



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 25 592 T2 2007.10.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 356 008 B1**

(51) Int Cl.⁸: **C09K 3/14 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 25 592.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/42525**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 979 956.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/028980**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **11.04.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.10.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.10.2007**

(30) Unionspriorität:

238844 P 06.10.2000 US

238826 P 06.10.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:

**WOOD, William P., Saint Paul, MN 55133-3427, US;
MCARDLE, James L., Saint Paul, MN 55133-3427,
US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **AGGLOMERATSCHLEIFKORN UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Agglomeratschleifkorn, das mehrere Schleifpartikel umfasst, die durch ein gesintertes, Aluminiumoxid-basiertes Bindungsmaterial verbunden sind, und ein Verfahren zur Herstellung des Agglomeratschleifkorns. Das Agglomeratschleifkorn kann in mehrere Schleifgegenstände inkorporiert werden, enthaltend gebundene Schleifmittel, laminierte Schleifmittel, Vliesschleifmittel und Schleifbürsten.

[0002] Es gibt mehrere Schleifpartikel (z.B. Diamantpartikel, kubische Bornitridpartikel, verschmolzene Schleifpartikel (enthaltend verschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes verschmolzenes Aluminiumoxid, verschmolzenes Aluminiumoxid-Zirkonoxid und dergleichen) und gesinterte, keramische Schleifpartikel (enthaltend Sol-Gel-abgeleitete Schleifpartikel), die auf dem Stand der Technik bekannt sind. Bei manchen Schleifanwendungen werden die Schleifpartikel in loser Form oder einem dünnflüssigen Schlamm verwendet, während bei anderen die Partikel in Schleifprodukte (enthaltend: gebundene Schleifmittel, laminierte Schleifmittel und Vliesschleifmittel) inkorporiert werden.

[0003] Gebundene Schleifmittel umfassen typischerweise mehrere Schleifpartikel, die miteinander verbunden sind, um eine Formmasse zu bilden. Laminierte Schleifmittel umfassen typischerweise mehrere Schleifpartikel, die mit einer Unterlagsschicht verbunden sind. Vliesschleifmittel umfassen typischerweise mehrere Schleifpartikel, die auf und in ein federnd-poröses, poröses Vliessubstrat gebunden sind. Typische Bindungsmaterialien für gebundene Schleifmittel sind organische Bindemittel, Glasbindemittel und metallische Bindemittel, während sie für laminierte und Vliesschleifmittel typischerweise organische Bindemittel sind. Kriterien, die zum Wählen von für eine bestimmte Schleifanwendung verwendete Schleifpartikeln verwendet werden, enthalten typischerweise: Schleifnutzungsdauer, Schliffgeschwindigkeit, Substratoberflächengüte, Mahleffizienz und Produktkosten.

[0004] Die Schleifindustrie und ihre Kunden suchen fortlaufend nach Wegen, wie eines oder mehrere dieser Schleifkriterien verbessert werden können. Seit etwa hundert Jahren finden verschmolzene Aluminiumoxid-Schleifpartikel weit verbreitete Anwendung. Verschmolzene Aluminiumoxid-Schleifpartikel werden typischerweise durch das Beschicken eines Ofens mit einer Aluminiumoxidquelle (wie etwa Aluminiumerz oder Bauxit) und anderen erwünschten Zusatzstoffen, das Erhitzen des Materials über seinen Schmelzpunkt, das Auskühlen der Schmelze zur Bereitstellung einer erstarrten Masse, das Zermahlen der erstarrten Masse zu Partikeln und dann das Aussieben und Abstufen der Partikel zur Bereitstellung der erwünschten Schleifpartikelgrößenverteilung hergestellt. In etwa den letzten dreißig Jahren gab es zahlreiche Erfindungen und Entwicklungen in Bezug auf Schleifpartikel. Eine dieser Erfindungen war die Entwicklung von zusammen verschmolzenen Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikeln. Zusätzliche Informationen über Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikel können zum Beispiel in den US-Pat. Nr. 3,891,408 (Rowse et al.), 3,781,172 (Pett et al.), 3,893,826 (Quinan et al.), 4,126,429 (Watson), 4,457,767 (Poon et al.) und 5,143,522. (Gibson et al.) gefunden werden.

[0005] Obgleich verschmolzene alpha-Aluminiumoxid-Schleifpartikel und verschmolzene Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikel bei Schleifanwendungen (enthaltend jene, die laminierte und gebundene Schleifprodukte anwenden) immer noch weit verbreitet sind, sind die hauptsächlichlichen Schleifpartikel für viele Schleifanwendungen seit Mitte der 1980er Sol-Gel-abgeleitete alpha-Aluminiumoxidpartikel (die auch als gesinterte, keramische alpha-Aluminiumoxidpartikel bezeichnet werden). Die Sol-Gel-abgeleiteten alpha-Aluminiumoxid-Schleifpartikel können eine Mikrostruktur aufweisen, die aus sehr dünnen alpha-Aluminiumoxid-Kristalliten zusammengesetzt ist, wobei die Gegenwart von sekundären Phasen zugefügt wird oder nicht (siehe z.B. US-Pat. Nr. 4,314,827 (Leitheiser et al.), 4,518,397 (Leitheiser et al.), 4,623,364 (Cottringer et al.), 4,744,802 (Schwabel), 4,770,671 (Monroe et al.), 4,881,951 (Wood et al.), 4,960,441 (Pellow et al.), (Pellow), 5,139,978 (Wood), 5,201,916 (Berg et al.), 5,366,523 (Rowenhorst et al.), 5,429,647 (Larmie), 5,547,479 (Conwell et al.), 5,498,269 (Larmie), 5,551,963 (Larmie) und 5,725,162 (Garg et al.)).

[0006] Laminierte Schleifmittel tendieren dazu „flexibler“ zu sein als gebundene Schleifmittel; daher sind laminierte Schleifmittel dort weit verbreitet, wo sich der Schleifgegenstand der Werkstückfläche anpassen muss. Laminierte Schleifmittel tendieren dazu, eine oder mehrere Schichten Schleifpartikel aufzuweisen. Im Allgemeinen wird bevorzugt, diese Schleifpartikel auszurichten, um ihre Schneidfähigkeit zu verbessern. In manchen Fällen stellen jedoch laminierte Schleifmittel während des anfänglichen Schleifens relativ hohe Schliffgeschwindigkeiten bereit. Mit der Zeit nimmt die Schliffgeschwindigkeit ab bis das laminierte Schleifmittel keine annehmbaren Schliffgeschwindigkeiten mehr bereitstellt.

[0007] Um die un stetigen Schliffgeschwindigkeiten im Zeitablauf anzugehen, wurden Agglomeratschleifkör-

ner entwickelt (siehe z.B. US-Pat. Nr. 3,928,949 (Wagner), 4,132,533 (Lohmer), 4,311,489 (Kressner), 4,393,021 (Eisenberg), 4,562,275 (Bloecher et al.), 4,799,939 (Bloecher et al.), 5,318,604 (Gorsuch), 5,550,723 (Holmes et al.) und 5,975,988 (Christiansen)). Im Falle von laminierten Schleifmitteln sind diese Agglomeratschleifmittel an die Unterlagschicht gebunden, um einen Schleifgegenstand zu bilden. Die Agglomeratschleifkörner umfassen typischerweise mehrere Schleifpartikel, die mit einem Bindemittel zusammengebunden sind, normalerweise einem organischen oder anorganischen Bindemittel.

[0008] Ein Nachteil dieser Schleif-Agglomeratpartikel besteht darin, dass sie Verbundpartikel sind (d. h. Schleifpartikel und Bindemittel). Das Bindemittel kann die Schleifcharakteristiken des Agglomeratkorns nachteilig beeinflussen. Was in der Industrie gewünscht wird, ist ein laminiertes Schleifmittel, das eine relativ lange Nutzungsdauer und eine im Zeitablauf relativ stetige Schliffgeschwindigkeit bereitstellt.

[0009] Gebundene Schleifmittel weisen eine dreidimensionale Struktur auf. Ideale gebundene Schleifmittel schleifen das Werkstück ab, und wenn die Schleifpartikel abgenutzt und stumpf geworden sind, werden diese Schleifpartikel aus dem gebundenen Schleifmittel ausgestoßen, um neue, frisch schneidende Schleifpartikel aufzudecken. Unzulängliche Adhäsion zwischen den Schleifpartikeln und dem Bindungsmaterial kann zur verfrühten Loslösung der Schleifpartikel von dem Schleifgegenstand führen. Wenn die Schleifpartikel verfrüht losgelöst werden, dann ist die resultierende Nutzungsdauer des gebundenen Schleifmittels typischerweise kürzer als erwünscht. Was in der Industrie gewünscht wird, ist ein gebundenes Schleifmittel, das eine gute Adhäsion zwischen den Schleifpartikeln und dem Bindungsmaterial besitzt.

[0010] Um das Inventar und andere damit verbundene Herstellungskosten zu minimieren, wird es in einem anderen Aspekt typischerweise vorgezogen, ein Schleifkorn herzustellen, das eine gute Schleifleistung bereitstellt (z.B. lange Nutzungsdauer, hohe Schliffgeschwindigkeiten, stetige Schliffgeschwindigkeiten, einheitliche Oberflächengüte und dergleichen), sowohl bei Anwendungen mit laminierten Schleifmitteln als auch gebundenen Schleifmitteln. Was bei einem laminierten Schleifmittel oftmals erwünscht ist, ist ein Schleifkorn, das eine lange Nutzungsdauer besitzt. Was bei einem gebundenen Schleifmittel oftmals erwünscht ist, ist eine lange Nutzungsdauer, die mit guter Adhäsion zwischen den Schleifpartikeln und dem gebundenen Schleifmittel-Bindemittel verbunden ist.

[0011] Die vorliegende Erfindung stellt ein Agglomeratschleifmittelkorn nach Anspruch 1 bereit, das mehrere Schleifpartikel umfasst, die durch ein gesintertes Bindungsmaterial verbunden sind. Die Schleifpartikel können einen oder mehrere Schleifpartikel umfassen, enthaltend aber nicht beschränkt auf verschmolzenes Aluminiumoxid (enthaltend weißes verschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes Aluminiumoxid und braunes Aluminiumoxid), Siliciumcarbid, Borcarbid, Titancarbid, Diamant, kubisches Bornitrid, Granat, verschmolzenes Aluminiumoxid-Zirkonoxid, gesinterte alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel und dergleichen. Das Bindungsmaterial umfasst auf einer theoretischen Oxidbasis mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials. Das Bindungsmaterial kann auf einer theoretischen Oxidbasis mindestens 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 97, 98, 99, 99,5 oder sogar 100 (d. h. im Grunde bestehend aus) Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfassen. In einem anderen Aspekt ist das Bindungsmaterial typischerweise zu mindestens 70, 75, 80, 85, 90, 95, 97, 98, 99, 100 Prozent kristallin.

[0012] Die mittlere Partikelgröße der Partikel in dem Agglomeratschleifkorn kann mindestens 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25 oder 30 Mikrometer oder mehr betragen.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung mehrere Schleifpartikel, die mit einem gesinterten Bindungsmaterial zusammen verbunden sind, umfassen, wobei das Bindungsmaterial auf einer theoretischen Oxidbasis mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, wobei die Schleifpartikel eine Dichte von mindestens 85 theoretischer Dichte aufweisen und das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert von mindestens 15 Prozent aufweist. Wünschenswerterweise weisen die Schleifpartikel eine Dichte von mindestens 90% (mindestens 95%, mindestens 96%, mindestens 97%, mindestens 98%, mindestens 98,5%, mindestens 99% oder sogar mindestens 99,5%) theoretischer Dichte auf. In einem anderen Aspekt weist das Agglomeratschleifkorn wünschenswerterweise einen Porositätswert von mindestens 15 (mindestens 20, mindestens 25, mindestens 30, mindestens 35, mindestens 40, mindestens 45, mindestens 50, mindestens 55 oder mindestens 60) Prozent auf.

[0014] Das Agglomeratschleifkorn der vorliegenden Erfindung weist typischerweise einen Porositätswert (ermittelt wie in den nachstehenden Beispielen beschrieben) von, in zunehmender bevorzugter Reihenfolge, min-

destens 10%, 15% oder 20% auf. Vorzugsweise liegt der Porositätswert, in zunehmender bevorzugter Reihenfolge, in dem Bereich von ungefähr 15% bis ungefähr 60%, ungefähr 20% bis ungefähr 50% oder ungefähr 30% bis ungefähr 45%.

[0015] In einer beispielhaften Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungs material verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert in dem Bereich von 10 bis ungefähr 60 Prozent aufweist.

[0016] Eine andere beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stellt das Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere polykristalline Schleifpartikel, die mit einem gesinterten, kristallinen, keramischen Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 , basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, wobei die Schleifpartikel eine Dichte von mindestens 85% theoretischer Dichte aufweisen und das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert von mindestens 10 Prozent aufweist.

[0017] Ausführungsformen des Schleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung können eine Schleifpartikelgrößenverteilung innerhalb des Schleifkorns aufweisen, die je nach den gewünschten Eigenschaften und der spezifischen Verwendung des Schleifkorns variieren. Typischerweise weisen mindestens drei (typischerweise mindestens vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, fünfzehn, zwanzig, dreißig oder vierzig) der größten Schleifpartikel in dem Schleifkorn der vorliegenden Erfindung im Wesentlichen das gleiche Volumen auf. In einem anderen Aspekt können mindestens drei (typischerweise mindestens vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, fünfzehn, zwanzig, dreißig oder vierzig) der größten Schleifpartikel in dem Schleifkorn der vorliegenden Erfindung im Wesentlichen größer als 20, 25, 30, 40 oder sogar 50 Mikrometer groß sein. In einem anderen Aspekt können die mehreren Schleifpartikel mindestens eine bimodale Verteilung aufweisen, und wobei die mittlere Partikelgröße einer ersten Verteilung der Partikel mindestens 25 Volumenprozent (noch typischerweise mindestens 100 Prozent oder sogar mindestens 200 Prozent) mehr als die mittlere Partikelgröße einer zweiten Verteilung der Partikel aufweist.

[0018] In einer anderen beispielhaften Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungs material verbunden sind, umfasst, wobei das Agglomeratschleifkorn, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 85 Gew. % Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Agglomeratschleifkorns, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen.

[0019] Zusätzlich zur Schleifpartikelgröße und Größenverteilung kann die Kristallgröße der Kristalle innerhalb des Schleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung nach Wunsch variieren. Vorzugsweise umfassen die Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung Kristalle (z.B. alpha-Aluminiumoxid-Kristalle) mit einer mittleren Kristallgröße von weniger als 10 Mikrometern (vorzugsweise weniger als 5 Mikrometern, besser weniger als 1 Mikrometer).

[0020] In einer beispielhaften Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, polykristalline Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungs material verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, wobei die kristallinen Schleifpartikel Kristalle mit einer mittleren Größe von weniger als 10 Mikrometern umfassen, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel im Wesentlichen das gleiche Volumen aufweisen.

[0021] In einer anderen beispielhaften Ausführungsform stellt die vorliegende Erfindung ein Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungs material verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, wobei die kristallinen Schleifpartikel Kristalle mit einer mittleren Größe von weniger als 10 Mikrometern umfassen, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen.

[0022] Die vorliegende Erfindung stellt auch Verfahren zur Herstellung des Agglomeratschleifkorns nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bereit. Ausführungsformen derartiger Verfahren enthalten jene, die das In-Kontakt-Bringen mehrerer Partikel (d. h. Schleifpartikel, Präkursor-Schleifpartikel oder eine Kombination aus diesen) mit einem Präkursor-Bindungsmaterial, so dass die Partikel miteinander agglomerieren (ein Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitstellen); und das Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um die agglomerierten Partikel in Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umzuwandeln, umfassen. Ein Beispiel geeigneter Präkursor-Schleifpartikel für die Verwendung in den Verfahren der vorliegenden Erfindung sind Böhmit-basierte Partikel. Beispielhafte Präkursor-Bindungsmaterialien enthalten kristalline, keramische Oxid-Präkursormaterialien wie etwa Böhmit (z.B. Böhmit-Sole) und wahlweise Metalloxide (z.B. Aluminiumoxid) und/oder Präkursoren von diesen (z.B. Metallnitrate).

[0023] Ferner können zum Beispiel Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung mittels eines Verfahrens hergestellt werden, das umfasst:

In-Kontakt-Bringen mehrerer von mindestens einem, aus Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, mit einem Präkursor-Bindungsmaterial, so dass die Partikel miteinander agglomerieren; und Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um die agglomerierten Partikel in Agglomeratschleifkorn umzuwandeln, welches mehrere Schleifpartikel, die durch ein gesintertes Bindungsmaterial miteinander verbunden sind, umfasst; wobei das gesinterte Bindungsmaterial mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst; und wobei die Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns eine mittlere Partikelgröße von mindestens 5 Mikrometern aufweisen.

[0024] Das Agglomeratschleifkorn der vorliegenden Erfindung kann auch mittels eines Verfahrens hergestellt werden, das umfasst:

In-Kontakt-Bringen mehrerer von mindestens einem, aus Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, mit einem Präkursor-Bindungsmaterial, so dass die Partikel miteinander agglomerieren; und Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um die agglomerierten Partikel in Agglomeratschleifkorn umzuwandeln, welches mehrere Schleifpartikel, die durch ein gesintertes Bindungsmaterial miteinander verbunden sind, umfasst; wobei das gesinterte Bindungsmaterial mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst; und wobei die wärmebehandelten Schleifpartikel eine Dichte von mindestens 85% theoretischer Dichte aufweisen und das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert von mindestens 10 Prozent aufweist.

[0025] Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung können aus einem Schleifpartikel, Präkursor-Schleifpartikel oder einer Kombination aus diesen gebildet werden, welche in den Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, um das Agglomeratschleifkorn zu bilden. Ein beispielhaftes Verfahren gemäß der Erfindung umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren; und Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0026] In manchen Ausführungsformen kann es erwünscht sein, ein Agglomeratschleifkorn zu bilden, wobei die größten Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns im Wesentlichen das gleiche Volumen aufweisen. In diesen Ausführungsformen stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel im Wesentlichen das gleiche Volumen aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren; und Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0027] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches

Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel im Wesentlichen das gleiche Volumen aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren;

Trocknen der agglomerierten Präkursorpartikel;

Kalzinieren der getrockneten agglomerierten Präkursorpartikel, um poröse agglomerierte Präkursorpartikel bereitzustellen;

Imprägnieren der porösen agglomerierten Präkursorpartikel mit einer Zusammensetzung, die Flüssigkeit (z.B. Wasser) und mindestens eines von Metalloxid oder Metalloxidpräkursor umfasst; und

Erwärmen der imprägnierten, agglomerierten Präkursorpartikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0028] In manchen Ausführungsformen kann es erwünscht sein, ein Agglomeratschleifkorn zu bilden, wobei die größten Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns mindestens von einer gegebenen Partikelgröße sind. In diesen Ausführungsformen stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren; und

Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0029] Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren;

Trocknen der agglomerierten Präkursorpartikel;

Kalzinieren der getrockneten agglomerierten Präkursorpartikel, um poröse, agglomerierte Präkursorpartikel bereitzustellen;

Imprägnieren der porösen agglomerierten Präkursorpartikel mit einer Zusammensetzung, die Flüssigkeit (z.B. Wasser) und mindestens eines von Metalloxid oder Metalloxidpräkursor umfasst; und

Erwärmen der imprägnierten, agglomerierten Präkursorpartikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0030] In diesen Ausführungsformen stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Agglomeratschleifkorn, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 85 Gewichtsprozent Aluminiumoxid, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Agglomeratschleifkorns, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren; und

Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0031] Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Agglomeratschleifkorn, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 85 Gewichtsprozent Aluminiumoxid, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Agglomeratschleifkorns, umfasst, und wobei mindestens drei der größten Schleifpartikel eine Größe von mehr als 20 Mikrometern aufweisen, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren;
 Trocknen der agglomerierten Präkursorpartikel;
 Kalzinieren der getrockneten agglomerierten Präkursorpartikel, um poröse, agglomerierte Präkursorpartikel bereitzustellen;
 Imprägnieren der porösen agglomerierten Präkursorpartikel mit einer Zusammensetzung, die Flüssigkeit (z.B. Wasser) und mindestens eines von Metalloxid oder Metalloxidpräkursor umfasst; und
 Erwärmen der imprägnierten, agglomerierten Präkursorpartikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0032] In noch anderen Ausführungsformen kann es erwünscht sein, ein Agglomeratschleifkorn zu bilden, wobei das Agglomeratschleifkorn einen erwünschten Porositätswert aufweist. In diesen Ausführungsformen stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert in dem Bereich von 10 bis 60 Prozent aufweist, wobei das Verfahren umfasst:
 In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren; und
 Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0033] Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn bereit, das mehrere gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, die durch ein kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial verbunden sind, umfasst, wobei das Bindungsmaterial, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert in dem Bereich von 10 bis 60 Prozent aufweist, wobei das Verfahren umfasst:
 In-Kontakt-Bringen getrockneter, Böhmit-basierter Präkursor-Partikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursor-Partikel miteinander agglomerieren;
 Trocknen der agglomerierten Präkursorpartikel;
 Kalzinieren der getrockneten agglomerierten Präkursorpartikel, um poröse, agglomerierte Präkursorpartikel bereitzustellen;
 Imprägnieren der porösen agglomerierten Präkursorpartikel mit einer Zusammensetzung, die Flüssigkeit (z.B. Wasser) und mindestens eines von Metalloxid oder Metalloxidpräkursor umfasst; und
 Erwärmen der imprägnierten, agglomerierten Präkursorpartikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

[0034] Wahlweise enthalten Verfahren zur Herstellung von Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung wahlweise das Benutzen aushärtbaren Bindungsmittel-Präkursormaterials, keramischen Bindungsmittel-Präkursormaterials beim Bilden von Präkursor-Agglomeratschleifkorn und mindestens das teilweise Aushärten des keramischen Bindungsmittel-Präkursormaterials, wenn das Präkursor-Agglomeratschleifkorn in das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umgewandelt wird.

[0035] Die vorliegende Erfindung stellt ferner Herstellungs-Schleifgegenstände bereit. Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann in verschiedene Schleifgegenstände inkorporiert werden, wie etwa laminierte Schleifmittel, gebundene Schleifmittel (enthaltend verglaste und Kunstharz-Schleifscheiben), Vliesschleifmittel und Schleifbürsten. Die Schleifgegenstände umfassen typischerweise das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung und das Bindemittel.

