

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG  
**Herausgeber:** Eisenbibliothek  
**Band:** 73 (2001)

**Artikel:** Wiederverwertung von kupfer- und edelmetallhaltigen Sekundärmaterialien  
**Autor:** Hohlbrugger, Reinhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378356>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Wiederverwertung von kupfer- und edelmetallhaltigen Sekundärmaterialien

## Vortragssammenfassung

Im Folgenden soll die Technik der Aufarbeitung von kupfer- und edelmetallhaltigen Sekundärrohstoffen zu Reinetallen, wie sie bei der Montanwerke Brixlegg AG betrieben wird, erläutert werden.

1463 legte der bayerische Herzog Ludwig der Reiche den Grundstein für die Kupferhütte in Brixlegg, wo damals die nahe gelegenen Silber- bzw. Kupfererze zu den jeweiligen Reinetallen verhüttet wurden. Als hervorstechende Daten in der Geschichte der Kupferhütte seien die Einführung der Raffinationselektrolyse 1885, der Beginn des Einsatzes von Sekundärmaterialien 1925, die weitgehende Zerstörung der Hütte in den letzten Kriegstagen am 19. April 1945 sowie die gänzliche Umstellung auf die Raffination von Sekundärmaterialien 1976 genannt. Heute erzeugt die Montanwerke Brixlegg AG etwa 75000 t Reinstkupfer in Form von Kathoden sowie etwa die gleiche Menge an Kupferformaten, welche in Halbzeugwerken weiterverarbeitet werden.

Oxidische Rohstoffe wie z.B. Schlacken sowie niedrigprozentige Kupferschrotte und -legierungen und Eisen- bzw. Kupfer-Eisen-Materialien werden im Schachtofen mit einigen Zuschlagstoffen wie Kalk und Quarz zusammen mit Koks eingeschmolzen. Koks und Eisen fungieren sowohl als Reduktionsmittel als auch als Energieträger. Man erhält aus dem Schachtofen ein sogenanntes Schwarzkupfer mit einem Kupfergehalt von ca. 75%. Dieses Schwarzkupfer wird einer weiteren Raffination im Konverter unterzogen, wo zusätzlich zu Schwarzkupfer auch andere Schrotte, hauptsächlich Legierungsschrotte wie Messing und Rotguss, eingesetzt werden. Im Konverter wird über einen oxidativen Raffinationsschritt – es wird Luft eingeblasen – ein sogenanntes Rohkupfer mit etwa 96% Kupferinhalt erzeugt. Dieses Rohkupfer wird zusammen mit hochwertigem Kup-

ferschrott im Anodenofen zuerst mittels Sauerstoff oxidiert, um die noch verbleibenden Verunreinigungen möglichst zu entfernen, anschliessend wird die sauerstoffhaltige Kupferschmelze zur weitgehenden Entfernung des Sauerstoffs reduziert, entweder mit Gas oder – wie in Brixlegg – mit Holz. Diesen Prozess nennt man den Polprozess, in Brixlegg werden Buchenholzstämmen in die Kupferschmelze eingeführt. Im Anodenofen erhält man ein etwa 99%-iges Kupfer. Eine weitere Raffination auf pyrometallurgischem Wege ist nicht sinnvoll durchzuführen, da man so nicht zu einem den heutigen technischen Anforderungen entsprechenden Kupfer mit einer Reinheit von mehr als 99,99% kommt. Das Anodenkupfer wird in Formen gegossen und anschliessend einer elektrolytischen Reinigung zugeführt. In Elektrolysezellen wird das Kupfer anodisch aufgelöst und kathodisch wieder abgeschieden, wobei praktisch alle noch in der Anode vorhandenen Verunreinigungen entweder im Elektrolyten gelöst verbleiben oder sich ungelöst am Boden der Elektrolysezellen ansammeln. Die Kupferkathoden stellen das Endprodukt der Kupferraffination dar. Aus den Kupferkathoden werden entweder Kupferformate oder Giesswalzdraht erzeugt. In Brixlegg werden unlegierte oder niedriglegierte Rundbarren und Walzplatten hergestellt, welche der Halbzeugindustrie zur Weiterverarbeitung zu Rohren, Profilen, Blechen etc. zur Verfügung gestellt werden.

