

## Special: Nachhaltigkeit



- 4** | Minimierter Energieaufwand
- 8** | Zinkrecycling
- 10** | Feuerverzinkte Solarsiedlung in Freiburg
- 14** | Korrosionsschutzsysteme im Umweltvergleich

**1** Holger Glinde | **Chefredakteur****2** Feuerverzinkte Solarsiedlung | **Freiburg**

## Titelbild: Feuerverzinkte Aussichtsplattform

Durchatmen, innehalten und voller Ehrfurcht staunen – das kann man auf der Gaislachkogel auf einem Dreitausender, der das Städtchen Sölden im österreichischen Ötztal überragt.

Eine ellipsenförmige Aussichtsplattform auf 3058 Metern Höhe bietet ein Berg- und Höhenerlebnis, das auf eindrucksvolle Weise die Weite und Unendlichkeit der Alpen vermittelt.

Die Aussichtsplattform wurde langlebig und nachhaltig als Stahlkonstruktion ausgeführt und feuerverzinkt.

Die Feuerverzinkung schafft einen dauerhaften Korrosionsschutz und fügt sich harmonisch in die raue Bergwelt ein.

- HG -

## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

nachhaltiges Bauen bedeutet umweltspezifische Nachteile zu minimieren. Das Ziel ist Gebäude mit niedrigerem Ressourcenverbrauch, viel höherer Energieeffizienz und geringerer Umweltbelastung zu bauen.

Dabei muss klar sein, dass es Bauen zum ökologischen Nulltarif niemals geben wird, denn selbst „grüne“ Materialien wie Hanf, Lehm und Kalk verursachen umweltspezifische Nachteile.

Es ist deshalb unsere Aufgabe, Materialien und Produkte sorgfältig auszuwählen und dafür zu sorgen, dass wir unser möglichstes tun, um negative Umweltauswirkungen zu vermeiden.

Für den Korrosionsschutz von Stahl ist das Feuerverzinken hier die erste Wahl. Zahlreiche Untersuchungen und Studien haben deutlich gemacht, dass es auch unter Nachhaltigkeitsaspekten punkten kann.

Ein Ergebnis, das nicht überrascht und das man von einem langlebigen und robusten Korrosionsschutz auch erwartet.

Die deutsche Feuerverzinkungsindustrie hat ebenfalls den Anspruch dem Gebot der Nachhaltigkeit zu entsprechen. Sie sieht sich in der Verantwortung und konnte durch Umweltmaßnahmen in den vergangenen Jahren deutliche Effizienzsteigerungen erreichen.

Eine interessante Lektüre verspricht Ihnen

Holger Glinde, Chefredakteur

# Ehzerbrug – mit 62 Jahren . . .

1945 – 2007



Jan van Eijnsbergen, der erste Chefredakteur der Zeitschrift Feuerverzinken schrieb im Jahr 1982 über die niederländische Ehzerbrug: „Hier und da sind die Zinkblumen noch sichtbar.... Nach 27 Jahren Außenbewitterung in Landluft befindet sich auf den Knotenblechen noch immer ein 60-80 µm dicker Zinküberzug. Auf den leichteren Querverbindungen ist dieser noch 80-100 µm dick, während auf den schweren Stahlträgern die Dicke sogar immer noch mehr als 150 µm beträgt.“

Im Jahr 2007 wurde die Brücke in Almen erneut untersucht. 1945 bauten kanadische Truppen sie zur Unterstützung der Befreiung der Niederlande.

Ein schmaler Landweg von Almen nach Laren, der heute vom lokalen Verkehr genutzt wird, führt über die Brücke. Maximal ein Auto je Fahrtrichtung kann über die Brücke fahren, breiter ist die alte Stahlkonstruktion nicht. Jüngere benachbarte Brücken nehmen den eiligen, überregionalen Verkehr aber auf, so daß die Ehzerbrug weitestgehend den Radfahrern und Fußgängern überlassen wird.

## Mattgraue Erscheinung dominiert

Die allgemeine Erscheinung der Ehzerbrug ist gekennzeichnet durch große mattgraue und stellenweise hellbraune Flächen. Diese Braunfärbung tritt nach jahrzehntelanger Bewitterung

auf und stellt keine Korrosion des Stahls dar. Bei detaillierter Betrachtung fällt auf, dass vor allem in der Nähe der Schraubenverbindungen mit Zinkstaubfarbe nachbehandelte Flecken zu sehen sind. Hervorzuheben ist:

Es wurde keine Stelle festgestellt, an der der Baustahl angegriffen wurde.

## Restschichtdicken

An einigen, willkürlich ausgesuchten Teilen wurde die Schichtdicke der Feuerverzinkung jeweils durch 10 elektromagnetische Messungen gemittelt. An 3 Winkelprofilen mit den Maßen 150 x 150 mm wurden 74 µm, 115 µm und 219 µm gemessen. An zwei Winkelprofilen der Größe 130 x 130 mm wurden Schichtdicken von 69 µm und 82 µm festgestellt. An zwei 19 mm und 9 mm dicken Anschlussplatten waren noch 114 µm und 86 µm vorhanden.

Verglichen mit den früher durch Van Eijnsbergen protokollierten Werten kann kaum von einer Abnahme der Schichtdicke die Rede sein.

## Brücke mit gutem Potenzial

Die Ehzerbrug über dem Twentekanal bei Almen hat das Potenzial 100 Jahre alt zu werden. Ob die Brücke so lange Bestand haben wird, hängt nicht von konstruktiven Gesichtspunkten ab, sondern eher von verkehrspolitischen Gründen. Bleibt die Straße, an der die Brücke liegt, eine verkehrsarme, lokale Straße oder ist über kurz oder lang mehr Verkehr zu erwarten, der einen Neubau erfordert? Es stellen sich viele Fragen. Die Zeit wird eine Antwort geben.

- GR -

Fotos: Gerard Reimerink, Amersfoort

# Nachhaltigkeit und Feuerverzinken

## Minimierter Energieaufwand für die Erhaltung von Stahlkonstruktionen

1 Übersicht Energie bezogene Studien zum Feuerverzinken

Studie	Brutto-Energie-Aufwand für Stahl feuerverzinkt nach DIN EN ISO 1461 (MJ/kg)	Treibhauspotential für Stahl feuerverzinkt nach DIN EN ISO 1461 (kg CO <sub>2</sub> Äquivalent/kg)	Anmerkungen
TU Berlin (Deutschland)	n/a	0,09	Durchgeführt von TU Berlin 2006
MRPI (Niederlande)	3,4	0,2	
VTT Building and Transport (Finnland)	4,3	0,2	Durchgeführt von VTT/IZA 2004
EGGA Pan European Life Cycle Inventory	5,3	0,33	EGGA 2006, bei den Daten wird das Recycling Potential von Zink bei Recycling am Ende der Nutzungsdauer nicht berücksichtigt

2 Feuerverzinkter Stahl ist nachhaltig



Das Feuerverzinken ist ein bewährter, zuverlässiger Korrosionsschutz für Stahlkonstruktionen und zeichnet sich durch Robustheit und Langlebigkeit aus. Durch Feuerverzinken wird die Umwelt nur vergleichsweise gering belastet.

