



**KUPFER**  
Initiative PRO METALLDACH  
**ZINK**

# 10 Fakten

## Bauen mit Kupfer und Zink



# Fakten zum Bauen mit Kupfer und Zink

## 1 Kupfer und Zink in der Architektur

Mit den Werkstoffen Kupfer und Zink wird seit Jahrhunderten hervorragende Architektur gestaltet. Nicht zuletzt durch ihre lange Lebenserwartung und vorzügliche Gestaltbarkeit werden sie von Architekten und Planern geschätzt und sind unverzichtbar. Die positiven Materialeigenschaften und der hohe Korrosionswiderstand einer sich natürlich bildenden Patina sorgen dafür, dass fachmännisch verarbeitetes Kupfer und Zink seine Vorteile über eine Nutzungsdauer von Generationen bewahrt. In der umfassenden Bewertung des gesamten Lebenszyklus – Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Recycling – können Kupfer und Zink als besonders nachhaltige Baustoffe bezeichnet werden. Verordnungen und Regelwerke führen oft aus Unwissenheit zu Missinterpretationen der biologischen Wirkungen von Kupfer und Zink. Falsch verstandenes Vorsorgeprinzip bewirkt Restriktionen bei der Planung und Ausführung.

## 2 Natürliches Vorkommen

Kupfer und Zink sind ubiquitär, d.h. überall in unserer Umwelt vorhanden. In den seltensten Formen handelt es sich dabei um reines Metall; Zink und Kupfer liegen in der Regel fest gebunden in Form von Mineralien und Erzen vor. Gelöste Metalle sind von Natur aus in den meisten Gewässern in geringen Konzentrationen mit regional sehr stark schwankenden Konzentrationen als essentielle Elemente vorhanden.

## 3 Essentialität

Zink und Kupfer sind essentielle, also lebensnotwendige Stoffe im Naturkreislauf. Sie werden z.B. in der Landwirtschaft gezielt zur Verbesserung der Bodeneigenschaften eingesetzt oder müssen von außen mit der Nahrung zugeführt werden, da sie in den Organismen selbst nicht gebildet werden können. Beim Menschen, wie in allen lebenden Organismen, müssen sie in bestimmten Konzentrationen vorhanden sein, um die Steuerung des Stoffwechsels zu gewährleisten.

## 4 Bioverfügbarkeit

Allein der Nachweis, dass Kupfer oder Zink in der Umwelt vorhanden sind (dies kann ja auch geogene, also natürliche Gründe haben) sagt noch nichts über eine Belastung der Umwelt aus. Nur ein Teil des in der Umwelt vorkommenden Kupfers und Zinks kann von Mensch, Tier und Pflanze aufgenommen werden. Dieser Teil wird als „bioverfügbar“ bezeichnet; wie viel Kupfer und Zink bioverfügbar ist, hängt von den Umgebungsbedingungen ab. Der nicht bioverfügbare Teil des vorhandenen Kupfers und Zinks ist festgelegt, z.B. in Komplexverbindungen, mineralisiert oder an Partikel gebunden und steht den Organismen nicht zur Verfügung. Für die Beurteilung kritischer Konzentrationen werden grob vereinfachend Gesamtkonzentrationen herangezogen. Gesamtkonzentrationen sagen nichts aus über die tatsächliche Aufnahme von Kupfer und Zink durch Organismen. Die Aufnahme wird ausschließlich vom bioverfügbaren Anteil bestimmt.

## 5 Homöostase

Die lebensnotwendigen Metalle Kupfer und Zink werden nicht immer in gleich bleibender Menge angeboten. Das unterschiedliche Angebot wird bei den Organismen in einem Regelsystem ausgeglichen. Dadurch entsteht ein artspezifisches Gleichgewicht, die Homöostase. Diese steuert die Aufnahme, Speicherung und Ausscheidung und stellt sicher, dass in einem Organismus bei einem erhöhten Bedarf auch mehr aufgenommen werden kann. Aufgrund dieser Reaktion findet bei essentiellen Metallen keine Bioakkumulation, also keine Anreicherung dieser Stoffe in der Nahrungskette statt.