Die bedeutendsten Begleitelemente in den als Ausgangsmaterial verwendeten Sekundärrohstoffen sind mengenmässig Zink, Blei, Zinn, Nickel sowie Eisen, welches auch – wie oben erwähnt – bewusst dem Schachtofenprozess zugegeben wird sowie wertmässig die Edelmetalle Gold, Silber, Platin und Palladium. Zink und Blei verdampfen zum Teil im Schachtofenprozess und oxidieren zu Zinkoxid und Bleioxid, welches aus der Abluft filtriert wird und als Misch-

**Dr. Reinhard Hohlbrugger**

Montanwerke  
Brixlegg AG  
Forschung & Entwicklung  
Postfach 19  
A-6230 Brixlegg

oxid zur Zink- und Bleigewinnung an eine Zinkhütte geliefert wird. Das noch im Schwarzkupfer verbliebene Zink und Blei wird im Konverterprozess gemeinsam mit dem Zinn oxidiert und nach der Filtration aus der Abluft an eine Zinnhütte verkauft, da der wertbestimmende Teil in diesem Filterstaub das Zinn ist. Die Schlacke aus dem Schachtofen besteht hauptsächlich aus Eisensilikat. Dieses Eisensilikat wird durch Einleeren der flüssigen Schlacke in einen kalten Wasserstrahl granuliert. Das entstehende Granulat wird wegen seiner grossen Härte und wegen seiner guten abrasiven Eigenschaften als Sandstrahlmittel verkauft. In anderen Ländern wird diese Schlacke auch als Zuschlag den Tragschichten im Strassenbau beigegeben oder zu Ziegeln geformt und als Wasserbausteine für das Anfertigen von z.B. Molen verwendet. Die beim Konverterprozess und im Anodenofen entstehende Schlacke sowie der aus der Abluft des Anodenofens gefilterte Staub sind hochkupferhaltig und werden als oxidische Rohstoffe wieder dem Schachtofen zugeführt. Die noch in der Anode verbleibenden Verunreinigungen des Kupfers im Ausmass von etwa 1% bestehen hauptsächlich aus Blei, Nickel und Edelmetallen. Im Elektrolyseprozess wird aus den Anoden das Nickel ebenso wie das Kupfer gelöst, es schlägt sich aber nicht an den Kathoden nieder. Zur Isolierung des Nickels wird ein Teilstrom des Elektrolyten jeweils entkupfert und von weiteren Verunreinigungen chemisch gereinigt. Die erhaltene schwefelsaure Nickellösung wird eingedampft und das Nickel als Nickelsulfat auskristallisiert. Die verbleibende Schwefelsäure wird wieder dem Elektrolyseprozess zugeführt. Das Blei aus den Anoden wird ebenfalls gelöst, es fällt aber durch die Einwirkung der Schwefelsäure als Bleisulfat sofort wieder aus und bildet am Boden der Elektrolysezellen gemeinsam mit den im Elektrolyten unlöslichen Edelmetallen den sogenannten Anodenschlamm. Aus dem Anodenschlamm werden mit einem in Brixlegg entwickelten Verfahren die Edelmetalle Gold und Silber in hochreiner Form sowie ein Gemisch aus Platin und Palladium gewonnen. Aus dem Pt-Pd-Schwamm werden in einer Scheideanstalt die Reinmetalle erzeugt.

Derzeit werden bei der Montanwerke Brixlegg AG ca. 75000t Kupferkathoden,

ca. 75000t Kupferformate, etwa 15000t Strahlmittel, 1500t Schachtofenflugstaub und etwa ebenso viel Konverterflugstaub erzeugt. Die Produktion von Nickelsulfat beläuft sich auf etwa 1000 t, die Menge an raffinierten Edelmetallen ist abhängig vom Edelmetallgehalt im Ausgangsmaterial und schwankt dementsprechend etwas von Jahr zu Jahr, durchschnittlich werden etwa 500 kg Reingold und etwa 30 t Feinsilber sowie 1000 kg Palladium und 100 kg Platin erzeugt. Der ganze Prozess wird so geführt, dass kein Kilogramm zu deponierender Abfall anfällt. Aufgrund des pyrometallurgischen Verfahrens und aufgrund des Umgangs mit Schwermetallen kommt dem Umweltschutz naturgemäss grosse Bedeutung zu. In Brixlegg wurde das SO<sub>2</sub>-Problem Mitte der Achtzigerjahre durch Installation einer Rauchgasentschwefelungsanlage sowie durch den Umstieg vom Energieträger Heizöl schwer auf Erdgas zu Beginn der Neunzigerjahre gelöst. Das Problem der Schwermetallemissionen ist aufgrund der heute verfügbaren Abluftfiltrationstechnik mittels Gewebefilter lösbar. Die grossen Anstrengungen zur Minimierung diffuser Emissionen, die bei der Manipulation von ca. 300000 t teilweise staubförmiger Materialien entstehen, führen zu deutlichen Erfolgen. Das vor etwa 10 Jahren festgestellte Dioxinproblem konnte durch eine ausgeklügelte Nachverbrennungstechnik überraschend schnell gelöst werden, die beim pyrometallurgischen Prozess entstehenden Dioxine werden mit einem Wirkungsgrad von über 99% zerstört. Das im Raum Brixlegg durch die jahrhundertlange historische Hüttentätigkeit vorhandene Altlastenproblem wurde in den Jahren 1993–1996 von einer Arbeitsgruppe der Tiroler Landesregierung mit Experten durch eine Unzahl an Boden-, Obst-, Gemüse- und Futtermittelproben genauestens untersucht, in einem Endbericht wurden die Ergebnisse und die empfohlenen Massnahmen niedergelegt.

Zuletzt noch einige allgemeine Angaben. Der weltweite Kupferverbrauch beträgt jährlich derzeit etwa 15 – 16 Mio. Tonnen. Etwas mehr als 40% davon werden aus Sekundärmaterial erzeugt. Bei Berechnung der echten Recyclingrate, wobei die durchschnittliche Lebensdauer der Wirtschaftsgüter, d.h. die durchschnittlichen Nutzungs- bzw. Rücklaufzeiten, mit berücksichtigt werden und die

eingesetzten Altmaterialien auf die Produktionszahlen des durchschnittlichen Herstellungsjahres bezogen werden, ergibt sich eine Rücklaufquote von ca. 80%. Als durchschnittliche Rücklaufzeiten von Kupferwerkstoffen werden angegeben: aus Kraftfahrzeugen 8–10 Jahre, aus kleinen Elektromotoren 10–12 Jahre, aus Kabeln 30–40 Jahre und aus Installationsmaterial 60–80 Jahre. Vom insgesamt erzeugten Kupfer werden ca. 54% in der Elektroindustrie verwendet, den Rest teilen sich zu etwa gleichen Prozentsätzen die Bauwirtschaft, der Maschi-

nenbau, der Verkehr und die Metallwaren.

Interessant ist auch ein Vergleich hinsichtlich des Energieaufwandes bei der Erzeugung von Kupfer aus Primärmaterial (Erz) bzw. Sekundärmaterial (Schrott). Primär ergibt sich ein durchschnittlicher Energieaufwand von 98 GJ/t, wovon 74 GJ/t für Erzabbau und Aufbereitung aufgewendet werden müssen. Für Sekundärkupfer ergibt sich ein Energieaufwand inkl. Sammeln und Sortieren von 14 GJ/t im Durchschnitt, was einer Energieeinsparung von etwa 86% gleichkommt.