Dies gilt in Bezug auf den Energieverbrauch, insbesondere wenn man die Feuerverzinkung in Relation zum Energiewert des geschützten Stahls setzt, aber auch für andere relevante Umwelteinflüsse. Der kumulierte Energieaufwand („graue Energie“, s. Info-Box S. 15) für das Verzinken von einem Kilogramm Stahl, stellt nur 4 Prozent des kumulierten Energieaufwandes des Stahls dar. Dies bedeutet, dass die graue Energie des Stahls über einen sehr langen Zeitraum erhalten bleibt und sogar für weitere Nutzungszyklen recycelt werden kann.

Da Kriterien wie Energieaufwendungen für Produkte und Konstruktionen an Bedeutung gewonnen haben, wurden während der letzten Jahre verschiedene Lebenszyklusstudien zum Feuerverzinkungsverfahren und des dabei produzierten verzinkten Stahls durchgeführt. Eine kürzlich erfolgte Überprüfung dieser Studien durch Life Cycle Engineering in Turin,

Italien hat trotz kleinerer Abweichungen, die beispielsweise durch Unterschiede in den Erhebungsverfahren erklärbar sind, gezeigt, dass das Treibhauspotential zwischen 0,1 – 0,33 kg CO<sub>2</sub> Äquivalent/kg liegt und der Brutto-Energiebedarf zwischen 3,4 – 5,3 MJ/kg angesiedelt ist. Dies sind vor dem Hintergrund einer sehr langen Schutzdauer und dem Verzicht auf energieintensive Wartungsarbeiten sehr geringe Werte. Würden anstatt einer Feuerverzinkung andere Korrosionsschutzsysteme verwendet, können hierdurch die Energiekosten für die Wartung erheblich sein.

Es müssten wiederholt Instandsetzungsbeschichtungen, Rüstarbeiten für Instandsetzungen sowie eventuell Betriebs- und Verkehrshinderungen berücksichtigt werden. In mehreren Studien wurden die Energieeinsparungen Lebenszyklus bezogen zwischen einer Feuerverzinkung und Beschichtungen verglichen.

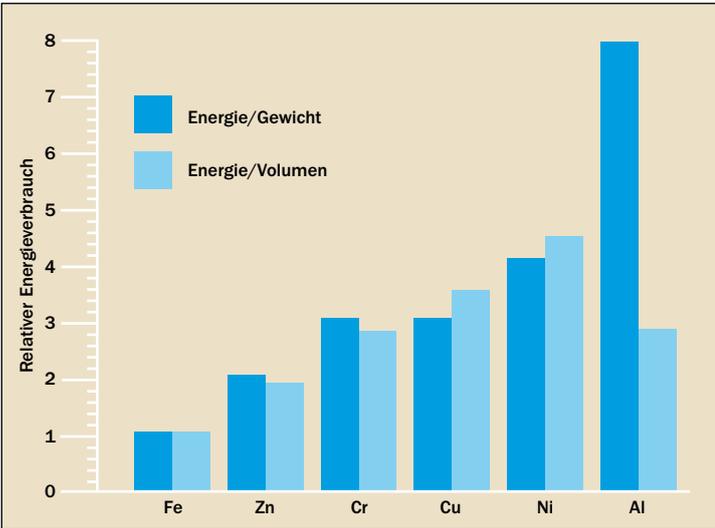
Zwei dieser Studien wurden in früheren Ausgaben des Magazins vorgestellt (siehe Ausgabe 4/2004 und 4-2006).

VTT Building & Transport führte 2004 einen Vergleich von Beschichtungen und der Feuerverzinkung an einem Stahlbalkensystem durch. Aus der Studie ging hervor, dass die wartungsfreie Feuerverzinkung im Verlauf eines Nutzungszeitraums von 60 Jahren weniger als die Hälfte des Energieaufwandes für das vollständige Balkensystem im Vergleich zu einem Beschichtungssystem erforderte.

Im Jahr 2006 verglich die Technische Universität (TU) Berlin eine Farbbeschichtung und die Feuerverzinkung an einem Parkhaus in Stahlbauweise (siehe hierzu auch S. 14).

Das Ergebnis der Studie war, dass die Feuerverzinkung bei einer solchen rund 500 Tonnen schweren Stahlkonstruktion im Verlauf einer Nutzungsdauer von 60 Jahren zu einer Einsparung von 50 Tonnen CO<sub>2</sub> führte.

**3** Relation Energie zu Gewicht und Volumen für die Metall-Primärproduktion



**4** Info-Box: Energie und globale Erwärmung

CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Graue Energie	Treibhauspotential
Der CO <sub>2</sub> -Fußabdruck bedeutet eine Feststellung des Einflusses von Aktivitäten des Menschen auf die Umwelt, gemessen an der Menge der produzierten Treibhausgase (Einheiten von Kohlendioxid).	Als „graue Energie“ oder kumulierter Energieaufwand wird die Energiemenge bezeichnet, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes verbraucht wird. Dabei werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert.	Das Treibhauspotential, auch Global Warming Potential (GWP) oder CO <sub>2</sub> -Äquivalent genannt, gibt an, wieviel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zum Treibhauseffekt (globale Erwärmung) beiträgt. Der Treibhauseffekt bewirkt die Erwärmung eines Planeten durch Treibhausgase und Wasserdampf in der Atmosphäre. Treibhausgase sind gasförmige Stoffe in der Luft, beispielsweise Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Methan oder Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW).

Dies entspricht dem CO<sub>2</sub>-Verbrauch von rund 20.000 Litern Benzin.

Auch wenn die an verschiedenartigen Stahlkonstruktionen durchgeführten Vergleichsstudien geringfügig variieren, wird deutlich, dass die Vermeidung von Instandhaltungen zu einem erheblich niedrigeren Energieaufwand führt.

Auch wenn Instandhaltungsaufwendungen nicht in die Betrachtung einbezogen werden, stellt sich der Brutto-Energieverbrauch der Feuerverzinkung verglichen mit anderen Korrosionsschutzsystemen sehr vorteilhaft dar. Dies ist sowohl auf das hohe Maß an Energieeffizienz in modernen Verzinkungsanlagen zurückzuführen, als auch auf die relativ geringen Energiekosten bei der Zinkproduktion. Um Verzinkungsbäder zu beheizen ist Energie, in der Regel in Form von Erdgas, erforderlich, Die Verzinkungsindustrie hat große Anstrengungen unternommen, um ihren Energieverbrauch effizient zu gestalten und zu minimieren.