## Natürlicher Kreislauf

Aufnahme, Speicherung und Ausscheidung von Kupfer und Zink ist ein völlig normaler Vorgang beispielsweise in der Pflanzenwelt. Die Aufnahme erfolgt im Frühjahr während der Vegetationsperiode (Wachstumsperiode). Danach sind die Metalle teilweise in den Blättern gespeichert. Im Herbst und Winter werden sie wieder aus dem Laub an die Umwelt abgegeben. Diesen Prozess kann man an den Metallkonzentrationen in unseren Oberflächengewässern und den oberen Schichten der Waldböden ablesen.

## Patina und Abschwemmung

Atmosphärischen Einflüssen ausgesetztes, unbeschichtetes Kupfer- und Zinkblech bildet allmählich eine Oberflächenschicht aus Korrosionsprodukten, die Patina. Die vorherrschenden Konzentrationen luftfremder Stoffe sowie die Umweltbedingungen bestimmen im Wesentlichen die Zusammensetzung und schützenden Eigenschaften der Patina. Als Folge trockenerer und nasser Ablagerungen kann ein Teil der Patina aufgelöst und von der Oberfläche abgeschwemmt werden, während der andere Teil der Patina während des Niederschlags auf der Oberfläche verbleibt. Nur diesen geringen freigesetzten Metallteil bezeichnet man als Metallabschwemmung.

Der Schwefeldioxid-Gehalt der Atmosphäre ist der dominierende Einflussfaktor auf diesen Korrosionsprozess. Mit dem starken Rückgang der Schwefeldioxid-Gehalte in der Luft haben auch die Abschwemmungen stark abgenommen. Die Abschwemmerraten liegen heute erheblich niedriger als jene geschätzten Daten, die früher als Grundlage für heute geltende gesetzliche Maßnahmen und Verordnungen dienten.

## Einträge in die Umwelt

Aktuelle und offizielle Untersuchungen des Umweltbundesamtes belegen, dass lediglich 2 % der gesamten Einträge von Kupfer und Zink in die Umwelt auf Dachflächen zurückzuführen sind. Der Anteil, der in Böden gelangt, ist mit weniger als einen halben Prozent noch geringer. Zieht man die oben beschriebenen natürlichen saisonalen Umwälzungsprozesse (z.B. durch Laubabfall) in Betracht, verringert sich der Anteil noch einmal um ein Vielfaches.

## Festlegung und Komplexierung

Kupfer und Zink existieren in verschiedenen chemischen Formen, von denen das freie (hydratisierte) Metallion in der Regel die größte Bioverfügbarkeit aufweist.

Als fester Bestandteil einer chemischen Verbindung weist das Metall meist eine sehr viel geringere Bioverfügbarkeit auf, d.h. es kann schlechter von den Organismen in der Umwelt aufgenommen werden.

Messungen von Dachabflüssen metallgedeckter Dächer zeigten, dass der größte Teil des freigesetzten Kupfers und Zinks zunächst in einer ionischen und demzufolge bioverfügbaren Form vorliegt. Abschwemmwässer von einem Dach oder Gebäude werden typischerweise durch Fallrohre einer Abwasseraufbereitungsanlage zugeleitet oder oberirdisch bzw. unterirdisch versickert. Es kommt dabei bereits in unmittelbarer Umgebung des Daches in Kontakt mit organischem oder anorganischem Material (z.B. Kalkstein und Erdreich). Dies führt zu wichtigen Veränderungen der chemischen Komponentenbildung (Komplexierung, d.h. Festlegung in einem Molekülverbund).

Neueste Untersuchungen zeigen, dass der bioverfügbare Anteil von Kupfer und Zink bereits in der unmittelbaren Umgebung des Daches eine rasche und erhebliche Reduzierung erfährt.