[0036] Typischerweise ist das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung ausreichend porös, um zu erlauben, dass das Bindemittel dieses durchdringt. Dieses Merkmal ist besonders vorteilhaft für laminierte und gebundene Schleifgegenstände. Ferner kann mit Bezug auf laminierte Schleifmittel das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung eine lange Nutzungsdauer und eine relativ stetige Schliffgeschwindigkeit aufweisen. In einem anderen Aspekt können Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden, die einen erwünschten Grad an Porosität und/oder Bindungsstärke zwischen Schleifpartikeln aufweisen, um bevorzugtes Abnutzen des Agglomeratschleifkorns bereitzustellen. Derartig bevorzugtes Abnutzen des Agglomeratschleifkorns kann besonders wünschenswert

sein für gebundene Schleifgegenstände.

[0037] Als Alternative dazu kann zum Beispiel das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung in loser Form verwendet werden, enthaltend in Schleifschlamm und als Sandstrahlmedien.

[0038] Die vorliegende Erfindung stellt auch ein Verfahren zum Schleifen einer Fläche bereit, wobei das Verfahren umfasst:

In-Kontakt-Bringen von mindestens einem Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Fläche eines Werkstücks; und

Bewegen von mindestens einem, dem Agglomeratschleifkorn oder der Fläche, relativ zueinander, um mindestens einen Abschnitt der Fläche mit dem Agglomeratschleifkorn zu schleifen.

[0039] In dieser Anwendung:

„Kristallines, keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial“ bezieht sich auf keramisches Metalloxid-Bindungsmaterial, das mindestens 60 Vol.% kristallin ist.

[0040] „Im Wesentlichen das gleiche Volumen“ bedeutet, dass das Volumen jedes relevanten Partikels ein Volumen aufweist, das innerhalb fünfzig Prozent des mittleren Volumens der relevanten Partikel liegt (d. h. wenn die drei größten Partikel das gleiche Volumen aufweisen sollen, weist jeweils jeder der drei größten Partikel ein Volumen auf, das innerhalb fünfzig Prozent des mittleren Volumens der drei größten Partikel liegt);

„Alpha-Aluminiumoxid-basiertes Schleifpartikel- oder Bindungsmaterial“ bezieht sich, wie hier verwendet, auf einen Schleifpartikel, der, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gew.% Al_2O_3 umfasst, wobei mindestens 40 Gew.% der Gesamtaluminiumoxidmenge als alpha-Aluminiumoxid vorhanden sind, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Partikel- bzw. Bindungsmaterials.

[0041] „Schleifpartikel-Präkursor“ oder „ungesinteter Schleifpartikel“ bezieht sich auf eine getrocknete Dispersion (d. h. einen „getrockneten Schleifpartikel-Präkursor“) oder eine kalzinierte Dispersion (d. h. einen „kalzinierten Schleifpartikel-Präkursor“), typischerweise in der Form von Partikeln, der eine Dichte von weniger als 80% (typischerweise von weniger als 60%) theoretischer aufweist und gesintert oder mit einer Imprägnierungszusammensetzung imprägniert und dann gesintert werden kann, um einen gesinterten Schleifpartikel bereitzustellen.

[0042] „Böhmit-basierter Präkursorpartikel“ bezieht sich auf einen Präkursor-Schleifpartikel, der mindestens 50 Gewichtsprozent Böhmit, basierend auf dem Gesamtfestkörpergehalt des Partikels, umfasst.

[0043] „Sintern“ bezieht sich auf einen Vorgang des Erwärmens bei einer Temperatur unter der Schmelztemperatur des Materials, das erwärmt wird, um Verdichtung und Kristallitwachstum bereitzustellen, um ein strapazierfähiges, hartes und chemisch widerstandsfähiges keramisches Material bereitzustellen. Gesinterte Schleifpartikel werden nicht mittels eines Verschmelzvorgangs hergestellt, wobei das Erwärmen bei einer Temperatur über der Schmelztemperatur des Materials, das erwärmt wird, liegt.

[0044] [Fig. 1](#) ist eine fragmentarische schematische Querschnittsansicht eines laminierten Schleifgegenstands, enthaltend das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0045] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht eines gebundenen Gegenstands, enthaltend das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0046] [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte schematische Ansicht eines Vliesschleifgegenstands, enthaltend das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0047] [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung eines Abschnitts einer Anordnung zur Herstellung von Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0048] [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung des beispielhaften Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0049] [Fig. 6](#) ist eine Fotografie des beispielhaften Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0050] [Fig. 7](#), [Fig. 8](#), [Fig. 9](#), [Fig. 10](#), [Fig. 11a](#) und [Fig. 11b](#) sind Schaubilder verschiedener Schleifdaten des

beispielhaften Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung, sowie verschiedener Vergleichsbeispiele;

[0051] [Fig. 12](#) ist eine schematische Seitenansicht im Aufriss eines anderen beispielhaften Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0052] [Fig. 13](#) ist eine schematische Seitenansicht, die eine Vorrichtung zur Herstellung mehrerer Agglomeratschleifkörner gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0053] [Fig. 14](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts einer Vorrichtung zur Herstellung der mehreren Agglomeratschleifkörner gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei ein Vorderabschnitt der Vorrichtung weggeschnitten ist, um einen Abschnitt des Inneren der Vorrichtung freizulegen; und

[0054] [Fig. 15](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts des in der in [Fig. 14](#) gezeigten Vorrichtung verwendeten Siebs.

[0055] Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst mehrere Schleifpartikel, die durch ein gesintertes, kristallines, keramisches Oxidbindungsmaterial miteinander verbunden sind. Das gesinterte Bindungsmaterial umfasst wünschenswerterweise, auf einer theoretischen Oxidbasis, mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 , basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials. Das Agglomeratschleifkorn kann zum Beispiel unter Verwendung von Vorgängen angefertigt werden, wobei (1) Schleifpartikel und/oder Schleifpartikelpräkursoren durch ein Präkursor-Bindungsmaterial agglomerieren und/oder (2) ein Bindungsmaterial und/oder Schleifpartikel-Präkursormaterial ein gesintertes, kristallines Bindungsmaterial bilden, wenn sie ausreichend erwärmt werden.

[0056] Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung können zum Beispiel durch das In-Kontakt-Bringen trockener, Böhmit-basierter Präkursorpartikel in der Gegenwart von Flüssigkeit (z.B. Wasser), so dass mehrere der Präkursorpartikel zusammen agglomerieren, und das Erwärmen der agglomerierten Partikel auf mindestens eine Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um das Agglomeratschleifkorn bereitzustellen, hergestellt werden. Wenn die getrockneten, Böhmit-basierten Präkursor-Partikel mit einer Flüssigkeit (z.B. Wasser) in Kontakt gebracht werden, weicht sich mindestens der äußere Abschnitt der Partikel auf und wird klebrig. Derartige Partikel neigen dazu, zusammenzukleben, wobei sie Agglomerate bilden. Wenn diese Agglomerate von Böhmit-basierten Präkursorpartikeln bei einer Temperatur (enthaltend eine oder mehrere Temperaturen) über einen Zeitraum erwärmt werden, der ausreicht, um die Präkursormaterialien in gesintertes, alpha-Aluminiumoxid-basiertes Material umzuwandeln, wird das agglomerierte Schleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung produziert. Ein beispielhaftes Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Das Agglomeratschleifkorn aus [Fig. 6](#) umfasst gesinterte alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel **62**, die mittels alpha-Aluminiumoxid-basiertem Bindungsmaterial **64** zusammen verbunden sind, wobei zwischen den agglomerierten Partikeln Porosität **66** vorliegt (d. h. es gibt zwischen den Partikeln offene Porosität).

[0057] Getrocknete, Böhmit-basierte Präkursorpartikel können mittels auf dem Stand der Technik bekannter Techniken hergestellt werden (siehe z.B. US-Pat. Nr. 4,314,827 (Leitheiser et al.), 4,518,397 (Leitheiser et al.), 4,623,364 (Cottringer et al.), 4,744,802 (Schwabel), 4,770,671 (Monroe), 4,744,802 (Schwabel), 4,848,041 (Kruschke), 4,881,951 (Wood et al.), 4,964,883 (Morris et al.), 5,139,978 (Wood), 5,164,348 (Wood), 5,201,916 (Berg et al.), 5,219,006 (Wood), 5,219,806 (Wood), 5,429,647 (Larmie), 5,498,269 (Larmie), 5,551,963 (Larmie), 5,593,647 (Monroe), 5,611,829 (Monroe et al.) und 5,645,619 (Erickson et al.)). Getrocknete, Böhmit-basierte Präkursorpartikel werden typischerweise aus einer Dispersion hergestellt, die flüssiges Medium und Böhmit (typischerweise alpha-Aluminiumoxidmonohydrat und Böhmit, das auf dem Stand der Technik allgemein als „Pseudo“-Böhmit bezeichnet wird (d. h. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, wobei $x = 1$ bis 2)) umfasst.

[0058] Geeignete Böhmiten enthalten jene, die früher unter der Handelsbezeichnung „HIQ“ (d. h. „HIQ-10“, „HIQ-20“, „HIQ-30“ und „HIQ-40“) von Alcoa Industrial Chemical vertrieben wurden und jene, die im Handel unter den Handelsbezeichnungen „DISPERAL“ von Sasol in Johannesburg, Südafrika (früher von Condea GmbH, Hamburg, Deutschland) und „DISPAL“ (z.B. „DISPAL 23N480“) und „CATAPAL“ (z.B. „CATAPAL D“) von Condea Vista Company, Houston, TX erhältlich sind. Diese Böhmiten oder Aluminiumoxidmonohydrate liegen in der alpha-Form vor und enthalten relativ wenige, wenn überhaupt, Hydratphasen, die keine Monohydrate sind (obgleich sehr kleine Mengen von Trihydratfremdstoffen in einigen im Handel erhältlichen Böhmiten vorhanden sein können, die toleriert werden können).

[0059] Das bevorzugte flüssige Medium ist typischerweise Wasser, obgleich organische Lösemittel, wie etwa niedrigere Alkohole (typischerweise C₁₋₆ Alkohole), Hexan oder Heptan als flüssiges Medium ebenfalls nützlich sein können. Das Wasser kann zum Beispiel Hahnenwasser, destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser sein.

[0060] Die Dispersion kann ferner Peptisationsmittel umfassen. Diese Peptisationsmittel sind im Allgemeinen lösliche ionische Verbindungen, von denen angenommen wird, dass sie verursachen, dass die Fläche eines Partikels oder Kolloids einheitlich in einem flüssigen Medium (z.B. Wasser) geladen wird. Die bevorzugten Peptisationsmittel sind Säuren oder Säureverbindungen. Beispiele typischer Säuren enthalten monoprotische Säuren und Säureverbindungen, wie etwa Essig-, Salz-, Ameisen- und Salpetersäure, wobei Salpetersäure bevorzugt wird. Die Menge an verwendeter Säure hängt zum Beispiel von der Dispergierbarkeit des Böhmits, dem Prozentsatz von Festkörpern der Dispersion, den Komponenten der Dispersion, den Mengen oder relativen Mengen der Komponenten der Dispersion, den Partikelgrößen der Komponenten der Dispersion und/oder der Partikelgrößenverteilung der Komponenten der Dispersion ab. Für Böhmit beinhaltet die Dispersion typischerweise mindestens 0,1 bis 20 Gew.%, vorzugsweise 1 bis 10 Gew.% Säure und am besten 3 bis 8 Gew.% Säure, basierend auf dem Gewicht des Böhmits in der Dispersion.

[0061] In einigen Fällen kann die Säure auf die Fläche des Böhmitpartikels vor der Kombination mit Wasser aufgetragen werden. Die Säurenflächenbehandlung kann verbesserte Dispergierbarkeit des Böhmits im Wasser bereitstellen.

[0062] Geeignete Verfahren zum Mischen der Dispersion enthalten die Verwendung einer Kugelmühle, Vibrationsmühle, Reibungsmühle und/oder hohe Scherkraftmischer (Kolloidmühlen). Die Verwendung hoher Scherkraftmischer ist das bevorzugte Mischverfahren.

[0063] In einigen Fällen geliert die Dispersion vor dem Trocknungsschritt. Der pH-Wert der Dispersion und die Konzentration von Ionen in der Dispersion sind ausschlaggebend bei der Bestimmung, wie schnell die Dispersion geliert. Typischerweise liegt der pH-Wert in dem Bereich von ungefähr 1,5 bis 4. Ferner kann die Zugabe eines Wandleroxidmaterials oder eines anderen Zusatzstoffs darin resultieren, dass die Dispersion geliert.

[0064] Die Dispersion umfasst typischerweise mehr als 15 Gew.% (im Allgemeinen von mehr als 20 bis ungefähr 80 Gew.%; typischerweise mehr als 30 bis ungefähr 80 Gew.%) Festkörper (oder als Alternative dazu Böhmit), basierend auf dem Gesamtgewicht der Dispersion. Gewisse bevorzugte Dispersionen umfassen jedoch 35 Gew.% oder mehr, 45 Gew.% oder mehr, 50 Gew.% oder mehr, 55 Gew.% oder mehr, 60 Gew.% oder mehr und 65 Gew.% oder mehr Festkörper (oder als Alternative dazu Böhmit), basierend auf dem Gesamtgewicht der Dispersion. Gewichtsprozente von Festkörpern und Böhmit über ungefähr 80 Gew.% können auch nützlich sein, sind aber eher schwieriger zu verarbeiten, um die Partikel herzustellen. Für zusätzliche Details hinsichtlich relativ hoher Festkörperdispersionen siehe z.B. US-Pat. Nr. 5,776,214 (Wood), 5,779,743 (Wood), 5,893,935 (Wood), und 5,988,478 (Wood).

[0065] Eine hohe Festkörperdispersion wird typischerweise und vorzugsweise durch das allmähliche Zugeben einer flüssigen Komponente/flüssiger Komponenten zu einer Komponente/n, die in der flüssigen Komponenten/den flüssigen Komponenten nicht löslich ist/sind, während letztgenannte mischt oder rolliert. Zum Beispiel kann dem Böhmit allmählich eine Wasser, Salpetersäure und Metallsalz beinhaltende Flüssigkeit zugegeben werden, während letztgenannte derart gemischt wird, dass sich die Flüssigkeit leichter durch das Böhmit verteilt.

[0066] Böhmit-basierte Dispersionen können erwärmt werden, um die Dispergierbarkeit des alpha-Aluminiumoxid-Monohydrats zu verbessern und/oder eine homogene Dispersion zu kreieren. Die Temperatur kann nach Zweckmäßigkeit variiert werden, zum Beispiel kann die Temperatur in dem Bereich zwischen ungefähr 20°C und 80°C, gewöhnlich zwischen 25°C und 75°C liegen. Als Alternative dazu kann die Dispersion unter einem Druck erwärmt werden, der in dem Bereich von 1,5 bis 130 Atmosphären Druck liegt.

[0067] Die Dispersion wird typischerweise durch das Zugeben der verschiedenen Komponenten und dann dem Mischen dieser miteinander, um eine homogene Mischung bereitzustellen, angefertigt. Zum Beispiel wird Böhmit typischerweise Wasser zugegeben, das mit Salpetersäure gemischt wurde. Die anderen Komponenten werden vor, während oder nach dem Zugeben des Böhmits zugegeben.

[0068] Die Dispersion kann ferner „Keimmaterial“ umfassen. Ein Keimmaterial betrifft Material, das die Umformung von Übergangsaluminiumoxid/en in alpha-Aluminiumoxid durch extrinsische Keimbildung fördert. Das

Keimmateriale kann selbst ein Keimbildner (d. h. Material, das die gleiche oder annähernd die gleiche kristalline Struktur wie das alpha-Aluminiumoxid aufweist oder sich anderweitig wie alpha-Aluminiumoxid verhält) sein (z.B. alpha-Aluminiumoxidsamen, alpha-Fe₅O₃-Samen oder alpha-Cr₂O₃-Samen) oder ein Präkursor davon. Andere Keimbildner können Ti₂O₃, MnO₂, Li₂O und Titanate (z. B. Magnesiumtitanat und Nickeltitanat) enthalten.

[0069] Eisenoxidquellen enthalten Hämatit (d. h. α -Fe₂O₃) sowie Präkursoren von diesem (d. h. Goethit (α -FeOOH), Lepidocrocit (γ -FeOOH), Magnetit (Fe₃O₄) und Maghemit (γ -Fe₂O₃)). Geeignete Präkursoren von Eisenoxid enthalten jedes beliebige Eisen beinhaltende Material, das sich beim Erwärmen in α -Fe₂O₃ umwandelt.

[0070] Geeignete Eisenoxidquellen können mittels mehrerer auf dem Stand der Technik gut bekannter Techniken angefertigt werden. Eine Dispersion von Hämatit (α -Fe₂O₃) kann zum Beispiel mittels der thermischen Behandlung von Eisennitratlösungen angefertigt werden, wie zum Beispiel von E. Matijevic et al., J. Colloidal Interface Science, 63, 509-24 (1978) und B. Voight et al., Crystal Research Technology, 21, 1177-83 (1986) beschrieben. Lepidocrocit (γ -FeOOH) kann zum Beispiel durch die Oxidierung von Fe(OH)₂ mit einer NaNO₂ Lösung angefertigt werden. Maghemit (γ -Fe₂O₃) kann zum Beispiel durch das Dehydratisieren von γ -FeOOH in einem Vakuum erhalten werden. γ -FeOOH kann zum Beispiel auch durch das Erwärmen oder Mahlen von γ -FeOOH in Luft in α -Fe₂O₃ umgewandelt werden. Goethit (α -FeOOH) kann zum Beispiel durch Lufoxidation von Eisen-II-hydroxid oder durch das Altern einer Dispersion von Eisen-II-hydroxid bei einer erhöhten Temperatur und einem hohen pH-Wert synthetisiert werden. Zusätzliche Informationen über die Anfertigung von Eisenoxiden können zum Beispiel in den Artikeln von R. N. Sylva, Rev. Pure Applied Chemistry, 22, 15 (1972), und T. Misawa et al., Corrosion Science, 14 131 (1974) gefunden werden.

[0071] Die Art der eingesetzten Eisenoxidquelle zur Herstellung des hierin beschriebenen Schleifkorns kann variieren. vorzugsweise ist es ein kristallines partikuläres Material. Ein derartiges partikuläres Material kann sphärisch, nadelförmig oder plattenartig sein, je nach der Kristallinität der Partikel und/oder des Anfertigungsverfahrens. Wie auch immer die Gestalt des partikulären Materials sein mag, weist sie vorzugsweise eine Flächenausdehnung von mindestens ungefähr 60 m²/g (besser mindestens ungefähr 80 m²/g und am besten mindestens ungefähr 100 m²/g) und eine mittlere Partikelgröße von weniger als ungefähr 1 Mikrometer (besser weniger als ungefähr 0,5 Mikrometer) auf. In diesem Zusammenhang ist „Partikelgröße“ durch das längste Ausmaß eines Partikels definiert. In bevorzugten Ausführungsformen sind die kristallinen Partikel nadelförmig mit einem Längenverhältnis von mindestens ungefähr 2:1. Ein besonders bevorzugtes Material weist nadelförmige Partikel mit einer Länge von ungefähr 0,04-0,1 Mikrometern und eine Breite von ungefähr 0,01-0,02 Mikrometern auf. Derartige Partikel können von mehreren Lieferanten magnetischen Medienpigments, wie etwa Magnox Pulaski, Inc., Pulaski, VA. erhalten werden.

[0072] Die Flächenausdehnung der partikulären Eisenoxidquelle kann zum Beispiel durch Stickstoffabsorption unter Verwendung eines Quantasorb-systems OS-10 von Quantachrome Corp. in Boynton Beach, FL. gemessen werden. Die Partikelgröße kann durch das Messen des längsten Ausmaßes des Partikels unter Verwendung mehrerer Techniken gemessen werden. Zum Beispiel kann die Partikelgröße unter Verwendung eines Übermittlungs-Elektronenmikroskops gemessen werden, wodurch von einer Sammlung der Partikel bei angemessener Vergrößerung eine Gefügeaufnahme genommen wird und dann die Größe der Partikel gemessen wird. Eine andere Messtechnik ist die quasi-elastische Lichtstreuung, wobei ein Lichtstrahl durch die Partikel verstreut wird. Die Partikelgröße wird durch numerische Analyse der Schwankungen der Intensität des durch die Partikel verstreuten Lichts bestimmt.

[0073] Die Gegenwart sehr kleiner Mengen an Fe₂O₃ Partikeln (z.B. so wenig wie 0,01 Gew.% Fe₂O₃, auf theoretischer Oxidbasis) soll bei der Keimbildung der Umformung von Übergangsaluminiumoxid/en in alpha-Aluminiumoxid behilflich sein. Es soll auch bei der Verdichtung des alpha-Aluminiumoxids bei einer Temperatur, die niedriger ist als die, bei der Verdichtung ohne das Eisenoxid auftreten würde (d. h. in dem Schleifkorn auf dieselbe Art und Weise hergestellt aber ohne die Quelle von Fe₂O₃), behilflich sein.

[0074] Zusätzliche Details hinsichtlich Kemimaterialien sind zum Beispiel auch in US-Pat. Nr. 4,623,364 (Cottringer et al.), 4,744,802 (Schwabel), 4,964,883 (Morris et al.), 5,139,978 (Wood), 5,219,806 (Wood), 5,611,829 (Monroe et al.) und 5,645,619 (Erickson et al.) offenbart.

[0075] Die Dispersion kann ferner andere Metalloxidquellen umfassen (d. h. Materialien, die mit den angemessenen Erwärmungsbedingungen in Metalloxid umgewandelt werden können), die manchmal als Metalloxidwandler bezeichnet werden. Derartige Metalloxidwandler können die physikalischen Eigenschaften und/oder chemischen Eigenschaften des resultierenden Schleifpartikels ändern. Die Menge dieser anderen

Metalloxide, die in die anfängliche Mischung und/oder Imprägnierungszusammensetzung inkorporiert sind, kann zum Beispiel von der erwünschten Zusammensetzung und/oder den erwünschten Eigenschaften des gesinterten Schleifpartikels sowie von der Wirkung oder Rolle, die der Zusatzstoff in dem Vorgang, der verwendet wird, um die Schleifpartikel herzustellen, haben bzw. spielen mag, abhängen. Die anderen Metalloxide können zu der anfänglichen Mischung als Metalloxid (z.B. ein Metallsalz wie etwa Metallnitratsalze, Metallazetatsalze, Metallzitratsalze, Metallformiat-salze und Metallchloridsalze) hinzugefügt werden.