Der Einsatz moderner Anlagentechnik wie komplett eingehauster und gut isolierter Feuerverzinkungsbäder oder auch eingehauste Vorbehandlungsanlagen, die durch die Nutzung

von Abwärme beheizt werden können, tragen in hohem Maße zu einer guten Energieausnutzung bei.

Der wichtigste Rohstoff beim Feuerverzinken ist das Zink. Es hat einen geringen Wert an so genannter „freier Bildungsenthalpie“ im Vergleich zu vielen anderen Metallen. Dies ist eine wichtige chemische Eigenschaft und bedeutet, dass es relativ einfach ist, Zinkmetall aus seinen Erzen zu gewinnen. Abbildung **3** zeigt den Energieaufwand, der für die primäre Produktion verschiedener Basismetalle für Konstruktionszwecke entsteht, gemessen in Bezug auf das Gewicht und das Volumen.

Die dargestellten wissenschaftlichen Untersuchungen und Analysen der Energie bezogenen Faktoren des Feuerverzinkens machen deutlich, dass das Feuerverzinken in erheblichem Maße zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs an Stahlkonstruktionen beiträgt, insbesondere bei Lebenszyklus bezogenen Betrachtungen.

Von zentraler Bedeutung ist die Vermeidung von Instandhaltungen während der Nutzungsdauer. Hierdurch kann der Energieaufwand für die Erhaltung von Stahlkonstruktionen minimiert werden.

Vor dem Hintergrund der wichtiger werdenden Nachhaltigkeitsdiskussion ist deshalb mit einer verstärkten Verwendung des Korrosionsschutzes durch Feuerverzinken zu rechnen.

- Murray Cook, EGGA Director,  
Gian Luca Baldo und Stefano Rossi,  
Life Cycle Engineering, Italien -

**1** Quelle: LCE, Turin

**3** Quelle: Naturvårdsverket (1996).  
Metaller: Materialflöden I samhället.  
Naturvårdsverket Rapport 4506

Foto: mattes sekiguchi partner Architekten, Heilbronn



Case history

## Vom Zahn der Zeit verschont

### Inspektion zweier Hafenanlagen nach 35 Jahren

Das Feuerverzinken hat den Ruf ein langlebiger und robuster Korrosionsschutz zu sein. Kann sie ihrem guten Image als Schutz für Jahrzehnte gerecht werden?

Die Zeitschrift Feuerverzinken stellte zwei Hafenanlagen auf den Prüfstand.

Die beiden Städtchen Bottighofen und Arbon liegen idyllisch am Südufer des Bodensees und sind nicht nur unter Wassersportlern bekannt. In Bottighofen wurde im Jahr 1968 eine neue Hafenanlage errichtet, bei der erhebliche Mengen Stahl verbaut wurden. Die etwa 150 Meter lange Spundwand des Hafenbeckens und viele andere Stahlteile wie Geländer, Absperrungen, Türen, Tore, die Anlegestege mit Schwimmpontons sowie Poller und schwere Rohranleger wurden durch Feuerverzinken gegen Korrosion geschützt. In Arbon wurde im Jahr 1971 die Hafenanlage erweitert. Die Feuerverzinkung wurde hier ebenfalls als Korrosionsschutz für die Stahlteile eingesetzt.

Es wurden rund 100 Tonnen Spundbohlen und Abweiserprofile in feuerverzinkter Ausführung verwendet.

Bei einer ersten Inspektion der beiden Hafenanlagen im Jahr 1983 war kein nennenswerter Angriff auf den Zinküberzug zu erkennen. Selbst in der am stärksten belasteten Wasserwechselzone konnte an der Feuerverzinkung keine Auswirkung einer korrosiven Belastung festgestellt werden. Die Zeitschrift Feuerverzinken berichtete in der Ausgabe 1-1984 darüber. Eine zweite Inspektion der beiden Hafenanlagen fand im Herbst 2006, das heißt rund 38 beziehungsweise 35 Jahre nach der Erstellung statt. Hierbei zeigte sich die Feuerverzinkung nach wie vor in einem guten, funktionsfähigen Zustand. Zwar ist die typische silbrig glänzende Zinkblume einer matten, grauen Oberfläche gewichen, doch weisen die Zinkschichtdicken noch immer Werte auf, die in der Regel zwischen zwischen 50 und 100 Mikro-

meter liegen. Damit sind die feuerverzinkten Stahlelemente der beiden Hafenanlagen auch für die weitere Zukunft sicher vor Korrosion geschützt.

Besonders hervorzuheben ist der gute Zustand der Spundwände in der Wasserwechselzone. Allein an einigen Pollern, an denen große Schiffe per Kette anlegen, ist die Verzinkung stark beeinträchtigt, da die Ketten der Schiffe über Jahre extreme mechanische Belastungen verursachen. Nach mehr als 35 Jahren ist die Feuerverzinkung in einem außerordentlich guten Zustand, der neugierig auf die nächste Inspektion der Hafenanlagen in zehn oder fünfzehn Jahren macht.

- HG -

Fotos: Gackenhaimer, Neuhausen-Steinegg



## Architektur

# Baubotanik – Gewachsene Bauwerke

## Bauen mit lebenden Bäumen

Die noch junge Baubotanik versucht Bäume und ihre Wachstumsprozesse für bauliche Funktionen zu domestizieren und die Faszination für das Lebewesen Baum in die Architektur zu tragen.

Das junge Stuttgarter Architektenbüro Ludwig Storz Schwertfeger hat erste Bauprojekte realisiert und hierbei auch feuerverzinkten Stahl verwendet. An einem im Jahr 2005 fertiggestellten prototypischen Steg lässt sich die Kombination des Prinzips des ingenieurmäßigen Konstruierens mit dem des natürlichen Wachstums beispielhaft nachvollziehen.

Der Entwurf kombiniert bewusst pflanzlich-lebende mit technisch-toten Bauelementen. Aus schnell wachsenden Weiden wurde eine Stützenstruktur gebildet, die eine begehbare Fläche aus feuerverzinkten Stahlgitterrosten trägt. Alle Bauwerkslasten werden von den Pflanzen, einer Weidenart, aufgenommen.

