

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	bauforumstahl e.V. & Industrieverband Feuerverzinken e.V.
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-BFS-20130173-IBG1-DE
Ausstellungsdatum	24.10.2013
Gültig bis	25.10.2018

Feuerverzinkte Baustähle: Offene Walzprofile und Grobbleche

bauforumstahl e.V. &
Industrieverband Feuerverzinken e.V.

www.bau-umwelt.com / <https://epd-online.com>



Institut Bauen
und Umwelt e.V.



1. Allgemeine Angaben

bauforumstahl e. V. &
Industrieverband Feuerverzinken e.V.

Feuerverzinkte Baustähle:
Offene Walzprofile und Grobbleche

Programmhalter

IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Inhaber der Deklaration

bauforumstahl e. V.
Sohnstr. 65
40237 Düsseldorf
Deutschland

Deklarationsnummer

EPD-BFS-20130173-IBG1-DE

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 t feuerverzinkter Baustahl
(Offene Walzprofile und Grobbleche).

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

Baustähle, 07-2012
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen
Sachverständigenausschuss)

Gültigkeitsbereich:

Diese Umweltdeklaration behandelt feuerverzinkte
Baustähle, die als Stahlbauprofile, Stabstähle und
Grobbleche ausgewalzt und die für geschraubte,
geschweißte oder andersartig verbundene
Gebäudekonstruktionen, Brücken oder andere
Bauwerke verwendet werden.

Diese Umweltproduktdeklaration ist gültig für folgende
Produkte, die von den Mitgliedswerken des
Industrieverbandes Feuerverzinken e. V. (siehe
<http://www.feuerzinken.com/industrie/ordentliche-mitglieder/>) veredelt wurden:

Grobbleche der Dillinger Hütte und GTS Industries,
Tata Steel mit dem Werk Scunthorpe sowie der
Ilseburger Grobblech GmbH.

Walzprofile der Unternehmen ArcelorMittal mit den
Werken Ostrava, Differdange, Dabrowa, Esch-Belval,
Bergara, Hunedoara, Madrid, Olaberria, Zaragoza,
Warszawa und Rodange, Tata Steel mit den Werken
Scunthorpe und Lackenby sowie der Peiner Träger
GmbH und der Stahlwerk Thüringen GmbH.

Vor dem Hintergrund einer nahezu einheitlichen
ökobilanziellen Grundgesamtheit der Umweltwirkungen
innerhalb einer Kategorie, wird eine detaillierte
Datenerhebung in 15% der für Stahlbauprodukte
relevanten Anlagen als repräsentativ für die
Datenerhebung eingeschätzt.

Der Inhaber der Deklaration haftet für die
zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine
Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen,
Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.

Ausstellungsdatum

24.10.2013

Gültig bis

25.10.2018

Verifizierung

Die CEN Norm EN 15804 dient als Kern-PCR

Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n
Dritte/n gemäß ISO 14025

☐ intern ☒ extern

Horst J. Bossenmayer

Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer
(Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)

Dr. Burkhard Lehmann

Dr. Burkhard Lehmann
(Geschäftsführer IBU)

Frank Werner

Dr. Frank Werner,
Unabhängige/r Prüfer/in vom SVA bestellt

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung

Diese EPD bezieht sich auf 1 t feuerverzinkten Baustahl (Offene Walzprofile und Grobbleche). Sie behandelt Baustähle der Sorten S235 bis S960, die als Stahlbauprofile, Stabstähle und Grobbleche ausgewalzt werden.

2.2 Anwendung

Feuerverzinkter Baustahl wird für geschraubte, geschweißte und andersartig verbundene Gebäudekonstruktionen, Brücken und andere Bauwerke oder in Stahl-Verbundkonstruktionen verwendet. Beispiele hierfür sind:

- Eingeschossige Gebäude (Industrie- und Lagerhallen)
- Mehrgeschossige Gebäude (Büros, Wohnhäuser, Geschäfte, Parkhäuser, Hochhäuser usw.)
- Brücken (Eisenbahnbrücken, Straßenbrücken, Fußgängerbrücken)
- Andere Bauwerke (Kraftwerke, Stadien, Tagungszentren, Flughäfen, Bahnhöfe usw.).

2.3 Technische Daten

Diese EPD ist gültig für Bleche und Profile unterschiedlicher Stahlsorten und Lieferformen, die entsprechend DIN EN ISO 1461 feuerverzinkt wurden. Spezifische Angaben zu Maßtoleranzen, bautechnischen Daten sowie mechanischen und chemischen Eigenschaften können der einschlägigen Literatur und/oder den Normen entnommen werden /EN 1993/.

Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Dichte	7850	kg/m ³
Elastizitätsmodul	210000	N/mm ²
Temperaturdehnzahl	12	10 ⁻⁶ K ⁻¹
Wärmeleitfähigkeit bei 20°C λ	48	W/(mK)
Schmelzpunkt je nach Legierungsanteilen bis zu	1536	°C
Schubmodul	81000	N/mm ²

2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Für das In Verkehr Bringen in der Europäischen Union gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011. Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der harmonisierten /EN 10025/ und die CE-Kennzeichnung.

