

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1433/2005** (51) Int. Cl.⁸: **C22B 04/00** (2006.01),
(22) Anmeldetag: **01.09.2005** **C22B 15/00** (2006.01),
(43) Veröffentlicht am: **15.03.2007** **C22B 07/00** (2006.01),
C22B 01/00 (2006.01),
C22B 11/00 (2006.01),
C21B 11/00 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN
A-8700 LEOBEN (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM ABTRENNEN VON VERUNREINIGUNGEN AUS EINSATZSTOFFEN**

(57) Ein Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Schlacken, Stäuben, Mineralen, Aufbereitungsrückständen von Mineralen oder aus Rest- bzw. Rückstandstoffen, nachfolgend Einsatzstoffe genannt, ist zum Zweck der Energieeinsparung und Kostenreduktion gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- Aufschmelzen der die Verunreinigungen aufweisenden Einsatzstoffe,
- Bilden einer Kupferschmelze,
- In-Kontakt-Bringen der aufgeschmolzenen Einsatzstoffe mit der Kupferschmelze unter Zugabe von Reduktionsmitteln, vorzugsweise von Koks und/oder Kohle,
- Verdampfen gegebenenfalls vorhandener flüchtiger Verbindungen, wie von Metallchloriden,
- Reduktion von Metallen der Einsatzstoffe edler als Kupfer in der Kupferschmelze, sowie
- Bilden einer Schlacke mit Bestandteilen der zu reinigenden Einsatzstoffe unedler als Kupfer.

AT 502 396 A4 2007-03-15

Zusammenfassung:

Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Einsatzstoffen

Ein Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Schlacken, Stäuben, Mineralen, Aufbereitungsrückständen von Mineralen oder aus Rest- bzw. Rückstandstoffen, nachfolgend Einsatzstoffe genannt, ist zum Zweck der Energieeinsparung und Kostenreduktion gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- Aufschmelzen der die Verunreinigungen aufweisenden Einsatzstoffe,
- Bilden einer Kupferschmelze,
- In-Kontakt-Bringen der aufgeschmolzenen Einsatzstoffe mit der Kupferschmelze unter Zugabe von Reduktionsmitteln, vorzugsweise von Koks und/oder Kohle,
- Verdampfen gegebenenfalls vorhandener flüchtiger Verbindungen, wie von Metallchloriden,
- Reduktion von Metallen der Einsatzstoffe edler als Kupfer in der Kupferschmelze, sowie
- Bilden einer Schlacke mit Bestandteilen der zu reinigenden Einsatzstoffe unedler als Kupfer.

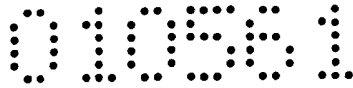
Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Einsatzstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Schlacken, Stäuben, Mineralen, Aufbereitungsrückständen von Mineralen oder aus Rest- bzw. Rückstandstoffen. Alle diese zu reinigenden Stoffe sind nachfolgend als Einsatzstoffe bezeichnet.

Zu dem Zweck des Abtrennens von Verunreinigungen sind schmelzmetallurgische Behandlungsverfahren bekannt, bei denen zur Aufnahme der Verunreinigungen Eisenschmelze eingesetzt wird. Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise in der AT 412 283 B beschrieben. Das Verfahren hat zum Ziel, umweltverträgliche Schlacken aus eisenhaltigen Hüttenreststoffen zu bilden und den enthaltenen Eisenanteil zurück zu gewinnen. Dazu werden die Reststoffe in bzw. über einer Eisenschmelze durch den in der Eisenschmelze gelösten Kohlenstoff reduziert. Eisenoxid sowie andere Metalloxide werden reduziert und von der Eisenschmelze aufgenommen. Das entstehende Metall kann nach einer Entphosphorung als Ersatz für ein im Hochofen erzeugtes Roheisen bzw. bei hohen Cr-/Ni-Gehalten als Einsatzmittel für die Edeltahlerzeugung verwendet werden. Die erzeugte Schlacke kann als Klinkerersatz in der Zementindustrie eingesetzt werden.