[0076] Beispiele anderer Metalloxidwandler enthalten: Praseodymiumoxid, Dysprosiumoxid, Samariumoxid, Kobaltoxid, Zinkoxid, Neodymoxid, Yttriumoxid, Ytterbiumoxid, Magnesiumoxid, Nickeloxid, Lanthanoxid, Gadoliniumoxid, Natriumoxid, Zirkoniumoxid, Dysprosiumoxid, Europiumoxid, Hafniumoxid und Erbiumoxid sowie Manganoxid, Chromoxid, Titanoxid und Eisen(II)-Oxid, die als Keimbildner funktionieren können oder nicht.

[0077] Metalloxidpräkursoren enthalten Metallnitratsalze, Metallazetatsalze, Metallzitratsalze, Metallformiat-salze und Metallchloridsalze. Metallnitrat-, -azetat-, -zitat-, -formiat- und -chloridsalze können mittels auf dem Stand der Technik bekannten Techniken hergestellt oder von handelsüblichen Bezugsquellen wie etwa von Alfa Chemicals von Ward Hill, MA. und Mallinckrodt Chemicals von Paris, KY. erhalten werden. Beispiele von Nitratsalzen enthalten Magnesiumnitrat ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), Kobaltnitrat ($Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), Nickelnitrat ($Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), Lithiumnitrat ($LiNO_3$), Mangannitrat ($Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$), Chromnitrat ($Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$), Yttriumnitrat ($Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Praseodymiumnitrat ($Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Samariumnitrat ($Sm(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Neodymnitrat ($Nd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Lanthannitrat ($La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Gadoliniumnitrat ($Gd(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$), Dysprosiumnitrat ($Dy(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$), Europiumnitrat ($Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), Eisen(II)-nitrat ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$), Zinknitrat ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), Erbiumnitrat ($Er(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$), Zirkoniumnitrat, Zirkoniumoxynitrat ($ZrO(NO_3)_2 \cdot xH_2O$) und Zirkoniumhydroxynitrat. Beispiele von Metallazetatsalzen enthalten Magnesiumazetat, Kobaltazetat, Nickelazetat, Lithiumazetat, Manganazetat, Chromazetat, Yttriumazetat, Praseodymiumazetat, Samariumazetat, Ytterbiumazetat, Neodymazetat, Lanthanazetat, Gadoliniumazetat, Dysprosiumazetat und Zirkonylacetat ($ZrO(CH_3COO)_2$).

[0078] Eine gebräuchliche bevorzugte Verwendung von Metalloxidwandlern besteht im Senken der Porosität des gesinterten Schleifpartikels und dadurch dem Erhöhen der Dichte. Zusätzlich können gewisse Metalloxidpräkursoren (z.B. Keimmaterialien, die Keimbildner sind oder sich in diese umwandeln, oder Materialien, die sich sonst als Keimbildner verhalten) die Temperatur, bei der die Übergangsaluminiumoxide sich in alpha-Aluminiumoxide umwandeln, reduzieren. Gewisse Metalloxide können mit dem Aluminiumoxid reagieren, um ein Reaktionsprodukt zu bilden und/oder kristalline Phasen mit dem alpha-Aluminiumoxid zu bilden, was während der Verwendung von Schleifpartikeln bei Schleifanwendungen von Vorteil sein kann. Die Wahl und Menge des Metalloxids hängt somit zum Teil von den Verarbeitungsbedingungen und den erwünschten Schleifeigenschaften der Schleifpartikel ab.

[0079] Die Oxide von Kobalt, Nickel, Zink und Magnesium reagieren zum Beispiel typischerweise mit Aluminiumoxid, um einen Spinell zu bilden, wohingegen Zirkoniumdioxid und Hafniumoxid typischerweise nicht mit dem Aluminiumoxid reagieren. Als Alternative dazu sind die Reaktionsprodukte von Dysprosiumoxid und Gadoliniumoxid mit Aluminiumoxid im Allgemeinen Granat. Die Reaktionsprodukte von Praseodymiumoxid, Ytterbiumoxid, Erbiumoxid und Samariumoxid mit Aluminiumoxid weisen im Allgemeinen eine Perowskit- und/oder Granatstruktur auf. Ytria kann auch mit dem Aluminiumoxid reagieren, um $Y_3Al_5O_{12}$ mit einer Granatkristallstruktur zu bilden. Gewisse seltene Erdoxide und divalente Metallkationen reagieren mit Aluminiumoxid, um ein seltenes Erdaluminat zu bilden, das durch die Formel $LnMAl_{11}O_{19}$ dargestellt ist, wobei Ln ein trivalentes Metallion wie etwa La^{3+} , Nd^{3+} , Ce^{3+} , Pr^{3+} , Sm^{3+} , Gd^{3+} , Er^{3+} oder Eu^{3+} ist und M ein divalentes Metallkation wie etwa Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} oder Co^{2+} ist. Derartige Aluminat weisen eine hexagonale Kristallstruktur auf. Ein bevorzugtes seltenes Erdaluminat ist $MgLaAl_{11}O_{19}$.

[0080] Die Dispersion kann mittels auf dem Stand der Technik bekannter Techniken extrudiert werden (siehe z.B. US-Pat. Nr. 4,848,041 (Kruschke), 5,776,214 (Wood), 5,779,743 (Wood), 5,893,935 (Wood) und 5,908,478 (Wood)).

[0081] Im Allgemeinen sind Techniken zum Trocknen der Dispersion auf dem Stand der Technik bekannt, enthaltend Erwärmen zur Förderung der Verdampfung des flüssigen Mediums oder einfach Trocknen an Luft. Der Trocknungsschritt entfernt im Allgemeinen einen bedeutenden Teil des flüssigen Mediums aus der Mischung; es kann jedoch trotzdem noch ein geringer Teil (z.B. ungefähr 10 Gew.% oder weniger) des flüssigen Mediums in der getrockneten Mischung vorhanden sein. Typische Trocknungsbedingungen enthalten Temperaturen in dem Bereich von ungefähr Zimmertemperatur bis über ungefähr 200°C, typischerweise zwischen 50°C und 150°C. Die Zeiträume können in dem Bereich von ungefähr 30 Minuten bis über Tage hinweg liegen. Zur Mi-

nimierung der Salzmigration kann es wünschenswert sein, die Dispersion bei niedriger Temperatur zu trocknen.

[0082] Nach dem Trocknen kann die getrocknete Dispersion in Präkursorpartikel umgewandelt werden. Eine typische Technik zur Erzeugung dieser Präkursorpartikel besteht im Zermalmen. Verschiedene Zermalm- oder Verkleinerungstechniken können eingesetzt werden, wie etwa ein Walzenbrecher, Backenbrecher, eine Hammermühle, Kugelmühle und dergleichen. Größere Partikel können erneut zermalmt werden, um feinere Partikel zu erzeugen. Es wird auch bevorzugt, dass die getrocknete Mischung zermalmt wird, da es zum Beispiel im Allgemeinen leichter ist, eine getrocknete Mischung zu zermalmen als die gesinterten alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel.

[0083] Als Alternative dazu kann die Dispersion zum Beispiel vor dem Trocknen in Präkursorpartikel umgewandelt werden. Dies kann beispielsweise geschehen, wenn die Mischung in eine erwünschte Partikelgestalt und Partikelgrößenverteilung verarbeitet wird. Als Alternative dazu kann die Dispersion zum Beispiel in einen dreieckigen Partikel ausgebildet und dann getrocknet werden. Zusätzliche Details bezüglich dreieckig ausgebildeter Partikel können im US-Pat. Nr. 5,201,916 (Berg et al.) gefunden werden.

[0084] Als Alternative dazu wird die getrocknete Dispersion zum Beispiel zu Klumpen mit einem hohen verdampfbaren Inhalt ausgebildet, welche dann explosiv vereint werden, indem die Klumpen direkt in einen Ofen eingegeben werden, der normalerweise bei einer Temperatur/en zwischen 600°C und 900°C gehalten wird.

[0085] Obgleich Böhmit-basierte Präkursorpartikel in zahlreichen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erwünscht sind, können andere Präkursorpartikel verwendet werden, um die Schleifpartikel und das Agglomeratschleifkorn der vorliegenden Erfindung zu bilden. Weitere Präkursor-Schleifpartikel sind zum Beispiel in US-Pat. Nr. 5,593,467 (Monroe), 5,645,618 (Monroe et al.) und 5,651,801 (Monroe et al.) offenbart. Die anderen Präkursor-Schleifpartikel können auf ähnliche Weise wie oben bezüglich der Verarbeitung von Böhmit-basierten Präkursorpartikeln verarbeitet werden.

[0086] Das Präkursor-Agglomeratschleifkorn kann durch das Agglomerieren mehrerer getrockneter Böhmit-basierter Partikel, anderer Präkursor-Schleifpartikel und/oder Schleifpartikeln hergestellt werden. Ein Beispiel einer Anordnung zum Agglomerieren getrockneter Böhmit-basierter Partikel ist in [Fig. 4](#) gezeigt. Getrocknete Böhmit-basierte Partikel **42** werden über Füllapparat **41** in einen Drehscheibenagglomerator **43** gefüllt. Beispiele von Speiseeinrichtungen enthalten Stangenbohrer, Schwerkraftzuführer, Vibrationsbetten oder -förderer oder Fördersysteme. Flüssigkeit (z.B. Wasser, angesäuertes Wasser, Böhmit-Sol oder ein Böhmit-Sol (enthaltend ein aus einem angesäuerten Wasser hergestellter Sol), der mindestens eines von Metalloxid oder Präkursor von diesem beinhaltet) **44** wird auf die getrockneten Böhmit-basierten Partikel **42** gesprüht. Mehrere getrocknete Böhmit-basierte Partikel **42** agglomerieren und fließen aus dem Agglomerator **43**. Dann können die agglomerierten Böhmit-basierten Partikel **45** weiter verarbeitet werden (enthaltend das Sintern der Partikel und des Bindungsmaterials), um das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung bereitzustellen. Wie gezeigt, fallen die agglomerierten Böhmit-basierten Partikel **45** auf das Transportband **46** und werden durch den TrocknungsOfen **47** transportiert. Die getrockneten agglomerierten Böhmit-basierten Partikel **48** werden in dem Behältnis **49** gesammelt. Beispiele anderer Ausrüstungen, die beim Herstellen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung nützlich sein können, enthalten Trommelagglomeratoren, Walzenbrikettiereinrichtungen, Walzenkompaktierer, Schneckenextruder, Ringextruder, Pflugmühlen, Erich-Mischer und Landcaster-Mischer.

[0087] Die Art und Weise sowie die Rate des Einführens der getrockneten Böhmit-basierten Partikel, die Art und Weise sowie die Rate des Einführens der Flüssigkeit, die Einstellungen für den Agglomerator und andere Aspekte der Herstellung der agglomerierten getrockneten Böhmit-basierten Partikel kann zum Beispiel von der Zusammensetzung der getrockneten Böhmit-basierten Partikel, der Größe der getrockneten Böhmit-basierten Partikel, der Zusammensetzung der Flüssigkeit, des bestimmten verwendeten Agglomerators als auch voneinander abhängen.

[0088] Die bevorzugte Flüssigkeit ist typischerweise Wasser, obgleich organische Lösemittel, wie etwa niedrigere Alkohole (typischerweise C₁₋₆ Alkohole), Hexan oder Heptan ebenfalls als Flüssigkeit nützlich sein können. Das Wasser kann Hahnenwasser, destilliertes Wasser oder entionisiertes Wasser sein. Wahlweise kann die Flüssigkeit Säure (wie jene, die oben für die Zugabe zu den Dispersionen beschrieben wurden), NH₄(OH), Metalloxid und/oder Metalloxidpräkursoren (enthaltend Keimbildner und Materialien) wie etwa jene, die oben für die Zugabe zu den Dispersionen beschrieben wurden, sowie alpha-Aluminiumoxidpartikel und/oder alpha-Aluminiumoxid-Präkursoren (z.B. Böhmit) umfassen.

[0089] Es hat sich herausgestellt, dass die bevorzugte Drehgeschwindigkeit für einen Scheibenpelletierer (Agglomerator) (erhältlich bei Feeco, Corp. Green Bay, WI.) typischerweise bei ungefähr 5-70 Umdrehungen pro Minute (U/min), besser bei ungefähr 20-40 U/min liegt. Zum Teil hängt die bevorzugte Drehgeschwindigkeit von dem Winkel der Drehfläche ab. Der Winkel beträgt vorzugsweise ungefähr 30°-60°, besser ungefähr 40°-50° oder sogar ungefähr 45°.

[0090] Das Präkursor-Agglomeratschleifkorn kann zum Beispiel auch durch das Bereitstellen von Flüssigkeitströpfchen, so dass die Flüssigkeit die Fläche eines statischen Betts getrockneter Böhmit-basierter Partikel kontaktiert, hergestellt werden.

[0091] Typischerweise werden die agglomerierten getrockneten Partikel (d. h. Böhmit-basiert oder anderweitig) vor dem Sintern getrocknet und kalziniert. Im Allgemeinen sind Techniken zum Kalzinieren, wobei im Grunde alle flüchtigen Anteile entfernt werden und die verschiedenen Komponenten, die in einer Materialmischung vorhanden waren, in Oxide umgewandelt werden, auf dem Stand der Technik bekannt. Derartige Techniken enthalten die Verwendung eines Drehofens oder stationären Ofens, um das Material bei Temperaturen, die in dem Bereich von ungefähr 400-1000°C (typischerweise von ungefähr 450-800°C) liegen, zu erwärmen, bis das freie Wasser und typischerweise bis mindestens ungefähr 90 Gew.% jeglicher gebundener flüchtiger Anteile entfernt ist/sind.

[0092] Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung können zum Beispiel durch das In-Kontakt-Bringen mindestens eines von Präkursor-Schleifpartikeln oder Schleifpartikeln (z.B. verschmolzene und/oder gesinterte Schleifpartikel) mit einem Präkursor-Bindungsmaterial, umfassend kristallines, keramisches Oxidpräkursormaterial, um agglomerierte Partikel zu bilden, und das Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um die agglomerierten Partikel in das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umzuwandeln, hergestellt werden. Ausführungsformen des Verfahrens können das Bilden des getrockneten und/oder kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkorns vor dem Beenden der Umwandlung der (Präkursor) agglomerierten Partikel in das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten.

[0093] Geeignete Schleifpartikel können jeden beliebigen bekannten Schleifpartikel umfassen, enthaltend, aber nicht beschränkt auf verschmolzenes Aluminiumoxid (enthaltend weißes verschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes Aluminiumoxid und braunes Aluminiumoxid), Schleifpartikel, Siliciumcarbid-Schleifpartikel, Borcarbid-Schleifpartikel, Titancarbid-Schleifpartikel, Diamantschleifpartikel, kubische Bornitrid-Schleifpartikel, Granatschleifpartikel, verschmolzene Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikel, gesinterte alpha-Aluminiumoxid-basierte (enthaltend Sol-Gel-abgeleitete alpha-Aluminiumoxid-basierte) Schleifpartikel und dergleichen. Geeignete Präkursor-Schleifpartikel können die oben wiederholt beschriebenen Schleifpartikel bis hin zu den getrockneten Böhmit-basierten Partikeln sowie die kalzinierten Versionen von diesen enthalten.

[0094] Präkursor-Bindungsmaterial kann kristallines keramisches Oxidpräkursormaterial, wie etwa Aluminiumoxid, Aluminiumoxid-Präkursormaterial (z.B. Böhmit, Böhmit-Sole (zum Beispiel wie oben beschrieben)), andere sinterbare keramische Materialien und/oder Präkursoren von diesen sein und/oder umfassen. Das Präkursor-Bindungsmaterial kann eines oder mehr von Wasser, organischen Lösemitteln, Peptisationsmitteln, Keimbildungsmaterialien, Metalloxiden oder Metalloxidwandlern, Metalloxidpräkursoren und pH-Wert-Wandlern (d. h. Säure (wie jene oben für die Zugabe zu den Dispersionen beschrieben) und $\text{NH}_4(\text{OH})$) enthalten.

[0095] Genauer können zum Beispiel auch Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zum Beispiel auch mittels eines Verfahrens hergestellt werden, das umfasst: In-Kontakt-Bringen einer Zusammensetzung, die ein aushärtbares Bindungsmittel-Präkursormaterial, kristallines keramisches Bindungsmittel-Präkursormaterial und mehrere von mindestens einem, aus Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, umfasst, so dass die Partikel miteinander agglomerieren; und Umwandeln der agglomerierten Partikel in Agglomeratschleifkorn (siehe z.B. die gleichzeitig anhängige Anmeldung mit der U.S. Eing. Nr. _____ (Patentanwalt-Dokumentennr. 56088US002), eingereicht am selben Datum wie diese Anmeldung. Eine Ausführungsform des Verfahrens enthält das Bilden von Präkursor-Agglomeratschleifkorn aus mehreren von mindestens einem von Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, aushärtbarem Präkursormaterial und keramischem Bindungsmittel-Präkursormaterial. Eine Zusammensetzung, die mehrere von mindestens einem von Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, aushärtbarem Bindungsmittel-Präkursormaterial und keramischem Bindungsmittel-Präkursormaterial umfasst, wird durch mindestens eine Öffnung in einem Substrat geführt. Die resultierenden agglomerierten Partikel (Präkursor-Agglomeratschleifkorn) werden von dem Substrat getrennt. Das Präkursor-Agglomeratschleifkorn wird in das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umgewandelt. Typischerweise enthält das Umwandeln

des Präkursor-Agglomeratschleifkorns mindestens das teilweise Aushärten des in dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn vorhandenen aushärtbaren Bindungsmittel-Präkursormaterials.

[0096] Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck „aushärtbares Bindemittel-Präkursormaterial“ auf ein beliebiges Material, das deformierbar ist oder durch Wärme oder Druck oder beides deformiert werden kann und mindestens teilweise ausgehärtet werden kann, um Material, wie etwa beispielsweise das Präkursor-Agglomeratschleifkorn, bereitzustellen, das handhabbar und einsammelbar ist. Wie hier bezüglich des aushärtbaren Bindemittel-Präkursormaterials verwendet, bedeutet der Ausdruck „mindestens teilweise ausgehärtet“, dass „ein Teil“ oder „das Ganze“ des aushärtbaren Bindemittel-Präkursormaterials derart ausgehärtet wurde, dass es handhabbar und einsammelbar ist. Der Ausdruck „mindestens teilweise ausgehärtet“ bedeutet nicht, dass ein Teil oder das ganze des aushärtbaren Bindemittelpräkursors immer vollständig ausgehärtet ist, dass er aber ausreichend ausgehärtet ist und dass er, nachdem er mindestens teilweise ausgehärtet ist, handhabbar und einsammelbar ist.

[0097] Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck „handhabbar und einsammelbar“ auf Material, das nicht wesentlich fließen oder eine wesentliche Veränderung der Gestalt erfahren wird. Das Präkursor-Agglomeratschleifkorn und das Agglomeratschleifkorn, die handhabbar und einsammelbar sind, neigen dazu, intakt zu bleiben, wenn sie einer angewandten Kraft ausgesetzt werden, die einen Körper zu belasten oder zu deformieren neigt. Das Präkursor-Agglomeratschleifkorn und das Agglomeratschleifkorn, die nicht handhabbar und einsammelbar sind, neigen dazu, nicht intakt zu bleiben, wenn sie einer angewandten Kraft ausgesetzt werden, die einen Körper zu belasten oder zu deformieren neigt.

[0098] Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck „kristallines keramisches Bindemittel-Präkursormaterial“ auf partikuläre Zusatzstoffe, die, wenn sie auf eine Temperatur erwärmt werden, die ausreicht, um in dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn vorhandene organische Materialien auszubrennen, sich anschließend verbinden, um eine starre, keramische Oxidphase zu bilden, welche die Schleifpartikel verbindet und um ein Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitzustellen. Kristallines keramisches Oxidbindemittel-Präkursormaterial kann kristallines oder nicht kristallines keramisches Material enthalten.

[0099] Im Folgenden bedeutet „Präkursor-Agglomeratschleifkorn“, wo das kristalline keramische Oxidbindemittel-Präkursormaterial noch nicht ausreichend verbunden ist, um das Präkursor-Schleifmaterial bereitzustellen, das handhabbar und einsammelbar ist. Typischerweise weist mindestens ein Abschnitt des Präkursor-Agglomeratschleifkorns, das von diesem Verfahren bereitgestellt wird, ein Längenverhältnis von größer als eins auf.

[0100] Im Folgenden bedeutet „im Grunde frei von Lösemitteln“, dass die Zusammensetzung, welche für die Herstellung des Präkursor-Agglomeratschleifkorns verwendet wird, weniger als 10% Lösemittel beinhaltet.

[0101] Der aushärtbare Bindemittelpräkursor kann durch Strahlungsenergie oder thermische Energie ausgehärtet werden. Typischerweise umfasst das durch Strahlung aushärtbare Bindemittel-Präkursormaterial mindestens eines von Epoxidharz, akryliertes Urethanharz, akryliertes Epoxidharz, ethylenisch ungesättigtes Harz, Aminoplastharz mit mindestens einer hängenden ungesättigten Carbonylgruppe, Isocyanurat-Derivate mit mindestens einer hängenden Acrylatgruppe, Isocyanat-Derivate mit mindestens einer hängenden Acrylatgruppe oder Mischungen aus diesen. Anderes nützliches durch Strahlung aushärtbares Bindemittel-Präkursormaterial enthält Vinylether.

[0102] Epoxide weisen einen Oxiranring auf und werden durch die Öffnung des Rings über einen kationischen Mechanismus polymerisiert. Nützliche Epoxidharze enthalten monomere Epoxidharze und polymere Epoxidharze. Diese Harze können in der Beschaffenheit ihrer Rückgrate und Substituentengruppen stark variieren. Zum Beispiel kann das Rückgrat von einer beliebigen Art sein, die normalerweise mit Epoxidharzen in Verbindung gebracht wird und die Substituentengruppen von diesen können eine beliebige Gruppe sein, die frei von einem aktiven Wasserstoffatom ist, das mit einem Oxiranring bei Raumtemperatur eine Reaktion eingeht. Repräsentative Beispiele von Substituentengruppen für Epoxidharze enthalten Halogene, Estergruppen, Ethergruppen, Sulfonatgruppen, Siloxangruppen, Nitrogruppen und Phosphatgruppen. Beispiele von einigen Epoxidharzen, die in dieser Erfindung nützlich sind, enthalten 2,2-bis[4-(2,3-epoxypropoxy)phenyl]propan (diglycidylether von Bisphenol A) und Materialien mit den Handelsbezeichnungen „EPON 828“, „EPON 1004“ und „EPON 1001F“, die im Handel von Shell Chemical Co., Houston, TX., erhältlich sind, „DER-331“, „DER-332“ und „DER-334“, die im Handel von Dow Chemical Co., Freeport, TX., erhältlich sind. Weitere geeignete Epoxidharze enthalten Glycidylether des Phenolformaldehyds Novolac (z.B. unter den Handelsbezeichnungen „DEN-431“ und „DEN-428“, die im Handel von Dow Chemical Co. erhältlich sind, erhältlich). Die in der Erfin-

ung verwendeten Epoxidharze können über einen kationischen Mechanismus mit der Zugabe eines angemessenen/angemessener Photoinitiators/Photoinitiatoren polymerisieren. Diese Harze werden in US-Pat. Nr. 4,318,766 (Smith) und 4,751,138 (Tumey et al.) ferner beschrieben.