Weitere Produktnormen: /ASTM A36/, /A572/, /A992/, /A913/, /A283/, /A514/, /A573/, /A588/, /A633/, /A709/ und /A1066/.

Für die Verwendung gelten die nationalen Vorschriften.

Fertigungsnorm: /EN 1090/, /AISC/, /AWS/
Ausführungsnorm: Eurocodes, /AISC/
Feuerverzinkung gemäß /DIN EN ISO 1461/ in
Verbindung mit /DAST-Richtlinie 022/.

2.5 Lieferzustand

Die Abmessungen der deklarierten Produkte können je nach Anwendungszweck variieren.

2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Baustähle sind nicht- oder niedrig-legierte Stahlprodukte, deren Kohlenstoffgehalt zwischen 0 und 0,6 % liegt. Eisen ist der Hauptbestandteil von Stahlprofilen und Grobblechen. Der Anteil weiterer Elemente ist deutlich geringer. Die genaue chemische

Zusammensetzung variiert je nach Stahlsorte und kann in den unten aufgelisteten Produktnormen in Erfahrung gebracht werden. Verzinkte Baustähle sind auf der Oberfläche zusätzlich mit einem Zinküberzug versehen.

Hilfsstoffe:

A. Für den Produktionsweg „Hochofen mit Konverter“:
Kokskohle, Kohle, Kalziumoxid

B. Für den Produktionsweg „Elektrolichtbogenofen“:
Kalziumoxid

Für beide Produktionswege:

Aluminium, Ferrolegierungen (Ferrosilizium, Ferromangan, Ferronickel, Ferroniobium, Ferrovanadium, Ferrotitanium).

Die Gewichtsprozente dieser Additive sind abhängig von der Stahlgüte.

C. Für die Feuerverzinkung: Entfetter, Salzsäure, Zink- und Ammoniumchlorid

2.7 Herstellung

Für den Produktionsweg „Hochofen mit Konverter“ wird Eisenerz (typische Mischung basierend auf Eisenoxid Fe₂O₃) mit Koksgrus, Kreislaufstoffen und anderen Zusätzen vermischt und gesintert. Das dient als Vorbereitung für die Beschickung mit Koks, dem Reduktionsmittel, im Hochofen. Auch Pellets und/oder Stückerz können verwendet werden.

Das flüssige Eisen, das im Hochofen produziert wird, wird in den Konverter weitergeleitet. In diesem Behälter wird das Eisen zu Stahl konvertiert, indem der Kohlenstoffgehalt des Eisens verringert wird. Dies geschieht, indem Sauerstoff in die Schmelze eingeblasen wird. Die Reaktion ist exotherm. Um die Temperatur kontrollieren zu können, wird der Schmelze (bis zu 35%) Schrott hinzugefügt.

Für den Produktionsweg „Elektrolichtbogenofen“ wird Schrott in einem Elektrolichtbogenofen geschmolzen, um flüssigen Stahl zu erhalten.

Veredelung (Reduzierung des Schwefels, des Phosphors und anderer Begleitelemente), Legierung (beispielsweise ungefähr 1% Mn, 0,2% Si) und eventuell Mikrolegierung (beispielsweise 0,01% V) werden angewandt, um dem Stahl seine geforderten Eigenschaften zu geben.

Am Ende der Stahlherstellung wird der flüssige Stahl mit einer Stranggießanlage in ein halbfertiges Produkt umgewandelt oder in Sonderfällen in Kokillen zu Blöcken abgegossen. Das Halbprodukt (Gussblock, Trägerrohling, Rohblock, Walzblock) wird heiß zum endgültigen Produktmaß ausgewalzt (Grobblech, Flachstahl, H-Profil, I-Profil, U-Profil, L-Profil und andere Stabstähle).

Anschließend erfolgt das Feuerverzinken. Dazu werden die gefertigten Bauteile in einer nasschemischen Oberflächenvorbehandlung gereinigt, mit einem Flussmittel versehen, getrocknet, in einer Zinkschmelze feuerverzinkt und anschließend abgekühlt.

Gütesicherung: /ISO 9001/ Überwachung gemäß der Produktnormen, z. B. /EN 10025, Teil 1.

2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Während der Herstellung bestehen, über die gesetzlichen Vorgaben hinaus, keine besonderen Anforderungen an die Sicherheit, den Umweltschutz und die Gesundheit.

2.9 Produktverarbeitung/Installation

Verarbeitungs--Empfehlungen:

Planung, Verarbeitung, Inbetriebnahme und bestimmungsgemäße Nutzung von Konstruktionen aus feuerverzinkten Stahlprofilen und -blechen sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik und Herstellerempfehlungen auszuführen. Die Normen /EN 1993/ und /EN 1994/ (EUROCODE EC3 und EC4) gelten für die Bemessung und Konstruktion von Stahl- und Stahl-Verbundtragwerken. Sie behandeln Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, die Tragfähigkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Stahl- und Stahlverbundkonstruktionen (EC 3 Stahl, EC 4 Verbund).

Die Normenteile 1+2 der /EN 1090/ gelten für die Ausführung von Stahltragwerken und umfassen die Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle.

Ergänzt wird das europäische Normenwerk unter anderem durch nationale Anhänge, Richtlinien und Merkblätter sowie gesetzliche Regelungen. Bei Transport und Lagerung von feuerverzinkten Stahlträgern und -blechen sind die allgemein üblichen Anforderungen zur Ladungssicherung zu beachten. Angaben/Empfehlungen des Stahlerzeugers zur Weiterverarbeitung, z.B. Schweißen, Umformen, usw. von Stahlträgern und -blechen auf Grundlage der gültigen Normen und Richtlinien sind in jedem Fall zu beachten.

Arbeitsschutz / Umweltschutz:

Bei Verarbeitung/Anwendung von feuerverzinkten Stahlträgern und -blechen gemäß der allgemein anerkannten Regeln der Technik sind keine über die öffentlich-rechtlichen Arbeitsschutzmaßnahmen hinausgehenden Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit zu treffen.

Durch Verarbeitung/Anwendung von feuerverzinkten Stahlträgern und -blechen gemäß der allgemein anerkannten Regeln der Technik werden keine wesentlichen Umweltbelastungen ausgelöst. Besondere Maßnahmen zum Schutze der Umwelt sind nicht zu treffen.

Restmaterial:

Bei der Verarbeitung sind anfallende Reststücke aus feuerverzinktem Stahl sowie Späne aus zerspanenden Verfahren getrennt von anderen Stoffen zu sammeln. Der verzinkte Stahlschrott kann bei der Einschmelzung nahezu vollständig zur Herstellung neuer Stahlprodukte und Zink als Rohstoff für neue Anwendungen recycelt werden.

2.10 Verpackung

Feuerverzinkte Baustähle werden i. d. R. unverpackt ausgeliefert. Üblicherweise erfolgt die Bündelung des Materials zur Erleichterung des Transports. Für Übersee-Transporte können spezielle Verpackungen zum Schutz vor Meeresatmosphäre zur Anwendung kommen.

2.11 Nutzungszustand

Inhaltsstoffe: Feuerverzinkte Baustähle sind nicht- oder niedrig-legierte Stahlprodukte, die durch Legieren von Eisen mit anderen Metallen und auch Nichtmetallen (insbesondere Kohlenstoff) hergestellt werden. Eisen ist der Hauptbestandteil von Stahlprofilen und Grobblechen. Während der Nutzung entspricht die

stoffliche Zusammensetzung, derer zum Zeitpunkt der Herstellung (siehe Kapitel 2.6).

2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Bei dem Verwendungszweck von feuerverzinkten Grobblechen und Stahlprofilen entsprechender Nutzung sind keine Wirkungsbeziehungen bzgl. Umwelt und Gesundheit bekannt.

2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Informationen zur Referenznutzungsdauer für feuerverzinkte Baustähle können unter /DIN EN ISO 14713-1/ eingesehen werden.

2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Das Material gehört zu Klasse A1, d.h. nicht brennbar gemäß /DIN EN 13501/.

Bei Erhitzung oberhalb 650°C erfolgt eine kurzfristige Verdampfung des dünnen Zinküberzuges als Zinkoxid (ZnO) wodurch Rauch entsteht. Der ZnO-Rauch kann, über längere Zeit eingeatmet, Rauchfieber (Durchfall, Fieber, trockener Hals) verursachen, das jedoch 1-2 Tage nach der Inhalation vollständig verschwindet. Die kritische Temperatur (Ausfalltemperatur des Bauteils) ist im Wesentlichen abhängig von der Bauteilbelastung und bauteildämpfenden Beschaffenheit.

Brandschutz

Bezeichnung	Wert
Baustoffklasse nach DIN EN 13501-1	A1

Wasser

Feuerverzinkter Stahl ist stabil, unlöslich und emittiert keine Substanzen in das Wasser.

Mechanische Zerstörung

Bei außergewöhnlichen mechanischen Einwirkungen reagieren Bauwerke aus feuerverzinktem Stahl aufgrund der großen Duktilität (plastische Verformbarkeit) des Werkstoffs Stahl ausgesprochen gutmütig: Bei Zugbeanspruchung entstehen zunächst Einschnürungen die bei steigender Belastung reißen können, bei anhaltender hoher Druckbelastung können Bauteile aus feuerverzinktem Stahl knicken oder ausbeulen.

Es entstehen keine Absplitterungen, Bruchkanten oder ähnliches.

2.15 Nachnutzungsphase

Allgemein:

Offene Walzprofile und Grobbleche aus feuerverzinkten Baustählen sind zu 100% rezyklierbar und werden aufgrund ihrer Materialeigenschaften (Stahl ist magnetisch) nach der Nutzung zu 99% wiedergewonnen /European Commission Technical Steel Research/.

Wiederverwendung:

Grobbleche und Stahlprofile können nach dem Rückbau wiederverwendet werden. Gegenwärtig werden ca.11% der rückgebauten Produkte wiederverwendet.

Recycling:

Feuerverzinkte Grobbleche und Stahlprofile können nach dem Rückbau problemlos rezykliert werden. Gegenwärtig werden rund 88% der Produkte für eine geschlossene Kreislaufführung der Materialien verwendet /European Commission Technical Steel Research/.

2.16 Entsorgung

Feuerverzinkter Stahlschrott wird aufgrund seiner hohen Wertigkeit als Rohstoff nicht entsorgt, sondern in einem seit langem etablierten Kreislauf der Wiederverwendung bzw. dem Recycling zugeführt. Sollte es dennoch, beispielsweise durch Sammelverluste, zu einer Deponierung kommen, ist nicht mit Umweltauswirkungen zu rechnen.

Abfallschlüssel gemäß dem europäischen Abfallkatalog (EAK) gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung /AVV/:
17 04 05 - Eisen und Stahl/.

2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu Feuerverzinkten Baustählen und dessen Anwendungsbereichen erhalten Sie im Internet unter www.bauforumstahl.de und unter www.feuerzinken.com.

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf 1 Tonne feuerverzinkten Baustahl: Offene Walzprofile und Grobbleche.
Ökobilanz wurde auf Basis eines, nach Produktionsvolumen gewichteten Durchschnitts repräsentativer Standorte berechnet.

Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Dichte	7850	kg/m ³
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	0,001	-

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis Werkstor - mit Optionen. Es wurden folgende Prozesse in das Produktstadium **A1-A3** des feuerverzinkten Stahls miteinbezogen:

- Herstellungsprozesse von Rohstoffen / Halbzeugen (Modul A1) und Hilfsstoffen (Modul A3). Der Herstellungsprozess Baustahl wurde dem EPD „Baustähle – Offene Walzprofile und Grobbleche“ entnommen. Sekundärmaterial wird im Hintergrundsystem verwendet. Im Vordergrundsystem wird Stahlschrott sowie teilweise sekundäres Zink eingesetzt.
- Transport des Baustahls zum Werk (Modul A2)
- Herstellprozesse für Stahl im Werk inklusive energetischen Aufwendungen, Herstellung von Hilfsstoffen, Entsorgung von anfallenden Reststoffen (Verpackung von Vorprodukten und Produktion) und der Berücksichtigung von im Werk auftretenden Emissionen (Modul A3)
- Anfallender Produktionsschrott bei der Herstellung wird im Kreislauf geführt („closed loop“) (Modul A3).
- Herstellung der Verpackungen. Bei der Verpackung der Endprodukte wird die Herstellung der PE-HD-Folien, Plastikbändern aus Thermoplastik und Stahlbänder bilanziert. Weiterhin werden Kartonagen aus Altpapier hergestellt
- Die erzeugte elektrische und thermische Energie, aus der thermischen Verwertung der Verpackungsmaterialien der Vorprodukte und der Roh- und Hilfsstoffe (Kunststoff) wird gemäß den Rechenregeln aus PCR Teil A in

Modul A1-A3 gegengerechnet („loop“). Es gilt $E_{out} < E_{in}$. Es ist davon auszugehen, dass die erzeugte und eingesetzte Energie von gleicher Qualität ist, was einen „loop“ legitimiert.

Für verzinkten Stahlschrott wird angenommen, dass der „end-of-waste“ Status nach dem Sortieren und Schreddern beim Abriss oder in den Abfallbehandlungsanlagen erreicht ist. **In Modul D** werden Wiederverwendung und Recycling von Feuerverzinktem Stahl im End-of-Life betrachtet.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Für Baustahl als Hauptinputgröße wurden die Transportaufwendungen mit 100 km angenommen. Im Modell wurde ein Entfettungsmittel (auf Salzsäure oder Natronlauge Basis) als „worst-case“ Annahme für alle Fälle verwendet.

Bei der Verbrennung von Verpackungsreststoffen der Roh- und Hilfsstoffe wird Strom und thermische Energie erzeugt. Dieser wird gemäß PCR Teil A /Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A/ in der feuerverzinkten Baustahlherstellung (A1-A3) gegengerechnet. Der in der Produktion anfallende Stahlschrott wird mit „Recycling Potential für Stahlblech“ gegengerechnet. Nach dem Einsammeln, wird die noch in der Stahlherstellung benötigte Menge an Stahlschrott durch den Schrott im End-of-Life abgesättigt („closed loop“).

Weiterhin, beim Recycling der alten Zink- und Eisen-Beizbäder werden jeweils 30% des Inputmaterials im Kreislauf geführt. Um den Einfluss der Recyclingrate auf das Umweltprofil des Produktes zu prüfen, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Es wurden drei Szenarien mit 0%, 30% und 70% Recyclingrate entwickelt und ausgewertet. Dabei wurde festgestellt, dass die getroffene Annahme zu keiner Verfälschung der Ergebnisse führt.

3.4 Abschneideregeln

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, die eingesetzte thermische Energie sowie der Stromverbrauch und Dieselverbrauch in der Bilanzierung berücksichtigt.

Alle Stoffflüsse, die zu mehr als 1% der gesamten Masse, Energie oder Umweltwirkung des Systems beitragen, wurden in der Studie berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die vernachlässigten Prozesse weniger als 5% zu den berücksichtigten Wirkungskategorien beitragen. Die Herstellung der zur Produktion der betrachteten Artikel benötigten Maschinen, Anlagen und sonstige

Infrastruktur wurde in den Ökobilanzen nicht berücksichtigt.

3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus für die Herstellung des feuerverzinkten Stahles wurde das von der PE INTERNATIONAL entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung "GaBi 6" eingesetzt /GaBi 6 2013/. Alle für die feuerverzinkte Baustahlherstellung relevanten Hintergrund-Datensätze wurden der Datenbank der Software GaBi 6 entnommen oder vom *bauforumstahl e.V.* und dem *Industrieverband Feuerverzinken e.V.* zur Verfügung gestellt. Alle maßgeblichen Datensätze im Zusammenhang mit der Herstellung des deklarierten Produkts sind in der GaBi 6 Dokumentation zu finden /GaBi 6 2013D/. Die repräsentativen Feuerverzinkungsunternehmen wurden durch den Industrieverband Feuerverzinken e.V. definiert.

3.6 Datenqualität

Alle für die Ökobilanzen relevanten Hintergrund-Datensätze wurden der Datenbank der Software GaBi 6 entnommen, Primärdaten wurden vom *bauforumstahl e.V.* und dem *Industrieverbandes Feuerverzinken e.V.* zur Verfügung gestellt. Die Datenqualität kann als hoch angesehen werden. Die

letzte Revision der verwendeten Hintergrund- und die der Herstellerdaten liegt nicht länger als 5 Jahre zurück.

3.7 Betrachtungszeitraum

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf aktueller Datenaufnahme des *bauforumstahl e.V.* und des *Industrieverbandes Feuerverzinken e.V.* aus dem Jahr 2011.

3.8 Allokation

Die alten Beiz- und Flussmittelbäder wurden jeweils mit einer Wiedergewinnungsrate von 30% des Inputmaterials als *worst-case* Annahme gegengerechnet. Für die in der Produktion anfallenden Stahl- und Zinkschrotte, die nicht innerhalb der Produktion *geloopt* werden können, werden Gutschriften in Höhe von Primärmaterial vergeben. Weiterhin erfolgt im End-of-Life closed loop Recycling.

3.9 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach EN 15804 erstellt wurden und der Gebäudekontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale, berücksichtigt werden.

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Es wurden folgende Szenarien für Wiederverwendung, Recycling und Abfall zur Entsorgung in End-of-Life Phase angewendet:

Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D), relevante Szenarioangaben

Bezeichnung	Wert	Einheit
Sammelrate	99	%
Recycling	88	%
Wiederverwertung	11	%
Verlust	1	%

5. LCA: Ergebnisse

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsart	Montage	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 Tonne feuerverzinkter Stahl

Parameter	Einheit	A1 - A3	D
Globales Erwärmungspotenzial	[kg CO ₂ -Äq.]	1,847E+3	-1,019E+3
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	1,963E-7	-1,03E-9
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	[kg SO ₂ -Äq.]	4,007E+0	-1,513E+0
Eutrophierungspotenzial	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	4,063E-1	-1,43E-1
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	[kg Ethen-Äq.]	7,117E-1	-4,431E-1
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	1,439E-1	-3,857E-2
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	[MJ]	1,871E+4	-8,099E+3

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 Tonne feuerverzinkter Stahl

Parameter	Einheit	A1 - A3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1,364E+3	1,869E+1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,0E+0	0,0E+0
Total erneuerbare Primärenergie	[MJ]	1,364E+3	1,869E+1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	2,003E+4	-7,939E+3
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,0E+0	0,0E+0
Total nicht-erneuerbare Primärenergie	[MJ]	2,003E+4	-7,939E+3
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	6,04E+2	3,86E+2
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	2,107E-1	4,07E-2
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	2,065E+0	5,24E-1
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	4,24E+0	-6,2E-1

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

1 Tonne feuerverzinkter Stahl

Parameter	Einheit	A1 - A3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	3,67E-1	-3,94E-1
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	5,667E+1	-2,63E+1
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	5,404E-1	6,87E-2
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0,0E+0	0,0E+0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0,0E+0	0,0E+0
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0,0E+0	0,0E+0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0,0E+0	0,0E+0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0,0E+0	0,0E+0

6. LCA: Interpretation

Zunächst werden die relativen Beiträge der deklarierten Lebenszyklusmodule zu den Umweltwirkungen 1 t Feuerverzinkter Baustahl dargestellt.

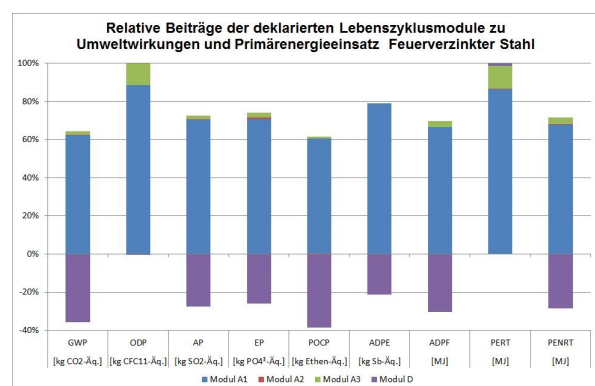


Abbildung 1

Die erste Abbildung zeigt die Verteilung der Umweltwirkungen der Module A1, A2, A3 und D. Es ist zu sehen, dass die Beiträge aus Modul A1 (Rohstoffe) bei allen Umweltwirkungskategorien dominieren. Einheitlich ist, dass der Beitrag aus dem Transport von Baustahl (Modul A2) bei allen Umweltwirkungskategorien unter 1,5% liegen. Die Gutschriften in Modul D entstehen durch das Recycling des Stahlschrotts.

Den größten Beitrag zum **Treibhauspotential (GWP, 100 Jahre)** liefert die Rohstoffbereitstellung (ca. 97%). Ca. 3% wird durch die Produktion des Feuerverzinkten Stahls selbst verursacht. Bei den eingesetzten Rohstoffen ist insbesondere Stahl, d.h. Emissionen infolge der thermischen Umsetzung von Braunkohle und die Vorketten der eingesetzten elektrischen Energie relevant. Der Transport des Baustahls trägt zu ca. 0,2% der Emissionen bei. Insgesamt 55% der gesamten GWP-Emissionen werden durch das Stahlrecycling am Lebensende gutgeschrieben. Das **Ozonabbaupotential (ODP)** wird durch die Rohstoffbereitstellung (Modul A1) mit ca. 89% dominiert. 11% gehen auf die Produktion des verzinkten Baustahls (Modul A3) zurück.

Das **Versauerungspotential (AP)** wird zu ca. 96,8% im Produktionsstadium durch die Rohstoffbereitstellung (hauptsächlich Baustahl) ausgelöst. Der Rest wird durch den Feuerverzinkungsprozess (ca. 2,7%) und den Transport von Baustahl (ca. 0,5%) verursacht. Eine Gutschrift von ca. 38% der gesamten AP-Emissionen wird hauptsächlich durch das Recycling und die Wiederverwendung von verzinktem Baustahl angerechnet.

Den größten Beitrag zum **Eutrophierungspotential (EP)** liefert die Rohstoffbereitstellung (ca. 95%), vor allem bedingt durch den hohen Energiebedarf in Form von Erdgas und Strom sowie den prozessbedingten Emissionen beim Sintern. Ca. 3% resultieren aus der verzinkten Baustahlherstellung und ca. 1% aus dem Transport von Baustahl. Insgesamt werden ca. 35% der gesamten Emissionen gutgeschrieben.

Das **Sommersmogpotential (POCP)** wird fast ausschließlich (ca. 99,6%) im Produktionsstadium durch die Rohstoffbereitstellung in Form des Baustahls ausgelöst. Hier beträgt die Gutschrift ca. 62%. Beim POCP sorgt der Transport für negative Auswirkungen.

Der **Abiotische Ressourcenverbrauch (ADP elementar)** wird überwiegend durch das Produktionsstadium Modul A1 veranlasst. Die Gutschrift beträgt insgesamt ca. 27%.

Der **Abiotische Ressourcenverbrauch (ADP fossil)** resultiert hauptsächlich aus dem Beitrag der Vorketten in Modul A1 (ca. 95%). Ca. 5% gehen auf die Produktion des verzinkten Baustahls zurück. Unter 1% wird durch den Transport von Baustahl verursacht. Eine Gutschrift von ca. 43% wird vorwiegend durch das Recycling des Stahls generiert.

Der **gesamte Primärenergiebedarf** teilt sich zwischen ca. 94% aus nicht erneuerbaren Energieträgern und ca. 6% aus erneuerbaren Energien auf.

Der **gesamte erneuerbare Primärenergiebedarf (PERT)** resultiert zum Großteil aus den Vorketten der Vorprodukt-Herstellung (Modul A1) – ca. 88%. 12% sind auf die Herstellung von verzinktem Baustahl

selbst zurückzuführen und unter 1% ist durch dessen Transport zu begründen.

Bei Betrachtung des **gesamten nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PENRT)** tragen die Vorketten der Vorproduktherstellung zum Großteil zu den Umweltauswirkungen bei (ca. 95%). Die Produktion des verzinkten Baustahls trägt ca. 5% zum nicht erneuerbaren Energieverbrauch bei. 1% ist durch den Transport von Baustahl zu begründen. Insgesamt wird eine Gutschrift von ca. 40% gegeben, welche durch das Recycling der metallischen Vorprodukte und verzinkten Baustahls in der End-of-Life Phase entstehen.

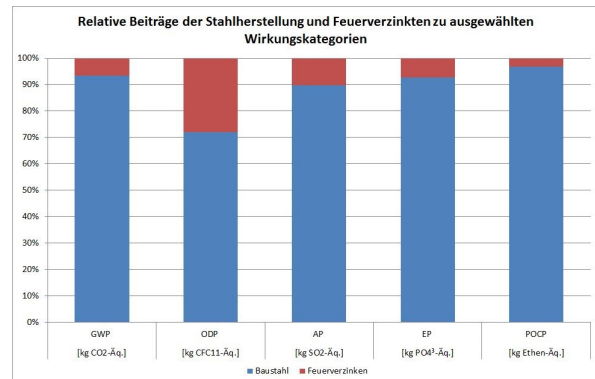


Abbildung 2

Die zweite Abbildung stellt die relativen Beiträge der Baustahlherstellung denen der Feuerverzinkung gegenüber. Die Werte beziehen sich dabei ausschließlich auf die Module A1-A3 ohne Gutschriften. Wie deutlich zu erkennen ist, trägt der Feuerverzinkungsprozess nur geringfügig zu den Umweltwirkungen des Gesamtprozesses bei.

Nachfolgend werden die dargestellten Ergebnisse für die fünf gängigsten Wirkungskategorien interpretiert. Den größten Beitrag zum **Treibhauspotential (GWP, 100 Jahre)** liefert die Baustahlherstellung (ca. 93%). Ca. 7% sind auf die Feuerverzinkung zurückzuführen. Die Feuerverzinkung wird dabei überwiegend durch den Zinkeinsatz sowie die Erzeugung elektrischer Energie beeinflusst.

Das **Ozonabbaupotential (ODP)** wird durch die Baustahlherstellung (ca. 72%) dominiert. 28% sind auf die Feuerverzinkung zurückzuführen.

Das **Versauerungspotential (AP)** wird zu ca. 90% durch die Baustahlbereitstellung ausgelöst. Der Rest wird durch den Feuerverzinkungsprozess (ca. 10%) verursacht. Die Umweltlasten der Feuerverzinkung sind fast ausschließlich auf den Zinkeinsatz zurückzuführen.

Den größten Beitrag zum **Eutrophierungspotential (EP)** liefert die Baustahlherstellung (ca. 93%). Ca. 7% resultieren aus der Feuerverzinkung. Auch hier sind die maßgeblichen Treiber der Zinkeinsatz sowie die verwendete elektrische Energie.

Das **Sommersmogpotential (POCP)** wird fast ausschließlich (ca. 97%) durch die Baustahlherstellung verursacht. Hier trägt die Feuerverzinkung zu etwa 3% zu den Umweltlasten des Gesamtprozesses bei.

7. Nachweise

7.1 Abwitterung

Auf der Oberfläche von feuerverzinkten Stahlbauteilen bildet sich unter Freibewitterungsbedingungen durch natürliche Prozesse eine schützende Deckschicht, die so genannte Patina, aus. Die Patina-Schicht ist sehr beständig und bildet damit die Grundlage für den überdurchschnittlichen Korrosionsschutz von mehreren Jahrzehnten. Sie sorgt gleichzeitig dafür, dass der Zinküberzug in nur sehr geringem Maße über die Zeit abgetragen wird. Weiterhin wirkt sich die zunehmende Luftqualitätsverbesserung infolge der umfangreichen Luftreinhaltemaßnahmen (hier insbesondere Entschwefelung von Großkraftwerken und Kraftstoffen für Fahrzeuge) stark positiv auf die Reduzierung der Abwitterung von Zinküberzügen aus. /Schröder 2013/ berichtet von Abtragswerten an feuerverzinkten Stahlschutzplanken in den 1970-iger Jahren von bis zu

4,7 µm/a. Neue Literaturwerte vgl. /Hullmann 2003/ weisen für eine vollständige Bewitterung von Zinkblech Abschwemmraten für Zink von 3,0 g/m²*a (entspricht ca. 0,5 µm/a) aus. Jüngere Untersuchungen /BAST 2008/ und /Schröder 2013/ zeigen für das Anwendungsbeispiel von feuerverzinkten Stahlschutzplanken an der BAB 4 bei 10-jähriger Freibewitterung kein messbaren Schichtdickenverlust in Folge von Abwitterung. Die Abwitterung ist demzufolge selbst unter erhöhten Korrosionsbelastungen wie sie an Bundesautobahnen heutzutage auftreten (wo u.a. in den Wintermonaten Streusalze zum Einsatz kommen) selbst über mehrere Jahre betrachtet vernachlässigbar gering.

8. Literaturhinweise

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.):

Allgemeine Grundsätze für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2013-04.

DIN EN ISO 14025:2011-10, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.

EN 15804:2012-04, Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products.