„Feuerverzinkten Stahl setzten wir wegen der Dauerhaftigkeit und aus Kostengründen ein. Bei unserer Bauweise konnten wir bisher eine

recht gute Pflanzenverträglichkeit des Zinks feststellen“, kommentiert Ferdinand Ludwig einer der Baubotanikpioniere die Entscheidung für eine Feuerverzinkung. Dies ist nicht verwunderlich, denn Zink ist ein natürliches Element und für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig. Mit lebenden Werkstoffen zu konstruieren bedeutet, Bauwerke zu pflanzen statt Betonfundamente zu gießen.

Der baubotanische Ansatz will die bekannten ökologischen Vorteile des Baustoffs Holz mit der selbst regelnden Intelligenz des Baumes verbinden. Wo technische mit lebenden Teilen verbunden sind kommt es zu Überwallungen, das heißt zu einem lokalen Dickenwachstum und miteinander verbundene Pflanzen wachsen an diesen Knotenpunkten zusammen. Wesentlicher Aspekt des baubotanischen Ansatzes

ist es, derartiges Dickenwachstum gezielt zu provozieren und konstruktiv zu nutzen. Das so genannte „Axiom der konstanten Spannung“, bildet hierzu die Konstruktionsgrundlage: Bäume streben eine gleichmäßige Spannungsverteilung auf ihrer Oberfläche an und versuchen Spannungsspitzen abzubauen, indem sie an den am stärksten belasteten Stellen mehr Holz anlagern. In der Baubotanik werden deshalb an Knotenpunkten die Pflanzen sehr fest aneinander beziehungsweise an technische Bauteile gedrückt. So werden derartige Konstruktionsdetails und damit die gesamte Konstruktion im Laufe der Zeit immer stabiler.

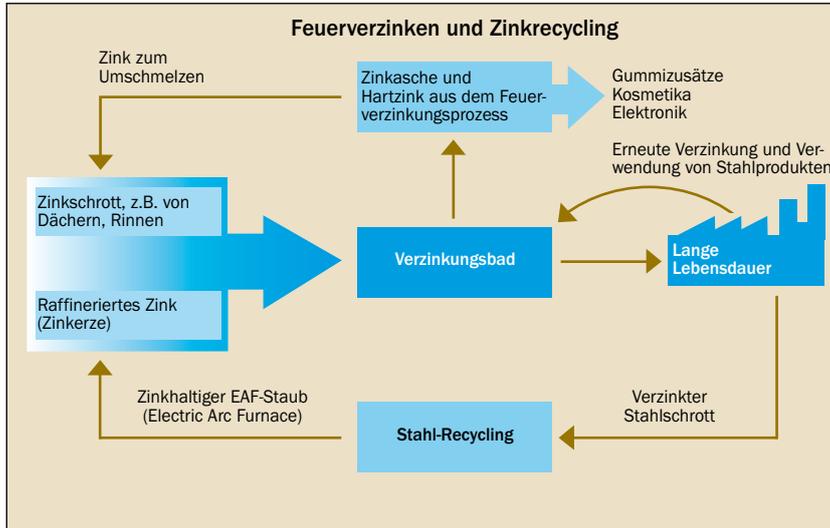
- HG -

### Architekten/Fotos:

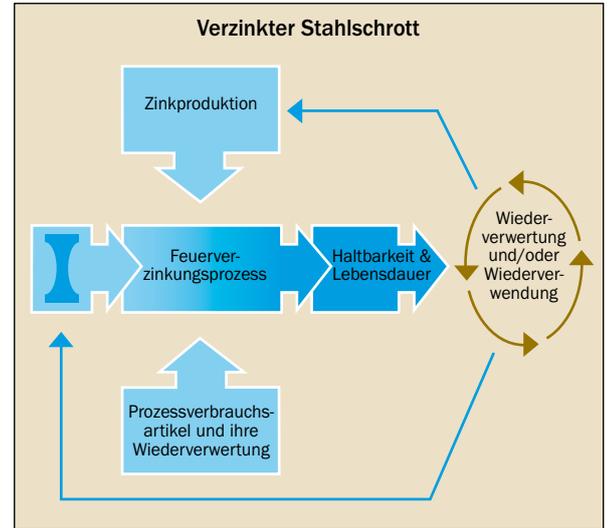
Ludwig Storz Schwertfeger GbR, Stuttgart



### 3 Feuerverzinken und Zinkrecycling



### 4 Feuerverzinken und verzinkter Stahlschrott



Zinkasche wird entweder in der Feuerverzinkerei recycelt oder sie wird wie das Hartzink an Recycler verkauft. Zinkasche und Hartzink werden verwendet um Zinkstaub und Präparate für Anwendungen wie Gummizusätze, Kosmetika und elektronische Komponenten herzustellen. Zinkasche kann nach entsprechender Aufbereitung wieder zum Feuerverzinken eingesetzt werden.

#### Wiederverwendung von feuerverzinktem Stahl

Viele feuerverzinkte Stahlprodukte können nach jahrzehntelangem Einsatz erneut verzinkt und wieder verwendet werden, beispielsweise Schutzplanken an Autobahnen. Sie werden während routinemäßiger Wartungsarbeiten ausgetauscht und ersetzt.

Die „gebrauchten“ Schutzplanken werden in einer Feuerverzinkerei „abgebeizt“, erneut feuerverzinkt und können danach wieder eingesetzt werden.

Die zinkhaltige Säure, die beim Abbeizen der Restverzinkung entsteht, wird für die Herstellung von Zinkpräparaten für die chemische Industrie benutzt.

#### Wiederverwertung von feuerverzinktem Stahl

Feuerverzinkter Stahl kann sehr leicht mit anderem Stahlschrott bei der Elektrostahlerzeugung recycelt werden. Zink verflüchtigt sich sehr früh bei diesem Prozess und kann als Filterstaub, so genannter EAF-Staub (Electric Arc Furnace = Elektrostahl-Staub), danach in speziellen Anlagen recycelt und der primären Zinkproduktion zugeführt werden. In 2006 hat die Europäische Stahlindustrie (EU27) 1.290.750 Tonnen EAF-Staub produziert, der rund 23 Prozent Zink enthielt. 93% dieses Zinks, das heißt 276.920 Tonnen wurden recycelt.

#### Fazit

Zink kann beliebig oft und ohne Qualitätsver-

lust recycelt werden. Die Recyclingquoten für Zink befinden sich schon heute auf einem hohen Niveau und werden kontinuierlich gesteigert. Feuerverzinkter Stahl und die beim Feuerverzinken anfallenden Nebenprodukte wie Zinkasche und Hartzink werden recycelt und stehen danach wieder für das Feuerverzinken und zahlreiche andere Zinkanwendungen zur Verfügung. Zink ist ein wesentlicher Faktor, der das Feuerverzinken zu einem nachhaltigen Korrosionsschutzverfahren macht.

