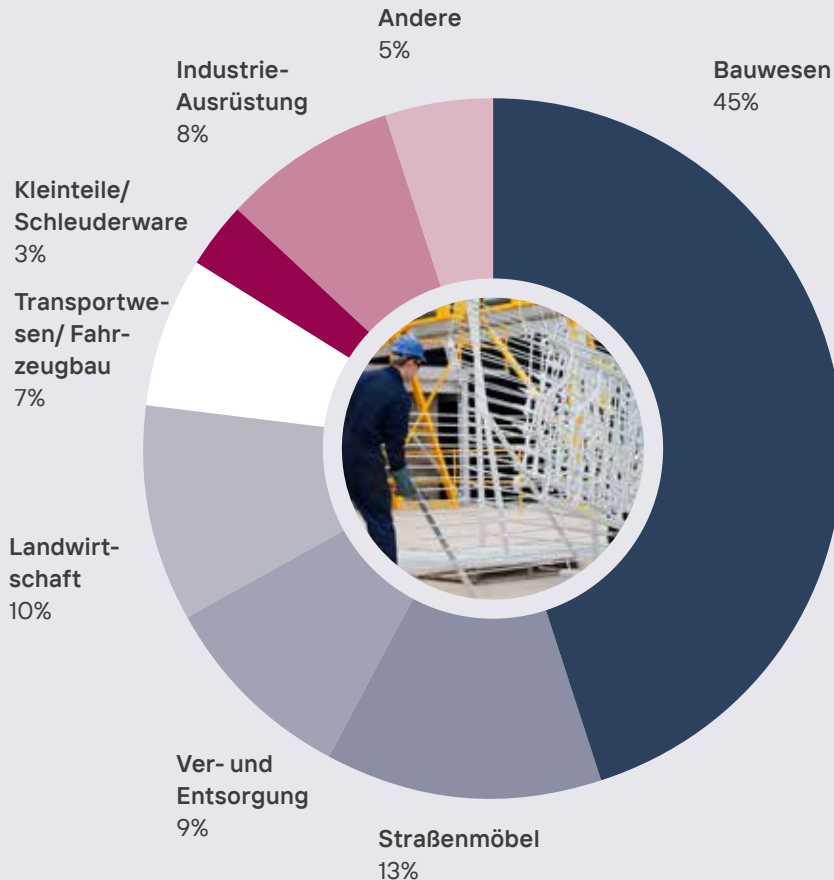
Oben

**Feuerverzinkter Stahl erleichtert den jährlichen Auf- und Rückbau des Pavillons**

Rechts

**Im Opernpavillon finden jeden Sommer Aufführungen statt**

Die Stückverzinkung nach DIN EN ISO 1461 wird vielfältig eingesetzt, beispielsweise im Bauwesen oder in der Infrastruktur



Source: EGGA

---

# 1836

Erste Patente für das Stückverzinkungsverfahren

---

# ~22,500

Mitarbeiter arbeiten in der europäischen Feuerverzinkungsindustrie

---

# 8 Millionen

Tonnen feuerverzinkter Stahl pro Jahr in Europa

---

# 700

In Europa gibt es ein dichtes Netz an Verzinkungsanlagen

---



Überwiegend KMUs mit regionalen Mitarbeitern und sozialer Verantwortung

---



Kann für Stahl jeglicher Art verwendet werden - von Kleinteilen bis hin zu großen Stahlbau-Konstruktionen von über 20 Metern Länge

---

# DIE FEUERVERZINKUNGSINDUSTRIE

Europas Stückverzinkungsindustrie ist über den ganzen Kontinent verteilt. Hierdurch ist das Feuerverzinken für die Fertigungs- und Bauindustrie ein Verfahren der kurzen Wege. Der Stahl muss nicht über große Distanzen zu einer Feuerverzinkerei transportiert werden. Dies senkt die Transportkosten und führt zu einer maximalen Reduktion der Umweltauswirkungen.

Während kleinere Anlagen sich auf leichtere Stahlbauteile spezialisieren, werden größere Stahlkonstruktionen von den großen Anlagen feuerverzinkt. Diese Entwicklung hat einen hocheffizienten und wettbewerbsfähigen Sektor geschaffen.

Das Feuerverzinken wird für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Obwohl die Bauindustrie der größte Nachfrager ist, kommt stückverzinkter Stahl auch in den Bereichen erneuerbare Energien, Automotive, Landwirtschaft, Ver- und Entsorgung und einer Reihe von industrietechnischen Anwendungen zum Einsatz. Überall da, wo Stahl verwendet wird, ist auch das Feuerverzinken zu finden.

Die Mehrzahl der Unternehmen in der Stückverzinkungsindustrie sind KMUs oder mittelständische Unternehmen. Und überwiegend handelt es sich um Familienunternehmen.

Die Stückverzinkungsindustrie übernimmt eine wichtige Rolle als lokaler Arbeitgeber und für die regionale, wirtschaftliche Entwicklung. Die europäische Stückverzinkungsindustrie beschäftigt rund 22.500 Menschen und erzielt einen Jahresumsatz von ca. 3.200 Millionen €.

Feuerverzinken ist ein mehrstufiges Tauchverfahren, das nur in speziellen Industrieanlagen durchgeführt werden kann. Der Stahl durchläuft die Anlage und verlässt diese als fertig verzinktes Produkt.

Zink als wichtigster Rohstoff wird im Verzinkungsprozess sehr effizient eingesetzt. Der Tauchvorgang stellt sicher, dass jegliches Zink, das nicht auf den Stahl aufgetragen wird, im Verzinkungsbad verbleibt. Zink, das an der Oberfläche des Bades oxidiert, auch als "Zinkasche" bezeichnet, wird entfernt, gesammelt und recycelt, manchmal bereits in der Verzin-

keri. Sogenanntes Hartzink, das sich am Boden des Bades bildet, wird regelmäßig entfernt und ebenfalls recycelt.

Für den Betrieb des Zinkbades, das die ca. 450 °C heiße Zinkschmelze enthält, wird viel Energie benötigt, in der Regel wird Erdgas eingesetzt, in seltenen Fällen auch Elektrizität.

Die Verzinkungsindustrie als energieintensive Branche, arbeitet kontinuierlich daran den Energieverbrauch zu reduzieren und effizient zu gestalten. In einigen Ländern hat sich die Verzinkungsindustrie Ziele für eine bessere Energieeffizienz und ein verbessertes Energiemanagement gesetzt und fördert neue Technologien, um diese Ziele zu erreichen. Beispiele für diese Fortschritte sind:

- Einführung von Solarstrom für den Energiebedarf von Anlagen
- verbesserte Brennertechnologie für mehr Energieeffizienz
- Effizientere Badabdeckungen (Einsatz bei Wartung und Ruhezeiten)
- stärkere Nutzung der Abwärme zur Beheizung der Vorbehandlungsbecken
- elektrischer Strom für den innerbetrieblichen Transport und Staplerbetrieb

Die Emissionen innerhalb der Anlage werden sorgfältig kontrolliert, um Störungen oder Probleme für die umliegende Nachbarschaft zu vermeiden. Verzinkungsanlagen müssen der EU-Richtlinie über Industrieemissionen<sup>19</sup> und den „Best verfügbaren Techniken“ (BREF)<sup>20</sup> entsprechen. Hierdurch wird für das Feuerverzinken ein einheitliches Niveau in ganz Europa sichergestellt.

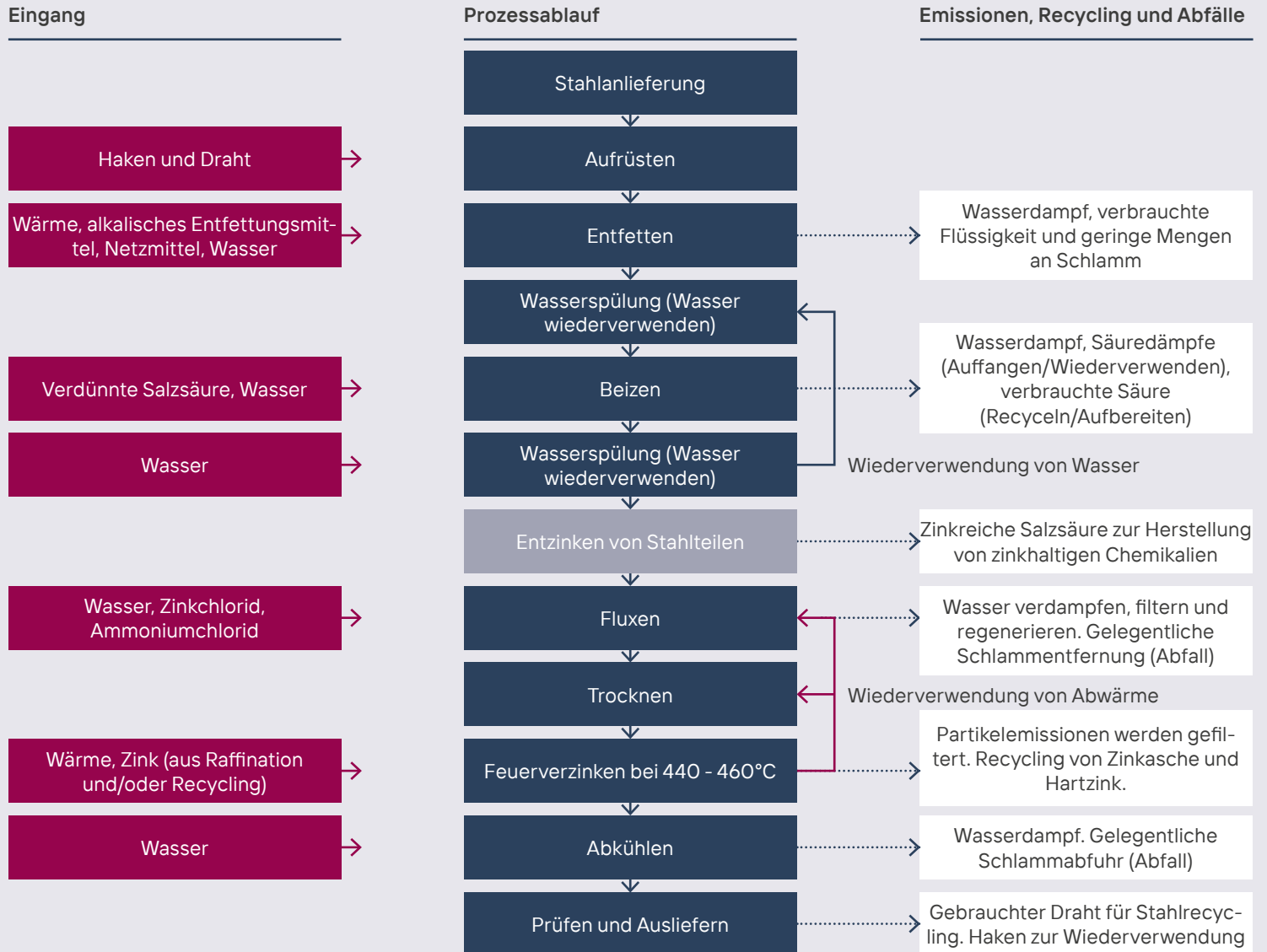
Die Vorbehandlungsschritte des Verzinkungsprozesses zielen hauptsächlich auf die Reinigung der Stahlartikel ab. Prozessverbrauchsmaterialien wie Salzsäure und Flussmittellösungen werden recycelt und/oder wiederaufbereitet:

- verbrauchte Salzsäurelösungen werden zur Herstellung von Eisenchlorid für den Einsatz in der kommunalen Abwasserbehandlung verwendet
- Aufgrund einer verbesserter Überwachung und Wartung des Flussmittels wird dieses nur noch selten entsorgt. Durch geschlossene Kreisläufe wird das Flussmittel zunehmend recycelt und danach wiederverwendet
- saure Entfettungsmittel wurden entwickelt, die unbeheizt auch bei Umgebungstemperaturen funktionieren.

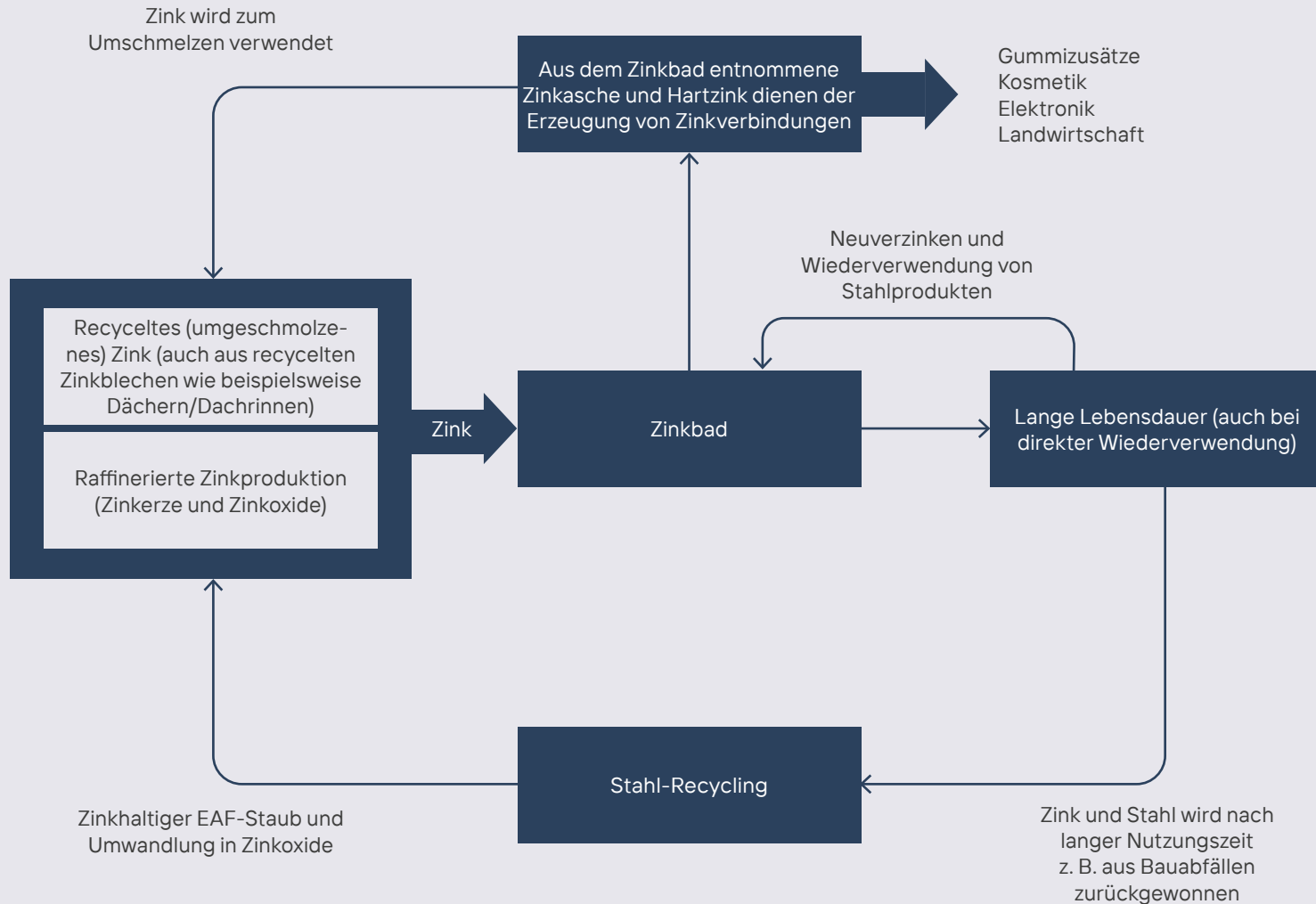
Verzinkungsanlagen arbeiten im Vergleich mit anderen Korrosionsschutztechnologien wie Beschichtungsanlagen abwasserfrei.



# Der Verzinkungsprozess: Inputs, Emissionen, Abfälle und Recyclingströme



## Stoffstrom von recyceltem Zink innerhalb des Verzinkungsprozesses und nach jahrzehntelanger Verwendung



## Fakten zu Zink

Die Welt ist reich an natürlich vorkommendem Zink. Zink verfügt über ein hochentwickeltes und wirtschaftlich erfolgreiches Recyclingkreislauf-System.



7 Millionen Tonnen Zink werden jedes Jahr recycelt



1.900 Millionen Tonnen Zink befinden sich in bekannten Lagerstätten



0,5 Millionen Tonnen Zink werden in Europa jährlich für das Stückverzinken verwendet und schützen damit 8 Millionen Tonnen Stahl



12 Millionen Tonnen Zink stammen pro Jahr aus Minenproduktion



Zink ist eines der am häufigsten vorkommendes Element in der Erdkruste



19 Millionen Tonnen Zink werden pro Jahr über alle Verwendungen eingesetzt

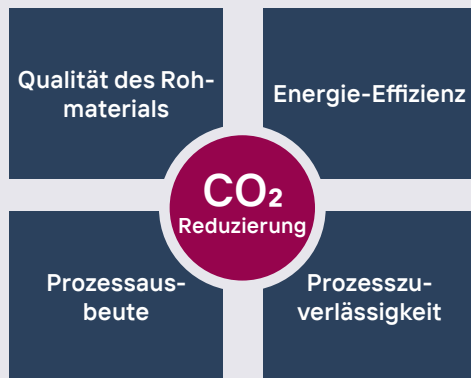
Quelle:  
International Zinc  
Association; US  
Geological Survey;  
EGGA



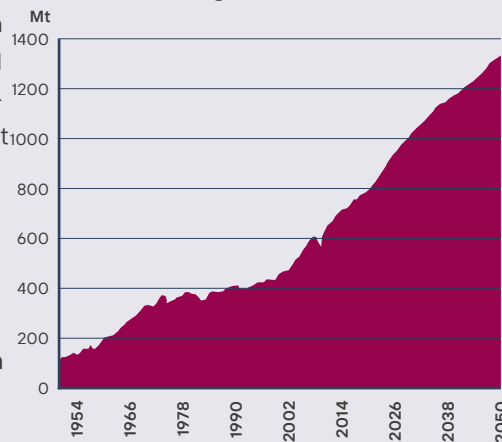
## Dekarbonisierung der Stahlproduktion

Die Stahlhersteller setzen sich ehrgeizige Ziele zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung und investieren in transformative Projekte. Die World Steel Association als Dachorganisation der weltweit führenden Stahlhersteller befürwortet einen 3-gleisigen Ansatz, der nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert, sondern auch zu einem nachhaltigeren Betrieb der Weltwirtschaft beiträgt:

**Track 1 - Verringerung der Auswirkungen**  
*Verbesserung der operativen Effizienz* – durch einen 4-stufigen Effizienzprüfungsprozess ("Step Up").



**Globale Verfügbarkeit von Stahlschrott**



*Maximierung des Schrotteinsatzes* – Stahl ist bereits das am meisten recycelte Material der Welt, und es ist zu erwarten, dass die globale Schrottverfügbarkeit bis 2030 eine Milliarde Tonnen erreichen wird, was zu einer weiteren Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes pro Tonne produzierten Stahls führt.

*Innovative Technologie* – Revolutionierung der Stahlerzeugung durch den Einsatz von Wasserstoff als Ersatz für fossile Brenn-

stoffe sowie Kohlenstoffabscheidung und -speicherung zur Vermeidung von Emissionen.

**Track 2 - Fortschrittstragende Stahlprodukte für die gesellschaftliche Transformation**

Stahl leistet in vielen Sektoren enorme Beiträge zur Emissionsreduzierung - in der Mobilität, bei der Energiewende und in Null-Energie-Gebäuden.

**Track 3 - Förderung der Materialeffizienz durch die Kreislaufwirtschaft**

Die Stahlindustrie arbeitet mit ihren Kunden zusammen, um eine ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus von Stahlprodukten und deren Design und Materialwahl zu fördern.

Weitere Informationen unter:  
[www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)

# UMWELTPRODUKTDEKLARATIONEN

Umweltdaten für das Stückverzinken sind für Anwender und Entscheidungsträger verfügbar

Sachbilanzdaten (Life Cycle Inventory, LCI) sind ein wichtiges Werkzeug für die detaillierte Untersuchung der Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus. Allerdings sind LCI-Daten für Produktnutzer nicht einfach zu interpretieren, und es ist heute zunehmend üblich, die Umweltleistung über das einfachere Format einer Umweltproduktdeklaration (EPD) zu kommunizieren.

EGGA hat eine paneuropäische LCI-Studie für ein durchschnittliches stückverzinktes Stahlprodukt entwickelt. Das Endergebnis dieser Arbeit war eine Sachbilanz für den Prozess des Stückverzinkens, basierend auf Daten, die von Mitgliedern der nationalen EGGA-Verbände aus ihren eigenen Betrieben gemäß ISO 14040/14044<sup>21</sup> erhoben wurden. Der durchschnittliche Energie- und Ressourcenverbrauch sowie die Emission von Stoffen in die Umwelt, die sich aus einem LCI einer repräsentativen Stichprobe von Anlagen auf europäischer Ebene ergeben, wurden entsprechend der definierten Systemgrenzen berechnet.

Das Feuerverzinken ist eine Korrosionsschutzdienstleistung, die von einer Vielzahl von Anbietern erbracht werden kann, die in der Ausschreibungsphase, z. B. bei Bauprojekten, nicht identifizierbar sind. Eine "unternehmensbezogene"-EPD ist daher für diese Art von Korrosionsschutzdienstleistung weniger nützlich. Vor diesem Hintergrund hat die EGGA das Beratungsunternehmen Life Cycle Engineering beauftragt, eine "sektorale" EPD für das Feuerverzinken von Stahlprodukten zu erstellen.

Die EPD basiert auf einer Stichprobe, die mehr als 1 Million Tonnen (~19%) der Produktion von 66 Feuerverzinkereien in 14 Ländern umfasst und damit sehr repräsentativ für die europäische Verzinkungsindustrie ist<sup>22</sup>.

In Übereinstimmung mit den Regeln des internationalen EPD® -Systems: PCR 2011:16 "Corrosion protection of fabricated steel products"<sup>23</sup> wird die deklarierte Einheit (die Referenzeinheit, auf die sich die Ergebnisse beziehen) für 1 Jahr Schutz von 1 m<sup>2</sup> Stahlblech mit einer Dicke von 8 mm dargestellt, berechnet auf der Grundlage der von EN ISO

14713-1 vorhergesagten Lebensdauer von 63 Jahren. Die Ergebnisse zeigen, dass die Umweltbelastungen durch die Verzinkung einen sehr geringen Anteil am Gesamtprodukt (~5% des Globalen Erwärmungspotenzials) haben.

Eine vereinfachte Zusammenfassung der EPD-Ergebnisse für die wichtigsten von der PCR geforderten Umweltauswirkungsindikatoren ist nebenstehend dargestellt. Details zur vollständigen EPD finden Sie unter [www.galvanizingeurope.org](http://www.galvanizingeurope.org).

Die Verzinkungsindustrie arbeitet auch auf nationaler Ebene eng mit der Stahlbauindustrie zusammen, um sicherzustellen, dass transparente und robuste Umweltdaten für feuerverzinkte Stahlprodukte verfügbar sind, wo dies erforderlich ist:

- In Deutschland hat bauforumstahl e.V. in Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Feuerverzinken e.V. die EPD "Feuerverzinkte Baustähle: Offene Walzprofile und Grobbleche" gemäß den Anforderungen des Instituts Bauen und Umwelt e.V. erstellt,<sup>24</sup>
- In den Niederlanden hat Zink Info Benelux mit Partnern aus der Stahlindustrie zusammengearbeitet, um Daten zu verzinktem Stahl in die nationale Datenbank Milieu Relevante Product Informatie (MRPI) für Bauprodukte aufzunehmen.
- In Frankreich hat Galvazinc eine Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) für verzinkten Stahl erstellt.

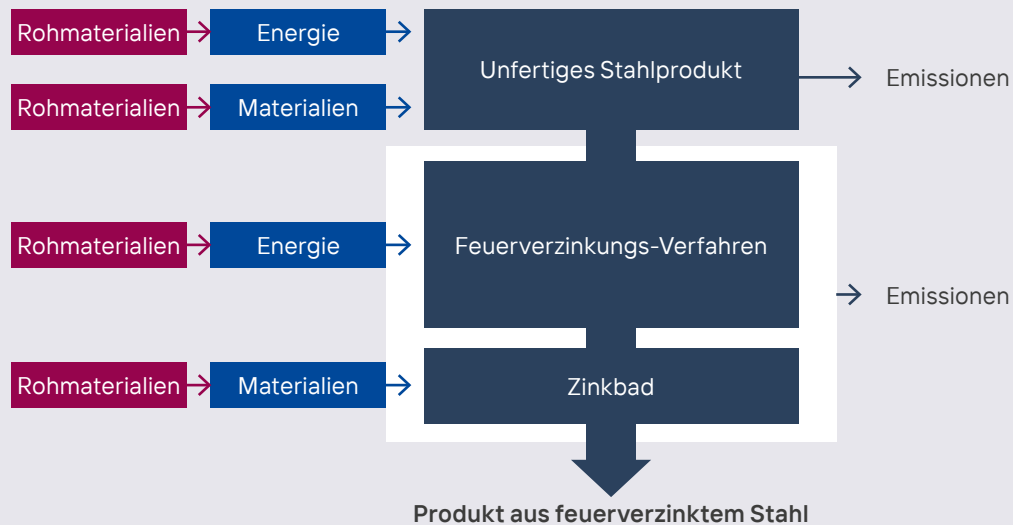
#### Grundlage der EGGA-Branchen-EPD für die Stückverzinkung

<b>Substrat</b>	Stahlplatte mit den Abmessungen 1m x 1m x 8mm und einem Gewicht von 62,4kg
<b>Feuerverzinkte Schichtdicke (nach DIN EN ISO 1461)</b>	85 Mikrometer
<b>Expositionsumgebung</b>	Korrosivitätskategorie C3 (gemäß ISO 9223) mit einer durchschnittlichen Zinkkorrosionsrate von 1,35 Mikrometern pro Jahr
<b>Voraussichtliche Lebensdauer des wartungsfreien Zinküberzuges</b>	Minimum 63 Jahre
<b>Funktionseinheit (Ergebnisse)</b>	Belastungen pro Schutzjahr

**EGGA-Branchen-EPD-Ergebnisse (Belastungen pro Schutzjahr für eine 1m x 1m x 8mm Stahlplatte).**

Indikatoren für die Umweltbelastung	Auswirkungen des verzinkten Stahlproduktes mit einer Verzinkung gemäß DIN EN ISO 1461
Globales Erwärmungspotenzial, GWP [ kg CO <sub>2</sub> eq ]	0,12
Ozonabbaupotenzial, ODP [ kg CFC-11 eq ]	1,28E-08
Photochemische Ozonbildung, POCP [ kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq ]	3,50E-05
Versauerungspotenzial, AP [ kg SO <sub>2</sub> eq ]	1,05E-03
Eutrophierungspotenzial, EP [ kg PO <sub>4</sub> eq ]	9,30E-05
Abbau der abiotischen Ressourcen-Elemente, ADP-Elemente [ kg Sb eq ]	1,19E-05
Abbau der abiotischen Ressourcen - fossil, ADP - fossile Brennstoffe [ MJ ]	1,55

**EGGA Sachbilanz für verzinkten Stahl: Systemübersicht**



# FEUERVERZINKEN FÜR GESUNDES BAUEN

Der durchschnittliche Mensch verbringt nur 10 % seiner Zeit im Freien, 90% der Zeit wird in Innenräumen verbracht<sup>25</sup>. Eine gute Luftqualität in Innenräumen ist daher entscheidend, um Gesundheitsrisiken zu reduzieren und die Produktivität am Arbeitsplatz zu erhalten.

Flüchtige organische Verbindungen (VOCs), die aus Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen und Oberflächen wie Farbbeschichtungen stammen, spielen eine wichtige Rolle bei der Luftqualität in Innenräumen. Die Bedeutung der Luftqualität in Innenräumen wird seitens der Politik aufgrund ihrer Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden und der Wirkung, die sie auf Leistung und Produktivität haben kann, zunehmend ins Bewusstsein gerückt. Obwohl es schwierig ist, bestimmte VOCs oder Produkte direkt mit bestimmten Gesundheitsbeschwerden in Verbindung zu bringen, mehren sich die Hinweise darauf und für einige Chemikalien sind die Auswirkungen bereits bekannt.

Feuerverzinkter Stahl ist die perfekte Wahl für eine optimale Luftqualität in Innenräumen, da metallische Zinküberzüge keinerlei negative Auswirkungen auf die Raumluft haben.





## Zink - das gesunde Baumaterial

Zink ist essentiell für die menschliche Gesundheit und wichtig für ein gesundes Immunsystem



Zink verbessert unser Gedächtnis und Denken, indem es zusammen mit anderen Stoffen interagiert, um Nachrichten an das sensorische Gehirnzentrum zu senden. Zink kann auch Müdigkeit und Stimmungsschwankungen reduzieren.

Zink besitzt im menschlichen Stoffwechsel eine essentielle Rolle und sorgt für ein gutes Zellwachstum im Körper. Zink ist deshalb besonders wichtig während der Schwangerschaft, für den wachsenden Fötus, dessen Zellen sich schnell teilen.



Bei Frauen kann Zink helfen, Menstruationsprobleme zu behandeln und die Symptome des prämenstruellen Syndroms zu lindern.

Zink ist wichtig für das Geschmacks und Geruchsempfinden. Es wird für die Erneuerung der Hautzellen benötigt und hält unsere Haare und Nägel gesund.

Zink ist ein elementarer Bestandteil von Cremes und Sonnenschutzmitteln.

Bei Männern schützt Zink die Prostata und hilft, die Spermienzahl und -beweglichkeit zu erhalten.



Zink hat sich bei der Bekämpfung von Infektionen als wirksam erwiesen und kann sogar die Dauer und den Schweregrad einer Erkältung reduzieren. Die Rolle von Zink bezüglich der Milderung von COVID-19-Verläufen wird immer deutlicher<sup>26</sup>.

Zink hilft uns, in Bewegung zu bleiben und einen gesunden, aktiven Lebensstil zu genießen. Unter allen Vitaminen und Mineralien zeigt Zink die stärkste Wirkung auf unser Immunsystem.

Zink ist lebenswichtig für die Aktivierung des Wachstums bei Säuglingen, Kindern und Teenagern.

Mehr über Zink und Gesundheit erfahren: [www.zinc.org/essential](http://www.zinc.org/essential)

# BITTE NEHMEN SIE PLATZ



Remake



Reuse

„Please Be Seated“ (Bitte nehmen Sie Platz) war eine temporäre Installation während des London Design Festivals. Für die Installation wurden wiederverwendetes Holz aus Gerüstplanken und wiederverwendete Gerüststangen aus feuerverzinktem Stahl eingesetzt, um das Thema Wiederverwendung erlebbar zu machen sowie den Fokus auf die Wiederverwendung und den Wiedereinsatz von Bauabfällen zu lenken. Die Installation wurde von Arup in Kooperation mit dem britischen Designer Paul Cocksedge erarbeitet.

Nach der Demontage soll die Installation an einem anderen Ort wieder aufgebaut werden



# REFERENZEN

<sup>1</sup> Galvanizing in Sustainable Construction: A Specifiers' Guide, Edited Prof. Tom Woolley, published by EGGA (2008) <https://www.galvanizingeurope.org/publications/galvanizing-and-sustainable-construction-a-specifiers-guide/>

<sup>2</sup> IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]

<sup>3</sup> COM(2020) 563 final - Amended proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)

<sup>4</sup> COM/2019/640 final - Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - The European Green Deal

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/environment/levels\\_en](https://ec.europa.eu/environment/levels_en)

<sup>6</sup> Steel - The Permanent Material in the Circular Economy, The World Steel Association, 2016. ISBN 978-2-930069-86-9

<sup>7</sup> Circular Economy: Principles for Buildings Design (DG GROW), <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984>

<sup>8</sup> European Recommendations for Reuse of Steel Products in Single-Storey Buildings, 1st Edition 2020, Ana M. Girão Coelho; Ricardo Pimentel; Viorel Ungureanu; Petr Hradil; Jyrki Kesti, Published by ECCS – European Convention for Constructional Steelwork

<sup>9</sup> Verkenning duurzame geleiderail Spoor bestaand: Rapportage en advies na de gezamenlijke ketenverkenning in 2020, Versie 1.0, Sjoerd Jongsma; Tim Brockhoff; Joost Meijer (TwynstraGudde). (in Holländisch) [circulairemaakindustrie.nl/app/uploads/2020/07/Rapportage-Verkenning-Duurzame-Geleiderail-inc.-bijlage-1-en-2.pdf](https://circulairemaakindustrie.nl/app/uploads/2020/07/Rapportage-Verkenning-Duurzame-Geleiderail-inc.-bijlage-1-en-2.pdf) and <https://rwsinnoveert.nl/@216458/innovatieopgaven/>

<sup>10</sup> <https://www.ce.nl/publicaties/1540/lca-resultaten-van-geleiderails> (in Holländisch)

<sup>11</sup> Piret N L 'Processing of Zinc-bearing Iron and Steelmaking Residues - An Overview', Lead & Zinc 2010, Pb-Zn Short Course, COM 2010, Vancouver

<sup>12</sup> Ökobilanzieller Vergleich von Korrosionsschutzsystemen für Stahlbauten, Technische Universität Berlin, Berlin (2006)

<sup>13</sup> [www.toureiffel.paris/en/the-monument/painting-eiffel-tower](http://www.toureiffel.paris/en/the-monument/painting-eiffel-tower)

<sup>14</sup> Kuhlmann, U.; Maier, Ph.; Ummenhofer, T.; Zinke, T.; Fischer, M.; Schneider, S. Untersuchung zur Nachhaltigkeitsberechnung von feuerverzinkten Stahlbrücken, Bergisch Gladbach, final report BASt Vorhaben FE 089.0291/2013, 2014.

<sup>15</sup> Comparative life cycle cost assessment of painted and hot-dip galvanized bridges, B. Rossi, S. Marquart, G. Rossi. Journal of Environmental Management, 197 (2017) 41-49, Elsevier.

<sup>16</sup> DIN EN ISO 1461 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen

<sup>17</sup> *Die Feuerverzinkung im Leistungsvergleich*, H. Gackenheim, GAV-Kolloquium (2003)

<sup>18</sup> JIRKU, J. and WALD, F. Influence of Zinc Coating to a Temperature of Steel Members in Fire, Journal of Structural Fire Engineering, Vol 6, 2015

<sup>19</sup> Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), OJL 334, 12 December 2010

<sup>20</sup> IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry, 2001, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau

<sup>21</sup> ISO 14040, "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework.

<sup>22</sup> Environmental Product Declaration: Batch Hot Dip Galvanizing of Steel Products to EN ISO 1461 – European Average, International EPD System Certification Number S-P-00915. [www.environdec.com/library/?Epd=11877](http://www.environdec.com/library/?Epd=11877)

<sup>23</sup> Product Category Rules 2011:16 Corrosion protection of fabricated steel products, Version 2.2, 2016-07-01. [www.environdec.com/product-category-rules-pcr](http://www.environdec.com/product-category-rules-pcr)

<sup>24</sup> Hot-dip galvanized structural steel: Hot rolled steel sections and heavy plates bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V., EPD-BFS-20180167-IBG1-DE, Institut Bauen und Umwelt e.V. (2018) [www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com)

<sup>25</sup> Schweizer, Christian & Edwards, Rufus & Bayer-Oglesby, Lucy & Gauderman, William & Ilacqua, Vito & Jantunen, Matti & Lai, Hak-Kan & Nieuwenhuijsen, Mark & Künzli, Nino. (2007). Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe. Journal of exposure science & environmental epidemiology. 17. 170-81. 10.1038/sj.jes.7500490.

<sup>26</sup> The Potential Impact of Zinc Supplementation on COVID-19 Pathogenesis Inga Wessels, Benjamin Rolles and Lothar Rink. Frontiers in Immunology. 2020; 11: 1712

# DANKSAGUNGEN UND BILDNACHWEISE

Diese Veröffentlichung wurde durch die nationalen Mitgliedsverbände unter dem Dach der European General Galvanizers Association ermöglicht, in dem sie ihr Wissen über feuerverzinkten Stahl in der Kreislaufwirtschaft zusammengetragen und Fallstudien ausgewählt und erstellt haben, die im Leitfaden dargestellt werden. Die Inhalte des Leitfadens wurden durch Inhalte der World Steel Association, der European Convention for Constructional Steelwork und der International Zinc Association ergänzt.

## **Bildnachweis**

**Cover** Ikiwaner CC BY-SA 3.0

**6, 12 & 13** Lucas van der Wee

**11** Rasmus Hjortshøj/COAST

**16 & 17** Peris+Toral Arquitectes

**19,24 & 25** Pieter Kers - Beeld.nu

**22 & 23** hammeskrause architekten bda

**26** Jan Siefke (Below top), Jörg Hempel (Below bottom and left)

**27** Christmann & Pfeifer

**28** Mabey Bridge, Skate park guteksk7/Shutterstock.com

**29** Ossip van Duivenbode

**30 & 31** Maité Thijssen/Zink Info Benelux

**32** FC Gramsbergen/Maité Thijssen/Zink Info Benelux

**34 & 35** Charles Hosea Photography Limited

**37** Rijkswaterstaat

**39** Institut Feuerverzinken

Die EGGA dankt Bruno Dursin (Benelux), Holger Glinde (Deutschland) und Iqbal Johal (Großbritannien/Irland) für die Zusammenstellung und Erarbeitung der in diesem Leitfaden enthaltenen Informationen.