GaBi 6 Software, GaBi 6. Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, 2013

GaBi 6 Dokumentation, GaBi 6: Dokumentation der GaBi 6-Datensätze der Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, 2013D., <http://documentation.gabi-software.com>

IBU PCR Teil B PCR - Teil B: Anforderungen an die EPD für Baustähle. PCR Anleitungstexte für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen der Bauproduktgruppe Baustähle, Institut Bauen und Umwelt e.V., www.bau-umwelt.com, 2013-07 Kreissig 1999

Krüger 2001, Krüger, J., Gerke, M., Jessen, S., Kiehne, C., Köneke, M., Manthey, J., Neumann, K., Rombach, E., Schlimbach, J., Winkler, P. (2001): Sachbilanz Zink. Institut für Metallhüttenkunde und Elektrometallurgie der RWTH Aachen. ISBN 3-89653-939-6

Maaß 1993, Maaß, P. und Peißker, P. (1993): Handbuch Feuerverzinken. 2., stark überarbeitete Auflage. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig Stuttgart. ISBN 3-342-00485-1

Schröder 2013 Schröder, M.: Korrosionsbeständigkeit von diskontinuierlich und kontinuierlich verzinkten

Schutzplanken, Vortrag anlässlich EGGA-Assembly, 10.-13. Juni 2013, Dresden

Hullmann 2003 Hullmann, Heinz: Natürlich oxidierende Metalloberflächen; Umweltauswirkungen beim Einsatz von Kupfer und Zink in Gebäudehüllen; 2003, Stuttgart, Fraunhofer ISB-Verlag, ISBN: 3-8167-6218-2

Feuerverzinkter Baustahl, Festlegung repräsentativer Feuerverzinkungsunternehmen durch den Industrieverband Feuerverzinken e.V. (PDF siehe Anhang)

European Commission Technical Steel Research, ECSC project: LCA for steel construction – Final report EUR 20570 EN; February 2002; The Steel Construction Institute

Normen und Regelwerke:

ASTM A 36:2008, Standard specification for carbon structural steel

ASTM A 283:2012, Standard Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates

ASTM A514:2009, Standard Specification for High-Yield-Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel Plate, Suitable for Welding

ASTM A572:2012, Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel

ASTM A573:2009, Standard Specification for Structural Carbon Steel Plates of Improved Toughness

ASTM A588:2010, Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel, up to 50 ksi [345 MPa] Minimum Yield Point, with Atmospheric Corrosion Resistance

ASTM A633:2011, Standard Specification for Normalized High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plates

ASTM A709:2011, Standard Specification for Structural Steel for Bridges

ASTM A913:2007, Standard specification for high-strength low-alloy steel shapes of structural quality, produced by quenching and self-tempering process (QST)

ASTM A992:2011, Standard specification for structural steel shapes

ASTM A1066:2011, Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plate Produced by Thermo-Mechanical Controlled Process (TMCP)

AWS D1.1:2010, Structural Welding Code – Steel

AISC 303-05, Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges
ANSI/AISC 360-10, Specification for Structural Steel Buildings

AVV, Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV): Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10.

Dezember 2011 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

BAST 2008, Bandverzinkte Schutzplankenholme, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach 2008

CEN/TR 15941:2010-03: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Methoden für Auswahl und Verwendung von generischen Daten

DAST-Richtlinie 022:2009, Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen, Deutscher Ausschuss für Stahlbau, Düsseldorf, 2009

DIN EN 1090:2009, Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken

DIN EN ISO 1461:2009, Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen

DIN EN 1993:2010-12, Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

DIN EN 1994:2010-12, Eurocode 4, Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton

DIN EN ISO 9001:2008-12, Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen

DIN EN 10025:2005-2, Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen

DIN EN ISO 12944-2:1998-07, Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

DIN EN 13501:2010-1, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

DIN EN ISO 14001:2009-11, Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung

DIN EN ISO 14025:2011-10, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren

DIN EN ISO 14040:2006-10, Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen

DIN EN ISO 14044:2006-10, Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen

DIN EN ISO 14713-1:2009, Zinküberzüge - Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion - Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit

DIN 18800-7:2008, Schweißen von Stahlbauten

Von den Mitgliedswerken des Industrieverbandes Feuerverzinken e. V.
(abrufbar unter: <http://www.feuverzinken.com/industrie/ordentliche-mitglieder>)
veredelte Produkte folgender Firmen sind in dieser EPD vertreten:



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

Herausgeber

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr.1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

Programmhalter

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr.1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com



Inhaber der Deklaration

bauforumstahl. e.V.
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
Germany

Tel +49 (0)211 6707- 828
Fax +49 (0)211 6707- 829
Mail zentrale@bauforumstahl.de
Web www.bauforumstahl.de

Industrieverband Feuerverzinken e. V.
Graf-Recke-Str. 82
40239 Düsseldorf
Germany

Tel ++49 221 690765-0
Fax ++49 221 690765-28
Mail info@feuverzinken.com
Web www.feuverzinken.com



Ersteller der Ökobilanz

PE International AG
Hauptstraße 111- 113
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany

Tel +49 711 341817-0
Fax +49 711 341817-25
Mail info@pe-international.com
Web www.pe-international.com