[0103] Ein beispielhaftes acryliertes Urethanharz enthält einen Diacrylatester eines Hydroxy-terminierten Isocyanat-erweiterten Polyesters oder Polyesters.

[0104] Beispiele des im Handel erhältlichen acrylierten Urethanharzes enthalten jene, die unter der Handelsbezeichnung „UVITHANE 782“ und „UVITHANE 783“ von Morton Thiokol Chemical, Moss Point, MS, und unter der Handelsbezeichnung „CMD 6600“, „CMD 8400“ und „CMD 8805“ von Radcure Specialties, Pampa, TX., erhältlich sind.

[0105] Beispielhaftes acryliertes Epoxidharz enthält ein Diacrylatester aus Epoxidharz, wie etwa das Diacrylatester aus einem Epoxidharz wie etwa Bisphenol. Beispiele von im Handel erhältlichem acryliertem Epoxidharz enthalten jene, die unter der Handelsbezeichnung „CMD 3500“, „CMD 3600“ und „CMD 3700“ von Radcure Specialties erhältlich sind.

[0106] Beispielhaftes ethylenisch ungesättigtes Harz enthält sowohl monomere als auch polymere Verbindungen, die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome und wahlweise Stickstoff- oder Halogenatome beinhalten. Sauerstoffatome, Stickstoffatome oder beides sind im Allgemeinen in Ether-, Ester-, Urethan-, Amid- und Harnstoffgruppen vorhanden. Ethylenisch ungesättigtes Harz weist typischerweise ein Molekulargewicht von weniger als ungefähr 4 000 auf und ist in einer Ausführungsform ein Ester, der aus der Reaktion von Verbindungen resultiert, welche aliphatische Monohydroxygruppen oder aliphatische Polyhydroxygruppen enthalten, und repräsentative Beispiele anderer nützlicher Acrylate beinhalten Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Ethylenglycoldiacrylat, Ethylenglycolmethacrylat, Hexandioldiacrylat, Triethylenglycoldiacrylat, Trimethylolpropantriacyrylat, Glyceroltriacyrylat, Pentaerythrittriacyrylat, Pentaerythritmethacrylat und Pentaerythrittetraacyrylat. Weitere nützliche Ethylenisch ungesättigte Harze enthalten Monoallyl-, Polyallyl- und Polymethylallylester und Amide von Carbonsäuren, wie etwa Diallylphthalat, Diallyladipat und N,N-diallyladipamid. Noch weitere nützliche Ethylenisch ungesättigte Harze enthalten Styrol, Divinylbenzen und Vinyltoluen. Weitere nützliche Stickstoff beinhaltende Ethylenisch ungesättigte Harze enthalten Tris(2-acryloyl-oxethyl)isocyanurat, 1,3,5-tri(2-methacryloyloxyethyl)-s-triazin, Acrylamid, Methylacrylamid, N-methylacrylamid, N,N-dimethylacrylamid, N-vinylpyrrolidon und N-vinylpiperidon.

[0107] Einige nützliche Aminoplastharze können monomer oder oligomer sein. Typischerweise weisen die Aminoplastharze mindestens eine hängende α,β -ungesättigte Carbonylgruppe pro Molekül auf. Diese α,β -ungesättigten Carbonylgruppen können Acrylat-, Methacrylat- oder Acrylamidgruppen sein. Beispiele derartiger Harze enthalten N-hydroxymethyl-acrylamid, N,N'-oxydimethylenbisacrylamid, ortho- und para-Acrylamid methyliertes Phenol, Acrylamid methyliertes Phenol-Novolac und Mischungen aus diesen. Diese Materialien sind ferner in US-Pat. Nr. 4,903,440 (Kirk et al.) und 5,236,472 (Kirk et al.) beschrieben.

[0108] Nützliche Isocyanurat-Derivate mit mindestens einer hängenden Acrylatgruppe und Isocyanat-Derivate mit mindestens einer hängenden Acrylatgruppe sind ferner in US-Pat. Nr. 4,652,274 (Boettcher) beschrieben. Ein derartiges Isocyanuratmaterial ist ein Triacrylat von Tris(2-hydroxyethyl)isocyanurat.

[0109] Beispiele von Vinylethern, die für diese Erfindung geeignet sind, enthalten Vinylether funktionalisierte Urethanoligomere, im Handel erhältlich von Allied Signal, Morristown, N.J., unter der Handelsbezeichnung „VE 4010“, „VE 4015“, „VE 2010“, „VE 2020“ und „VE 4020“.

[0110] Wahlweise kann die Zusammensetzung mehrerer von mindestens einem von Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, aushärtbarem Bindemittel-Präkursormaterial und keramischem Bindemittel-Präkursormaterial ferner den Initiator umfassen, der aus der Gruppe ausgewählt ist, welche aus Photoinitiator, thermischer Initiator und Kombinationen aus diesen besteht. Wie hier verwendet kann ein thermischer Initiator verwendet werden, wenn thermische Energie in dem mindestens teilweisen Aushärtungsschritt verwendet wird, und Photoinitiatoren können verwendet werden, wenn ultraviolettes und/oder sichtbares Licht in dem mindestens teilweisen Aushärtungsschritt verwendet wird. Der Bedarf an einem Initiator kann von der Art des verwendeten aushärtbaren Bindemittel-Präkursors und/oder der Art der verwendeten Energie in dem mindestens teilweisen Aushärtungsschritt (z.B. Elektronenstrahl oder ultraviolettes Licht) abhängen. Zum Beispiel erfordert Phenol-basierte aushärtbare Bindemittel-Präkursoren typischerweise nicht die Zugabe eines Initiators, wenn mindestens thermisch ausgehärtet. Acrylat-basierte aushärtbare Bindemittel-Präkursoren erfordern jedoch typischerweise die Zugabe eines Initiators, wenn mindestens thermisch ausgehärtet. Als weiteres Bei-

spiel sind Initiatoren typischerweise nicht erforderlich, wenn während des mindestens teilweisen Aushärtungsschritts Elektronenstrahlenergie verwendet wird. Wenn jedoch ultraviolettes oder sichtbares Licht gebraucht wird, enthält die Zusammensetzung typischerweise einen Photoinitiator.

[0111] Nach dem Aussetzen an thermische Energie erzeugt ein thermischer Initiator eine Quelle freier Radikale. Die Quelle freier Radikale initiiert dann die Polymerisation des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors. Beispielhafte thermische Initiatoren enthalten organische Peroxide (z.B. Benzoylperoxid), Azoverbindungen, Chinon, Nitrosoverbindungen, Acylhalide, Hydrazone, Mercaptoverbindungen, Pyryliumverbindungen, Imidazole, Chlortriazine, Benzoin, Benzoinalkylether, Diketone, Phenone und Mischungen aus diesen. Azoverbindungen, die in der vorliegenden Erfindung als thermische Initiatoren geeignet sind, sind unter den Handelsbezeichnungen „VAZO 52“, „VAZO 64“ und „VAZO 67“ von E.I. duPont deNemours und Co., Wilmington, DE, erhältlich.

[0112] Nach dem Aussetzen an ultraviolettes oder sichtbares Licht erzeugt der Photoinitiator eine Quelle freier Radikale oder eine kationische Quelle. Diese Quelle freier Radikale oder die kationische Quelle initiiert dann die Polymerisation des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors.

[0113] Beispielhafte Photoinitiatoren, die eine Quelle freier Radikale erzeugen, wenn sie ultraviolettem Licht ausgesetzt werden, enthalten, beschränken sich aber nicht auf jene, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus organischen Peroxiden (z.B. Benzoylperoxid), Azoverbindungen, Chinonen, Benzophenonen, Nitrosoverbindungen, Acylhaliden, Hydrozonen, Mercaptoverbindungen, Pyryliumverbindungen, Triacrylimidazolen, Bisimidazolen, Chloralkyltriazinen, Benzoinethern, Benzilketalen, Thioxanthonen und Acetophenon-Derivaten und Mischungen aus diesen bestehen. Beispiele von Photoinitiatoren, die eine Quelle freier Radikale erzeugen, wenn sie sichtbarer Strahlung ausgesetzt werden, sind ferner zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,735,632 (Oxman et al.) beschrieben.

[0114] Kationische Photoinitiatoren erzeugen eine Säurequelle, um die Polymerisation eines Epoxidharzes oder eines Urethans zu initiieren. Beispielhafte kationische Photoinitiatoren enthalten ein Salz mit einem Oniumkation und einem Halogen beinhaltenden komplexen Anion eines Metalls oder Metalloids. Andere nützliche kationische Photoinitiatoren enthalten ein Salz mit einem metallorganischen komplexen Kation und einem Halogen beinhaltenden komplexen Anion eines Metalls oder Metalloids. Diese Photoinitiatoren werden ferner in US-Pat. Nr. 4,751,138 (Tumey et al.) beschrieben. Ein weiteres Beispiel ist ein metallorganisches Salz und ein Oniumsalz, in US-Pat. Nr. 4,985,340 (Palazotto et al.) beschrieben. Noch weitere kationische Photoinitiatoren enthalten ein ionisches Salz eines metallorganischen Komplexes, wobei das Metall aus den Elementen der periodischen Gruppen IVB, VB, VIB, VIIB und VIIIB ausgewählt ist. Diese Photoinitiatoren werden ferner in US-Pat. Nr. 5,089,536 (Palazotto) beschrieben.

[0115] Ultraviolett-aktivierte Photoinitiatoren, die für die vorliegende Erfindung geeignet sind, sind unter den Handelsbezeichnungen „IRGACURE 651“, „IRGACURE 184“, „IRGACURE 369“ und „IRGACURE 819“ von Ciba Geigy Company, Winterville, MS, „Lucirin TPO-L“, von BASF Corp., Livingston, N.J., und „DAROCUR 1173“ von Merck & Co., Rahway, N.J., erhältlich. In einer Ausführungsform kann die Gesamtmenge an Initiator (entweder Photoinitiator, thermischer Initiator oder Kombinationen aus diesen) in dem Bereich zwischen 0,1 und 10 Gewichtsprozent des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors liegen; in einer anderen Ausführungsform zwischen ungefähr 1 und ungefähr 5 Gewichtsprozent des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors. Wenn sowohl der Photoinitiator als auch der thermische Initiator verwendet werden, liegt das Verhältnis des Photoinitiators zum thermischen Initiator zwischen ungefähr 3,5:1 und ungefähr 1:1.

[0116] In einem anderen Aspekt, kann die Zusammensetzung auch einen Photosensibilisator enthalten, wenn ultraviolette oder sichtbare Lichtenergie in dem mindestens teilweisen Aushärtungsschritt verwendet wird. Der Photosensibilisator erweitert die Wellenlänge, auf welcher der Initiator oder das Monomer freie Radikale bildet. Beispielhafte Photosensibilisatoren enthalten Verbindungen mit Carbonylgruppen oder tertiären Aminogruppen und Mischungen aus diesen. Nützliche Beispiele von Verbindungen mit Carbonylgruppen sind Benzophenon, Acetophenon, Benzyl, Benzaldehyd, o-chlorbenzaldehyd, Xanthon, Thioxanthon, 9,10-Anthraquinon und andere aromatische Ketone. Nützliche Beispiele tertiärer Amine sind Methyl-diethanolamin, Ethyl-diethanolamin, Triethanolamin, Phenylmethyl-ethanolamin und Dimethylaminoethylbenzoat. In einer Ausführungsform kann die Menge an Photosensibilisator in der Zusammensetzung in dem Bereich von ungefähr 0,01 bis 10 Gew.% des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors liegen. In einer anderen Ausführungsform kann die Menge an Photosensibilisator in der Zusammensetzung in dem Bereich von ungefähr 0,25 bis 4 Gew.% des aushärtbaren Bindemittel-Präkursors liegen.

[0117] Modifizierende Zusatzstoffe sind typischerweise in der aushärtbaren Zusammensetzung enthalten, um

die Verarbeitungscharakteristiken der Zusammensetzung (z.B. Ändern der Viskosität usw.) zu modifizieren. Nützliche Beispiele von modifizierenden Zusatzstoffen enthalten Kopplungsmittel, Benetzungsmittel, Flussmittel, Tenside und Kombinationen aus diesen. Viele Zusatzstoffe neigen dazu, während des Erwärmungsschritts zu zerfallen.

[0118] Kopplungsmittel neigen dazu, die Adhäsion zwischen einer festen Fläche (z.B. Schleifpartikeln) und dem aushärtbaren Bindemittel-Präkursor zu verbessern. Nützliche Beispiele von Kopplungsmitteln, die für diese Erfindung geeignet sind, enthalten Organosilane, Zircoaluminate und Titanate. Ein Schleifpartikel kann auch auf seiner Fläche auch ein Kopplungsmittel, wie etwa ein Silan-Kopplungsmittel, beinhalten.

[0119] Benetzungsmittel oder Tenside neigen dazu, die Fließeigenschaften der Zusammensetzung während der Verarbeitung zu steuern. Im Allgemeinen kann eine beliebige Art von Benetzungsmittel (d. h. anionisch, kationisch, nicht ionisch, amphoter, zwitterionisch usw.) in der Zusammensetzung eingesetzt werden. Nützliche Beispiele von Benetzungsmitteln enthalten jene, die unter den Handelsbezeichnungen „INTERWET 33“ von Chemie America Interstab Chemicals, New Brunswick, N.J.; „FLUORAD“ von 3M Company St. Paul, MN, und „AEROSOL OT“ von Rohm Haas, Philadelphia, PA, erhältlich sind.

[0120] Flussmittel neigen dazu, das „Verkrusten“ von Pulvern während der Verarbeitung zu verhindern. Zum Beispiel kann in der vorliegenden Erfindung ein Flussmittel verwendet werden, um zu verhindern, dass der keramische Bindemittel-Präkursor während des Bildungsschritts verkrustet. Nützliche Beispiele von Flussmitteln enthalten Kondensate von Ethylenoxid und ungesättigten Fettsäuren.

[0121] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Zusammensetzung in keramische Aggregat-Präkursorpartikel gebildet, indem die Zusammensetzung durch eine Öffnung passiert wird. Zum Beispiel stellt [Fig. 12](#) das beispielhafte Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung **180** dar. Das Agglomeratschleifkorn **180** enthält mehrere Schleifpartikel **184**, die von dem kristallinen keramischen Oxidbindemittelmateriale **182** umhüllt und in diesem eingebettet sind. Wahlweise kann Raum **186** vorhanden sein, in dem sich kein kristallines keramisches Oxidbindemittelmateriale **182** befindet, der zu der Außenfläche des Agglomeratschleifkorns zugänglich ist und geeignet ist, um das Durchdringen von Flüssigkeit zu ermöglichen. Ein derartiges Durchdringen von Flüssigkeit erlaubt es dem Agglomeratschleifkorn, „Flächen-verbundene Porosität“ zu besitzen. In einer Ausführungsform weisen die Agglomeratschleifkörner ein Längenverhältnis von mehr als eins und typischerweise in dem Bereich von ungefähr eins bis ungefähr 30 auf. Wie hier verwendet, ist der Ausdruck „Längenverhältnis“ hinsichtlich des Agglomeratschleifkorns das längste Ausmaß des Agglomeratschleifkorns, L, geteilt durch das kürzeste Ausmaß des Agglomeratschleifkorns, W. In einer anderen Ausführungsform weist das Agglomeratschleifkorn ein Längenverhältnis in dem Bereich von ungefähr eins bis ungefähr 10 auf. Und in einer anderen Ausführungsform weisen die Agglomeratschleifkörner ein Längenverhältnis in dem Bereich von ungefähr eins bis ungefähr 3 auf.

[0122] In einem anderen Aspekt kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung unterschiedliche Größen aufweisen (z.B. Agglomeratschleifkorn mit unterschiedlichen Durchmessern). In einer Ausführungsform neigt eine Zusammensetzung, die durch ein Substrat mit kreisförmiger Öffnung/kreisförmigen Öffnungen passiert wird, zum Beispiel dazu, Agglomeratschleifkorn mit annähernd kreisförmigen Querschnitten von ungefähr demselben Durchmesser wie die Öffnung/en zu bilden. In einigen Ausführungsformen kann das resultierende Agglomeratschleifkorn einen Durchmesser in dem Bereich von ungefähr 25 Mikrometern (ein Milli-Inch) bis ungefähr 12 700 Mikrometern (500 Milli-Inch) aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann das Agglomeratschleifkorn zum Beispiel einen Durchmesser in dem Bereich von ungefähr 381 Mikrometern (15 Milli-Inch) bis ungefähr 6350 Mikrometern (250 Milli-Inch) im Durchmesser aufweisen.

[0123] In einem anderen Aspekt kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung mittels eines Verfahrens gebildet werden, das, wie oben beschrieben, das Aufweisen von „im Wesentlichen einheitlichen“ (d. h. das Ausmaß variiert nicht um mehr als ungefähr 20 Prozent, typischerweise nicht mehr als ungefähr 10 Prozent) Querschnittsformen, wie entlang einer designierten Achse gemessen, enthält.

[0124] In einem anderen Aspekt kann das keramische Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung unterschiedliche Formen aufweisen. Zum Beispiel kann das Agglomeratschleifkorn Querschnittsformen aufweisen, die annähernd kreisförmig oder vieleckig sind (z.B. quadratisch, dreieckig usw.). Agglomeratschleifkörner mit einem Längenverhältnis von mehr als eins sind typischerweise stabförmig. In einer anderen Ausführungsform kann das Agglomeratschleifkorn zermalmte werden, um willkürliche Formen aufzuweisen.

[0125] Ein beispielhaftes Substrat für das Verfahren des Passierens der Zusammensetzung durch eine Öff-

nung/Öffnungen kann Material mit einer oder mehreren Öffnungen sein, das ausreichend Stärke aufweist, um zu erlauben, dass eine Zusammensetzung durch die Öffnung/en passiert werden kann, ohne dass das Substrat reißt. Im Allgemeinen können die Substrate zum Beispiel Maschensiebe (wie zum Beispiel in US-Pat. Nr. 5,090,968 (Pellow) beschrieben), Filmstempel, Spinddüsenstempel, Siebnetze (wie zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,393,021 (Eisenberg et al.) beschrieben) oder Siebe (wie zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,773,599 (Lynch et al.) beschrieben) enthalten. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten Substrate konische Siebe mit kreisförmiger Öffnung/kreisförmigen Öffnungen in dem Bereich von ungefähr 25 Mikrometern (ein Milli-Inch) bis ungefähr 12 700 Mikrometern (500 Milli-Inch). In einer anderen Ausführungsform enthalten Substrate konische Siebe mit kreisförmiger Öffnung/kreisförmigen Öffnungen in dem Bereich von ungefähr 381 Mikrometern (15 Milli-Inch) bis ungefähr 6350 Mikrometern (250 Milli-Inch) im Durchmesser.

[0126] Die Formgebungsvorrichtung **118** in [Fig. 13](#) kann ein beliebiges Materialbildungsgerät sein, wie etwa zum Beispiel ein Extruder, eine Fräs-/Größenreduzierungsmaschine, Pelletiereinrichtung oder ein Topfagglomerator. [Fig. 14](#) stellt die bevorzugte Formgebungsvorrichtung **140** dar, welche eine Größenreduzierungsmaschine ist, die von Y-Tron Quadro (U.K.) Limited, Chesham, Vereinigtes Königreich, unter der Handelsbezeichnung „QUADRO COMIL“ erhältlich ist. Die Formgebungsvorrichtung **140** weist ein Gebläserad **143** auf, das auf der drehbaren Welle **144** befestigt ist. Die Welle **144** und das Gebläserad **143** befinden sich in dem Kanal **146**, der einen Eingang **148** und einen Ausgang **150** aufweist. Das Gebläserad **143** ist derart ausgebildet und befestigt, dass ein Zwischenraum **152** zwischen der äußeren Kante **145** des Gebläserads **143** und der kegelförmigen offenen Wand **158** des Siebs **156** besteht, und der Zwischenraum **152** ist im Wesentlichen konstant während sich das Gebläserad **143** um die Welle **144** dreht.

[0127] Im Allgemeinen kann die Querschnittsgestalt des Gebläserads **143** zum Beispiel rund, flach oder winkelförmige Ebenen sein. Typischerweise sind die in der vorliegenden Erfindung verwendeten Formen des Gebläserads **143** rund. In einer Ausführungsform sind die Formen des Gebläserads **143** pfeilspitzenförmig.

[0128] Die Breite des Zwischenraums **152** kann zum Beispiel in dem Bereich von 25 Mikrometern (1 Milli-Inch) bis 5080 Mikrometern (200 Milli-Inch) liegen. Typischerweise liegt die Breite des Zwischenraums **152** in dem Bereich von 127 Mikrometern (5 Milli-Inch) bis 1270 Mikrometern (50 Milli-Inch).

[0129] Das Einstellen der Drehgeschwindigkeit des Gebläserads **43** zur Optimierung der Bildung von keramischen Aggregatpräkursorpartikeln ist für den Fachmann leicht offensichtlich. Typischerweise reicht die Drehgeschwindigkeit des Gebläserads **43** von 50 bis 3500 U/min.

[0130] Der Kanal **146** beinhaltet auch eine Stütze **154**, die derart ausgebildet und positioniert ist, dass sie das Sieb **156** derart hält, dass jedes beliebige Material, das von dem Eingang **148** zu dem Ausgang **150** passiert, durch das Sieb **156** passiert. Das Sieb **156** ist gebildet, damit die kegelförmige offene Wand **158** in eine stumpfkegelige Gestalt gebildet wird, wobei das breite Ende **160** des Siebs **156** offen und das schmale Ende **162** mindestens teilweise geschlossen ist. Bei den meisten Einsätzen ist es wünschenswert, das schmale Ende **162** vollständig geschlossen zu lassen. Das Sieb **156** weist Öffnung/en **164** auf, die ausgebildet sind.

[0131] Wie in [Fig. 15](#) gezeigt, kann/können die Sieböffnung/en **164** gekrümmt, kreisförmig oder vieleckig ausgebildet sein, enthaltend, zum Beispiel, Dreiecke, Quadrate und Sechsecke. Typischerweise ist die Gestalt der Sieböffnung/en **164**, die in der vorliegenden Erfindung verwendet wird/werden kreisförmig oder quadratisch. Bevorzugte Formen für die Sieböffnung/en **164** sind quadratisch oder kreisförmig, wobei sie in dem Bereich von 381 Mikrometern (15 Milli-Inch) bis 6350 Mikrometern (250 Milli-Inch) im Durchmesser oder Quermaß liegen.

[0132] Wie leicht aus [Fig. 14](#) ersichtlich ist, steht das Ende **166** der Welle **144** von dem Kanal **146** vor. Eine Energiequelle (nicht gezeigt) kann leicht an dem Ende **166** der Welle **144** befestigt werden, um zu bewirken, dass die Welle **144** und das befestigte Gebläserad **143** sich relativ zu dem Sieb **156** drehen. Typischerweise ist die Speisequelle ein drehzahlvariabler Elektromotor. Die Speisequelle ist jedoch herkömmlich und viele andere Speisequellen sind geeignet, um das Gerät **140** zu betreiben.

[0133] In einem anderen Aspekt enthalten Ausführungsformen zur Herstellung des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung das mindestens teilweise Aushärten des in dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn vorhandenen aushärtbaren Bindemittel-Präkursormaterials. In einer Ausführungsform sind die Präkursor-Agglomeratschleifkörner zum Beispiel, wie in [Fig. 13](#) dargestellt, mindestens teilweise ausgehärtet, da sie durch Schwerkraft durch die Aushärtungszone **124** fallen. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, kann das mindestens teilweise Aushärten handhabbare und einsammelbare Präkursor-Agglomeratschleifkörner **128** bereitstellen, die

in dem Behälter **130** gesammelt werden können.

[0134] Das mindestens teilweise Aushärten der keramischen Aggregat-Präkursorpartikel kann durch die Energiequelle **126** bewirkt werden. Beispielhafte Energiequelle/n **126** enthält/enthalten thermische und Strahlungsenergie. Typischerweise wird eine Strahlungsenergiequelle/Strahlungsenergiequellen verwendet. Beispielhafte Quellen von Strahlungsenergie sind Elektronenstrahl, ultraviolettes Licht, sichtbares Licht, Mikrowelle, Laserlicht und Kombinationen aus diesen.

[0135] In einer Ausführungsform wird ultraviolettes Licht als Strahlungsenergiequelle **126** verwendet und Spiegel **125** werden in der Aushärtungszone **124** verwendet, um die ultravioletten Wellen auf eine Weise zu reflektieren, welche die auf das Präkursor-Agglomeratschleifkorn übertragene Energie intensiviert. Ultraviolette Strahlung bezieht sich auf nicht partikuläre Strahlung mit einer Wellenlänge innerhalb des Bereichs von ungefähr 4 bis ungefähr 400 Nanometern, vorzugsweise innerhalb des Bereichs von ungefähr 250 bis ungefähr 400 Nanometern. In einer Ausführungsform ist ein Gerät, das zum mindestens teilweisen Strahlungs-aushärten verwendet wird, von der Art, wie es von Fusion UV Systems, Inc., Gaithersburg, MD, unter der Handelsbezeichnung „DRE 410 Q“ erhältlich ist. In einer Ausführungsform ist das „DRE 410 Q“ Strahlungsgerät mit zum Beispiel zwei 600 Watt „d“ Fusionslampen ausgestattet, die auf „hoher“ Leistung festgesetzt sind.

[0136] Sichtbare Strahlung bezieht sich auf nicht partikuläre Strahlung mit einer Wellenlänge innerhalb des Bereichs von ungefähr 400 bis ungefähr 800 Nanometern. In einer Ausführungsform wird nicht partikuläre Strahlung mit einer Wellenlänge innerhalb des Bereichs von ungefähr 400 bis ungefähr 550 Nanometern verwendet.

[0137] In anderen Ausführungsformen kann/können eine thermische Strahlungsenergiequelle/Strahlungsenergiequellen verwendet werden. Beispielhafte Quellen thermischer Energie, die gebraucht werden können, enthalten elektrische oder Verbrennungswärmequellen. In einer anderen Ausführungsform kann infrarote Strahlung als eine Quelle thermischer Energie verwendet werden.

[0138] Die Menge an erforderlicher Strahlungsenergie, um das aushärtbare Bindemittel-Präkursormaterial mindestens teilweise auszuhärten, um das handhabbare und einsammelbare Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitzustellen, kann von Faktoren wie etwa zum Beispiel der Art des aushärtbaren Bindemittel-Präkursormaterials, der Art des kristallinen keramischen Oxidbindungspräkursormaterials, der Verweilzeit in der Aushärtungszone, der Art der Präkursor-Schleifpartikel und/oder der Schleifpartikel und der Art der, falls zutreffend, wahlweisen modifizierenden Zusatzstoffe abhängen.

[0139] Wahlweise kann das Präkursor-Agglomeratschleifkorn ferner mindestens teilweise unter Verwendung von thermischer Energie, Strahlungsenergie oder Kombinationen aus diesen ausgehärtet werden. Ferner kann das mindestens teilweise Aushärten dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn unterschiedliche Eigenschaften bereitstellen, wie zum Beispiel erhöhte Steifheit zur Handhabung und Einsammlung. Typischerweise neigen Präkursor-Agglomeratschleifkörner, die handhabbar und einsammelbar sind, dazu, durch die Verfahrensschritte hindurch zusammenhängende Präkursor-Agglomeratschleifkörner zu bleiben. Typischerweise neigen Präkursor-Agglomeratschleifkörner, die nicht handhabbar und einsammelbar sind, dazu, auseinander zu brechen, wenn sie zu einem Zeitpunkt während der Verfahrensschritte physisch bewegt werden.

[0140] In einer Ausführungsform enthält das Erwärmen den folgenden Zweischritt-Brennvorgang. Die zwei Schritte des Brennvorgangs werden gewöhnlich zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt, könnten aber sequentiell zur gleichen Zeit in einem Brennofenzyklus vollführt werden. In einer Ausführungsform involviert der erste (d. h. der Kalzinierungs-) Schritt das Erwärmen des Präkursor-Agglomeratschleifkorns von Raumtemperatur auf eine endgültige Temperatur in dem Bereich von ungefähr 500°C bis ungefähr 650°C bei langsamer Geschwindigkeit, typischerweise 2°C pro Minute, und dem Aussetzen des Präkursor-Agglomeratschleifkorns gegenüber der endgültigen Temperatur für ungefähr 1 bis 4 Stunden, typischerweise, um das ausgehärtete und/oder nicht ausgehärtete Material, wie etwa zum Beispiel Acrylatharz, zu entfernen und um das ausreichende Zusammenbinden des kristallinen keramischen Oxidbindemittel-Präkursormaterials zu bewirken, damit ein handhabbares und einsammelbares Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitgestellt wird. Typischerweise nimmt, während das Erwärmen des ersten Schrittes fortschreitet, die Präkursor-Agglomeratschleifkorn-Zerquetschungsfestigkeit auf ein Minimum ab. Dieses Minimum geschieht typischerweise nach der vollständigen Pyrolyse des ausgehärteten und/oder nicht ausgehärteten Materials, weil die Pyrolyse eines beliebigen ausgehärteten und/oder nicht ausgehärteten Materials räumliche Lücken in dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn hinterlässt und das kristalline keramische Bindemittel-Präkursormaterial typischerweise nicht ausreichend verbunden wurde, um ein handhabbares und einsammelbares Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitzustellen.

Während das Erwärmen in Richtung endgültiger Temperatur weiterläuft, beginnt jedoch das kristalline keramische Bindemittel-Präkursor-Material typischerweise sich ausreichend zu verbinden, um zu bewirken, dass sich die Agglomeratschleifkorn-Zerquetschungsfestigkeit erhöht und um ein handhabbares und einsammelbares Agglomeratschleifkorn bereitzustellen. Da das Material typischerweise nach der vollständigen Pyrolyse nicht handhabbar und einsammelbar ist, wird während des ersten Schrittes typischerweise ein statisches Bett verwendet, um die auf das Material angewandten Kräfte zu minimieren, so dass das Material intakt bleibt. Beispiele von Brandöfen, die für das statische Bettfeuern in dem ersten Schritt geeignet sind, enthalten Herdwagenöfen, Rollenherdöfen, Durchschubplattenöfen und Bandfeuerungsöfen. In einer Ausführungsform wird während des ersten Schrittes eine niedrige Erwärmungsgeschwindigkeit, zum Beispiel 2°C pro Minute, des Präkursor-Agglomeratschleifkorns durchgeführt, um die Geschwindigkeit der Pyrolyse ausgehärteten und/oder nicht ausgehärteten Materials zu steuern. Typischerweise neigen relativ schnelle Erwärmungsgeschwindigkeiten dazu, zu bewirken, dass sich das ausgehärtete und/oder nicht ausgehärtete Material bei einer Geschwindigkeit, die höchstwahrscheinlich das Präkursor-Agglomeratschleifkorn zerstört, in Gas(e) zersetzt. Typischerweise ist der erste Erwärmungsschritt ein Kalzinieren, das in einer oxydierenden Atmosphäre (z.B. Luft) durchgeführt wird, um bei der vollständigen Pyrolyse jeglichen ausgehärteten und/oder nicht ausgehärteten Materials, wie etwa zum Beispiel Acrylatharz, behilflich zu sein. Die Erwärmungszeiten, Temperaturen, Geschwindigkeiten, Atmosphäre usw. werden typischerweise gewählt, um das organische Material aus dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn zu entfernen. Die Anwesenheit von organischem Material während des zweiten Erwärmungsschrittes ist im Allgemeinen unerwünscht, weil das organische Material dazu neigen würde, sich während des Erwärmens thermisch zu zersetzen, was in der Evolution von Gas(en) resultieren würde, was wiederum zum Bruch des Bindungsmaterials führen könnte.

[0141] Typischerweise wird in dem zweiten Feuerungsschritt das kalzinierte Präkursor-Agglomeratschleifkorn auf eine endgültige Temperatur in dem Bereich von ungefähr 650°C bis ungefähr 1500°C bei einer beliebigen erwünschten Erwärmungsgeschwindigkeit erwärmt. Typischerweise werden die kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkornpartikel eine bis vier Stunden lang der endgültigen Temperatur ausgesetzt, um Teil- oder vollständige Eindickung des kristallinen keramischen Oxidbindungspräkursormaterials zu bewirken. Wie in der vorliegenden Erfindung verwendet, bedeutet „Verdichtung“ die Teil- oder vollständige Eliminierung offenen Raums innerhalb des Agglomeratschleifkorns, um dem Präkursor-Agglomeratschleifkorn erhöhte Partikeldichte (d. h. verringertes Partikelvolumen pro Einheit Partikelmasse) bereitzustellen. In einer Ausführungsform kann das Erwärmen während des zweiten Feuerungsschrittes in einem statischen Bett oder nicht statischen Bett geschehen, da die kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkornpartikel handhabbar und einsammelbar sind und intakt bleiben, wenn sie einer angewandten Kraft ausgesetzt sind, die einen Körper zu beanspruchen oder zu deformieren neigt. Beispiele nicht statischer Bette enthalten Drehofen- oder Fließbett-Feuerungstechniken.

[0142] Typischerweise sind mindestens teilweise ausgehärtete Präkursor-Agglomeratschleifkörner mindestens teilweise mit einem Metalloxidpartikel beschichtet, um zu verhindern, dass sie während des Erwärmens aneinander kleben. Wenn Feuerungsschritte zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt werden, werden die Präkursor-Agglomeratschleifkörner typischerweise nach dem Vorfeuern aber vor dem zweiten Feuerungsschritt mit Metalloxidpartikeln beschichtet. In einer Ausführungsform beträgt die Menge an Metalloxidpartikeln, die verwendet werden, um das Präkursor-Agglomeratschleifkorn mindestens teilweise zu beschichten, ungefähr 5-10 Gew.% des Präkursor-Agglomeratschleifkorns. In einer Ausführungsform enthält das Metalloxidpartikel wasserhaltiges Aluminiumoxid.

[0143] In einer anderen Ausführungsform können die Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung das Reduzieren der mittleren Größe des Präkursor-Agglomeratschleifkorns und/oder des Agglomeratschleifkorns nach dem mindestens teilweisen Aushärten und/oder bzw. Erwärmen involvieren. Typischerweise wird das Reduzieren der mittleren Größe des Agglomeratschleifkorns unter Verwendung von mindestens einem von Mahlen, Zermahlen oder Rollieren durchgeführt. In einer Ausführungsform kann das in [Fig. 14](#) gezeigte Gerät **140** verwendet werden, um die mittlere Größe des Präkursor-Agglomeratschleifkorns und/oder Agglomeratschleifkorns zu reduzieren.

[0144] Es liegt auch innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung, eine Metalloxidwandlerquelle (typischerweise einen Metalloxidpräkursor) in getrocknetem oder kalziniertem Material (enthaltend das kalzinierte Präkursor-Schleifpartikel und/oder das kalzinierte Bindungsmaterial) zu imprägnieren. Diese Metalloxidpräkursoren und Metallsalze sind oben hinsichtlich der Dispersion beschrieben.

[0145] Verfahren des Imprägnierens kalzinierter Materialien sind im Allgemeinen zum Beispiel in US-Pat. Nr. 5,164,348 (Wood) beschrieben. Im Allgemeinen ist das Präkursor-Agglomeratmaterial (getrocknetes Material

oder kalziniertes Material) porös. Zum Beispiel weist ein kalziniertes Böhmit-abgeleitetes Agglomeratmaterial typischerweise Poren von ungefähr 2-15 Nanometern Durchmesser, die sich von einer äußeren Fläche in dieses erstrecken, auf. Die Anwesenheit derartiger Poren erlaubt das Eintreten einer Imprägnierungszusammensetzung, die eine Mischung umfasst, welche ein flüssiges Medium (typischerweise Wasser) und einen geeigneten Metallpräkursor umfasst, in das Präkursormaterial. Das Metallsalzmaterial löst sich in einer Flüssigkeit auf und die resultierende Lösung wird mit dem porösen Material gemischt. Es wird angenommen, dass der Imprägnierungsvorgang durch Kapillarwirkung geschieht.

[0146] Die für die Imprägnierungszusammensetzung verwendete Flüssigkeit ist vorzugsweise Wasser (enthaltend entionisiertes Wasser), ein organisches Lösemittel und Mischungen aus diesen. Wenn die Imprägnierung eines Metallsalzes gewünscht wird, liegt die Konzentration des Metallsalzes in dem flüssigen Medium typischerweise in dem Bereich von ungefähr 5% bis ungefähr 40% gelöster Festkörper, auf einer theoretischen Metalloxidbasis). Vorzugsweise werden mindestens 50 ml Lösung hinzugegeben, um die Imprägnierung von 100 Gramm porösem Material zu erreichen, besser mindestens ungefähr 60 ml Lösung auf 100 Gramm poröses Material.

[0147] Nach der Imprägnierung wird das resultierende imprägnierte Material typischerweise kalziniert, um jegliche flüchtigen Anteile vor dem Sintern zu entfernen. Die Bedingungen für diesen Kalzinierungsschritt sind oben beschrieben.

[0148] Nachdem das Präkursor-Agglomeratschleifkorn gebildet und wahlweise kalziniert worden ist, wird es gesintert, um das kristalline Bindungsmaterial und die Schleifpartikel bereitzustellen. Im Allgemeinen sind Techniken zum Sintern des Präkursormaterials, die das Erwärmen bei einer Temperatur, die wirksam ist, um Übergangsaluminiumoxid(e) in alpha-Aluminiumoxid umzuwandeln, um zu bewirken, dass alle Metalloxidpräkursoren entweder mit dem Aluminiumoxid eine Reaktion eingehen oder Metalloxid bilden, und das Erhöhen der Dichte des keramischen Materials enthalten, auf dem Stand der Technik bekannt. Das Präkursormaterial kann durch Erwärmen (z.B. unter Verwendung elektrischen Widerstands, Mikrowellen, Plasma, Laser oder Gasverbrennung) auf Chargenbasis oder einer kontinuierlichen Basis gesintert werden. Sintertemperaturen liegen gewöhnlich in dem Bereich von ungefähr 1200°C bis ungefähr 1650°C; typischerweise von ungefähr 1200°C bis ungefähr 1500°C; noch typischer bei weniger als 1400°C. Die Länge der Zeit, während der das Präkursormaterial der Sintertemperatur ausgesetzt ist, hängt zum Beispiel von der Partikelgröße, Zusammensetzung des sinterbaren Materials (d. h. Schleifpartikel-Präkursor- und/oder Bindungsmaterial) und Sintertemperatur ab. Typischerweise reichen Sinterzeiten von ein paar Sekunden bis ungefähr 60 Minuten (vorzugsweise liegen sie innerhalb ungefähr 3-30 Minuten). Sintern wird typischerweise in einer oxydierenden Atmosphäre durchgeführt, obgleich inerte oder reduzierende Atmosphären auch nützlich sein können.

[0149] In einer erwünschten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Agglomeratschleifkorn gesinterte alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel und Bindungsmaterial, wobei beide eine Dichte von mindestens 85% (vorzugsweise mindestens 90% und besser mindestens 95%) theoretischer Dichte aufweisen und auf einer theoretischen Oxidbasis mindestens 60 Gew.% Al_2O_3 umfassen, wobei mindestens 50 Gew.% der Gesamtmenge Aluminiumoxid als alpha-Aluminiumoxid vorliegt, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Schleifpartikels bzw. Bindungsmaterial. Es versteht sich jedoch, dass das Agglomeratschleifkorn selbst eine poröse Struktur, wie in [Fig. 5](#) (oben) und [Fig. 6](#) (unten) gezeigt und beschrieben, aufweist. Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung weist typischerweise einen Porositätswert von, in zunehmender bevorzugter Reihenfolge, mindestens 10%, 15% oder 20% auf. Vorzugsweise liegt der Porositätswert, in zunehmender bevorzugter Reihenfolge, in dem Bereich von ungefähr 15% bis ungefähr 60%, ungefähr 20% bis ungefähr 50% oder ungefähr 30% bis ungefähr 45%.

[0150] Typischerweise umfassen gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel sowie die kristallinen Bindungsmaterialien oder Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung auf einer theoretischen Metalloxidbasis, ungefähr 55 bis ungefähr 99 Gewichtsprozent (vorzugsweise ungefähr 65 bis 95 Gewichtsprozent; besser ungefähr 70 bis ungefähr 95 Gewichtsprozent; und sogar noch besser ungefähr 80 bis ungefähr 94 Gewichtsprozent) Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt der gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel, dem kristallinen keramischen Bindungsmaterial und/oder bzw. dem Agglomeratschleifkorn. Ferner umfassen gewisse gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, kristalline Bindungsmaterialien bzw. Agglomeratschleifkörner, auf einer theoretischen Metalloxidbasis, vorzugsweise ungefähr 0,1 bis ungefähr 10 (vorzugsweise ungefähr 0,5 bis ungefähr 10 Gewichtsprozent; besser ungefähr 0,75 bis ungefähr 5; und sogar noch besser ungefähr 1 bis ungefähr 3 Gewichtsprozent) Keimbildner, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt der gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel, dem kristallinen keramischen Bindungsmaterial bzw. dem Agglo-

meratschleifkorn.

[0151] Manche bevorzugte gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel sowie die kristallinen Bindungsmaterialien oder Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen ungefähr 0,75 bis ungefähr 5 (besser ungefähr 1 bis ungefähr 3) Gewichtsprozent Y_2O_3 , ungefähr 0,75 bis ungefähr 5 (besser ungefähr 1 bis ungefähr 3) Gewichtsprozent La_2O_3 , 0,1 bis ungefähr 15 (besser ungefähr 0,5 bis ungefähr 10) Gewichtsprozent MgO und ungefähr 70 bis ungefähr 98,4 (besser ungefähr 80 bis ungefähr 98, ungefähr 85 bis ungefähr 97 oder ungefähr 90 bis ungefähr 95) Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt der gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel, dem (gesinterten) kristallinen keramischen Bindungsmaterial bzw. dem Agglomeratschleifkorn.

[0152] Manche bevorzugte gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel sowie die kristallinen keramischen Bindungsmaterialien oder Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen 0 bis ungefähr 15 (besser ungefähr 1 bis ungefähr 10) Gewichtsprozent ZrO_2 , 0 bis ungefähr 15 (besser ungefähr 1 bis ungefähr 10, sogar noch besser ungefähr 2 bis ungefähr 5) Gewichtsprozent MgO, ungefähr 0,1 bis ungefähr 10 (besser ungefähr 0,1 bis ungefähr 5 und sogar noch besser ungefähr 0,5 bis ungefähr 3) Gewichtsprozent Keimbildner (z.B. alpha- Fe_2O_3 oder alpha- Al_2O_3), 0 bis ungefähr 5 (besser ungefähr 0,1 bis ungefähr 3 und sogar noch besser ungefähr 0,5 bis ungefähr 2) Gewichtsprozent SiO_2 und ungefähr 70 bis ungefähr 99 (besser ungefähr 80 bis ungefähr 98, ungefähr 85 bis ungefähr 97 oder ungefähr 90 bis ungefähr 95) Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt der gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel, dem kristallinen keramischen Bindungsmaterial oder bzw. dem Agglomeratschleifkorn.

[0153] Manche bevorzugte gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel sowie die kristallinen keramischen Bindungsmaterialien oder Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen ungefähr 0,8 bis ungefähr 2 (besser ungefähr 1,2 bis ungefähr 1,6) Gewichtsprozent Y_2O_3 , ungefähr 0,8 bis ungefähr 2 (besser ungefähr 1,2 bis ungefähr 1,6) Gewichtsprozent La_2O_3 , ungefähr 0,8 bis ungefähr 2 (besser ungefähr 1,2 bis ungefähr 1,6) Gewichtsprozent Nd_2O_3 , ungefähr 0,8 bis ungefähr 2 (besser ungefähr 1,2 bis ungefähr 1,6) Gewichtsprozent MgO und ungefähr 96,8 bis ungefähr 92 Gewichtsprozent Al_2O_3 , basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt der gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel, dem kristallinen keramischen Bindungsmaterial bzw. dem Agglomeratschleifkorn.

[0154] Im Allgemeinen weisen die bevorzugten Schleifpartikel eine Länge in dem Bereich von ungefähr 100 bis ungefähr 5000 Mikrometern (typischerweise in dem Bereich von ungefähr 100 bis ungefähr 3000 Mikrometern) auf, obgleich andere Größen auch nützlich sind und für gewisse Anwendungen sogar bevorzugt werden können. In einem anderen Aspekt weisen die bevorzugten Schleifpartikel typischerweise ein Längenverhältnis von mindestens 1,2:1 oder sogar 1,5:1, manchmal mindestens 2:1 und als Alternative dazu mindestens 2,5:1 auf.

[0155] Typischerweise kann zum Beispiel für gesinterte, kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel die Zusammensetzung und Mikrostruktur des kristallinen keramischen Metalloxydbindungsmaterials die gleiche oder im Wesentlichen die gleiche wie die gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel sein. Die Zusammensetzung und/oder Mikrostruktur des kristallinen keramischen Metalloxydbindungsmaterials und der gesinterten kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel kann jedoch unterschiedlich sein. Zum Beispiel kann die beim Bilden agglomerierter Partikel (z.B. agglomerierter getrockneter Böhmit-basierter Partikel) verwendete Flüssigkeit Metalloxydpartikel und/oder Präkursoren von diesen enthalten, die das resultierende kristalline keramische Bindungsmaterial mit einer Zusammensetzung und/oder Mikrostruktur, die sich von der der gesinterten kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikeln, falls verwendet, unterscheidet, bereitstellen. Ferner kann zum Beispiel die Migration eines in den Präkursor-Schleifpartikeln vorhandenen Metalloxydpräkursors (z.B. getrocknete Böhmit-basierte Partikel) auch zu Unterschieden in der Zusammensetzung und/oder Mikrostruktur zwischen den gesinterten, kristallinen alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikeln und dem kristallinen keramischen Oxidbindungsmaterial führen. Es liegt auch innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung, dass die Schleifpartikel kristalline alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel von mehr als einer Zusammensetzung und/oder Mikrostruktur, und/oder Arten von Schleifpartikeln, wie etwa verschmolzenes Aluminiumoxid (enthaltend weißes verschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes Aluminiumoxid und braunes Aluminiumoxid), Siliciumcarbid, Borcarbid, Titancarbid, Diamant, kubisches Bornitrid, Granat und verschmolzene Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikel enthalten. Zum Beispiel können die Agglomerate gebildet werden, indem zwei oder mehrere unterschiedlicher Formulierungen von Präkursor-Schleifpartikeln (z.B. getrocknete Böhmit-basierte Partikel) und/oder andere Schleifpartikel (z.B. verschmolzenes Aluminiumoxid usw. oder gesinterte alpha-Aluminiumoxidpartikel) in Kombination

mit einer Formulierung/en getrockneter Böhmit-basierter Partikel verwendet werden.

[0156] Der Grad an Kristallinität des kristallinen keramischen Oxidbindungsmaterials kann unter Verwendung von Pulver-Röntgenbeugung unter Verwendung bekannter Verfahren oder Vorgänge bestimmt werden. Zum Beispiel können die Pulver-Röntgenbeugungsdaten unter Einsatz eines vertikalen Reflektions-Geometrie-Beugungsmessers von Philips (Philips Analytical (Bereich von Philips Electronics Nordamerika), Natick, MA) unter Verwendung von K_{α} -Strahlung und proportionaler Detektorregistrierung der Streustrahlung eingesammelt werden. In diesem Vorgang ist der Beugungsmesser mit variablen Eintrittsschlitzen, ortsfesten Austrittsschlitzen und Graphit-Beugungsstrahlenmonochromator ausgestattet. Schrittabtastungen werden innerhalb des 5 bis 80 Grad (2θ) Streuwinkelbereichs unter Verwendung einer 0,04 Grad Schrittgröße und 4 Sekunden Verweilzeit durchgeführt. Die Generatoreinstellungen sind 45 kV und 35 mA. Die Analyse der resultierenden Daten wird unter Verwendung von Software durchgeführt, die unter der Handelsbezeichnung „PHILIPS PC-APD“ von Philips Analytical erhalten wurde.

[0157] Kristalline Phasen werden basierend auf beobachteten Beugungshöchstwerten identifiziert und durch die Verwendung von Beugungsmustern, die in der ICDD Powder Diffraction Database (International Centre for Diffraction Data (ICDD), Newton Square, PA.) beinhaltet sind, unterstützt. Die Mengen kristalliner Phasen werden durch den Vergleich beobachteter relativer Höchstwertstärkegrade nach der Entfernung des Hintergrundstärkegrads geschätzt.

[0158] Einige Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung weisen eine im Allgemeinen sphärische Gestalt auf, obgleich sie zum Beispiel auch eine willkürliche Form aufweisen können oder eine vorbestimmte, mit ihnen in Verbindung stehende Gestalt aufweisen können. Die Gestalt kann zum Beispiel ein Block, Zylinder, eine Pyramide, ein Stab, eine Münze, ein Quadrat oder dergleichen sein. Techniken zur Herstellung verschieden ausgebildeter Agglomeratschleifkörner enthalten das Ausbilden des Agglomeratschleifkornpräkursors in Gussformen oder das Forcieren von Schleifagglomeratpräkursorschlämme durch ein Substrat mit einer oder mehreren Öffnungen, z.B. ein Sieb, Maschensieb. Das Agglomeratschleifkorn kann zum Beispiel auch durch das Zermahlen relativ großer Stücke agglomerierter Schleifpartikel in kleinere Stücke hergestellt werden.

[0159] Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung weist Partikelgrößen in dem Bereich von 20 bis 10000 Mikrometern, typischer 20 bis 5000 Mikrometern, vorzugsweise 100 Mikrometern bis 2500 Mikrometern und besser 250 Mikrometern bis 1500 Mikrometern auf.

[0160] Schleifpräcursorpartikel (z.B. getrocknete Präcursor-Schleifpartikel), getrocknetes Präcursor-Agglomeratschleifkorn und kalziniertes Präcursor-Agglomeratschleifkorn sowie das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann unter Verwendung von auf dem Stand der Technik bekannter Techniken gesiebt und eingestuft werden. Zum Beispiel werden die getrockneten Partikel vor dem Bilden des Präcursor-Agglomeratschleifkorns typischerweise auf eine gewünschte Größe gesiebt.

[0161] Typischerweise geschieht das Sieben und Einstufen unter Verwendung der wohl bekannten Techniken und Standards für Schleifkörner des Grades von ANSI (American National Standard Institute), FEPA (Federation Europeenne des Fabricants de Products Abrasifs) oder JIS (Japanese Industrial Standard). Beispiele von ANSI-Graden sind ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40, ANSI 50, ANSI 60 und ANSI 80. Beispiele von FEPA-Graden sind P8, P12, P16, P24, P36, P40, P54, P60, P80, P100 und P120. Beispiele von JIS-Graden sind JIS JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS40, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100 und JIS120. Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann unter Verwendung derartiger „gradreiner“ Schleifpartikel hergestellt werden. Als Alternative dazu kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung zum Beispiel unter Verwendung noch schmalerer Verteilungen von Partikelgrößen hergestellt werden.

[0162] Es kann wünschenswert sein, dass das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung mindestens zwei eindeutige Grade Schleifpartikel (d. h. ein erster größerer Grad und ein zweiter kleinerer Grad) umfasst. Eine Messung der Größe eines Musters von mit eingestufteten Schleifpartikeln ist die mittelwertige Partikelgröße oder D_{50} . Wie hier verwendet, entspricht „mittelwertige Partikelgröße“ oder „ D_{50} “ für ein Muster von Schleifpartikeln der Schleifpartikelgröße (typischerweise als Durchmesser festgelegt), wobei 50 des Volumens des Musters Schleifpartikel umfasst, die kleiner als die mittelwertige Volumenpartikelgröße sind. Wie hier verwendet, bezieht sich „mittelwertiges Partikelgrößenverhältnis“ oder „ D_{50} -Verhältnis“ auf die mittelwertige Partikelgröße der Schleifpartikel von größerem Grad in dem Agglomeratschleifkorn geteilt durch die mittelwertige Partikelgröße beliebiger Schleifpartikel von kleinerem Grad in dem Agglomeratschleifkorn. Zum Beispiel entspricht beim Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung, das Schleifpartikel von erstem

und zweitem Grad umfasst, welche mittelwertige Partikelgrößen von 100 Mikrometern bzw. 50 Mikrometern aufweisen, das mittelwertige Partikelgrößenverhältnis oder D_{50} -Verhältnis 2. Beim Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung ist das mittelwertige Partikelgrößenverhältnis vorzugsweise ungefähr 2 oder mehr, besser ungefähr 3 oder mehr, am besten ungefähr 5 oder mehr und besonders am besten ungefähr 7 oder mehr. Es liegt auch innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung, mehr als zwei Schleifpartikelgrade in dem Schleifgegenstand zu haben. Zum Beispiel kann die Schleifpartikelgrößenverteilung drei eindeutige Grade von Schleifpartikeln beinhalten.

[0163] In einigen Ausführungsformen der Agglomeratschleifkörner gemäß der vorliegenden Erfindung resultiert die Mischung von mindestens zwei eindeutigen Graden an Schleifpartikeln in einer Verteilung von Schleifpartikelgrößen mit mindestens zwei Gauß-artigen oder glockenförmigen Kurven. Diese Verteilung ist offensichtlich, wenn die Partikelgrößenverteilung als ein Graph gemessen und angezeigt wird, wobei die Partikelgrößen entlang der x-Achse gezeichnet und die Gesamtzahl der Partikel, die eine gegebene Partikelgröße aufweisen, entlang der y-Achse gezeichnet sind. Für zusätzliche Details bezüglich zwei eindeutiger Grade von Schleifpartikeln siehe zum Beispiel US-Pat. Nr. 5,942,015 (Culler et al.).

[0164] Es sei bemerkt, dass, obgleich das mittelwertige Partikelgrößenverhältnis für zwei beliebige Grade von Schleifpartikeln ungefähr 2 oder mehr ist, dies nicht das Aufweisen von Schleifpartikeln von der gleichen Größe in jedem Grad ausschließt. Da jeder Schleifpartikelgrad eine Verteilung von Schleifpartikelgrößen umfasst, ist das Überlappen der Verteilungen nicht ausgeschlossen. Zum Beispiel können sowohl ein Schleifgrad mit einem D_{50} von 30 Mikrometern als auch ein Schleifgrad mit einem D_{50} von 60 Mikrometern Schleifpartikel mit einer Größe von 45 Mikrometern beinhalten. Während sich das D_{50} -Verhältnis erhöht, verringert sich der Bereich von Partikelgrößen, die beiden Graden gemeinsam sind.

[0165] Typischerweise umfasst das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung, das zwei Grade von Schleifpartikeln beinhaltet, von ungefähr 10 bis ungefähr 90 Gew.% der Schleifpartikel mit größerem Grad und von ungefähr 90 bis ungefähr 10% der Schleifpartikel mit kleinerem Grad. Besser umfasst das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung von ungefähr 25 bis ungefähr 75 Gew.% der Schleifpartikel mit größerem Grad und von ungefähr 25 bis ungefähr 75% der Schleifpartikel mit kleinerem Grad. Am besten sind die Schleifpartikel mit größerem Grad ungefähr 60 Gew.% und die Schleifpartikel mit kleinerem Grad ungefähr 40 Gew.%. Typischerweise umfasst das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung, das mehr als zwei Grade von Schleifpartikeln enthält, von ungefähr 10 bis 50 Gew.% der Schleifpartikel mit größerem Grad und von ungefähr 50 bis ungefähr 90 Gew.% aller Schleifpartikel mit kleinerem Grad. Gibt es zwei oder mehrere der Schleifpartikel mit kleinerem Grad können diese. Grade in gleichen oder ungleichen Mengen vorhanden sein.

[0166] Es liegt auch innerhalb des Bereiches der vorliegenden Erfindung, das Agglomeratschleifkorn mit einer Oberflächenbeschichtung abzudecken, wie in US-Pat. Nr. 1,910,440 (Nicholson), 3,041,156 (Rowse), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,009,675 (Kunz et al.), 5,011,508 (Wald et al.), 5,042,991 (Kunz et al.) und 5,213,591 (Celikkaya et al.) beschrieben.

[0167] Es liegt innerhalb des Bereiches dieser Erfindung, das Schleifagglomeratpartikel nach dem Bilden des Schleifagglomeratpartikels zu imprägnieren. In vielen Fällen wird das Schleifagglomerat mit Porosität verbunden sein. Das Schleifagglomerat kann mit einer Zusammensetzung imprägniert werden, um etwas dieser Porosität mindestens teilweise zu füllen. Eine derartige Zusammensetzung ist eine Mischung aus einem Mahlhilfsmittel und einem Bindemittel, vorzugsweise einem organischen Bindemittel.

[0168] Mahlhilfsmittel umspannen eine breite Vielfalt an unterschiedlichen Materialien und können anorganisch- oder organisch-bezogen sein. Beispiele von chemischen Gruppen von Mahlhilfsmitteln enthalten Wachse, organische Halogenidverbindungen, Halogenidsalze und Metalle und deren Legierungen. Beispiele derartiger Materialien enthalten chlorierte Wachse wie Tetrachlornaphthalen, Pentachlornaphthalen und Polyvinylchlorid. Beispiele von Halogenidsalzen enthalten Natriumchlorid, Kaliumkryolith, Natriumkryolith, Ammoniumkryolith, Kaliumtetrafluoroborat, Natriumtetrafluoroborat, Siliciumfluorid, Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid. Beispiele von Metallen enthalten Zinn, Blei, Bismut, Kobalt, Antimon, Kadmium, Eisen und Titan. Andere verschiedene Mahlhilfsmittel enthalten Schwefel, organische Schwefelverbindungen, Graphit und metallische Sulfide. Es liegt auch innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung eine Kombination aus unterschiedlichen Mahlhilfsmitteln zu verwenden, und in manchen Fällen kann dies einen synergistischen Effekt haben. Das bevorzugte Mahlhilfsmittel ist Kryolith; das am meisten bevorzugte Mahlhilfsmittel ist Kaliumtetrafluoroborat.

[0169] Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann in herkömmlichen Schleifproduk-

ten verwendet werden, wie etwa laminierte Schleifprodukte, gebundene Schleifprodukte (enthaltend verglaste, Kunstharz- und metallgebundene Schleifscheiben, Trennscheiben, Schleifstifte und Honsteine), Vliesschleifprodukte und Schleifbürsten. Typischerweise enthalten Schleifprodukte (d. h. Schleifgegenstände) Bindemittel und Schleifpartikel (was bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung Schleifpartikel enthält, die in der Form des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen agglomeriert sind), die innerhalb des Schleifproduktes durch das Bindemittel gesichert sind. Verfahren zur Herstellung derartiger Schleifprodukte und zur Verwendung von Schleifprodukten sind dem Fachmann wohl bekannt. Des Weiteren kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung in Schleifanwendungen verwendet werden, die Schlamm der Schleifverbindungen (z.B. Polierverbindungen), Mahlmedien, Sandstrahlmedien, Schwingmahlmedien und dergleichen gebrauchen.

[0170] Laminierte Schleifprodukte enthalten im Allgemeinen ein Stützscheifmaterial und mindestens ein Bindemittel, um die Schleifpartikel (was bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung Schleifpartikel enthält, die in der Form des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen agglomeriert sind) auf der Unterlagsschicht zu halten. Die Unterlagsschicht kann ein beliebiges geeignetes Material sein, das Stoff, einen Polymerfilm, Faser, Vliesstoffe, Papier, Kombinationen aus diesen und behandelte Versionen von diesen enthält. Das Bindemittel kann ein beliebiges geeignetes Bindemittel sein, das ein anorganisches oder organisches Bindemittel (enthaltend thermisch aushärtbare Harze und durch Strahlung aushärtbare Harze) enthält. Die Schleifpartikel können in einer Schicht oder in zwei Schichten des laminierten Schleifproduktes vorhanden sein.

[0171] Ein Beispiel eines laminierten Schleifproduktes ist in [Fig. 1](#) abgebildet. Unter Bezugnahme auf diese Figur weist das laminierte Schleifprodukt **1** eine Unterlagsschicht (ein Substrat) **2** und eine Schleifschicht **3** auf. Die Schleifschicht **3** enthält das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung **4**, das an einer Hauptfläche der Unterlagsschicht **2** mittels des Herstellungsmantels **5** und des Größenmantels **6** gesichert ist. In manchen Fällen wird ein übergroßer Mantel (nicht gezeigt) verwendet.

[0172] Laminierte Schleifprodukte enthalten typischerweise eine Formmasse von Schleifpartikeln (was bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung Schleifpartikel enthält, die in der Form des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen agglomeriert sind), die mittels eines organischen, metallischen und verglasten Bindemittels zusammengehalten werden. Derartige ausgebildete Massen können zum Beispiel die Form einer Scheibe, wie etwa einer Schleifscheibe oder Trennscheibe, aufweisen. Der Durchmesser der Schleifscheiben ist typischerweise ungefähr 1 cm bis über 1 Meter; der Durchmesser der Trennscheiben ist ungefähr 1 cm bis über 80 cm (typischer 3 cm bis ungefähr 50 cm). Die Dicke der Trennscheibe ist typischerweise ungefähr 0,5 mm bis ungefähr 5 cm, typischer ungefähr 0,5 mm bis ungefähr 2 cm. Die Formmasse kann zum Beispiel auch die Form eines Honsteins, Segments, Schleifstifts, einer Planscheibe (z.B. Doppel-Planscheibenmühle) oder einer anderen herkömmlichen gebundenen Schleifgestalt aufweisen. Gebundene Schleifprodukte umfassen typischerweise ungefähr 3-50 Vol.% Bindungsmaterial, ungefähr 30-90 Vol.% Schleifmaterial, bis zu 50 Vol.% Zusatzstoffe (die Mahlhilfsmittel enthalten) und bis zu 70 Vol.% Poren, basierend auf dem Gesamtvolumen des gebundenen Schleifprodukts. Typischerweise weisen Schleifscheiben mindestens 10%, 20% oder sogar Porosität auf.

[0173] Eine bevorzugte Form ist eine Schleifscheibe. Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) ist die Schleifscheibe **10** abgebildet, die das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung **11** enthält, welches in eine Scheibe eingeformt und auf Nabe **12** befestigt ist. Ein Vorteil, den Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung in einem gebundenen Schleifmittel wie etwa einer Schleifscheibe bieten können, kann Raum für die Spanbeseitigung während der Metallentfernung sein. Das heißt, dass die Porosität, die in gewissen Ausführungsformen des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung vorhanden ist, Raum für Spanbeseitigung während der Metallentfernung bereitstellen kann.

[0174] Vliesschleifprodukte enthalten typischerweise eine offene, poröse, federnd-poröse Polymerfilamentstruktur mit Schleifpartikeln (was bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung Schleifpartikel enthält, die in der Form des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen agglomeriert sind), die durch die Struktur hindurch verteilt und in dieser durch ein organisches Bindemittel festhaftend gebunden ist. Beispiele von Filamenten enthalten Polyesterfasern, Polyamidfasern und Polyaramidfasern. In [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung, ungefähr 100x vergrößert, eines typischen Vliesschleifproduktes bereitgestellt. Ein derartiges Vliesschleifprodukt umfasst faserige Unterlage **50** als Substrat, auf welcher das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung **52** mittels eines Bindemittels **54** festgehalten wird.

[0175] Nützliche Schleifbürsten enthalten jene mit mehreren Borsten, die einheitlich mit einer Unterlagsschicht

sind (siehe z.B. US-Pat. Nr. 5,427,595 (Pihl et al.), 5,443,906 (Pihl et al.), 5,679,067 (Johnson et al.) und 5,903,951 (Ionta et al.)). Vorzugsweise werden derartige Bürsten mittels Spritzgießen einer Mischung aus Polymer und Schleifpartikeln hergestellt (was bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung Schleifpartikel enthält, die in der Form des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen agglomeriert sind).

[0176] Geeignete organische Bindemittel zur Herstellung von Schleifprodukten enthalten wärmehärtende organische Polymere. Beispiele geeigneter wärmehärtender organischer Polymere enthalten Phenolharze, Harnstoff-Formaldehydharze, Melamin-Formaldehydharze, Urethanharze, Acrylatharze, Polyesterharze, Aminoplastharze mit hängenden α,β -ungesättigten Carbonylgruppen, Epoxidharze, akryliertes Urethan, akrylierte Epoxide und Kombinationen aus diesen. Das Bindemittel und/oder Schleifprodukt können auch Zusatzstoffe enthalten, wie etwa Fasern, Schmierstoffe, Benetzungsmittel, thixotropische Materialien, Tenside, Pigmente, Farbstoffe, antistatische Mittel (z.B. Kohlen schwarz, Vanadiumoxid, Graphit usw.), Kopplungsmittel (z.B. Silane, Titanate, Zirkoaluminat usw.), Weichmacher, Stellmittel und dergleichen. Die Mengen dieser wahlweisen Zusatzstoffe werden ausgewählt, um die erwünschten Eigenschaften bereitzustellen. Die Kopplungsmittel können die Haftfähigkeit an den Schleifpartikeln und/oder dem Füllstoff verbessern. Die Bindemittelchemie kann thermisch ausgehärtet, durch Strahlung ausgehärtet werden oder Kombinationen aus diesen. Zusätzliche Details über Bindemittelchemie können in US-Pat. Nr. 4,588,419 (Caul et al.), 4,751,137 (Tumey et al.) und 5,436,063 (Follett et al.) gefunden werden.

[0177] Genauer sind hinsichtlich verglaster gebundener Schleifmittel glasartige Bindungsmaterialien, die eine amorphe Struktur aufweisen und typischerweise hart sind, auf dem Stand der Technik wohl bekannt. Gebundene, verglaste Schleifmittelprodukte können die Gestalt einer Scheibe (enthaltend Trennscheiben), eines Honsteins, Schleifstifts oder eine andere herkömmliche gebundene Schleifmittelform aufweisen. Ein bevorzugtes verglastes gebundenes Schleifmittelprodukt ist eine Schleifscheibe.