Gemäß der WO 97/29214 A werden Müllverbrennungs- bzw. Pyrolyserückstände und -schlacken gemeinsam mit chlor- bzw. chlorhaltigen Stoffen unter reduzierenden Bedingungen auf über 650°C erhitzt, worauf flüchtige Metallchloride, wie Schwermetallchloride (PbCl_2 , ZnCl_2 , CuCl_2), in der Gasphase abgezogen werden. Der verbleibende feste Rückstand wird mit flüssiger Stahlschlacke oder Kalkmergel vermischt. Die Mischschlacke wird über einem turbulenten Eisenbad reduziert. Dabei können eine synthetische Hochofenschlacke mit hydraulischen Eigenschaften und eine Kohlenstoff-gesättigte Eisenlegierung erzeugt werden. Die erhaltene Eisenlegierung stellt einen Einsatzstoff für die Stahlindustrie dar. Alternativ kann durch fraktionierte Reduktion wiederum eine kohlenstofffreie, hochangereicherte Ferro-Chrom-Legierung erhalten werden.

Die JP 11207288 beschreibt ebenfalls ein Schmelzverfahren zur Behandlung von Rückständen aus der Müllverbrennung. Die Verbrennungsrückstände werden dabei in einem Elektro-Lichtbogenofen auf ein Metallbad chargiert, das im wesentlichen aus Eisen besteht. Dabei bildet sich eine Schlackenschicht aus. Schlacke und Metall werden gemeinsam kontinuierlich abgezogen und einem Wasserbad zugeführt. Die Auftrennung erfolgt mittels Magnetscheider. Das Metall enthält relativ viel Kupfer und kann als Kupferrohmaterial eingesetzt werden.



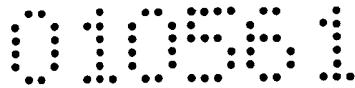
Bei den genannten Verfahren, die für die verunreinigte Eisenschmelze eine Verwertung in der Stahlindustrie angeben, ist die Anreicherung von Metallen, die edler sind als Eisen, beispielsweise Kupfer oder Zinn, nachteilig. Diese Metalle können wirtschaftlich nicht mehr entfernt werden und sind ab bestimmten Grenzgehalten für eine Weiterverwendung der Eisenschmelze problematisch. Gemäß der AT 412 283 B wird beispielsweise eine hochwertige Roheisenbadvorlage verwendet, welche nach der Behandlung der Rückstände mit edleren Metallen verunreinigt wird. Diese Qualitätsverschlechterung kann so weit führen, dass ein Einsatz in der Stahlindustrie nicht mehr möglich ist.

Bei der Verwendung einer Roheisenbadvorlage wirkt sich eine oxidierende Fahrweise nachteilig aus. Dadurch würde der im Roheisen gelöste Kohlenstoff in Form von CO/CO_2 entweichen und somit würde die Schmelztemperatur auf über 1500°C ansteigen. Um ein Erstarren der Schmelze bei Zugabe der Rückstände zu verhindern, müsste die erforderliche Verarbeitungstemperatur deutlich höher liegen. Bei so hohen Temperaturen wirken sich die Beanspruchung der feuerfesten Ofenausmauerung und der gestiegene Energiebedarf nachteilig aus.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Schlacken, Stäuben, Mineralen, Aufbereitungsrückständen von Mineralen oder aus Rest- bzw. Rückstandstoffen - nachfolgend Einsatzstoffe genannt - zu schaffen, bei dem Qualitätsverschlechterungen bei einem sich über längere Zeit erstreckenden Verfahren bzw. auch bei einer Vielzahl hintereinander ablaufender Verfahrenszyklen vermieden werden. Zudem soll das Verfahren gegenüber den bekannten Verfahren Energieeinsparungen ermöglichen und weiters Kosteneinsparungen dadurch ermöglichen, dass feuerfeste Ausmauerungen von Reaktorgefäßen, in denen das Verfahren durchgeführt wird, eine lange Lebensdauer aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch eine Kombination folgender Merkmale gelöst:

- Aufschmelzen der die Verunreinigungen aufweisenden Einsatzstoffe,
- Bilden einer Kupferschmelze,
- In-Kontakt-Bringen der aufgeschmolzenen Einsatzstoffe mit der Kupferschmelze unter Zugabe von Reduktionsmitteln, vorzugsweise von Koks und/oder Kohle,
- Verdampfen gegebenenfalls vorhandener flüchtiger Verbindungen, wie Metallchloride,



- Reduktion von Metallen der Einsatzstoffe edler als Kupfer in der Kupferschmelze, sowie
- Bilden einer Schlacke mit Bestandteilen der zu reinigenden Einsatzstoffe unedler als Kupfer.

Vorzugsweise weist die Kupferschmelze einen Mindestgehalt von 50% Kupfer auf.

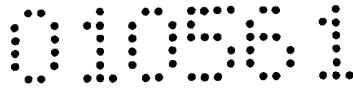
Die Verwendung einer Kupferschmelze ergibt den Vorteil, dass die aus einer Eisenschmelze nicht mehr entfernbaren Verunreinigungen aus einer Kupferschmelze in einem üblichen Kupfer-Recycling-Prozess leicht entfernt werden können. Auf diesem Weg kann die verunreinigte Kupferschmelze wieder zu hochwertigem Kupfer aufgearbeitet werden. Ein besonderer Vorteil der Verwendung einer Kupferschmelze ist der niedrige Schmelzpunkt derselben im Vergleich zu einer Eisenschmelze. Dadurch richtet sich die Verarbeitungstemperatur der Einsatzstoffe in erster Linie nach dem Schmelzpunkt der Schlacke. Hierdurch gelingt es, niedrige Verarbeitungstemperaturen bei Durchführung des Verfahrens einhalten zu können, was sich in niedrigen Energiekosten und in einer Schonung von feuerfesten Auskleidungen metallurgischer Gefäße, in denen das Verfahren durchgeführt wird, niederschlägt.

Die Kupferschmelze kann optional auch durch Einblasen von Sauerstoff direkt in das metallurgische Gefäß, in dem das Verfahren durchgeführt wird, gereinigt werden. Hierbei verschlacken die Verunreinigungen, die unedler als Kupfer sind. Die hierbei entstehende Schlacke kann aufgrund des hohen Kupfergehaltes zu Beginn eines nachfolgenden Prozesses zur Abtrennung von Verunreinigungen von Einsatzstoffen eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Verwendung von Altkupfer für die Erzeugung der Kupferschmelze, da Altkupfer ohnehin dem Kupfer-Recycling-Prozess zugeführt wird.

Die Kupferschmelze kann auch durch Schmelzen von kupferhaltigem Abfallmaterial hergestellt werden. Hierzu kann Neuschrott (Fabrikationsabfälle) und/oder Altschrott von Kupfer und/oder Kupferlegierungen gebildet werden. Ein Teil der Kupferschmelze kann durch die Beigabe von beim Einblasen von Sauerstoff in die Kupferschmelze entstehender Schlacke gebildet sein, wie dies weiter oben erwähnt ist.

Vorzugsweise wird die von den zu reinigenden Einsatzstoffen gebildete Schlacke mit Hilfs- und/oder Abfallstoffen zur Bildung von Klinkerersatz und/oder Sandstrahlmittel aufbereitet.



Als zu reinigende Einsatzstoffe können Stäube aus der Müllverbrennung sowie aus der Eisen- und Stahlindustrie eingesetzt werden.

Vorteilhaft wird als zu reinigender Einsatzstoff bei der elektrolytischen Raffination im Zuge von Kupferrecycling anfallender Anodenschlamm eingesetzt.

Als Reduktionsmittel für die Einsatzstoffe dienen, wie bereits erwähnt, vorzugsweise Koks und/oder Kohle, es können jedoch als Reduktionsmittel auch Stoffe unedler als Kupfer eingesetzt werden, wie metallische Abfallstoffe, z.B. aluminiumhaltige Abfallstoffe und/oder eisenhaltige Abfallstoffe.

Vorteilhaft ist bei Verwendung einer Kupferschmelze die Möglichkeit, verschiedene Atmosphären oberhalb dieser einzustellen; so können sowohl reduzierende als auch oxidierende Bedingungen eingestellt werden. Auch kann die Atmosphäre über die Dauer des Prozesses variiert werden, wodurch unerwünschte Inhaltsstoffe der Verunreinigungen gezielt abgetrennt werden können.

Vorzugsweise werden die zu reinigenden Einsatzstoffe zusammen mit den Reduktionsmitteln in die Kupferschmelze eingedüst.

Das Bilden einer Kupferschmelze und das Aufschmelzen der Einsatzstoffe und die Zugabe der Reduktionsmittel können gleichzeitig oder auch hintereinander erfolgen. So ist es z.B. auch möglich, dass die zu reinigenden Einsatzstoffe auf einen heißen, noch nicht aufgeschmolzenen Kupferblock aufgebracht werden, vorzugsweise schichtweise, und dabei gegebenenfalls vorhandene Metallchloride verdampft werden, wobei vorzugsweise eine halogenierende Atmosphäre eingestellt wird, vorzugsweise unter Verwendung eines chlorhaltigen Spülgases.

Anschließend wird der Kupferblock samt den zu reinigenden Einsatzstoffen aufgeschmolzen und in die Schmelze Reduktionsmittel eingebracht, vorzugsweise über Lanzen eingedüst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist anhand der nachfolgenden Beschreibung anhand zweier Varianten näher erläutert. Diese beiden Varianten zeigen prinzipiell gangbare Wege bei Verwendung einer Kupferschmelze.

Variante 1

Über eine Lanze werden die zu behandelnden Einsatzstoffe in eine in einem metallurgischen Gefäß befindliche Kupferschmelze zusammen mit einem Reduktionsmittel eingedüst. Als Reduktionsmittel können beispielsweise Kohle oder Koks verwendet werden.

Tabelle 1: Reduktionsmittel

Komponente	Koks [%]	Kohle [%]
C	91,15	87,10
SiO ₂	2,88	2,20
Al ₂ O ₃	1,91	1,25
CaO	0,36	0,39
MgO	0,12	0,09

Metalle in den Einsatzstoffen, welche unedler als Kupfer sind, dienen ebenfalls als Reduktionsmittel. Zusätzlich kann metallisches Reduktionsmittel in Form von metallischen Abfallstoffen, beispielsweise Aluminium- oder Eisenspänen, zugegeben werden, wobei der Anteil an Aluminium bzw. Eisen bevorzugt mindestens 80% beträgt.

Die Kupferschmelze wird durch Schmelzen von kupferhaltigem Abfallmaterial hergestellt. Es kommen dafür vorwiegend Neuschrott (Fabrikationsabfälle) bzw. Altschrott von Kupfer und Kupferlegierungen (beispielsweise Messing, Bronzen, Rotguss, Neusilber) einschließlich Späne und Stäube in Betracht. Der bevorzugte Kupfergehalt in den Einsatzstoffen beträgt mindestens 50%. In Tabelle 2 werden beispielhaft die Zusammensetzung eines Messing- und eines Bronzeabfalls angegeben.

Tabelle 2: kupferhaltiges Abfallmaterial

Element	Messing- Abfall [%]	Bronze- Abfall [%]
Cu	60,19	94,49
Zn	37,62	
Pb	0,63	
Sn	0,42	4,77
Fe	0,2	
Al	0,21	0,039
Ni	0,13	
Si	0,023	0,016
Sb	0,006	
Mn	0,038	0,0023
P	0,007	0,18
As	0,015	
S		0,21
Pb		0,008

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können verunreinigte Stäube, Schlacken und Minerale unterschiedlicher Herkunft aufgearbeitet werden - insbesondere Stäube aus der Müllverbrennung und Schlacken bzw. Stäube aus der Eisen und Stahlindustrie. Weiters können Blei- bzw. Buntglasabfälle, Altkatalysatoren und Aufbereitungsrückstände von Mineralen wie zum Beispiel Röstrückstände (z.B.: Pyritabbrand) eingesetzt werden. Ofenausbruchmaterial, welches mit Edelmetallen (z.B.: Pt, Au, Ag) infiltriert wurde, kann ebenfalls mit dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgearbeitet werden.

Im Zuge des Kupferrecyclings fallen die Edelmetalle (Pt, Ag, Au) bei der elektrolytischen Raffination im Anodenschlamm an. Aus dem Anodenschlamm können die Edelmetalle mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zurückgewonnen und verwertet werden. Edelmetallhaltige Einsatzstoffe, wie z.B. das oben erwähnte Ofenausbruchmaterial, tragen somit entscheidend zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit einer Kupferhütte bei.

In den nachfolgenden Tabellen werden beispielhafte Zusammensetzungen angeführt:

010561

7

Tabelle 3: Stäube aus der Müllverbrennung

Element	Flugasche aus der Müllverbrennung [mg/kg]	Flugasche aus der Sondermüllverbrennung [mg/kg]
Ca	107000	47985
Cl	74000	33370
Si	160000	54804
Mg	15000	8041
Fe	25000	43763
Al	71000	17302
K	36000	47485
Na	31000	154364
Zn	28000	68166
S	26000	81929
Pb	11000	19527
Ti	8700	18332
Mn	1300	1992
Ba	1700	124
Sn	1400	2741
Cu	1200	6340

Tabelle 4: Schlacken und Stäube aus der Eisen- und Stahlindustrie

Komponente	LD-Schlacke [%]	EAF-Staub [%]	Hochofenstaub [%]	Konverterstäube [%]
CaO	50	5-12	6,3	3-5
SiO ₂	15		6,3	
Al ₂ O ₃	< 2		2	
MgO	< 3			
Fe	16	20-30	34,4	50-70
MnO	< 4			
P ₂ O ₅	< 2			
Cr _{ges}	< 1	0,1-0,4		
C			28,9	20-50
Pb		1-8	0,07	0,2-0,5
Zn		15-35	0,2	1-3

Tabelle 5: Reststoffe aus weiteren Wirtschaftszweigen

	Pyritabbbrand (Schwefelsäureprod.) [%]		Bleiglasabfall (Glasind.) [%]		Alkatalysator (Automobilind.) [%]
Fe	55	SiO ₂	56	Pt	0,14
Zn	2,8	PbO*	32	Pd	0,07
Cu	1,3	K ₂ O	11,4	Rh	0,015
S	2,6	Al ₂ O ₃	0,1	Trägermaterial	Rest
Pb	0,5	As ₂ O ₅	0,5		
Gangart	10,00				
Co	0,12				
Ag	0,004				
Au	0,0001				
Cd	0,005				
Tl	0,003				
P	0,11				

*....je nach Glassorte kann der PbO-Gehalt 3-32% betragen

Die Komponenten der Einsatzstoffe teilen sich durch den Behandlungsprozess entsprechend ihrer Zusammensetzung auf Kupferbad, Schlacke bzw. Abgas auf.

Metalle in den Einsatzstoffen, welche edler als Kupfer sind, werden reduziert und verbleiben in der Kupferschmelze. Unedlere Bestandteile gehen in die über der Schmelze liegende Schlacke über. Flüchtige Verbindungen in den Einsatzstoffen, wie zum Beispiel Metallchloride, insbesondere Zinkchlorid und Bleichlorid, verdampfen.

Am Ende des Behandlungsprozesses wird die Schlacke mit Hilfs- bzw. Abfallstoffen so eingestellt, dass sie als Klinkerersatz bzw. Sandstrahlmittel verwertet werden kann. Danach wird die Schlacke abgestochen und in einen Trockengranulator chargiert. Die Granulation kann durch Zerteilen des Schlackenstrahls auf einem Rotationsteller in feine Tröpfchen, welche im Luftstrom glasartig erstarren, erfolgen. Die Kupferschmelze wird ebenso abgestochen und dem Kupfer-Recycling-Prozess zugeführt, wodurch aus der Schmelze Kupfer und die enthaltenen Edelmetalle zurück gewonnen werden können.

Das Kupferbad kann optional auch durch Einblasen von Sauerstoff direkt im Schmelzaggregat gereinigt werden. Die Verunreinigungen, welche unedler als Kupfer sind, verschlacken dabei. Die dabei entstehende Schlacke kann aufgrund des hohen Kupfergehaltes zusammen mit dem Altkupfer zu Beginn des Prozesses aufgegeben werden.

Variante 2

Ein Altkupferblock wird in einem Schmelzaggregat erwärmt. Vorteilhaft kann hierzu erstarrte Rest-Kupferschmelze aus der vorherigen Behandlung verwendet werden. Die Kupferschmelze wurde wie bei Variante 1 durch Schmelzen von kupferhaltigem Abfallmaterial hergestellt. Auf den Kupferblock werden schichtweise die zu behandelnden Einsatzstoffe gegeben. Die Chargierung kann im Falle der Verwendung von Rest-Kupferschmelze unmittelbar nach der Erstarrung der Kupferbadoberfläche beginnen. Die Wärme des abkühlenden Kupferbades kann dazu benutzt werden, in den Einsatzstoffen vorhandene Metallchloride zu verdampfen. Unterstützend kann hier mit halogenierender Atmosphäre, beispielsweise unter Verwendung eines chlorhaltigen Spülgases, gearbeitet werden. Das Spülgas wird von oben auf die Rückstände aufgeblasen. Alternativ dazu können die Rückstände mit chlor- bzw. chloridhaltigen Stoffen unter reduzierenden Bedingungen geröstet werden.

Dabei können Metallchloride aus den Einsatzstoffen verdampft werden. Die Gasphase kann in üblicher Weise gereinigt werden, wobei die Metallchloride in Filtern zurückgehalten werden. Die Rückgewinnung der Schwermetalle kann in bekannter Weise erfolgen (Elektrolyse, Extraktion).

Die verbliebenen Metallverbindungen in den Einsatzstoffen können durch eine anschließende Reinigung unter reduzierenden Bedingungen entfernt werden. Dazu werden die Einsatzstoffe und die erstarrte Kupferschmelze geschmolzen. Reduktionsmittel wird über Lanzen in das Kupferbad eingebracht (siehe Variante 1).

Die Kupferschmelze und die Schlacke können wie bei Variante 1 weiterbehandelt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Schlacken, Stäuben, Mineralen, Aufbereitungsrückständen von Mineralen oder aus Rest- bzw. Rückstandstoffen, nachfolgend Einsatzstoffe genannt, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- Aufschmelzen der die Verunreinigungen aufweisenden Einsatzstoffe,
- Bilden einer Kupferschmelze,
- In-Kontakt-Bringen der aufgeschmolzenen Einsatzstoffe mit der Kupferschmelze unter Zugabe von Reduktionsmitteln, vorzugsweise von Koks und/oder Kohle,
- Verdampfen gegebenenfalls vorhandener flüchtiger Verbindungen, wie von Metallchloriden,
- Reduktion von Metallen der Einsatzstoffe edler als Kupfer in der Kupferschmelze, sowie
- Bilden einer Schlacke mit Bestandteilen der zu reinigenden Einsatzstoffe unedler als Kupfer.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kupferschmelze mit mindestens 50 % Kupfer gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferschmelze nach Reduktion und Aufnahme der aus den Einsatzstoffen stammenden Metalle edler als Kupfer einem Kupfer-Recycling-Prozess unterworfen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferschmelze durch Einblasen von Sauerstoff recycelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferschmelze durch Schmelzen von Altkupfer und/oder durch Schmelzen von Alt- bzw. Neuschrott von Kupfer und/oder Kupferlegierungen und/oder ein Teil der Kupferschmelze durch Beigabe von beim Einblasen von Sauerstoff in die Kupferschmelze entstehender Schlacke gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die von den zu reinigenden Einsatzstoffen gebildete Schlacke mit Hilfs- und/oder Abfallstoffen zur Bildung von Klinkerersatz und/oder Sandstrahlmittel aufbereitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als zu reinigende Einsatzstoffe Stäube aus der Müllverbrennung eingesetzt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als zu reinigende Einsatzstoffe Stäube aus der Eisen- und Stahlindustrie eingesetzt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als zu reinigender Einsatzstoff bei der elektrolytischen Raffination im Zuge von Kupferrecycling anfallender Anodenschlamm eingesetzt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel Stoffe unedler als Kupfer eingesetzt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel metallische Abfallstoffe, wie aluminiumhaltige Abfallstoffe und/oder eisenhaltige Abfallstoffe, eingesetzt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb der Kupferschmelze eine reduzierende oder oxidierende Atmosphäre eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zu reinigenden Einsatzstoffe zusammen mit den Reduktionsmitteln in die Kupferschmelze eingedüst werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zu reinigenden Einsatzstoffe auf einen heißen, noch nicht aufgeschmolzenen Kupferblock aufgebracht werden, vorzugsweise schichtweise, und dabei gegebenenfalls vorhandene Metallchloride verdampft werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine halogenierende Atmosphäre eingestellt wird, vorzugsweise unter Verwendung eines chlorhaltigen Spülgases.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend der Kupferblock samt den zu reinigenden Einsatzstoffen aufgeschmolzen wird und in die Schmelze Reduktionsmittel eingebracht werden, vorzugsweise über Lanzen eingedüst werden.