## Böden und Schutz des Grundwassers

Die natürliche Rückhaltefunktion von Böden wird in einschlägigen Regelwerken (DWA M 153 oder A 138) bereits ausdrücklich anerkannt. Neuere Untersuchungen belegen, dass eine Verlagerung gelöster Anteile von Kupfer und Zink aus dem Boden in das Grundwasser aufgrund der Bindung an Tonminerale, Eisenoxide und organische Substanz (Adsorption) nicht erfolgt. Die biochemische Festlegung ist dauerhaft und beständig. In langen Zeiträumen (> 100 Jahre) erfolgt eine Umlagerung in mineralische Erze. Ein Austrag aus dem Boden findet durch Pflanzenwuchs statt.

## Kontakte:

### Wirtschaftsvereinigung Metalle:

Wallstraße 58/59  
D - 10179 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 - 72 62 07 - 120  
Fax.: +49 (0)30 - 72 62 07 - 25 120  
E-mail: buchholz@wvmetalle.de  
Homepage: <http://www.wvmetalle.de>

### Baden-Württemberg:

#### Peter Strobel

Tel.: +49 (0)7033 303 49 90  
Fax: +49 (0)7033 303 49 95  
E-Mail: [p.strobel@rooftech.de](mailto:p.strobel@rooftech.de)



### Bayern:

#### Dipl.- Ing. Hanns-Christoph Zebe

Tel: +49 (0)631 310 35 16  
Fax: +49 (0)631 310 90 487  
E-Mail: [hanns-christoph@zebe.de](mailto:hanns-christoph@zebe.de)



#### Literatur:

Heinz Hullmann (2003): Natürlich oxidierende Metalloberflächen – Umweltauswirkungen beim Einsatz von Kupfer und Zink in Gebäudehüllen. ISBN: 3-8167-6218-2, Frauenhofer IRB Verlag

Faller M., Reiss D. (2005): Runoff behaviour of metallic materials used for roofs and facades - a 5-year field exposure study in Switzerland, Materials and Corrosion 2005, 56, No.4, S244-249

Lichtnecker H. & Hullmann, H. (2002): Biologische Wirkungen von Kupfer und Zink. Metall, 5/2002

Bertling, S., Odnevall Wallinder, I., Leygraf, C., Berggren, D. (2002), Königlich Technische Hochschule (KTH). Abteilung für Korrosionswissenschaften, Stockholm: Immobilization of copper in runoff water from roofing materials by limestone, soil and concrete. 15th Int.Corr. Congr., Paper 44, Granda, Spain 2002

Bertling, S., Odnevall Wallinder, I., Leygraf, C., Berggren, D. (2002), Königlich Technische Hochschule (KTH). Abteilung für Korrosionswissenschaften, Stockholm: Environmental Effects of Zinc Runoff from Roofing Materials – A New Multidisciplinary Approach. Outdoor and Indoor Atmospheric Corrosion, ASTM STP1421

Inger Odnevall Wallinder, Sofia Bertling, Christofer Leygraf: Kupfer- und Zinkabschwemmungen von Metalldächern - Forschung schließt Wissenslücken bei realen Massenströmen. wlb 1-2/2005, S15-18

CBP, Volume 133C Numers 1-2; September 2002, ISSN:1532-0456; The Biotic Ligand Model for Metals

In diesem Merkblatt wurde der aktuelle Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse allgemein-verständlich zusammengefasst. Für weitere Informationen und die entsprechenden wissenschaftlichen Belege kontaktieren Sie bitte die Ansprechpartner der Initiative Pro Metalldach Kupfer und Zink sowie der Wirtschaftsvereinigung Metalle.

Informationen finden Sie auch im Internet unter:

**[www.umweltforum-kupfer-zink.de](http://www.umweltforum-kupfer-zink.de)**

## Mitglieder:

