

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50094/2022	(51)	Int. Cl.:	C04B 28/18	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	11.02.2022			C04B 28/08	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.08.2023			C04B 7/12	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

WO 2018228839 A1
WO 2021164798 A1
US 10494298 B1
DE 1293072 B
DE 1646685 B1
AT 516111 A2
AT 511689 A1
DE 2723233 A1
DE 102005012317 A1
DE 602004010775 T2
DE 2611889 B2
EP 1741683 A2

(71) Patentanmelder:

SALA k.s.
84101 Bratislava (SK)

(72) Erfinder:

Schinkinger Thomas Dipl.-Ing.
4072 Alkoven (AT)

(74) Vertreter:

Fabian & Schögl Patentanwälte OG
4814 Neukirchen bei Altmünster (AT)

(54) **Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff**

(57) Die Erfindung betrifft einen puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoff umfassend Schlacke, wobei eine Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer und/oder ein puzzolanischer Stoff enthalten ist/sind sowie ein Verfahren zur Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes, wobei eine Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke gebrochen und getrocknet wird und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff, und/oder Hüttensand, und/oder zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein Aktivator zugegeben wird/werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft einen puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoff umfassend Schlacke, wobei eine Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer und/oder ein puzzolanischer Stoff enthalten ist/sind sowie ein Verfahren zur Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes, wobei eine Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke gebrochen und getrocknet wird und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff, und/oder Hüttensand, und/oder zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein Aktivator zugegeben wird/werden.

Die Erfindung betrifft einen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff umfassend Schlacke sowie dessen Verwendung und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Baustoffe, insbesondere Beton als künstlicher Stein, sind in der Bauindustrie nicht mehr wegzudenken und die Verwendungsmöglichkeiten, insbesondere von Beton, sind vielfältig.

Beton ist ein Baustoff, der als Dispersion unter Zugabe von Flüssigkeit aus einem Bindemittel und Zuschlagstoffen angemischt wird. Normalbeton enthält Zement als Bindemittel und Gesteinskörnung als Zuschlagstoff. Das Zugabewasser leitet den chemischen Abbindevorgang, d. h. die Hydratation und die daraufhin erfolgende Erhärtung, ein. Um die Verarbeitbarkeit und weitere Eigenschaften des Betons zu beeinflussen, können der Mischung Betonzusatzstoffe und Betonzusatzmittel beigemischt werden. Das Wasser wird zum größten Teil chemisch durch Hydratation der Bindemittelbestandteile gebunden.

Als problematisch gilt bislang der Einfluss der Betonproduktion auf die Umwelt.

Es werden weltweit erhebliche Mengen natürlicher Rohstoffe für die Herstellung von Beton verbraucht. Das globale Vorkommen der natürlichen Rohstoffe wird vor allem durch die Betonherstellung immer knapper.

Die Betonindustrie gehört zu den Hauptverursachern von Treibhausgasen, die die globale Erwärmung bewirken. Die Betonproduktion ist für etwa 6 bis 9 % aller menschengemachten CO₂-Emissionen verantwortlich, was dem Drei- bis Vierfachen der Größenordnung des gesamten Luftverkehrs entspricht. Dies hat zwei

Hauptgründe: das Brennen des für die Betonherstellung benötigten Zements ist sehr energieaufwendig, der größere Teil des freigesetzten Kohlendioxids löst sich jedoch während des Brennvorganges, indem CO_2 aus dem Kalkstein gelöst wird. Weltweit werden jährlich 4,1 Milliarden Tonnen Zement hergestellt, der im Mittel etwa 60 % CaO enthält. Damit ergibt sich durch das Freisetzen des im Kalk gebundenen Kohlendioxids selbst bei optimaler Prozessführung ein Ausstoß von mindestens zwei Milliarden Tonnen CO_2 oder 6 % des weltweiten jährlichen CO_2 -Ausstoßes.

Um die Emissionen bei der Zementherstellung zu begrenzen entwickelten Forscher 2020 einen Beton-ähnlichen Werkstoff, der bei seiner Produktion kein CO_2 freisetzt. Stattdessen wird das Treibhausgas sogar gebunden. Der Werkstoff geht von einer Mischung aus Sand und Gelatine aus, in der die Bakteriengattung *Synechococcus* das Treibhausgas mittels Photosynthese in Form von Calciumcarbonat mineralisiert. Der Werkstoff ist ähnlich stabil wie gewöhnlicher Mörtel mit einer Festigkeit von ~ 3.5 MPa, dies entspricht der Mindestfestigkeit von Portlandzementbasis. Die Forscher sehen das Material nicht als vollständigen Ersatz für Zement, sondern mögliche Einsatzzwecke beispielsweise in Strukturen mit geringer Belastung wie Pflaster, Fassaden und temporäre zivile sowie militärische Strukturen. Interessanterweise konnte mittels Einstellens von Temperatur und Feuchtigkeit die Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen kontrolliert werden. In der Studie lebten in dem festen Material nach 30 Tagen bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit noch 9 bis 14 % der Mikroorganismen.

In einem weiteren alternativen Ansatz wird der Ersatz des Zements durch andere hydraulische Bindemittel, wie Hüttensand aus Hochofenschlacke, versucht. So beschreibt beispielsweise die DE 10 62 608 B ein Verfahren zur Herstellung eines Schlackenzementes aus luftgekühlter, mit kristalliner Struktur erstarrter Hochofenschlacke, wobei die Schlacke auf etwa 900°C erhitzt und durch anschließende Abschreckung in Wasser granuliert wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde einen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff, insbesondere für Beton, mit geringeren CO_2

Emissionen, insbesondere als jenen der Zementindustrie, zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe der Erfindung wird jeweils eigenständig durch einen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff für Baustoffe umfassend Schlacke, wobei Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer und/oder ein puzzolanischer Stoff enthalten ist/sind, sowie einem Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes, wobei eine Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, gebrochen, getrocknet und anschließend gemahlen wird und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff zugegeben wird/werden. Von Vorteil ist dabei, dass durch die Verwendung von Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und gegebenenfalls zumindest eines inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder ein puzzolanischen Stoffes anstelle von primärrohstoffbasierten Portlandzementklinker im Zement der ökologische Fußabdruck von Zement und Beton durch die Verminderung von CO₂-Emissionen und die Einsparung natürlicher Roh- und Brennstoffe für die Klinkererzeugung deutlich vermindert wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist als Stahlwerksschlacke eine Konverterschlacke, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren produziert wird, enthalten.

Konverterschlacke ersetzt bei der Betonherstellung zumindest teilweise Zement und somit Primärrohstoffe, wie z.B. Kalkstein und Mergel und somit können massive Eingriffe in die Landschaft vermieden werden. Konverterschlacken substituieren natürliche Rohstoffe und gelten somit als bestes Beispiel für gelebte Ressourcenschonung.

Durch die Verwendung von Konverterschlacke im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff bei der Herstellung von Beton wird die Porosität des Betons vermindert und das Betongefüge wird dichter. Von Vorteil erweist sich auch, dass die Dauerhaftigkeit und die Endfestigkeit des Betons erhöht werden. Die

Frühfestigkeit des Betons wird hingegen verringert und die Hydratationswärme wird gesenkt. Auch die chemische Beständigkeit des Betons wird durch die Verwendung des erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulische Zusatzstoffes verbessert.

Von Vorteil erweist sich, dass die Konverterschlacke zerkleinert, insbesondere gemahlen, ist und annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen. Die Feinheit des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes beeinflusst auch dessen Eigenschaften. Neben der Zusammensetzung entwickelt eine höhere Feinheit auch eine höhere Festigkeit.

Als inerter Stoff kann Kalkstein, und/oder als latent-hydraulischer Stoff kann Hütensand und/oder als puzzolanischer Stoff kann Tuffstein und/oder Asche, insbesondere Verbrennungsasche enthalten sein.

Als inert werden Stoffe bezeichnet, die sich an chemischen Vorgängen nicht oder in nur sehr geringem Umfang beteiligen. Inerte Zusatzstoffe, wie Quarzmehl oder Kalksteinmehl (Calciumcarbonat), reagieren nicht mit Zement und Wasser und greifen somit nicht in die Hydratation ein. Sie dienen beispielsweise aufgrund ihrer Korngröße, Kornzusammensetzung und Kornform der Verbesserung des Kornaufbaus im Mehlkornbereich des Betons und können dadurch die Betonfestigkeit erhöhen.

Im Beton haben inerte Zusatzstoffe einen Füllereffekt, wodurch die Porosität vermindert wird und die Verarbeitbarkeit verbessert wird.

Latent hydraulische Stoffe erhärten nach Feinmahlen und Anmachen mit Wasser aufgrund ihres relativ hohen CaO-Gehalts selbstständig hydraulisch, da bei ihrer Reaktion mit Wasser ohne andere Zusätze durch Hydratation festigkeitsbildende Hydratationsprodukte entstehen. Diese Reaktion verläuft allerdings sehr langsam und muss daher für die technische Nutzung durch einen Anreger beschleunigt werden. Technisch nutzbar werden latent hydraulische Stoffe erst bei Zugabe eines Anregers, z. B. Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oder in ähnlicher Weise wirkende

Stoffe, wodurch sie beschleunigt hydraulisch erhärten. Die Zugabe von latent-hydraulischen Stoffen im Zusatzstoff, insbesondere bei der Herstellung des Betons, erhöht die Dauerhaftigkeit und die Endfestigkeit des Betons. Die Frühfestigkeit des Betons wird hingegen verringert und die Hydratationswärme wird gesenkt.

Puzzolanische Stoffe sind Zusatzstoffe des Betons, die eine puzzolanische Reaktion auslösen. Als puzzolanische Reaktion bezeichnet man die chemische Reaktion der Zusatzstoffe in Gegenwart von Wasser und einem Stoff der Calciumhydroxid abgeben kann, welche zur Bildung von erhärtungsfähigen Calciumsilicathydraten und Calciumaluminathydraten führt. Puzzolanische Stoffe im Zusatzstoff zur Herstellung von Beton erhöhen im Beton die Dauerhaftigkeit und die Endfestigkeit. Die Frühfestigkeit des Betons wird hingegen verringert und die Hydratationswärme wird gesenkt.

Tuffstein, Hüttensand und/oder Kalkstein sind zerkleinert enthalten, wobei annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen, wodurch eine sehr gute Vermengbarkeit mit der zerkleinerten Konverterschlacke erzielt werden kann.

Vorteilhaft dabei erweist sich abermals, dass durch die Verwendung von Kalkstein, Hüttensand oder Tuffstein keine weiteren Kalzinierungsprozesse unter Freisetzung von CO₂ notwendig sind bzw. durch die Verwendung von Verbrennungssachen ein ohnehin in der Industrie anfallendes Abfallprodukt einer weiteren Verwertung zugeführt wird.

In einer möglichen Ausführungsform sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, des inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes enthalten. Von Vorteil bei dieser Zusammensetzung erweist sich, dass die Betoneigenschaften im Vergleich zu herkömmlichen Zement-Klinker Systemen nahezu konstant bleiben. Zudem fällt die CO₂ Bilanz dieses puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes besonders vorteilhaft aus, weil neben der CO₂ neutralen

Konverterschlacke keine weiteren rohstoffbedingten CO₂ Emissionen zu erwarten sind.

Vorzugsweise sind Stahlwerkschlacke bzw. Metallhüttenschlacke und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanischen Stoff in einem Gewichtsverhältnis von annähernd 1:1 vermengt, wodurch eine besonders gute Raumbeständigkeit erreicht werden kann.

In einer alternativen Ausführungsform sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Tuffstein enthalten, wobei sowohl der ökologische Fußabdruck verringert als auch die Hydratationswärme gesenkt werden können.

Vorteilhaft erweist sich, dass Konverterschlacke und Tuffstein in einem Gewichtsverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind, wodurch die CO₂ Bilanz dieses puzzolanischen und/oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes besonders vorteilhaft ausfällt, weil neben der CO₂ neutralen Konverterschlacke natürlich vorkommender Tuffstein in annähernd der gleichen Menge enthalten ist.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Hüttensand enthalten, wodurch Reststoffe und Abfälle der Roheisen und Stahlherstellung verwendet werden und somit natürlich vorkommende Ressourcen geschont werden können.

Konverterschlacke und Hüttensand können in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sein, wodurch die chemischen und physikalischen Eigenschaften des puzzolanischen und/oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes positiv beeinflusst werden, insbesondere der Glühverlust entsprechend der Norm EN 196-2 aus 2013-10-01 eingehalten wird.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder

puzzolanischer Stoff und Hüttensand enthalten, wobei insbesondere 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand, enthalten sind, wodurch besonders vorteilhafte Eigenschaften des mit diesem puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff hergestellten Betons erreicht werden können, wie beispielsweise eine sehr gute Raumbeständigkeit entsprechend der EN 196-3 aus 2013-10-01 erreicht wird.

Bei der vorab genannten Alternative sind Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt um die genannten positiven und optimierten Eigenschaften des Betons zu erfüllen.

Von Vorteil erweist sich, dass die Partikelgröße der Konverterschlacke und des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes annähernd gleich groß ist, wodurch die Vermengung der einzelnen Bestandteile erleichtert wird.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist zumindest ein weiterer alternativer Zusatz- oder Füllstoff und/oder zumindest ein alkalischer Aktivator enthalten, wodurch die geforderten Parameter des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes eingestellt und optimiert werden können.

Als möglicher zumindest ein weiterer, alternativer Zusatz- oder Füllstoff kann gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sein, wodurch die Eigenschaften des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes zusätzlich speziellen Anforderungen, beispielsweise erhöhten mechanischen, chemischen oder physikalischen Anforderungen, angepasst werden können.

Der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff kann in einer Menge von kleiner 80 Masse%, vorzugsweise kleiner 50 Masse%, insbesondere kleiner 30 Masse% im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten sein, wodurch je nach Bedarf der Aktivierung eine entsprechende Menge des weiteren alternativen Zusatzstoffes zugegeben werden kann.

Als zumindest ein alkalischer Aktivator kann festes NaOH, Na_2SiO_3 , $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Na_2CO_3 , NaAlO_2 , CaSO_4 , Na_2SO_4 , KOH, CaO, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgO, Rotschlamm und/der Maisstängel- und Maiskolbenasche, sowie gegebenenfalls weitere Aktivatoren, welche in ähnlicher Weise wie die zuvor genannten Aktivatoren wirken, enthalten sein, wodurch eine weitere Aktivierung und Polymerisierung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes erfolgen kann.

Der zumindest eine alkalische Aktivator ist in einer Menge von kleiner 15 Masse%, vorzugsweise kleiner 10 Masse%, insbesondere kleiner 5 Masse% enthalten, wodurch einerseits eine Aktivierung und Polymerisierung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes erfolgen kann aber andererseits auch gleichzeitig die Kosten für dessen Herstellung gering gehalten werden.

Die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und der zumindest eine alkalische Aktivator können in einem Verhältnis von annähernd 4,5:4,5:1 im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten sein.

Vorzugsweise wird der erfindungsgemäße puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff zur Herstellung von Baustoffen wie Beton, insbesondere von Ortbeton oder Betonfertigteilen, Mörteln und Fugenmörteln, Estrichen, Betonsteinen sowie von hydraulisch gebundenen Schüttmaterialien und/oder hydraulisch gebundenen Tragschichten verwendet. Somit kann der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff sehr vielseitig in der Bauindustrie verwendet werden.

Beim Verfahren zur Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes wird die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke gebrochen, getrocknet und anschließend gemahlen und

gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff zugegeben, wodurch ein in der Stahlerzeugung entstandenes industrielles Nebenprodukt nachhaltig weiter verarbeitet und genutzt werden kann.

Vorzugsweise werden annähernd 80 Vol.-% der Konverterschlacke und/oder des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes auf eine Partikelgröße von kleiner 150 μm , vorzugsweise kleiner 70 μm , insbesondere kleiner 30 μm , gemahlen, wodurch Baustoffe unterschiedlicher Art und für unterschiedlichste Zwecke mit dem puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff hergestellt werden können.

In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens werden die Konverterschlacke und der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und/oder der Hüttensand in einem Verhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt, wodurch die physikalischen und chemischen Eigenschaften des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes positiv beeinflusst werden.

Die Erfindung beschreibt einen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff, der in Baustoffen, insbesondere Beton, als Bindemittel wirkt.

Dabei ersetzt der puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff zumindest einen erheblichen Teil des Zementes bei der Betonproduktion. Bei der Betonproduktion wird dabei zum erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff Zement zugegeben, um das hydraulische Abbinden und die Bildung von erhärtungsfähigen Calciumsilicathydraten und Calciumaluminathydraten ablaufen zu lassen.

Der Zusatzstoff beeinflusst wesentlich die Eigenschaften des Betons. Durch die Substitution von Portlandzementklinker durch Hüttensand bei der Zementherstellung konnten von 1949 bis 2019 insgesamt 209 Mio. Tonnen des klimaschädlichen CO_2 vermieden werden. Dieses Resultat soll durch die erfindungsgemäße Zusammensetzung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes weiter verbessert werden und der Ausstoß des klimaschädlichen CO_2 in der Baustoffindustrie, insbesondere bei der Betonherstellung, verringert werden.

Der erfindungsgemäße puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff umfasst Stahlwerkschlacke und/oder Hüttenschlacke, vorzugsweise Konverterschlacke, und gegebenenfalls zumindest ein einen inerten und/oder ein latent-hydraulischen und/oder ein puzzolanischen Stoff.

In einer Ausführungsform des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes für Baustoffe, insbesondere Beton, kann dieser auch ausschließlich aus Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke bestehen. Bevorzugt besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus Konverterschlacke.

Metallurgische Schlacken sind Sekundärprodukte bei der Gewinnung von Metallen in der Erzverhüttung, welche im Wesentlichen aus nichtmetallischen Komponenten bestehen und bei der Abkühlung auf Umgebungstemperatur gesteinsartig erstarren.

Es wird zwischen folgenden Eisenhüttenschlackenarten unterschieden (DIN 4301):

1. Hochofenschlacke: entsteht bei der Erzeugung von Roheisen durch thermochemische Reduktionsprozesse im Hochofen. Sie besteht aus den nichtmetallischen Komponenten des Eisenerzes, Bestandteilen von Koks bzw. Kohle sowie aus den aus metallurgischen Gründen benötigten Zuschlägen, wie Kalkstein oder Dolomit.
2. Stahlwerksschlacke: entsteht bei der Erzeugung von Rohstahl bzw. Stahl. Sie bildet sich bei der Rohstahlherstellung im circa 1600°C heißen Schmelzfluss und wird unterschieden in:
 - a) Konverterschlacke oder auch LD-Schlacke bezeichnet, die bei der Umwandlung von flüssigem Roheisen und aufbereitetem Stahlschrott zu Rohstahl im LD-Konverter entsteht. Sie wird vorzugsweise aus Roheisen, Stahlschrott und weiteren Stoffen gebildet. Zuschläge sind Kalkstein oder Dolomit und sie enthält neben Calcium auch andere unter den oxidierenden Bedingungen des Prozesses oxidierte Bestandteile.

Ein LD-Konverter ist ein Rohstahlherstellungsofen, in dem das Roheisen aus dem Hochofen mit etwa 20% Stahlschrott zu Rohstahl verarbeitet wird. Hochreiner Sauerstoff wird durch das Schmelzbad geblasen, um den Kohlenstoffgehalt zu senken (Entkohlung). Schlackenbildner werden zur Reduzierung anderer unerwünschter Elemente verwendet. Diese Stoffe verbinden sich zu Silikaten und Oxiden und bilden eine flüssige Schlacke, die auf der Oberfläche des Rohstahls schwimmt.

Konverterschlacken setzen sich im Wesentlichen aus Calciumoxid, Siliciumdioxid und Eisenoxid zusammen. Sie bestehen in der Regel zu rund 80 Masse% aus CaO, FeO und SiO₂ und Teilen von MnO, MgO, P₂O₅, Al₂O₃ und Cr₂O₃.

Die Konverterschlacke umfasst 15 bis 65 Masse%, vorzugsweise 25 bis 55 Masse%, insbesondere 35 bis 45 Masse% CaO, 10 bis 40 Masse%, vorzugsweise 15 bis 35 Masse%, insbesondere 20 bis 30 Masse% Fe_{total}, 1 bis 25 Masse%, vorzugsweise 3 bis 23 Masse%, insbesondere 7 bis 18 Masse% SiO₂ und 0 bis 20 Masse%, vorzugsweise 0,1 bis 15 Masse%, insbesondere 0,5 bis 10 Masse%, Al₂O₃.

b) Elektroofenschlacke, die bei der Verhüttung von Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen entsteht. Sie wird aus Zuschlägen wie Kalkstein oder Dolomit gebildet und enthält darüber hinaus Bestandteile, die unter den Bedingungen des Prozesses oxidieren.

c) Edelstahlschlacke, die bei der Verhüttung von Stahlschrott zur Erzeugung von rostfreiem und/oder hochlegiertem Stahl in verschiedenen metallurgischen Aggregaten entsteht. Sie wird unter Zugabe unterschiedlicher Zuschläge sowie Legierungsmittel gebildet.

d) Sekundärmetallurgische Schlacke, die bei der Nachbehandlung von Rohstahl im Rahmen der Herstellung von Qualitäts- und Massenhählen entsteht.

3. Metallhüttenschlacke umfasst Schlacken aus den Zuschlägen der Verhüttung von Kupfer-, Zink-, Blei- und Chromerz mit Eisen als Austauschmetall. Eisensilikatschlacke aus der Kupfererzeugung ist eine Metallhüttenschlacke, die bei der

pyrotechnischen Kupferverhüttung im Schmelzverfahren, Schachtofenbetrieb oder Elektroofen entsteht.

Anstelle der Konverterschlacke kann auch Elektroofenschlacke, Edelstahlschlacke oder Sekundärmetallurgische Schlacke verwendet werden. Aufgrund sowohl der physikalischen und chemischen Parameter als auch ökologischen und ökonomischen Überlegungen ist die Konverterschlacke bevorzugt zu verwenden. Konverterschlacke fällt in viel größeren Mengen als Elektroofenschlacke, Edelstahlschlacke oder Sekundärmetallurgische Schlacke als Nebenprodukt bei der Stahlherstellung an. Als Stahlwerksschlacke ist vorzugsweise eine Konverterschlacke, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren produziert wird, im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten.

Die Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere die Konverterschlacke, ist zerkleinert enthalten und annähernd 80 Vol.-% weisen eine Partikelgröße kleiner als 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, auf. Die Zerkleinerung erfolgt vorzugsweise durch Brechen und Mahlen. Aber auch andere aus dem Stand der Technik bekannte Methoden sind zur Zerkleinerung der Konverterschlacke möglich. Für den erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff wird vorzugsweise Konverterschlacke verwendet, wobei 80 Vol.-% eine Partikelgröße kleiner als 50 µm, vorzugsweise kleiner 30 µm, insbesondere kleiner 20 µm aufweisen, verwendet.

Als inerter Stoff kann Kalkstein, als latent-hydraulischer Stoff kann Hüttensand und als puzzolanischer Stoff kann Tuffstein und/oder Asche, insbesondere Verbrennungsasche im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten sein. Diese Stoffe gelten als Betonzusatzstoffe. Betonzusatzstoffe sind Zusätze, welche bestimmte Eigenschaften des Betons beeinflussen. Aufgrund erhöhter Zugabemengen sind diese bei der Stoffraumrechnung zu berücksichtigen. Puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoffe dürfen auf den Zementgehalt und den Wasserzementwert angerechnet werden und bilden in Gegenwart von Wasser und Stoffen, welche bei Wasserzugabe Calciumhydroxid abgeben, erhärtungsfähige Calciumsilicathydrate und Calciumaluminathydrate.

Puzzolane sind künstliche oder natürliche kiesel säurehaltige oder kiesel säure- und tonerdehaltige Stoffe. In Verbindung mit Stoffen, welche bei Wasserzugabe Calciumhydroxid abgeben, können sie festigkeitsbildend reagieren. Natürliche Puzzolane (Puzzolanerden) sind beispielsweise magmatische Gesteine, wie vulkanischer Tuff, aber auch Sedimentgesteine, wie Kalkstein, die einen hohen Anteil löslicher Kieselsäure und teilweise auch reaktionsfähiges Aluminiumoxid (Tonerde) enthalten. Künstliche Puzzolane sind beispielsweise Aschen aus Verbrennung von Steinkohle oder Braunkohle. Puzzolane haben kein eigenes Erhärtungsvermögen. Sie reagieren erst dann zu festigkeitsbildenden und wasserunlöslichen Verbindungen, wenn sie nach der Wasserzugabe mit Stoffen, welche bei Wasserzugabe Calciumhydroxid abgeben, in Berührung kommen.

Tuffe sind vulkanische Eruptivgesteine, welche durch die Verfestigung pyroklastischer Ablagerungen entstehen.

Kalkstein ist ein vorwiegend aus Calciumcarbonat (CaCO_3) bestehendes Sedimentgestein.

Aschen sind die festen Rückstände aus thermischen Verbrennungsprozessen. Sie entstehen aus dem anorganischen Teil der verbrannten Substanz und bestehen somit aus Mineralphasen und Gläsern.

Tuffstein und/oder Kalkstein und/oder gegebenenfalls Hüttensand sind zerkleinert im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten, wobei annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 μm , vorzugsweise kleiner 70 μm , insbesondere kleiner 30 μm , aufweisen.

Der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff enthält 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, des inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes.

In einer bevorzugten Ausführungsform besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke,

insbesondere Konverterschlacke, und zumindest einem inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoff, wobei die beiden Bestandteile des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

In einer speziellen Ausführungsvariante ist im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Tuffstein enthalten.

In einer Weiterbildung der speziellen Ausführungsvariante besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus Konverterschlacke und Tuffstein, wobei die beiden Bestandteile in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

In einer alternativen Ausführungsform ist neben Konverterschlacke Hüttensand im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten oder der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff besteht aus Konverterschlacke und Hüttensand.

Beim Schmelzen von Eisenerz im Hochofen fällt Hochofenschlacke an. Die aus dem Hochofen abgezogene Schlackenschmelze wird mit Wasser abgeschreckt. Es entsteht ein überwiegend glasig erstarrter, latent-hydraulischer Stoff, Hüttensand. Fein vermahlen kann Hüttensandmehl bei entsprechender Anregung, z.B. durch Stoffe, welche bei Wasserzugabe Calciumhydroxid abgeben, erhärtungsfähige Calciumsilicathydrate und Calciumaluminathydrate bilden.

Bei der alternativen Ausführungsform sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Hüttensand im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten.

In einer speziellen Ausführungsvariante der vorab genannten alternativen Ausführungsform sind Konverterschlacke und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt.

In alternativen Ausführungsformen ist es auch möglich, dass der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus Konverterschlacke und Kalkstein oder in einer weiteren Ausführungsvariante aus Konverterschlacke und Asche besteht. Dabei kann der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Kalkstein gebildet sein. Alternativ kann der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Asche gebildet sein. Die jeweils beiden Stoffe des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können dabei jeweils in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vorliegen.

Der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff umfasst in einer weiteren alternativen Ausführungsvariante Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und zumindest einen inerten und/oder puzzolanischen Stoff und/oder Hüttensand. Vorzugsweise ist als Stahlwerksschlacke eine Konverterschlacke, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren produziert wird, enthalten. Als inerter und/oder puzzolanischer Stoff ist bevorzugt Tuffstein, Kalkstein und/oder Asche enthalten.

Der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff enthält 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inerten und/oder latent-hydraulischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand.

In einer besonderen Ausführungsform sind im puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt.

Als puzzolanischer Stoff ist im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff Tuffstein und in den oben angeführten Mengenangaben enthalten. Der puzzolanische Stoff kann auch Asche sein, oder es kann auch ein Gemisch unterschiedlicher puzzolanischer Stoffe enthalten sein. Als inerter Stoff kann Kalkstein anstelle des puzzolanischen Stoffes enthalten sein. Es ist aber auch möglich, dass neben Konverterschlacke und Hüttensand sowohl ein puzzolanischer Stoff, insbesondere Asche und/oder Tuffstein, als auch ein inerter Stoff, insbesondere Kalkstein im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten ist.

Die Partikelgröße der Konverterschlacke und des zumindest einen inerten und/oder puzzolanischen und/oder latent-hydraulischen Stoffes können annähernd gleich sein. Es ist aber auch möglich, dass die Partikelgröße der Konverterschlacke und des zumindest einen inerten und/oder puzzolanischen Stoffes gleich ist und der Hüttensand eine andere Partikelgröße aufweist. Es ist aber auch möglich, dass die Partikelgröße der Konverterschlacke und des Hüttensands gleich groß ist und der inerte und/oder puzzolanische Stoff eine andere Partikelgröße aufweist, insbesondere wenn Asche, insbesondere Verbrennungasche, als puzzolanischer Stoff enthalten ist.

Als weitere Bestandteile können in der Zusammensetzung zur Bildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes auch weitere, alternative Zusatzstoffe oder Füllstoffe, wie beispielsweise gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sein. Der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff kann in einer Menge von kleiner 80 Masse%, vorzugsweise kleiner 50 Masse%, insbesondere kleiner 30 Masse% enthalten sein.

In einer besonderen Ausführungsvariante können dem erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff neben jener aus dem Stand der Technik bekannten Aktivierung über Zement oder Stoffe, welche bei Wassergabe Calciumhydroxid abgeben können, auch alkalische Aktivatoren zugegeben werden, welche zu einer Aktivierung und Polymerisierung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes bei der Anwendung führen. Bei der

alkalischen Aktivierung kommt es in der Anwendung zur Bildung von zumeist amorphen Polymeren, welche zur Festigkeitsbildung beitragen. Der zumindest eine alkalische Aktivator wird dem puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff vorzugsweise in einem festen Aggregatzustand zugegeben.

Aktivatoren, die dabei verwendet werden können, umfassen festes NaOH, Na_2SiO_3 , $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Na_2CO_3 , NaAlO_2 , CaSO_4 , Na_2SO_4 , KOH, CaO, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgO, Rotschlamm und/oder Maisstängel- und Maiskolbenasche, sowie gegebenenfalls weitere Aktivatoren, welche in ähnlicher Weise wie die zuvor genannten Aktivatoren wirken. Der zumindest eine alkalische Aktivator kann in einer Menge von kleiner 15 Masse%, vorzugsweise kleiner 10 Masse%, insbesondere kleiner 5 Masse% enthalten sein.

Der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff kann auch mit Zement vermengt werden um ein Bindemittel für die Bauindustrie zu bilden. Hierbei können beispielsweise 30 bis 50 Gew.-% des Zements durch den erfindungsgemäßen puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff ersetzt werden, um ein Bindemittel für die Herstellung von Beton zur Verfügung zu stellen. Es ist aber auch möglich den Zement vollständig durch den erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff zu ersetzen.

Der erfindungsgemäße puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff kann bei der Vermengung mit Zement, gemeinsam mit dem Zementklinker vermahlen werden, nach der Vermahlung im trockenen Zustand mit ebenfalls gemahlenem Zement gemischt werden, im Zuge der Betonherstellung mit dem Zement vermengt werden oder auf eine andere Art mit dem Zement in Verbindung gebracht werden.

Der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff wird zur Herstellung von Baustoffen, wie Beton, insbesondere von Ortbeton oder Betonfertigteilen, Mörteln und Fugenmörteln, Estrichen, Betonsteinen, sowie von, hydraulisch gebundenen Schüttmaterial und/oder hydraulisch gebundener Tragschicht verwendet. Besonders gut eignet sich der erfindungsgemäße puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff zur Herstellung von Beton. Auch eine Verwendung des

puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes als Baustoff in Form von Fußboden-, Wand-, und Dachelementen, hydraulisch gebundenen Schüttmaterialien und von hydraulisch gebundenen Tragschichten für den Straßen- und Wegebau ist möglich.

Konverterschlacke wurde bisher im Gegensatz zu Hüttensand aus Hochofenschlacke, aus technischer Perspektive als ungeeignet erachtet, da sie ohne weitere notwendige Aufbereitungsschritte nicht als puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff fungieren kann. Diese notwendigen Aufbereitungsschritte liegen dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff umfassend Schlacke, zu Grunde.

Darüber hinaus ist eine Verwendung von Konverterschlacke in den facheinschlägigen europäischen Normen zum Anmeldezeitpunkt der Erfindung weder vorgesehen, noch zugelassen.

Beispiele:

Stahlwerkschlacke, insbesondere Konverterschlacke

In einer möglichen Ausführungsform besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus Stahlwerkschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und gegebenenfalls Metallhüttenschlacke. Vorzugsweise sind annähernd 80 Vol.-% der Partikel kleiner als 20 µm.

Im nachfolgenden sind mögliche Ausführungsbeispiele der Erfindung in tabellarischer Form dargestellt. Die Mengenangaben sind in Massenprozent (Masse%) angeführt (Tabelle 1).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Konverterschlacke	100	80	50	99	33	20	37	10
Metallhüttenschlacke		20	50		33			10
alternativer Zusatzstoff					33	70	60	80
Aktivator				1	1	10	3	

Als weitere alternative inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanische Zusätze können in den beschriebenen Zusammensetzungen zur Bildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes auch weitere, alternative Zusatzstoffe oder Füllstoffe, wie beispielsweise gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sein, wobei vom zumindest einen weiteren alternativen Zusatzstoff bis zu 80 Masse% im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten sein können. Vorzugsweise sind 50 Masse%, insbesondere 30 Masse%, des zumindest einen weiteren alternativen Zusatzstoffes im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten.

Darüber hinaus können als weitere alternative Zusätze auch alkalische Aktivatoren wie NaOH, Na_2SiO_3 , $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Na_2CO_3 , NaAlO_2 , CaSO_4 , Na_2SO_4 , KOH, CaO, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgO, Rotschlamm und/oder Maisstängel- und Maiskolbenasche, sowie gegebenenfalls weitere Aktivatoren, welche in ähnlicher Weise wie die zuvor genannten Aktivatoren wirken, enthalten sein, wobei der zumindest eine alkalische Aktivator in einer Menge von bis zu 15 Masse% enthalten ist. Vorzugsweise sind weniger als 10 Masse%, insbesondere weniger als 5 Masse%, des zumindest einen alkalischen Aktivators im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff enthalten.

Stahlwerkschlacke und zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer und/oder latent-hydraulischer Stoff

In der nachfolgenden Tabelle sind Beispiele angeführt, wobei im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff jedenfalls Konverterschlacke und zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff enthalten ist. Die Mengenangaben sind in Massenprozent angeführt (Tabelle 2).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Konverterschlacke	50	50	50	50	34	34	40	80	60
Tuffstein	50				33	33	20		20
Asche		50			33		20	20	20
Kalkstein			50			33	20		

	10	11	12	13	14	15	16	17
Konverterschlacke	50	50	35	50	50	45	20	35
Tuffstein	25	10	20			45	20	
Asche	25	10	20		45		20	
Kalkstein		20					17	30
Alternativer Zusatzstoff		10	20	47			20	30
Aktivator			5	3	5	10	3	5

Stahlwerkschlacke und Hüttensand

In einer alternativen Ausführungsform kann der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Hüttensand enthalten.

Die Konverterschlacke und Hüttensand können in einem Gewichtsverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sein.

Im Nachfolgenden sind mögliche Ausführungsbeispiele des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes umfassend jedenfalls Konverterschlacke und Hüttensand in tabellarischer Form dargestellt. Die Mengenangaben sind in Massenprozent angeführt (Tabelle 3).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Konverterschlacke	50	80	60	70	50	34	70	40	45
Hüttensand	50	20	40	30	30	33	17	35	45
Alternativer Zusatzstoff					20	33	10	20	
Aktivator							3	5	10

In einer Weiterbildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und weitere alternative Zusätze wie alternative Zusatzstoffe oder Füllstoffe, wie beispielsweise gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sein.

Es sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, weitere alternative Zusätze, enthalten.

Im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff können auch Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und der weitere alternative Zusatz in einem Verhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt sein.

In einer Weiterbildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und ein oder mehrere alkalische Aktivatoren enthalten sein.

Es sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen

Stoffes und 0,1 bis 20 Masse%, vorzugsweise 1 bis 15 Masse%, insbesondere 2 bis 12 Masse%, alkalische Aktivatoren, enthalten.

Im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff können auch Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und alkalische Aktivatoren in einem Verhältnis von annähernd 4,5:4,5:1 vermengt sein.

Stahlwerkschlacke, inerter und/oder puzzolanischer Stoff und Hüttensand

In einer Weiterbildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und Hüttensand enthalten sein.

Es sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inertern und/oder puzzolanischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand, enthalten.

Im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff können auch Konverterschlacke, der zumindest eins inerte und/oder puzzolanische Stoff und Hüttensand in einem Verhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt sein.

Im nachfolgenden sind mögliche Ausführungsbeispiele des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes, wobei jedenfalls Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und Hüttensand enthalten sind, in tabellarischer Form dargestellt. Die Mengenangaben sind in Massenprozent angeführt (Tabelle 4).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Konverterschlacke	50	33	33	34	20	80	50	40	49	30	50
Tuffstein		33			20		20	10		10	10
Asche				33	20	10	10	10	20	10	10
Kalkstein			33		20		10	10		5	10

Hüttensand	50	33	33	33	20	5	10	20	20	30	10
Alternativer Zusatzstoff		1	1			5		7	10	10	10
Aktivator								3	1	5	

In einer Weiterbildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff, Hüttensand und weitere alternative Zusätze wie alternative Zusatzstoffe oder Füllstoffe, wie beispielsweise gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sein.

Es sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes, 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, weitere alternative Zusätze, enthalten.

Im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff können auch Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff, Hüttensand und der weitere alternative Zusatz in einem Verhältnis von annähernd 1:1:1:1 vermengt sein.

In einer Weiterbildung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und ein oder mehrere alkalische Aktivatoren enthalten sein.

Es sind 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes, 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis

40 Masse%, Hüttensand und 0,1 bis 20 Masse%, vorzugsweise 1 bis 15 Masse%, insbesondere 2 bis 12 Masse%, alkalische Aktivatoren, enthalten.

Im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff können auch Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff, Hüttensand und zumindest ein alkalischer Aktivator in einem Verhältnis von annähernd 3:3:3:1 vermengt sein.

Wie in der Tabelle ausgeführt ist es auch möglich einen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff herzustellen, wobei 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 60 Masse%, insbesondere 35 bis 55 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes, 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand, 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, weitere alternative Zusätze, und 0,1 bis 20 Masse%, vorzugsweise 1 bis 15 Masse%, insbesondere 2 bis 12 Masse%, alkalische Aktivatoren enthalten sind.

Selbstverständlich sind auch noch weitere Zusammensetzungen des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes, auch wenn sie nicht in den Tabellen angeführt sind, möglich.

Die Konverterschlacke wird zerkleinert, vorzugsweise gebrochen und gemahlen, wobei annähernd 80 Vol.% annähernd $< 150 \mu\text{m}$, vorzugsweise $< 70 \mu\text{m}$, insbesondere $< 30 \mu\text{m}$ sind. Auch der Tuffstein und Kalkstein weisen eine ähnliche Partikelgröße wie die Konverterschlacke auf.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvarianten besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus 50 Masse% Konverterschlacke und 50 Masse% Tuffstein. Die Körnung der Konverterschlacke und des Tuffgesteins beträgt bei 80 Vol.-% $< 20 \mu\text{m}$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus 50 Masse% Konverterschlacke und 50

Masse% Asche. Die Körnung der Konverterschlacke und der Asche beträgt bei 80 Vol.-% $< 30\text{ }\mu\text{m}$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante besteht der puzzolansiche und/oder latent-hydraulische Zusatzstoff aus 50 Masse% Konverterschlacke und 50 Masse% Hüttensand. Die Körnung der Konverterschlacke und des Hüttensandes beträgt bei 80 Vol.-% $< 20\text{ }\mu\text{m}$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff zu jeweils einem Drittel in Masse% aus Konverterschlacke, Tuffstein und Asche. Die Körnung der Konverterschlacke, der Asche und des Tuffsteins ist gleich groß und beträgt bei 80 Vol.-% $< 20\text{ }\mu\text{m}$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff zu jeweils einem Drittel in Masse% aus Konverterschlacke, Tuffstein und Hüttensand. Die Körnungen der Konverterschlacke, des Tuffsteins und des Hüttensand sind gleich groß, wobei 80 Vol.-% $< 20\text{ }\mu\text{m}$ sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante besteht der puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff zu jeweils einem Drittel in Masse% aus Konverterschlacke, Asche und Hüttensand. Die Körnungen betragen bei 80 Vol.-% $< 20\text{ }\mu\text{m}$.

Im nachfolgenden sind die Grenzwerte für die chemischen und physikalischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes in tabellarischer Form dargestellt. In der letzten Spalte sind die Standards und Normen angeführt, mit welchen die Bestimmung der Grenzwerte erfolgt (Tabelle 5).

Parameter	Beschreibung	Puzzolani- scher oder la- tent-hydrauli- scher Zusatz- stoff	Standard
Bestimmung des Glühverlustes und der Massenände- rung beim Schmelzaufschluss	Der Glühverlust wird als Obergrenze in Masse% angegeben.	<17	EN 196-2
freies Calciumoxid	Freies CaO wird als Obergrenze in Masse% angeführt.	<7	EN 450-1 / EN 451-1 / EN 196-3
Reaktives Calci- umoxid	Der Gehalt an reaktivem Calciumoxid wird als Obergrenze in Masse% ange- führt.	<42	EN 196-2 / EN 197-1
Chloridgehalt	Der Chloridgehalt wird als Obergrenze in Masse% angeführt.	<0.1	EN 196-2
Sulfatgehalt	Der Sulfatgehalt wird als Obergrenze in Masse% angeführt.	<5	EN 196-2
Summe aus Silizi- umoxid, Alumini- umoxid und Eisen- oxid	Der Gehalt an Siliziumoxid, Alumini- umoxid und Eisenoxid wird als Unter- grenze in Masse% angeführt.	>42	EN 196-2
Reaktives Silizi- umoxid	Reaktives Siliziumoxid wird als Unter- grenze in Masse% angeführt.	>5	EN 196-2 / EN 197-1
Magnesiumoxid	Der Magnesiumoxidgehalt wird als Obergrenze in Masse% angeführt.	<11	EN 196-2
Gesamtgehalt an Al- kalien	Der Gehalt von Alkalien, in Form von Na ₂ O Äquivalenten, wird als Ober- grenze in Masse% angeführt.	<6	EN 196-2
Gesamtphosphat	Der Gehalt von Gesamtphosphat wird als Obergrenze in mg/kg angeführt.	<2	EN 450-1
Partikeldichte	Die Partikeldichte wird als Obergrenze in kg/m ³ angeführt.	<3000	EN 196-6
Spezifische Oberflä- che	Die spezifische Oberfläche wird als Un- tergrenze in m ² /kg angeführt.	>3000	EN 196-6
Raumbeständigkeit	Die Raumbeständigkeit wird als Ober- grenze in mm angeführt.	<10	EN 196-3
Aktivitätsindex	Der Aktivitätsindex wird als Untergrenze am 28. und 90. Tag in % angeführt.	28d >70% and 90d >85%	EN 196-1
Kohlendioxid	Der Kohlendioxidgehalt wird als Ober- grenze in Masse% angegeben.	<17	EN 196-2
organischer Kohlen- stoff	Der Gesamtgehalt an organischem Koh- lenstoff wird als Obergrenze in Masse% angeführt.	<5	EN 13137

Im Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes wird Stahlwerkschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und/oder Metallhüttenschlacke und/oder zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff vermengt.

Um die Konverterschlacke im puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoff verarbeiten zu können muss sie zerkleinert werden. Dies erfolgt vorzugsweise durch Brechen. Es kann auch eine Vorkonditionierung der Konverterschlacke erfolgen, indem die Konverterschlacke gebrochen, getrocknet und anschließend auf die vorab festgelegte Korngröße gemahlen wird, vorzugsweise in einer Kugelmühle, wobei annähernd 80 Vol.-% der Partikel eine Größe von kleiner 150 μm , vorzugsweise kleiner 70 μm , insbesondere kleiner 30 μm , aufweisen. In einer besonderen bevorzugten Ausführungsvariante wird die Konverterschlacke auf eine Partikelgröße von 20 μm gemahlen.

Auch der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanische Stoff, vorzugsweise der Tuffstein, der Kalkstein und die Verbrennungasche, wird zerkleinert, anschließend getrocknet und gemahlen, wobei annähernd 80 Vol.-% der Partikel eine Größe von kleiner 150 μm , vorzugsweise kleiner 70 μm , insbesondere kleiner 30 μm , aufweisen, um es für die Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes zu verwenden. Besonders bevorzugt weisen auch der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanische Stoff eine Partikelgröße von 20 μm auf.

Für die Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes wird die gemahlene Konverterschlacke und zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Zusatzstoff in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt werden.

Wie vorab beschrieben können bei der Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes auch Hüttensand, weitere alternative Zusatzstoffe und/oder alkalische Aktivatoren beigemischt werden.

Bei der Herstellung des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes, können alle Bestandteile zu jedem Prozessschritt miteinander in Verbindung gebracht werden. Dabei können alle Bestandteile einzeln konditioniert, zerkleinert, getrocknet und gemahlen und danach vermengt werden oder auch zu einem früheren Prozessschritt, beispielsweise nach der Trocknung oder der Zerkleinerung, miteinander vermengt werden. Bei einer möglichen Ausführungsvariante des Herstellungsverfahrens des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes können die einzelnen Bestandteile einzeln gebrochen werden und einzeln getrocknet werden und anschließend gemeinsam gemahlen werden.

Der erfindungsgemäße puzzolanische oder latent-hydraulische Zusatzstoff kann somit den Zement bei der Herstellung des Betons ersetzen oder zumindest die Menge des Zements verringern, wodurch Klimaschäden, die durch die Zementherstellung entstehen, reduziert werden können.

Bei der Betonherstellung können die Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere die Konverterschlacke, und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer und/oder ein puzzolanischer Stoff, Hüttensand, der weitere alternative Zusatzstoff und/oder der alkalische Aktivator einzeln zu den Zuschlagsstoffen zudosiert werden, wenngleich dies aufgrund der Silikapazität auch unüblich ist.

Somit können beim Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes zur Herstellung von Beton die einzelnen Stoffe des erfindungsgemäßen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes und die Zuschlagsstoffe annähernd gleichzeitig einzeln zudosiert werden.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten des puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff für Baustoffe umfassend Schlacke, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer und/oder ein puzzolanischer Stoff enthalten ist/sind.
2. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Stahlwerksschlacke eine Konverterschlacke, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren produziert wird, enthalten ist.
3. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Konverterschlacke zerkleinert, insbesondere gemahlen, ist und annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen.
4. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als inerter Stoff Kalkstein, als latent-hydraulischer Stoff Hüttensand und als puzzolanischer Stoff Tuffstein und/oder Asche, insbesondere Verbrennungsasche, enthalten ist.
5. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Tuffstein, Kalkstein und/oder Hüttensand zerkleinert enthalten sind, wobei annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen.
6. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55

Masse%, des inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes enthalten sind.

7. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanischen Stoff in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

8. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Tuffstein enthalten sind.

9. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke und Tuffstein in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

10. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Hüttensand enthalten sind.

11. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

12. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/oder puzzolanischer Stoff und Hüttensand enthalten sind.

13. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, eines inerten und/oder puzzolanischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand, enthalten sind.

14. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt sind.

15. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelgröße der Konverterschlacke und des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes annähernd gleich ist.

16. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein alkalischer Aktivator enthalten ist.

17. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als zumindest ein weiterer, alternativer Zusatz- oder Füllstoff gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe,

sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sind.

18. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff in einer Menge von kleiner 80 Masse%, vorzugsweise kleiner 50 Masse%, insbesondere kleiner 30 Masse% enthalten ist.

19. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass als zumindest ein alkalischer Aktivator festes NaOH, Na₂SiO₃, Na₂SiO₃·5H₂O, Na₂CO₃, NaAlO₂, CaSO₄, Na₂SO₄, KOH, CaO, Ca(OH)₂, MgO, Rotschlamm und/oder Maisstängel- und Maiskolbenasche, sowie gegebenenfalls weitere Aktivatoren, welche in ähnlicher Weise wie die zuvor genannten Aktivatoren wirken, enthalten sind.

20. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine alkalische Aktivator in einer Menge von kleiner 15 Masse%, vorzugsweise kleiner 10 Masse%, insbesondere kleiner 5 Masse% enthalten ist.

21. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und/oder puzzolanische Stoff und der zumindest eine alkalische Aktivator in einem Verhältnis von annähernd 4,5:4,5:1 vermengt sind.

22. Verwendung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 21 zur Herstellung von Baustoffen, wie Beton, insbesondere von Ortbeton oder Betonfertigteilen, Mörteln und Fugenmörteln, Estrichen, Betonsteinen, sowie von hydraulisch gebundenen Schüttmaterialien und/oder hydraulisch gebundener Tragschichten.

23. Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, gebrochen und getrocknet und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff, und/oder Hüttensand, und/oder zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein Aktivator zugegeben wird/werden.

24. Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass annähernd 80 Vol.-% der Konverterschlacke und/oder des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes und/oder des zumindest einen weiteren alternativen Zusatzstoffes auf eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, gemahlen werden.

25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Konverterschlacke und zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und/oder puzzolanischer Stoff in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanische Stoff und/oder der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff vermengt und anschließend gemeinsam gemahlen werden.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanische Stoff und/oder der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff einzeln gebrochen werden und einzeln getrocknet werden und anschließend gemeinsam gemahlen werden.

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
C04B 28/18 (2006.01); **C04B 28/08** (2006.01); **C04B 7/12** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
C04B 28/006 (2013.01); **C04B 28/18** (2013.01); **C04B 28/021** (2013.01); **C04B 28/082** (2013.01);
C04B 7/12 (2020.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
C04B

Konsultierte Online-Datenbank:
WPIAP, EPODOC, PATDEW, PATENW, Espacenet

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11.02.2022 eingereichten Ansprüchen 1-27 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2018228839 A1 (HEIDELBERGCEMENT AG) 20. Dezember 2018 (20.12.2018) Ansprüche 1-4, Zusammenfassung	1, 3-27
X	WO 2021164798 A1 (ERC TECH A S) 26. August 2021 (26.08.2021) Ansprüche 1-3, Zusammenfassung	1, 3-27
X	US 10494298 B1 (GUYNM JOHN M) 03. Dezember 2019 (03.12.2019) Ansprüche 1 und 3, Zusammenfassung	1, 3-27
X	DE 1293072 B (MANNESMANN AG) 17. April 1969 (17.04.1969) Ganzes Dokument	1-27
X	DE 1646685 B1 (MANNESMANN AG) 23. Dezember 1971 (23.12.1971) Ganzes Dokument	1-27
X	AT 516111 A2 (HOLCIM TECHNOLOGY LTD) 15. Februar 2016 (15.02.2016) Ansprüche 1, 11 und 12; Zusammenfassung	1, 3-27
X	AT 511689 A1 (HOLCIM TECHNOLOGY LTD) 15. Januar 2013 (15.01.2013) Ansprüche	1, 3-27
X	DE 2723233 A1 (SOLVAY) 15. Dezember 1977 (15.12.1977) Ansprüche	1, 3-27
X	DE 102005012317 A1 (LUKAS WALTER) 28. September 2006 (28.09.2006) Ansprüche 1 und 10; Zusammenfassung	1, 3-27
X	DE 602004010775 T2 (OPTOS OPTIMALE OSZILLATIONSTEC) 19. Februar 2009 (19.02.2009) Ansprüche 1, 18-21	1, 3-27
Datum der Beendigung der Recherche: 14.06.2022 Seite 1 von 2 Prüfer(in): STEPANOVSKY Martin		

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 2611889 B2 (FINK, FERDINAND, DR. MONT.,, FINK, FERDINAND, DR. RER. MONT., 6374 STEINBACH) 09. März 1978 (09.03.1978) Ansprüche	1, 3-27
X	EP 1741683 A2 (KEHRMANN ALEXANDER) 10. Januar 2007 (10.01.2007) Ansprüche, Zusammenfassung	1, 3-27

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff für Baustoffe umfassend Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke und/oder Elektroofenschlacke und als puzzolanischer Stoff Tuffstein und/oder Asche, insbesondere Verbrennungasche, und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder ein latent-hydraulischer Stoff enthalten ist/sind.
2. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Stahlwerksschlacke eine Konverterschlacke, die bei der Erzeugung von Rohstahl nach dem Linz-Donawitz-Verfahren produziert wird, enthalten ist.
3. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Konverterschlacke und/oder Elektroofenschlacke zerkleinert, insbesondere gemahlen, ist und annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen.
4. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als inerter Stoff Kalkstein und als latent-hydraulischer Stoff Hüttensand enthalten ist.
5. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Tuffstein, Kalkstein und/oder Hüttensand zerkleinert enthalten sind, wobei annähernd 80 Vol.-% eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, aufweisen.
6. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%,

vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, des inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes enthalten sind.

7. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass Stahlwerksschlacke und/oder Metallhüttenschlacke und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und/oder puzzolanischen Stoff in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

8. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Tuffstein enthalten sind.

9. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke und Tuffstein in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

10. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 40 bis 60 Masse%, insbesondere 45 bis 55 Masse%, Hüttensand enthalten sind.

11. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1 vermengt sind.

12. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, zumindest ein inerter und/ puzzolanischer Stoff und Hüttensand enthalten sind.

13. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Konverterschlacke und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, des inerten und puzzolanischen Stoffes und 20 bis 80 Masse%, vorzugsweise 25 bis 50 Masse%, insbesondere 30 bis 40 Masse%, Hüttensand, enthalten sind.

14. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und puzzolanische Stoff und Hüttensand in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1:1 vermennt sind.

15. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelgröße der Konverterschlacke und des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes annähernd gleich ist.

16. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein alkalischer Aktivator enthalten ist.

17. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als zumindest ein weiterer, alternativer Zusatz- oder Füllstoff gebrannter Schiefer, Silikastaub, Metakaloin, Trass, Phonolith, calcinierter Ton, Ziegelmehl, Quarzmehl, Gesteinsmehl, organische Zusatzstoffe, sowie weitere inerte, latent-hydraulische, oder puzzolanische Zusatzstoffe enthalten sind.

18. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff in einer Menge von kleiner 80 Masse%, vorzugsweise kleiner 50 Masse%, insbesondere kleiner 30 Masse% enthalten ist.

19. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass als zumindest ein alkalischer Aktivator festes NaOH, Na₂SiO₃, Na₂SiO₃·5H₂O, Na₂CO₃, NaAlO₂, CaSO₄, Na₂SO₄, KOH, CaO, Ca(OH)₂, MgO, Rotschlamm und/oder Maisstängel- und Maiskolbenasche, sowie gegebenenfalls weitere Aktivatoren, welche in ähnlicher Weise wie die zuvor genannten Aktivatoren wirken, enthalten sind.

20. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine alkalische Aktivator in einer Menge von kleiner 15 Masse%, vorzugsweise kleiner 10 Masse%, insbesondere kleiner 5 Masse% enthalten ist.

21. Puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass Konverterschlacke, der zumindest eine inerte und puzzolanische Stoff und der zumindest eine alkalische Aktivator in einem Verhältnis von annähernd 4,5:4,5:1 vermengt sind.

22. Verwendung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischer Zusatzstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 21 zur Herstellung von Baustoffen, wie Beton, insbesondere von Ortbeton oder Betonfertigteilen, Mörteln und Fugenmörteln, Estrichen, Betonsteinen, sowie von hydraulisch gebundenen Schüttmaterialien und/oder hydraulisch gebundener Tragschichten.

23. Verwendung von Konverterschlacke und/oder Elektroofenschlacke gegebenenfalls in Kombination mit zumindest als puzzolanischem Stoff Tuffstein

und/oder Asche, insbesondere Verbrennungsasche, und/oder alternativen Schlacken als puzzolanischer oder latent-hydraulischer Zusatzstoff für Baustoffe.

24. Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, gebrochen und getrocknet und als puzzolanischer Stoff Tuffstein und gegebenenfalls Asche, insbesondere Verbrennungsaschen, und gegebenenfalls zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer Stoff, und/oder Hüttensand, und/oder zumindest ein weiterer alternativer Zusatzstoff und/oder zumindest ein Aktivator zugegeben wird/werden.

25. Verfahren zur Herstellung eines puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzstoffes nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass annähernd 80 Vol.-% der Konverterschlacke und/oder des zumindest einen inerten und/oder latent-hydraulischen und/oder puzzolanischen Stoffes und/oder des zumindest einen weiteren alternativen Zusatzstoffes auf eine Partikelgröße von kleiner 150 µm, vorzugsweise kleiner 70 µm, insbesondere kleiner 30 µm, gemahlen werden.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Konverterschlacke und zumindest ein inerter und/oder latent-hydraulischer und der puzzolanische Stoff in einem Massenverhältnis von annähernd 1:1:1 vermengt werden.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und der puzzolanische Stoff und/oder der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff vermengt und anschließend gemeinsam gemahlen werden.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahlwerkschlacke und/oder Metallhüttenschlacke, insbesondere Konverterschlacke, und der zumindest eine inerte und/oder latent-hydraulische und der puzzolanische Stoff und/oder der zumindest eine weitere alternative Zusatzstoff einzeln gebrochen werden und einzeln getrocknet werden und anschließend gemeinsam gemahlen werden.