[0178] Beispiele von Metalloxiden, die verwendet werden, um glasartige Bindungsmaterialien zu bilden, enthalten: Siliciumdioxid, Silikate, Aluminiumoxid, Soda, Kalzia, Kalia, Titania, Eisenoxid, Zinkoxid, Lithiumoxid, Magnesiumoxid, Boria, Aluminiumsilikat, Borosilikatglas, Lithiumaluminiumsilikat, Kombinationen aus diesen und dergleichen. Typischerweise können glasartige Bindungsmaterialien aus der Zusammensetzung gebildet werden, die zwischen 10 und 100% Glasfritte umfasst, obgleich die Zusammensetzung typischer 20% bis 80 Glasfritte oder 30% bis 70% Glasfritte umfasst. Der restliche Abschnitt des glasartigen Bindungsmaterials kann ein kein-Fritte-Material sein. Als Alternative dazu kann die glasartige Bindung von einer keine Fritte beinhaltenden Zusammensetzung abgeleitet sein. Glasartige Bindungsmaterialien werden typischerweise bei einer Temperatur/Temperaturen in dem Bereich zwischen ungefähr 700°C und ungefähr 1500°C, gewöhnlich in dem Bereich zwischen ungefähr 800°C und ungefähr 1300°C, manchmal in dem Bereich zwischen ungefähr 900°C und ungefähr 1200°C oder selbst in dem Bereich zwischen ungefähr 950°C und ungefähr 1100°C gereift. Die eigentliche Temperatur, bei der die Bindung gereift wird, hängt zum Beispiel von der bestimmten Bindungschemie ab.

[0179] Bevorzugte verglaste Bindungsmaterialien können jene enthalten, die Siliciumdioxid, Aluminiumoxid (vorzugsweise mindestens 10 Gewichtsprozent Aluminiumoxid) und Boria (vorzugsweise mindestens 10 Gewichtsprozent Boria) umfassen. In den meisten Fällen umfasst das verglaste Bindungsmaterial ferner Alkalimetalloxid(e) (z.B. Na_2O und K_2O) (in einigen Fällen mindestens 10 Gewichtsprozent Alkalimetalloxid(e)).

[0180] Bindemittelmaterialien können auch Füllstoffmaterialien oder Mahlhilfsmittel beinhalten, typischerweise in der Form eines Feststoffes. Typischerweise sind die Feststoffe anorganische Materialien. Beispiele von nützlichen Füllstoffen für diese Erfindung enthalten: Metalcarbonate (z.B. Kalziumcarbonat (z.B. Kreide, Calcit, Mergel, Kalksinter, Marmor und Kalkstein), Kalziummagnesiumcarbonat, Natriumcarbonat, Magnesiumcarbonat), Siliciumdioxid (z.B. Quarz, Glastperlen, Glasblasen und Glasfasern) Silikate (z.B. Talk, Lehme, (Montmorillonit) Feldspat, Glimmererde, Kalziumsilikat, Kalziummetasilikat, Natriumaluminiumsilikat, Natriumsilikat) Metallsulfate (z.B. Kalziumsulfat, Bariumsulfat, Natriumsulfat, Aluminiumnatriumsulfat, Aluminiumsulfat), Gips, Vermiculit, Holzmehl, Aluminiumtrihydrat, Kohlen schwarz, Metalloxide (z.B. Kalziumoxid (Kalk), Aluminiumoxid und Titandioxid) und Metallsulfite (z.B. Kalziumsulfit).

[0181] Im Allgemeinen erhöht die Zugabe eines Mahlhilfsmittels die nützliche Nutzungsdauer des Schleifproduktes. Ein Mahlhilfsmittel ist ein Material, das eine bedeutende Wirkung auf die chemischen und physikalischen Vorgänge des Schleifens hat, was in einer verbesserten Leistung resultiert. Obgleich nicht gewünscht wird, theoriegebunden zu sein, wird angenommen, dass ein Mahlhilfsmittel/Mahlhilfsmittel (a) die Reibung zwischen dem Schleifmaterial und dem Werkstück, das geschliffen wird, verringert, (b) die Schleifpartikel daran

hindert zu „decken“ (d. h. die Metallpartikel daran hindert, mit den Oberteilen der Schleifpartikel zu verschweißen) oder mindestens die Neigung der Schleifpartikel zum Decken reduziert, (c) die Grenzflächentemperatur zwischen den Schleifpartikeln und dem Werkstück verringert oder (d) die Schleifkräfte verringert.

[0182] Die Schleifprodukte können 100% des Agglomeratschleifkorns gemäß der vorliegenden Erfindung beinhalten oder Gemische derartigen Agglomeratschleifkorns mit anderen Schleifpartikeln (die auch agglomeriert sein können) und/oder Verdünnungsmittelpartikeln. Mindestens ungefähr 2 Gew.%, vorzugsweise mindestens ungefähr 5 Gew.% und am besten ungefähr 30-100 Gew.% der Schleifpartikel in den Schleifprodukten sollten das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung sein. In einigen Fällen kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung mit anderen Schleifpartikeln und/oder Verdünnungsmittelpartikeln in einem Verhältnis zwischen 5 und 75 Gew.%, ungefähr 25 und 75 Gew.%, ungefähr 40 und 60 Gew.% oder ungefähr 50% und 50 Gew.% (d. h. in gleichen Mengen pro Gewicht) gemischt werden. Beispiele geeigneter Schleifpartikel enthalten, sind aber nicht beschränkt auf verschmolzenes Aluminiumoxid (umfassend weißes verschmolzenes Aluminiumoxid, wärmebehandeltes Aluminiumoxid und braunes Aluminiumoxid), Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Borcarbid, Titancarbid, Diamant, kubisches Bornitrid, Granat, verschmolzenes Aluminiumoxid-Zirkonoxid, Sol-Gel-abgeleitete Schleifpartikel und dergleichen. Die Sol-Gel-abgeleiteten Schleifpartikel können geimpft oder nicht geimpft sein. Gleichermaßen können die Sol-Gel-abgeleiteten Schleifpartikel willkürlich ausgebildet sein oder mit einer Gestalt, wie etwa einem Dreieck, verbunden sein. Beispiele von Sol-Gel-Schleifpartikeln enthalten die oben beschriebenen. Das Agglomeratkorn kann im Grunde die gleiche Größe aufweisen wie das Verdünnungsmittelpartikel. Umgekehrt kann das Agglomeratkorn größer sein als das Verdünnungsmittelpartikel.

[0183] Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch mit anderen Schleifagglomeraten kombiniert werden. Das Bindemittel der anderen Schleifagglomerate kann organisch und/oder anorganisch sein. Zusätzliche Details hinsichtlich Schleifagglomeraten können zum Beispiel in in US-Pat. Nr. 4,311,489 (Kressner), 4,652,275 (Bloecher et al.), 4,799,939 (Bloecher et al.), 5,549,962 (Holmes et al.) und 5,975,988 (Christianson) gefunden werden.

[0184] Ist ein Gemisch von Agglomeratschleifkorn oder ein Gemisch von Agglomeratschleifkorn und Schleifpartikeln vorhanden, können die Partikel/Agglomerat-Arten, die das Gemisch bilden, dieselbe Größe aufweisen. Als Alternative dazu können die Partikel/Agglomerat-Arten unterschiedliche Partikelgrößen aufweisen. Zum Beispiel können die größer bemessenen Partikel das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung sein, wobei die kleiner bemessenen Partikel eine andere Partikel/Agglomerat-Art sind. Umgekehrt können zum Beispiel die kleiner bemessenen Schleifpartikel das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung sein, wobei die größer bemessenen Partikel eine andere Partikel/Agglomerat-Art sind.

[0185] Beispiele geeigneter Verdünnungsmittelpartikel enthalten Marmor, Gips, Feuerstein, Siliciumdioxid, Eisenoxid, Aluminiumsilikat, Glas (enthaltend Glasblasen und Glasperlen), Aluminiumoxidblasen, Aluminiumoxidperlen und Verdünnungsmittelagglomerate.

[0186] Die Schleifpartikel können einheitlich in dem Schleifgegenstand verteilt oder in ausgewählten Bereichen oder Abschnitten des Schleifgegenstands konzentriert sein. Zum Beispiel können in einem laminierten Schleifmittel zwei Schichten Schleifpartikel/-korn vorhanden sein. Die erste Schicht umfasst Schleifpartikel/-korn, das nicht das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung ist, und die zweite (äußerste) Schicht umfasst das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung. Gleichermaßen können in einem gebundenen Schleifmittel zwei eindeutige Teilbereiche der Schleifscheibe vorhanden sein. Der äußerste Teilbereich kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen, wohingegen der innerste Teilbereich dies nicht tut. Als Alternative dazu kann das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung einheitlich durch den gebundenen Schleifgegenstand hindurch verteilt sein.

[0187] Weitere Details hinsichtlich laminiertes Schleifprodukte können zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,734,104 (Broberg), 4,737,163 (Larkey), 5,203,884 (Buchanan et al.), 5,152,917 (Pieper et al.), 5,378,251 (Culler et al.), 5,417,726 (Stout et al.), 5,436,063 (Follett et al.), 5,496,386 (Broberg et al.), 5,609,706 (Benedict et al.), 5,520,711 (Helmin), 5,954,844 (Law et al.), 5,961,674 (Gagliardi et al.) und 5,975,988 (Christianson) gefunden werden. Weitere Details hinsichtlich gebundener Schleifprodukte können zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,543,107 (Rue), 4,741,743 (Narayanan et al.), 4,800,685 (Haynes et al.), 4,898,597 (Hay et al.), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,038,453 (Narayanan et al.), 5,110,332 (Narayanan et al.) und 5,863,308 (Qi et al.) gefunden werden. Weitere Details hinsichtlich glasartiger gebundener Schleifmittel können zum Beispiel in US-Pat. Nr. 4,543,107 (Rue), 4,898,597 (Hay), 4,997,461 (Markhoff-Matheny et al.), 5,094,672 (Giles et al.), 5,118,326 (Sheldon et al.), 5,131,926 (Sheldon et al.), 5,203,886 (Sheldon et al.), 5,282,875 (Wood et al.),

5,738,696 (Wu et al.) und 5,863,308 (Qi) gefunden werden. Weitere Details hinsichtlich Vliesschleifprodukten können zum Beispiel in US-Pat. Nr. 2,958,593 (Hoover et al.) gefunden werden.

[0188] Verfahren zum Schleifen mit dem bevorzugten Schleifagglomeratkorn gemäß der vorliegenden Erfindung reichen vom Hochdruckschleifen (d. h. das Entfernen von hohem Aufmaß mit Hochdruck) zum Polieren (z.B. das Polieren medizinischer Implantate mit laminierten Schleifbändern), wobei das Letztere typischerweise mit feineren Graden (z.B. weniger als ANSI 220 und feiner) von Schleifpartikeln unternommen wird. Das Schleifagglomeratkorn kann auch bei Präzisionsschleifanwendungen verwendet werden, wie etwa dem Schleifen von Nockenwellen mit verglasten gebundenen Scheiben. Die Größe des Schleifagglomeratkorns (und der Schleifpartikel, die derartige Agglomerate umfassen), das für eine bestimmte Schleifanwendung verwendet wird, ist für den Fachmann offensichtlich.

[0189] Das Schleifen mit dem Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann trocken oder nass unternommen werden. Beim nassen Schleifen kann die Flüssigkeit eingeführt werden, wobei sie in der Form eines leichten Sprühregens bis zum vollständigen Wasserfluss zugeführt wird. Beispiele von allgemein verwendeten Flüssigkeiten enthalten: Wasser, wasserlösliches Öl, organisches Schmiermittel und Emulsionen. Die Flüssigkeit kann dazu dienen, die mit dem Schleifen in Verbindung stehende Wärme zu reduzieren und/oder als Schmiermittel zu wirken. Die Flüssigkeit kann geringe Mengen an Zusatzstoffen, wie etwa Bakterizid, Entschäumer und dergleichen, beinhalten.

[0190] Das Schleifagglomeratkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann verwendet werden, um Werkstücke zu schleifen, wie etwa Aluminiummetall, Kohlenstoffstahle, Baustahle, Werkzeugstahle, rostfreie Stahle, gehärtete Stahle, Titan, Glas, Keramik, Holz, holzähnliche Materialien, Anstriche, angestrichene Oberflächen, organische laminierte Oberflächen und dergleichen. Die angewandte Kraft während des Schleifens reicht typischerweise von ungefähr 1 bis ungefähr 100 Kilogramm.

[0191] Das Agglomeratschleifkorn gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch in loser Form oder in einem Schlamm verwendet werden, wobei das Agglomeratschleifkorn in flüssigem Medium (z.B. Wasser) dispergiert wird.

Beispiele

[0192] Diese Erfindung wird ferner durch die nachfolgenden Beispiele dargestellt, jedoch sollen die bestimmten Materialien und Mengen von diesen, welche in diesen Beispielen zitiert werden, sowie andere Bedingungen und Details nicht dahin auszulegen sein, diese Erfindung unangemessenerweise zu limitieren. Verschiedene Abwandlungen und Abänderungen der Erfindung werden für den Fachmann offensichtlich. Sofern nicht anders angegeben, sind alle Teile und Prozentsätze in Gewicht angegeben.

Beispiel 1

[0193] Beispiel 1 wurde wie folgt angefertigt. Ein Böhmit-Sol wurde angefertigt, indem 1194 Teile Böhmit (unter der Handelsbezeichnung „DISPERAL“ von Condea Chemie, GmbH in Hamburg, Deutschland, erhalten) mit 3000 Teilen angesäuertem Wasser (das durch das Mischen von 3000 Teilen entionisiertem Wasser mit 71 Teilen konzentrierter Salpetersäure angefertigt wurde) unter Verwendung eines stufenlosen Mischers gemischt wurden.

[0194] Das Sol wurde bei weniger als 160°C für weniger als 48 Stunden getrocknet. Das getrocknete Material wurde zermalmt und dann gesiebt, um –100 Maschen Partikel zu produzieren (U.S. Standard Siebgröße).

[0195] Annähernd 5,7 Liter (1,5 Gallonen) des –100 Maschen-Materials wurden in dem Mischertopf eines Eirich-Mischers (Modell RVO2, von Eirich Machines Inc., Gurnee, IL. erhalten) platziert. Als sowohl die Topfdrehung als auch das Holländermesser auf ihren niedrigsten Einstellungen waren, wurden 1000 Milli-Inch einer Seltenerd-nitratlösung (Lösung (im Folgenden als „REO1-Lösung“ bezeichnet) wurde angefertigt, indem ein Lanthan-, Neodym- und Yttriumnitrat (das, auf einer theoretischen Metalloxidbasis, 23% Seltenerdoxid (d. h. La_2O_3 , Nd_2O_3 und Y_2O_3) aufweist; erhältlich bei Molycorp of Lourviers, CO.) mit einer ausreichenden Menge an einer Magnesiumnitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) Lösung (die, auf einer theoretischen Metalloxidbasis, 11% MgO aufweist; erhältlich bei Mallinckrodt Chemical of Paris, KY.) und einer Kobaltnitrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) Lösung (die, auf einer theoretischen Metalloxidbasis 19 CoO aufweist; erhältlich bei Hall Chemical of Wickliffe, OH.) in einer 4-Liter-Flasche gemischt wurden, um eine Lösung bereitzustellen, die, auf einer theoretischen Metalloxidbasis 5,8% $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5,8 $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 7,1% $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 14,4 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, unge-

fähr 0,4% Co (NO₃)₂·6H₂O beinhaltet, und das entionisierte Ausgleichswasser) langsam in den Mischtopf gegossen, was zu einer Agglomeration des –100 Maschen Materials führte. Nach ungefähr 30 Sekunden langem Mischen wurde die Drehung angehalten und der Topf in Aluminiumböden geleert. Die Agglomerate wurden in einem Gebläseofen bei 80°C 16 Stunden lang getrocknet und dann unter Verwendung eines rostfreien Siebs Nr. 22 (978 Mikrometer-Löcher) gesiebt, um die Agglomerate zu trennen. Die zurückgehaltenen Agglomerate wurden unter Verwendung eines Pulverisiergeräts (Modell UD, von Braun Corp., Los Angeles, CA. erhalten) zermalm. Das zermalmte Material wurde dann über einem rostfreien Sieb Nr. 70 (269 Mikrometer Löcher) gesiebt. Die zurückgehaltenen Agglomerate wurden in einen Drehkalzinierofen gespeist, um kalziniertes Material bereitzustellen. Der Kalzinierofen bestand aus einem Innendurchmesser von 15 cm, einer Länge von 1,2 Metern, einem Edelstahlrohr mit einer Heißzone von 0,3 Metern. Das Rohr war in einem 3,0 Grad-Winkel hinsichtlich der Horizontalen geneigt. Das Rohr drehte sich bei ungefähr 3,5 U/min, um eine Verweilzeit in dem Rohr von ungefähr 4-5 Minuten bereitzustellen. Die Temperatur der Heißzone betrug ungefähr 650°C.

[0196] Das kalzinierte Material wurde in einen Drehfeuerungs-/sinterofen gespeist. Der Feuerungs-/Sinterofen bestand aus einem Innendurchmesser von 8,9 cm, einem 1,32 Meter langen Siliciumcarbidrohr, das zu 4,4 Grad hinsichtlich der Horizontalen geneigt war, und wies eine Heißzone von 31 cm auf. Die Wärme wurde extern über elektrische SiC-Heizelemente angewandt. Der Sinterofen drehte sich bei 6,0 U/min, um eine Verweilzeit in dem Rohr von ungefähr 5 Minuten bereitzustellen. Die Feuerungs-/Sintertemperatur betrug ungefähr 1430°C. Das Produkt verließ den Ofen in Raumtemperaturluft, wo es in einem Metallbehälter eingesammelt und bei Raumtemperatur auskühlen gelassen wurde.

[0197] Die Dichte des Agglomeratschleifkorns wurde unter Verwendung eines Heliumgas-Pyknometers (unter der Handelsbezeichnung „MICROMERITICS ACCUPYC 1330“ bei Micromeritics Instruments Corp., Norcross, GA. erhalten) gemessen. Der Mittelwert von drei Durchläufen eines Musters von 12 Gramm war die Dichte. Die Dichte des Schleifkorns von Beispiel 1 wurde als 3,89 g/cm³ bestimmt.

[0198] Die Schüttdichte des Agglomeratschleifkorns wurde unter Verwendung eines Gerätes bestimmt, das aus einem Metalltrichter mit einem Innendurchmesser von 11,3 cm am Oberteil und einem Innendurchmesser am Schaft von 1,3 cm bestand. Die Gesamthöhe des Trichters betrug ungefähr 9,0 cm (enthaltend den Schaft). Der Trichter wurde auf einem Ringständer über einem Messingbecher (3,9 cm Innendurchmesser × 8,45 cm Höhe) platziert, so dass die Basis des Trichterschachts 11,5 cm über dem Oberteil des Bechers lag (Das Volumen des Bechers wurde durch das Füllen des Bechers mit Wasser aus einem abgestuften Messglas bestimmt). Das Volumen des Bechers wurde als 100,0 cm³ errechnet.

[0199] Um zu erlauben, dass der Trichter mit dem Agglomeratschleifkorn gefüllt wird, wurde der Schacht des Trichters mit einem an der Außenseite des Trichterschachts befestigten Gummiball geschlossen. Das Agglomeratschleifkorn wurde in den Trichter gegossen. Der Gummiball wurde entfernt, um zu erlauben, dass sich das Agglomeratschleifkorn in den Metallbecher ausleert und diesen schließlich überläuft. Unter Verwendung einer geraden Kante wurde das Agglomeratschleifkorn vorsichtig zu dem Oberteil des Bechers abgeflacht, abgeklopft, um zu erlauben, dass sich das Agglomeratschleifkorn in dem Becher niederlässt, und dann gewogen. Die Schüttdichte wurde bestimmt, indem das Gewicht des Minerals und Bechers minus des Gewichts des Bechers durch das Volumen des Bechers (der wie oben beschrieben als 100,0 cm³ bestimmt wurde) geteilt wurde. Die Schüttdichte soll einen Mittelwert von drei unabhängigen Messungen haben. Die Schüttdichte des Agglomeratschleifkorns von Beispiel 1 war 1,59 g/cm³.

Beispiel 2

[0200] Ein Böhmit-Sol wurde angefertigt, indem unter Verwendung eines stufenlosen Mischers 1194 Teile Böhmit („DISPERAL“) mit 3000 Teilen angesäuertem Wasser (angefertigt durch das Mischen von 3000 Teilen entionisiertem Wasser mit 71 Teilen konzentrierter Salpetersäure), 390 Teilen Magnesiumnitratlösung (11% MgO Feststoffe; erhalten bei Mineral Research and Development Corp., Harrisburg, NC) und 400 Teilen 3,6%, auf einer theoretischen Oxidbasis, Fe₂O₃ einer Suspension eines Eisenoxyhydroxids (γ-FeOOH; wässrige Dispersion (pH-Wert = 5,0-5,5), wovon ungefähr 90 bis 95% Lepidocrocit und Goethit, nadelförmige Partikel mit einer mittleren Partikelgröße von ungefähr 0,05 bis 0,1 Mikrometern, einem Verhältnis von Länge zu Durchmesser oder Breite von ungefähr 1:1 bis 2:1 und einer Flächenausdehnung von ungefähr 115,3 m²/g sind) gemischt wurden. Das Sol wurde bei weniger als 160°C für weniger als 48 Stunden getrocknet. Das getrocknete Material wurde zermalm und dann gesiebt, um –100 Maschen Partikel zu produzieren (U.S. Standard-Siebgröße).

[0201] Ein Abschnitt des getrockneten –100 Maschen Materials wurde agglomeriert, indem Wasser in einen

Scheibenpelletierer von 40,6 cm (erhalten bei Feeco International, Green Bay, WI.) gesprüht wurde. Das resultierende Agglomeratschleifkorn (60-65 Feststoffe) wurde getrocknet, kalziniert und gefeuert/gesintert, wie in Beispiel 1 beschrieben, mit der Ausnahme, dass die Feuerungs-/Sintertertemperatur 1330°C bei einer Verweilzeit von ungefähr 10 Minuten betrug. Es wurden einheitlich bemessene Agglomerate gebildet. Die resultierenden Agglomeratschleifkörner wurden auf -16+20 und -20+30 Maschengrößen gesiebt und wurden verwendet, um laminierte Schleifscheiben herzustellen. Die laminierten Schleifscheiben wurden nach herkömmlichen Vorgängen hergestellt. Die Agglomeratschleifkörner wurden zu 17,8 cm Durchmesser, 0,8 mm dicken vulkanisierten Faserunterlageschichten (mit einem Mittelloch mit einem Durchmesser von 2,2 cm) unter Verwendung eines herkömmlichen Kalziumkarbonatgefüllten phenolischen Herstellungsharzes (48% Resol-Phenolharz, 52% Kalziumkarbonat, verdünnt zu 81 Feststoffen mit Wasser und Glykolether) und eines herkömmlichen Kryolith-gefüllten phenolischen Größenharzes (32% Resol-Phenolharz, 2% Eisenoxid, 66 Kryolith, verdünnt zu 78% Feststoffen mit Wasser und Glykolether) gebunden.