- Murray Cook, EGGA Director,

Raymond Sempels,

International Zinc Association-Europe, Brüssel -

Weitere Informationen: [www.feuerzinken.com](http://www.feuerzinken.com)

Foto: Stichting Doelmatig Verzinken, Nieuwegein



Architektur

# Feuerverzinkte Solarsiedlung in Freiburg

## Plusenergiehäuser

Die Idee für die Plusenergiehäuser der Freiburger Solarsiedlung klingt einfach. Es sollten Bauten entstehen, die mehr Energie produzieren, als ihre Bewohner verbrauchen können. Zudem sollten gesunde Baustoffe den Bewohnern eine hohe Lebensqualität bieten und es sollte die Sonnenenergie genutzt werden.

Der Freiburger Architekt Horst Disch, der bereits in der Vergangenheit durch innovative Solarbauwerke auf sich aufmerksam machte, fand ein Konzept das diese Anforderungen erfüllte. Neben einer gut gedämmten und dichten Gebäudehülle und einer Belüftung mit Wärmerückgewinnung ist vor allem das großflächige Solardach für die positive Energiebilanz der in Holzbauweise errichteten Häuser verantwortlich. Wesentlich ist hierbei die filigrane, verzinkte Stahlkonstruktion, die sich an die nach Süden ausgerichtete Dachseite und an die Südfassade anschmiegt. Sie fungiert als Tragekonstruktion für die Balkone und Solardächer und ermöglicht auf den Passivhäusern großflächige Photovoltaikanlagen anzubringen,

die daraus ein kleines Kraftwerk machen, das bis zu viermal mehr Energie erzeugt als im Inneren verbraucht wird. Gleichzeitig schützen die an der Stahlkonstruktion befindlichen Balkone durch den Schattenwurf bei hochstehender Sonne die darunter liegenden Räume vor Überhitzung. Um aus den Häusern in Holzbauweise Plusenergiehäuser machen zu können, wurde die verzinkte Unterkonstruktion als essentielles Element eingesetzt, da sich hierdurch erst die dazu benötigte Stabilität und Flexibilität für die Zusatzkomponenten schaffen ließ. Bei den Plusenergiehäusern verschmelzen Solartechnologie und Architektur. Die Bauten bieten eine überzeugende Alternative zu konventionellen Ansätzen.

60 Wohnhäuser dieser Bauweise entstanden in der Freiburger Solarsiedlung am Schlierberg bereits. Neben dem gesellschaftlichen Nutzen mit Blick auf den Klimaschutz bestehen gleichzeitig auch betriebswirtschaftliche Vorteile. Die Häuser verursachen nur geringe Nebenkosten und generieren hohe Nebeneinnahmen über die Solarstromvergütung. Durch die Verwendung der Feuerverzinkung für sämtliche Stahlteile wird ein langlebiger, wartungsfreier und ökologischer Korrosionsschutz gewährleistet.

- HG -

Architekt/Fotos: Horst Disch, Freiburg



## Energietechnik

# Parabolrinnenkollektoren

## Innovative Solarkraftwerkstechnik

Zu Testzwecken und in Vorbereitung auf zwei Parabolrinnenkraftwerke in Spanien wurde im Frühjahr 2003 ein 800 m langer Parabolrinnenkollektoren-Loop in das bestehende Kraftwerk in Kramer Junction, Kalifornien, integriert.

Parabolrinnenkollektoren sind Konstruktionen aus Stahl und Glas und der Hauptbestandteil Solarthermischer Rinnenkraftwerke.

Die Kollektoren bestehen aus gebogenen Spiegelsegmenten, die auf einer torsionssteifen Stahlkonstruktion befestigt sind. Zur optimalen Konzentration der Sonnenstrahlen sind die Parabolrinnen drehbar gelagert und können einachsiger Sonne nachgeführt werden. Die von den Spiegeln reflektierten Sonnenstrahlen werden auf ein glasumhülltes Absorberrohr in der Brennlinie gebündelt. Dieses Rohr wird von einem Wärmeträgermedium durchströmt und erhitzt sich auf 400 Grad Celsius. Das so erwärmte Medium wird einem konventionellen Kraftwerksblock zugeführt,

dort mit Wärmetauschern zu Dampf umgewandelt, der dann Turbinen und Generatoren antreibt. Entscheidend für den Wirkungsgrad, die Lebensdauer und Kosten der Rinnenkraftwerke ist die Konstruktion und Robustheit der Rinnenkollektoren. Die gewählte Struktur besteht aus einer Antriebseinheit, an der zu beiden Seiten jeweils sechs ca. 12 m lange Kollektorelemente befestigt sind und so gemeinsam von der Antriebseinheit dem Sonnenstand nachgeführt werden. Aus Rentabilitätsgründen wurde als Korrosionsschutz für alle Stahlbauteile eine wartungsfreie und langlebige Feuerverzinkung gewählt. Für die klimatischen Bedingungen am Kraftwerksstandort wird damit problemlos die geforderte

Lebensdauer von über 20 Jahren erreicht. Der Entwurf und die Ausführungsplanung des vom Bundesumweltministerium geförderten Projektes erfolgte durch das Stuttgarter Ingenieurbüro Schlaich Bergemann und Partner in Kooperation mit Partnern aus der Solarenergie-Industrie. Die bislang zweijährige Dauerbetriebserfahrung bildet die Grundlage für die ersten kommerziellen Kraftwerke mit Kollektoren dieses Typs. Das erste von zwei Parabolrinnenkraftwerken mit einer Leistung von je 50 Megawatt ging im Sommer 2008 in Guadix, Spanien in Betrieb.

- HG -

### Projektplanung/Fotos:

Schlaich Bergemann und Partner, Stuttgart

# Feuerverzinken auch als Verfahren nachhaltig

## Investitionen verbessern Umweltbilanz



1 Zinkbad mit geöffneter Einhausung



2 Filteranlage einer eingehausten Säurewirtschaft

Bei der Erstellung von Umweltbilanzen sind neben der Nachhaltigkeit der Produkte auch die ökologischen Merkmale des Herstellungsverfahrens von Bedeutung. Das Feuerverzinken besitzt in beiden Bereichen klare Stärken. Die hohe Langlebigkeit und gute Recyclingfähigkeit gehören auf der Produktseite dazu. Verfahrensseitig konnten durch Umweltmanagementmaßnahmen in den vergangenen Jahren deutliche Effizienzsteigerungen erreicht werden. Diese liegen vor allem im Bereich des Energieverbrauchs und der Rückgewinnung und Wiederverwendung von Verbrauchsmaterialien.

Der vergleichsweise einfache Feuerverzinkungsprozess, dessen Umwelteinfluss leicht zu kontrollieren ist, wird in industriellen Anlagen ausgeführt.

Ein dichtes Netz an Feuerverzinkungsanlagen gewährleistet, dass zu verzinkender Stahl keine weiten Wege zu einer Verzinkerei zurücklegen muss.

Transportkosten und die Auswirkungen auf die Umwelt werden so minimiert.

Beim Feuerverzinken wird Stahl in ein 450°C heißes Zinkbad getaucht. Zink, das Hauptverbrauchsmaterial beim Verzinken, wird dabei sehr effizient verwendet. Das Zink, das nicht als Überzug auf dem Stahl haften bleibt,

gelangt in das Zinkbad zurück. Es entsteht kein Materialverlust wie bei anderen Korrosionsschutzverfahren, beispielsweise beim Beschichten durch Sprühen. Zinkasche, die sich an der Oberfläche des Zinkbades bildet und Hartzink, das sich am Boden des Zinkbades sammelt, werden recycelt, teilweise sogar schon in der Verzinkerei.

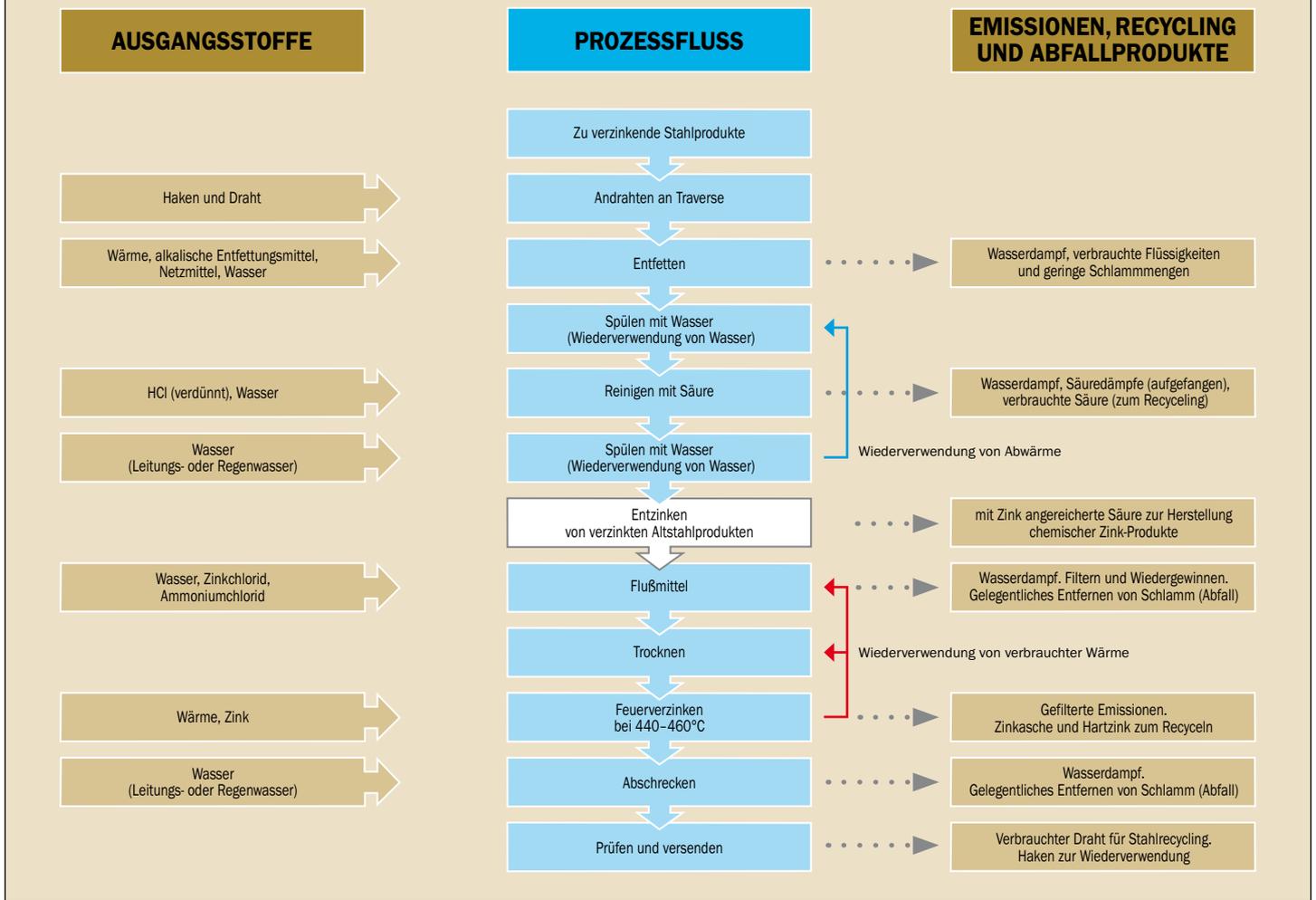
### Energieeffizienz

Zum Heizen des Feuerverzinkungsbades ist wird zumeist Erdgas verwendet, in seltenen Fällen auch elektrischer Strom und Heizöl. Steigerungen der Energieeffizienz wurden durch den Einsatz verbesserter Brenner-

technologie, durch optimierte Badabdeckungen während der Wartungs- und Ruhezeiten sowie durch die Nutzung der Abwärme für die Beheizung von Vorbehandlungsbädern und Büro- und Sozialräumen erreicht.

### Verfahrensemissionen und Behandlung

Emissionen, die beim Feuerverzinken entstehen, werden gefiltert und kontrolliert, um negative Einflüsse auf die Umwelt zu vermeiden. Verzinkungsanlagen unterliegen der IVU-Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Die Feuerverzinkungsindustrie hat bei der Erarbeitung von BVT-Merkblättern (BREF) über die



**3** Verzinkungsverfahren: Ausgangsstoffe, Emissionen, Abfallprodukte und Recyclingflüsse

besten verfügbaren Techniken für das Feuerverzinken in einer Arbeitsgruppe aus Behörden, Industrievertretern und Umweltverbänden mitgewirkt. Hierzu gehört das Auffangen entstehender Emissionen durch Einhausung des Verzinkungskessels oder durch Randabsaugung und die Verminderung von Staubemission durch Gewebefilter oder Nassabscheider.

Vor dem eigentlichen Verzinken werden Stahlteile im Rahmen der Vorbehandlung gereinigt. Hierzu werden Prozess-Verbrauchsstoffe wie Salzsäure und Flußmittellösungen verwendet, die kreislaufwirtschaftlich recycelt beziehungsweise wieder aufbereitet werden.

- „Verbrauchte“ Salzsäurelösungen werden zur Produktion von Eisenchlorid verwendet, das bei der Aufbereitung von städtischem Abwasser genutzt wird. Nicht selten wird der Altsalzsäure Eisen und Zink entzogen und die aufbereitete Säure erneut für die Vorbehandlung eingesetzt.
- Eine verbesserte Überwachung und Wartung

der Flußmittelbäder führt dazu, dass nur geringe Mengen von Schlamm zur Entsorgung anfallen. Geschlossene Kreisläufe zum Flußmittel-Recycling sind ebenfalls ein Standard.

- Die Verwendung einer biologische Entfettung für Stahl schafft weitere Vorteile.

### Optimierung des Wasserverbrauchs

Verglichen mit anderen Korrosionsschutzverfahren werden beim Feuerverzinken relativ geringe Wassermengen verbraucht. Entsteht Abwasser, so wird es aufbereitet und wieder in den Prozess eingeleitet. Nur geringe Mengen von Festkörpern aus dem Aufbereitungsprozess müssen dabei extern entsorgt werden. Viele Feuerverzinkereien verzichten zudem auf die Verwendung von Leitungswasser und nutzen das am Standort anfallende Regenwasser.

### Fazit

Durch umfassende Investitionen in neue Anlagentechnik und Umwelttechnologien hat die Feuerverzinkungsindustrie klare Effizienzsteigerungen und deutliche Verbesserungen in der Umweltbilanz erreicht.

Für die Zukunft strebt die Branche ein nachhaltiges Wachstum an, dass wirtschaftlichen Erfolg und gesellschaftliche und ökologische Verantwortung vereint.

- Murray Cook, EGGA Director -

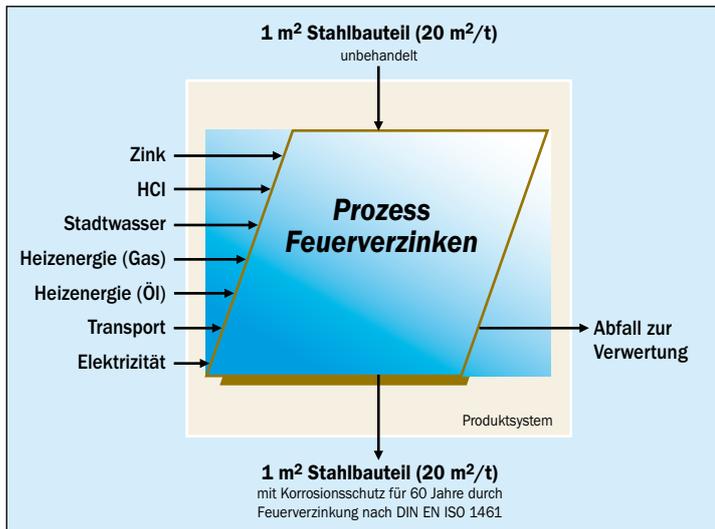
**Weitere Informationen:** [www.feuerzinken.com](http://www.feuerzinken.com)

**Fotos:** SDV, Nieuwegein

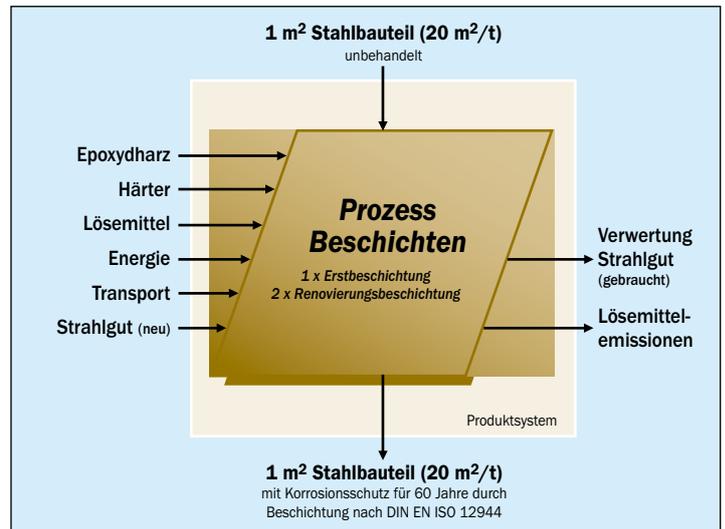
# Korrosionsschutzsysteme im Umweltvergleich

## Feuerverzinken vs. Beschichten

1 Produktsystem Feuerverzinken



2 Produktsystem Beschichten



Als mögliche Korrosionsschutzsysteme für Stahlbauten stehen das Feuerverzinken und Beschichtungen zur Auswahl. Neben klassischen Kriterien bei der Auswahl geeigneter Systeme wie Lebensdauer, Funktionalität oder Kosten gewinnen zunehmend auch ökologische Aspekte an Bedeutung.

Eine Studie am Lehrstuhl Systemumwelttechnik des Institutes für Technischen Umweltschutz der Technischen Universität Berlin führte einen Vergleich klassischer, praxistypischer Korrosionsschutzsysteme für Stahlbauten durch. Eine Beschichtung nach DIN EN ISO 12944 und das Feuerverzinken nach DIN EN ISO 1461 wurden angelehnt an die Methode der Ökobilanz untersucht.

### Vergleichende Ökobilanz

Die Ökobilanz ist eine anerkannte Methode nach EN ISO 14040 ff. mit der Produkte bzw. Produktsysteme ökologisch verglichen werden können. Sie bezieht sich auf den gesamten Lebenszyklus des Produktes, d. h. Herstellung, Nutzung, Verwertung bzw. Entsorgung. Hierbei werden alle umweltrelevanten Stoffe, die aus der Umwelt entnommen werden (z.B. Erze, Rohöl) sowie Stoffe, die in die Umwelt gelangen (z.B. Abfälle, Emissionen) analysiert und in einer Sachbilanz aufgelistet.

Die Sachbilanzdaten werden in mehrere sogenannte Wirkungskategorien transformiert, die das Ergebnis einer Ökobilanz sind. Jede Wirkungskategorie steht dabei für einen Umweltschwerpunkt. Die in der Öffentlichkeit bekannteste Wirkungskategorie ist der Treibhauseffekt, ein Maß für die Emission von Treibhausgasen und die globale Erwärmung der Atmosphäre.

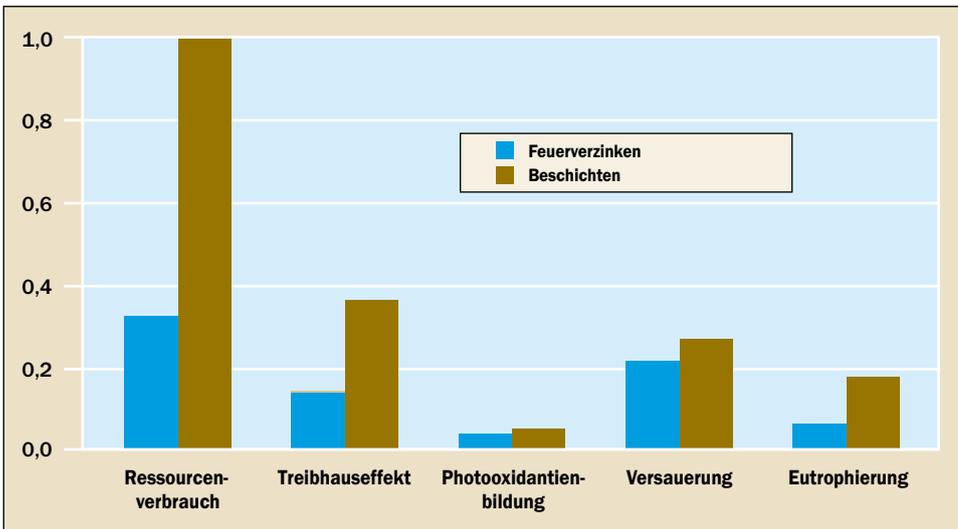
### Betrachtete Produktsysteme

#### Feuerverzinken und Beschichten

Zentrale Größe für den Vergleich in einer Ökobilanz ist die funktionale Einheit - die Bezugsgröße für den Vergleich. 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 (z.B. ein Parkhaus mit einer Stahloberfläche von 20 m<sup>2</sup>/t) leisten müssen.

Es handelt sich hierbei um eine Außenanwendung in einer Umgebung mit mittlerer Korrosionsbelastung (Korrosivitätskategorie C3). Für das Produktsystem Feuerverzinken kommt einmalig der Korrosionsschutz durch Stückverzinken zum Einsatz. Bei einer Zinkschichtdicke von 100 µm und einer durchschnittlichen Korrosionsrate für die Kategorie C3 von 1 µm/Jahr ergibt sich sogar eine rechnerische Schutzdauer die weit über den geforderten 60 Jahren liegt. Die mit diesem System verbundenen Umweltbelastungen (Stoff- und Energieverbräuche sowie Abfälle) sind dargestellt in Abb. 1. Das Produktsystem Beschichten beinhaltet zur Gewährleistung des Korrosionsschutzes für 60 Jahre nach dem Strahlentrost der Bauteile die Ausführung einer werksseitigen Erstbeschichtung in drei Schichten von insgesamt 240 µm und nach 20 und nach 40 Jahren eine fachgerechte, bauseitige Instandsetzung durch teilweise Reinigung und Renovierungsbeschichtung (siehe Abb. 2).

3 Umweltbelastung in verschiedenen Wirkungskategorien



4 Ein mittelschwerer Stahlbau wurde untersucht



**Ergebnisse**

Die nach der anerkannten Methode CML 2 baseline 2000 berechneten Ergebnisse werden in fünf unterschiedlichen Wirkungskategorien dargestellt.

Abb. 3 zeigt die Umweltbelastung an.

Angegeben sind die prozentualen Anteile der betrachteten Systeme, wobei die Ergebnisse relativ zu dem größten Beitrag (Ressourcenverbrauch der Beschichtung) in Beziehung gesetzt sind. Die Länge der Balken ist ein Maß für die Umweltbelastung.

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 nur 38 % im Vergleich zur Beschichtung.

Die Feuerverzinkung zeichnet sich durch einen geringeren Ressourcenverbrauch und geringere Emissionsbelastungen über den gesamten Lebenszyklus aus.

**Fazit**

Die Studie zeigt, dass die Ökobilanz eine aussagekräftige, praxisbezogene Methode

zum ökologischen Vergleich von Produkten ist. Sie arbeitet deutliche Unterschiede zwischen zwei etablierten Korrosionsschutzsystemen für Stahlbauten heraus. Das Korrosionsschutzsystem Feuerverzinken stellt für ein langlebigeres Stahlbauobjekt gegenüber einem Beschichtungssystem die geringeren Umweltbelastungen dar. Langlebigkeit und Wartungsfreiheit, die bekannten Vorzüge der Feuerverzinkung sind der Garant für die Umweltfreundlichkeit des Verfahrens.

- MH -

**Foto:** HPP Architekten, Düsseldorf

**Web:** www.feuverzinken.com

**Impressum**

**Feuerverzinken** – Internationale Fachzeitschrift der Branchenverbände in Deutschland, den Niederlanden und Großbritannien. Lizenzausgabe in Spanien.

**Redaktion:** D. Baron, G. Deimel, H. Glinde (Chefredakteur), I. Johal, Drs. G. H. J. Reimerink

**Verlag, Vertrieb:**

© 2008 Institut Feuerverzinken GmbH, Sohnstraße 66, D-40237 Düsseldorf

**Telefon:** (02 11) 69 07 65-0 **Telefax:** (02 11) 68 95 99

**E-Mail:** info@feuerverzinken.com **Internet:** www.feuverzinken.com

**Herausgeber:** Industrieverband Feuerverzinken e.V.

**Verlagsleiter der deutschen Auflage:** G. Deimel

Nachdruck nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

# Neu: Leitfaden zum nachhaltigen Bauen

## FEUERVERZINKEN UND NACHHALTIGES BAUEN

### EIN LEITFADEN



Nachhaltiges und damit zukunftsgerechtes Bauen erfordert eine Vielzahl von Entscheidungen und geht deutlich über das bloße Einsparen von CO<sub>2</sub> hinaus. Neben einer intelligenten Architektur spielt die Materialwahl eine zentrale Rolle. Unter Mitwirkung der deutschen Feuerverzinkungsindustrie ließ der europäische Feuerverzinkerverband EGGA den Korrosionsschutz durch Feuerverzinken vor dem Hintergrund des nachhaltigen Bauens wissenschaft-

lich untersuchen. Auf der Basis dieser und weiterer Studien hat der Herausgeber des „Green Building Handbook“, Professor Tom Woolley, einen Leitfaden für Architekten, Ingenieure, Planer und ausführende Unternehmen erstellt, der auf 52 Seiten eine Fülle von Nachhaltigkeitsinformationen für das Feuerverzinken bietet. Lebenszyklusbetrachtungen, Fallstudien und Ökovergleiche mit anderen Korrosionsschutzsystemen gehören ebenso dazu wie

Daten zum Energie-, Ressourcen- und CO<sub>2</sub>-Verbrauch oder fundierte Aussagen zum Recycling von feuerverzinktem Stahl.

Der Leitfaden belegt, dass die Feuerverzinkung nicht nur langlebig, sondern auch äußerst nachhaltig ist.

Der Leitfaden in deutscher Sprache steht als Download bereit unter [www.feuverzinken.com](http://www.feuverzinken.com).