**40 & 41** Tristan Fopma

**44 & 45** Aretz Dürr Architektur

**46** BeL - Sozietät für Architektur

**49** Institut Feuerverzinken

**50 & 51** Stéphane Compoin

**52** Institut Feuerverzinken

**54 & 55** Galvanizers Association

**56** Institut Feuerverzinken /Flummi-2011 CC BY-SA 3.0

**57** Galvanizers Association/Institut Feuerverzinken

**59** Jan Siefke

**60** Stephen Wright

**61** Dennis Gilbert

**62** Galvanizers Association

**72** Greg Storrar

**74** Mark Cocksedge

# BEGRIFFE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

## **Lebenszyklusanalyse (Life cycle assessment)**

Zusammenstellung und Bewertung der Inputs, Outputs und der potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems über seinen gesamten Lebenszyklus

## **Lebenszyklus-Kostenrechnung (Life cycle costing)**

Methodik zur systematischen ökonomischen Bewertung der Lebenszykluskosten über einen bestimmten Analysezeitraum

## **Recycling**

Jedes Verwertungsverfahren, bei dem Abfallstoffe zu Produkten, Materialien oder Stoffen wiederaufbereitet werden, sei es für den ursprünglichen oder einen anderen Zweck

## **Überholung (Refurbishment)**

Änderungen und Verbesserungen an einem bestehenden Gebäude, Bauwerk oder Produkt, um es wieder in einen akzeptablen Zustand zu bringen

## **Wiederaufbereitung (Remanufacturing)**

Remanufacturing ist der Prozess der Rückführung eines gebrauchten Produkts auf mindestens seine ursprüngliche Leistung, die gleichwertig oder besser ist als die des neu hergestellten Produkts

## **Reparatur (Repair)**

Wiederherstellung eines Produkts, einer Komponente, einer Baugruppe oder eines Systems in einen akzeptablen Zustand durch Erneuerung oder Austausch von verschlissenen oder beschädigten Teilen

## **Umnutzung (Repurposing)**

Verwendung eines gebrauchten Gegenstands, in einer Weise, die sich von der ursprünglichen völlig unterscheidet

## **Wiederverwendung (Reuse)**

Jedes Verfahren, bei dem Produkte oder Komponenten, die kein Abfall sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie konzipiert wurden

# WEITERE INFORMATIONEN ZU FEUERVERZINKTEM STAHL

## Deutschland

Industrieverband Feuerverzinken e.V.  
[www.feuverzinken.com](http://www.feuverzinken.com)  
[info@feuverzinken.com](mailto:info@feuverzinken.com)

## Benelux

Zinkinfo Benelux  
[www.zinkinfobenelux.com](http://www.zinkinfobenelux.com)  
[info@zinkinfobenelux.com](mailto:info@zinkinfobenelux.com)

## Frankreich

Galvazinc  
[www.galvazinc.com](http://www.galvazinc.com)  
[info@galvazinc.com](mailto:info@galvazinc.com)

## Großbritannien und Irland

Galvanizers Association  
[www.galvanizing.org.uk](http://www.galvanizing.org.uk)  
[ga@hdg.org.uk](mailto:ga@hdg.org.uk)

## Italien

Associazione Italiana Zincatura  
[www.aiz.it](http://www.aiz.it)  
[info@aiz.it](mailto:info@aiz.it)

## Nordische Länder

Nordic Galvanizers  
[www.nordicgalvanizers.com](http://www.nordicgalvanizers.com)  
[info@nordicgalvanizers.com](mailto:info@nordicgalvanizers.com)

## Österreich

Fachverband Metalltechnische Industrie  
[www.fmmi.at](http://www.fmmi.at)

## Polen

Polskie Towarzystwo Cynkownicze  
[www.portal-cynkowniczy.pl](http://www.portal-cynkowniczy.pl)  
[office@portal-cynkowniczy.pl](mailto:office@portal-cynkowniczy.pl)

## Rumänien

Asociația Națională a Zincatorilor  
[www.anaz.ro](http://www.anaz.ro)

## Spanien

Asociación Técnica Española de  
Galvanización  
[www.ateg.es](http://www.ateg.es)  
[galvanizacion@ateg.es](mailto:galvanizacion@ateg.es)

## Tschechische Republik und Slowakei

Asociace českých a slovenských zinkoven  
[www.acsz.cz](http://www.acsz.cz)  
[info@acsz.cz](mailto:info@acsz.cz)

## Türkei

Genel Galvanizciler Derneği  
[www.galder.org.tr](http://www.galder.org.tr)  
[info@galder.org.tr](mailto:info@galder.org.tr)

## Ungarn

Hungarian Hot Dip Galvanizers Association  
[www.hhga.hu](http://www.hhga.hu)









Industrieverband Feuerverzinken e.V.  
Mörsenbroicher Weg 200  
40470 Düsseldorf

Fon: +49 211/690765-0  
Fax: +49 211/690765-28  
E-Mail: [info@feuerverzinken.com](mailto:info@feuerverzinken.com)  
Web: [www.feuverzinken.com](http://www.feuverzinken.com)