[0202] Das Gewicht des nassen Herstellungsharzes betrug ungefähr 145 g/m². Das Agglomeratschleifkorngewicht betrug ungefähr 600 g/m² (-20+30 Maschen) und ungefähr 1000 g/m² (-16+20 Maschen). Unmittelbar nach dem Auftragen der Herstellungsbeschichtung wurden die Agglomerate tropfbeschichtet. Das Herstellungsharz wurde 90 Minuten lang bei 88°C vorgehärtet. Das Nassgrößengewicht betrug ungefähr 650 g/m² (-20+30 Maschen) und ungefähr 900 g/m² (-16+20 Maschen). Das Größenharz wurde 90 Minuten lang bei 88°C vorausgehärtet, gefolgt von einer endgültigen Aushärtung von 10 Stunden bei 100°C. Eine herkömmliche übergroße KBF₄ Beschichtung (320 g/m²) wurde auf die ausgehärtete Größenbeschichtung aufgetragen. Die laminierten Schleifscheiben wurden vor dem Testen gebogen.

[0203] Es wurden laminierte Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels A wie für Beispiel 2 beschrieben, angefertigt, mit der Ausnahme, dass das Schleifmaterial Schleifpartikel mit dem ANSI-Grad 60 waren, die bei der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „201 CUBITRON“ erhältlich sind, elektrostatisch beschichtet war und ungefähr 325 g/m² Größenharz verwendet wurden. Das Schleifmaterialgewicht betrug ungefähr 400 g/m².

[0204] Es wurden jeweils vier der laminierten Schleifscheiben von Beispiel 2, -16+20 Maschen- und -20+30 Maschen-Agglomerat, 12 Minuten lang auf 4130 Baustahl-Werkstücken evaluiert. Jede Scheibe wurde an einer harten phenolischen Hilfsunterlage mit einem Durchmesser von 16,5 cm, 1,57 mm dick, befestigt, welche ihrerseits auf einem Stahlflansch mit einem Durchmesser von 15,2 cm befestigt war. Die befestigte Scheibe wurde entgegen dem Uhrzeigersinn bei 3550 U/min gedreht. Die 1,8 mm große periphere Kante eines 4130 Baustahlwerkstücks mit 25 cm Durchmesser entfaltete sich um 7° von einer Position, die normal zu der laminierten Schleifscheibe lag, unter einer Last von ungefähr 4 kg. Das Werkstück wurde zu Beginn des Tests gewogen und in Zeitabständen von zwei Minuten, um die Menge an entferntem (d. h. geschliffenem) Baustahl zu bestimmen. Die mittleren anfänglichen, endgültigen und gesamten Schliche für die laminierten Schleifscheiben des Beispiels 2 betragen, für das -16+20 Maschen-Agglomeratschleifkorn, 13,5 Gramm, 9,2 Gramm bzw. 65 Gramm und, für das -20+30 Maschen-Agglomeratschleifkorn, 15,8 Gramm, 9,5 Gramm bzw. 71,8 Gramm. Die mittleren anfänglichen, endgültigen und gesamten Schliche für die laminierten Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels A betragen 22,2 Gramm, 13,8 Gramm bzw. 101,8 Gramm.

Beispiel 3

[0205] Beispiel 3 wurde wie folgt angefertigt. Ein Böhmit-Sol wurde angefertigt, indem 1194 Teile Böhmit („DISPERAL“) mit 3000 Teilen angesäuertem Wasser (das durch das Mischen von 3000 Teilen entionisiertem Wasser mit 71 Teilen konzentrierter Salpetersäure angefertigt wurde) unter Verwendung eines stufenlosen Mischers gemischt wurden. Das Sol wurde bei weniger als 160°C für weniger als 48 Stunden getrocknet. Das getrocknete Material wurde zermalmt und dann gesiebt, um -60+120 Maschen Partikel zu produzieren (U.S. Standard-Siebgröße).

[0206] Die -60+120 Maschen getrockneten Partikel wurden bei 210 g/min. in einen Scheibenpelletierer von 40,6 cm (bei Feeco International, Green Bay, WI. erhalten) gespeist und mit angesäuertem Wasser (4,7 Salpetersäure) gemischt, das bei 96 g/min. in den Scheibenpelletierer von 40,6 cm gesprüht wurde. Es wurden einheitlich bemessene Agglomerate gebildet. Die Agglomerate wurden auf Aluminiumböden in einem Gebläseofen bei 95°C 16 Stunden lang getrocknet. Die getrockneten Agglomerate wurden in einem herkömmlichen Muffelofen bei 650°C 8 Stunden lang kalziniert. Nach dem Auskühlen wurden ungefähr 1000 Gramm der kalzinierten Agglomerate in 2000 ml REO1 Lösung (siehe Beispiel 1) getränkt. Es wurde ein Saugapparat verwendet, um ein Vakuum auf die in der Flasche. beinhaltete Agglomerate/die Lösung zu ziehen. Nach ungefähr 5 Minuten wurde das Vakuum abgebaut und die Agglomerate in einem Büchner-Filter mit Papier Nr. 54 platziert. Es wurde ein Saugapparat verwendet, um bei der Entfernung überschüssiger Oberflächenflüssigkeit be-

hilflich zu sein. Die imprägnierten Agglomerate wurden dann getrocknet, kalziniert und gefeuert/gesintert, wie in Beispiel 1 beschrieben, mit der Ausnahme, dass die Feuerungs-/Sinter Temperatur 1410°C betrug.

[0207] Die Dichte des gefeuerten/gesinterten Agglomeratschleifkorns wurde wie in Beispiel 1 beschrieben bestimmt und stellte sich als 3,93 g/cm³ heraus. Die gefeuerten/gesinterten Agglomeratschleifkörner wurden auf +14 Maschen, -14+16 Maschen, -16+18 Maschen, -18+20 Maschen, -20+24 Maschen, -24+30 Maschen, -30+40 Maschen und -40 Maschen gesiebt. Die Dichten dieser verschiedenen bemessenen Agglomeratschleifkörner wurden auch mit dem Heliumgaspyknometer, wie in Beispiel 1 beschrieben, bestimmt und stellten sich als 3,925 g/cm³, 3,932 g/cm³, 3,930 g/cm³, 3,930 g/cm³, 3,935 g/cm³, 3,944 g/cm³, 3,953 g/cm³ bzw. 3,950 g/cm³ heraus.

[0208] [Fig. 6](#) ist eine optische Mikroaufnahme eines -20+24 Maschen Agglomeratschleifkorns von Beispiel 3 bei 25x.

[0209] Ein Abschnitt des -20+24 Maschen Agglomeratschleifkorns wurde in laminierte Schleifscheiben inkorporiert, welche auf Schleifleistung getestet wurden. Die laminierten Schleifscheiben wurden nach der Beschreibung in Beispiel 2 hergestellt, mit der Ausnahme, dass die Agglomeratschleifkörner elektrostatisch beschichtet wurden. Das Agglomeratschleifkorngewicht betrug ungefähr 600 g/m². Ein Abschnitt des -40 Maschen Materials, das aufgrund seiner Größe nicht agglomeriertes Material war, wurde ebenfalls in die laminierten Schleifscheiben inkorporiert und diente als laminierte Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels B.

[0210] Die laminierten Schleifscheiben von Beispiel 3 und Vergleichsbeispiel B wurden auf einem Gleitwirkungsschleifapparat unter Verwendung von 10,5 Kilogramm Druck und 1018 Baustahl-Werkstücken geschliffen. Jede laminierte Schleifscheibe wurde auf einer abgefasten Aluminiumhilfsunterlage befestigt und verwendet, um die Vorderseite eines vorgewogenen 1,25 cm × 18 cm × 10 cm 1018 Baustahlwerkstücks zu schleifen. Die Scheibe wurde bei 5000 U/min angetrieben, während der Abschnitt der Scheibe, welcher die abgefastete Kante der Hilfsunterlage überlagert, das Werkstück kontaktierte. Jede Scheibe wurde verwendet, um einzelne Werkstücke in einer Reihenfolge von einminütigen Zeitabständen zu schleifen. Der anfängliche Schliff, endgültige Schliff und gesamte Schliff für die -20+24 Maschen laminierten Schleifscheiben betrug 80,4 Gramm, 26,8 Gramm bzw. 804,4 Gramm und für die laminierten Schleifscheiben von Vergleichsbeispiel B 113,6 Gramm, 5,3 Gramm bzw. 884,2 Gramm. Zusätzliche Schleifdaten sind in [Fig. 7](#) dargestellt, wobei Linie **100** die Schleifdaten für die -20+24 Maschen laminierten Schleifscheiben von Beispiel 3 zeigen und Linie **102** die Schleifdaten für die laminierten Schleifscheiben von Vergleichsbeispiel B.

Beispiel 4

[0211] Beispiel 4 wurde wie folgt angefertigt. Das getrocknete Material wurde wie in Beispiel 1 beschrieben angefertigt, mit der Ausnahme, dass es auf -60+120 Maschen (15% +40 Maschen; 41% +50 Maschen; 11% +60 Maschen; 20% +80 Maschen und 13% -80 Maschen) gesiebt wurde. Die -60+120 Maschen getrockneten Partikel wurden bei einer Geschwindigkeit von 275 g/min. in den Scheibenpelletierer von 40,6 cm gespeist und mit angesäuertem Wasser (5,45% Salpetersäure) gemischt, das bei 108 g/min. in den Agglomerator (auf die Partikel) gesprüht wurde. Es wurden einheitlich bemessene Agglomerate gebildet. Die resultierenden Agglomerate wurden in ein Vibrationsspeisegerät gespeist und in einen Ofen mit einem 6 Meter langen Band bei einer Temperatur von 115°C gespeist. Die Geschwindigkeit des Bandes war eine Geschwindigkeit von 76 cm/min. Die getrockneten Agglomerate wurden wie in Beispiel 1 kalziniert und dann über einem 34 rostfreiem Stahlsieb (580 Mikrometer) gesiebt, um Feinanteile zu entfernen, und dann durch ein 13TM Sieb (1650 Mikrometer), um grobe Partikel zu entfernen.

[0212] Es wurden ungefähr 15 Kilogramm imprägnierter Agglomerate angefertigt, indem die +34-13TM Partikel mit 10800 Gramm REO1 Lösung (in Beispiel 1 beschrieben) imprägniert wurden, indem die Partikel und Lösung in einem herkömmlichen, tragbaren Zementmischer, von dem die Schieber entfernt wurden, rolliert wurden. Die imprägnierten Agglomerate wurden mit drei Heißluftpistolen imprägniert, während die Partikel in dem Zementmischer rolliert wurden. Die imprägnierten Agglomerate wurden dann kalziniert und gefeuert/gesintert, wie in Beispiel 1 beschrieben, mit der Ausnahme, dass die Feuerungs-/Sinter Temperatur 1400°C betrug. Die kalzinierten Partikel wurden bei 72 g/min. in den Feuerungs-/Sinterofen gespeist.

[0213] Der Porositätswert des Agglomeratschleifkorns wurde bestimmt, indem die Zwischenkornporosität in dem Agglomeratschleifkorn durch das Gesamtvolumen der Agglomerate geteilt und dann das Ergebnis mit 100 multipliziert wurde. Dieses Verfahren der Bereitstellung eines Porositätswerts wurde wie folgt entwickelt. Für Sphären, denen die Agglomerate typischerweise in etwa entsprechen, ist die maximale Dichte, die für das will-

kürliche Packen einheitlicher Sphären erhalten werden kann, 63% (siehe „Mechanical Packing of Spherical Agglomerates“, Journal of the American Ceramic Society, Bd. 44, Nr. 10, Okt. 1961, S. 513-22). Für eine Masse des Agglomeratschleifkorns ist das Gesamtvolumen, GV, gleich der Summe des Volumens des Agglomeratschleifkorns, VA, plus dem Volumen des Leerraums zwischen dem Agglomeratschleifkorn, VL. Es sei bemerkt, dass das Gesamtvolumen, GV, auch die Umkehrfunktion der Abklopfdichte, AD, ist.

[0214] Das Volumen des Agglomeratschleifkorns, VA, ist die Summe des Volumens des festen Abschnitts des Agglomeratschleifkorns, VF, plus dem Volumen der Porosität (Poren) innerhalb des Agglomeratschleifkorns, VP. Es sei bemerkt, dass das Volumen des festen Abschnitts des Agglomeratschleifkorns, VF, das umgekehrte der wahren Dichte ist, WD. Den oben beschriebenen 63% Packungswert nehmend, wurde die folgende Gleichung verwendet.

$$VA/GV = 0,63 \quad (1).$$

[0215] Da, wie oben bemerkt, das Gesamtvolumen des Agglomeratschleifkorns, GV, die Umkehrfunktion der Abklopfdichte, AD, ist.

$$VA = 0,63/BD \quad (2).$$

[0216] Ferner, da $VA = VP + VF$ und VP die Umkehrfunktion der Dichte, WD,

$$VA = VP + (WD)^{-1} \quad (3).$$

[0217] Durch das Kombinieren des Letzteren und dann dem neu Anordnen des Ergebnisses,

$$VP = 0,63 (AD)^{-1} - (WD)^{-1} \quad (4).$$

[0218] Der Prozentsatz an Poren in dem Agglomeratschleifkorn, hier als „Porositätswert“ bezeichnet, ist die Kombination des Volumens an Poren in dem Agglomeratschleifkorn und der Zwischenkomporosität, VP, geteilt durch das Gesamtvolumen des Agglomeratschleifkorns, VA, mal 100%. Somit;

$$\text{Porositätswert} = 100\%(1 - (AD/0,63WD)) \quad (5).$$

[0219] Die Abklopfdichte des Agglomeratschleifkorns, AD, wurde wie folgt bestimmt. Ungefähr 50 ml des Agglomeratschleifkorns wurden gewogen und dann in einen 50 ml Glas abgestuften Zylinder (Nr. 20026; unter der Handelsbezeichnung „KIMAX“ erhalten) gegossen, während der Zylinder axial unter Verwendung eines Rütteltisches (Modell J-1; unter der Handelsbezeichnung „STYRON“ bei FMC Corp., Homer City, CA., erhalten) vibriert wurde. Die Intensität der Vibration wurde eingestellt, damit sich ein minimales Volumen des Agglomeratschleifkorns in dem Zylinder ergibt. Dieses minimale Volumen wurde durch das Gewicht des Agglomeratschleifkorns geteilt, damit sich die Abklopfdichte ergibt.

[0220] Die wahre Dichte, WD, des resultierenden Agglomeratschleifkorns, wurde wie in Beispiel 1 beschrieben bestimmt und stellte sich als $3,96 \text{ g/cm}^3$ heraus. Die Agglomeratschleifkörner wurden gesiebt und stellten sich als 1,5%+16 Maschen, 16,7% +20 Maschen, 34,2% +30 Maschen, 28,6% +40 Maschen, 11,8% +50 Maschen, 2,6% +60 Maschen und 4,6% –60 Maschen heraus. Die wahren Dichten, WD, des –16+26 Maschen, –26+34 Maschen und –34+48 Maschen Agglomeratschleifkorns wurden wie in Beispiel 1 beschrieben bestimmt und stellten sich als $3,94 \text{ g/cm}^3$, $3,94 \text{ g/cm}^3$ bzw. $3,945 \text{ g/cm}^3$ heraus. Die Schüttdichten des –16+26 Maschen, –26+34 Maschen und –34+48 Maschen Agglomeratschleifkorns wurden, wie in Beispiel 1 beschrieben, bestimmt und stellten sich als $1,43 \text{ g/cm}^3$, $1,41 \text{ g/cm}^3$ bzw. $1,48 \text{ g/cm}^3$ heraus.

[0221] Die Abklopfdichten des –16+26 Maschen, –26+34 Maschen und –34+48 Maschen Agglomeratschleifkorns wurden bestimmt und stellten sich als $1,64 \text{ g/cm}^3$, $1,71 \text{ g/cm}^3$ bzw. $1,80 \text{ g/cm}^3$ heraus. Unter Verwendung von Gleichung 5 wurden somit die Porositätswerte für das –16+26 Maschen, –26+34 Maschen und –34+48 Maschen Agglomeratschleifkorn bestimmt und stellten sich als 33,9%, 31,1% bzw. 27,6% heraus.

[0222] Die Agglomeratschleifkörner wurden über 66/48/34/26 rostfreien Stahlsieben gesiebt. Ein Abschnitt des –26+34 Siebmaterials wurde verwendet, um laminierte Schleifscheiben, wie in Beispiel 2 beschrieben, herzustellen, mit der Ausnahme der Herstellungs-, Agglomeratschleifkorn-, Größen- und übergroßen Gewichte, die 4,5 Gramm, 14 Gramm, 14,4 Gramm bzw. 12 Gramm (pro 7 Inch Scheibe) waren. Das –66 Maschen Agglomeratschleifkorn wurde auf –50+60 Maschen gesiebt, welches aufgrund seiner Größe nicht agglomeriertes

Material war, wurde ebenfalls in die laminierten Schleifscheiben inkorporiert und diente als laminierte Schleifscheiben des Vergleichsbeispiels C. Das Herstellungs-, Schleifkorn-, Größen- und übergroße Gewicht für die Scheiben des Vergleichsbeispiels C betragen 3,5 Gramm, 12 Gramm bzw. 7 Gramm (pro 7 Inch Scheibe).

[0223] Die Schleifleistung der Scheiben wurden wie in Beispiel 2 beschrieben evaluiert, mit der Ausnahme, dass die Scheiben bei 5200 U/min. auf 304 rostfreien Stahlwerkstücken unter verschiedenen Schleifdrücken angetrieben wurden. Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) sind die Schleifergebnisse bei einem Druck von 6,4 Kilogramm (14 lbs.) für die laminierten Schleifscheiben von Beispiel 4 durch Linie **114** gezeigt und für die laminierten Schleifscheiben von Vergleichsbeispiel C durch Linie **108**. Wiederum unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) sind die Schleifergebnisse bei einem Druck von 7,3 Kilogramm (16 lbs.) für die laminierten Schleifscheiben von Beispiel 4 durch Linie **112** gezeigt und für die laminierten Schleifscheiben von Vergleichsbeispiel C durch Linie **106**. Ferner sind die Schleifergebnisse bei einem Druck von 10,0 Kilogramm (22 lbs.) für die laminierten Schleifscheiben von Beispiel 4 durch Linie **110** gezeigt und für die laminierten Schleifscheiben von Vergleichsbeispiel C durch Linie **104**. Das Vergleichsbeispiel C bei 10,0 kg Schleifdruck überstand die erste Minute des Tests nicht.

[0224] Ein Abschnitt des -26+34 Maschen Materials, des 26+34 Maschen Materials, des -34+48 Maschen Materials, des -50+60 Maschen Materials (Vergleichsbeispiel C) und der Schleifpartikel mit ANSI Grad 36, die bei der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „321 CUBITRON“ erhältlich ist, wurden verwendet, um die laminierten Schleifbänder herzustellen. Letzteres, das unter Verwendung von Tropfbeschichtung der Schleifpartikel sowie elektrostatischer Beschichtung der Partikel hergestellt wurde, diente als Vergleichsbeispiel D. Die Agglomeratschleifkörner wurden, 30,5 cm breit auf 0,8 mm dick, mit der Polyesterstoffunterlagschicht unter Verwendung eines herkömmlichen Kalziumcarbonat-gefüllten phenolischen Herstellungsharzes (48% Resol-Phenolharz, 52% Kalziumcarbonat, verdünnt zu 81 Feststoffen mit Wasser und Glykolether) und eines herkömmlichen Kryolith-gefüllten phenolischen Größenharzes (32% Resol-Phenolharz, 2% Eisenoxid, 66 Kryolith, verdünnt zu 78% Feststoffen mit Wasser und Glykolether) gebunden. Das Gewicht des nassen Herstellungsharzes betrug ungefähr 293 g/m². Unmittelbar nach dem Auftragen der Herstellungsbeschichtung wurden die Agglomerate beschichtet. Das hergestellte Harz wurde 90 Minuten lang bei 88°C vorausgehärtet. Das Nassgrößengewicht betrug ungefähr 432 g/m². Das Agglomeratschleifkorngewicht betrug ungefähr 909 g/m². Das Größenharz wurde 90 Minuten lang bei 88°C vorausgehärtet, gefolgt von einer endgültigen Aushärtung von 10 Stunden bei 100°C. Eine herkömmliche übergroße KBF₄ Beschichtung (292 g/m²) wurde auf die ausgehärtete Größenbeschichtung aufgetragen. Die laminierte Unterlagschicht wurde unter Verwendung bekannter Verfahren in Bänder umgewandelt. Die laminierten Schleifbänder (3 × 13 Inch) wurden vor dem Testen gebogen. Die -16+26 Maschen Bänder von Beispiel 4 wurden durch Tropfbeschichtung des Agglomeratschleifkorns sowie durch elektrostatische Beschichtung des Agglomeratschleifkorns hergestellt. Die -26+34 Maschen Bänder von Beispiel 4 wurden durch Tropfbeschichtung des Agglomeratschleifkorns hergestellt. Die -34+48 Maschen Bänder von Beispiel 4 wurden durch elektrostatische Beschichtung des Agglomeratschleifkorns hergestellt.

[0225] Die Schleifleistung der -26+34 Maschen Bänder von Beispiel 4 und der -34+48 Maschen Bänder von Beispiel 4 wurden auf 304 rostfreien Stahlwerkstücken bei einem Druck von $1,05 \times 10^5$ kg/m² (150 psi) evaluiert. Die Schleifresultate sind in [Fig. 9](#) gezeigt, wo Linie **116** das -26+34 Maschen Band von Beispiel 4 ist und Linie **118** das -34+48 Maschen Band von Beispiel 4 ist. Die Schleifergebnisse auf dem 304 rostfreien Stahlwerkstück bei einem Druck von 9,1 Kilogramm und 1750 U/min sind in [Fig. 10](#) gezeigt, wo Linie **128** das -26+34 Maschen Band von Beispiel 4 ist, Linie **126** das -34+48 Maschen Band von Beispiel 4 ist, Linie **130** das -16+26 Maschen elektrostatisch beschichtete Band von Beispiel 4 ist und Linie **132** das -16+26 Maschen tropfbeschichtete Band von Beispiel 4 ist. Des Weiteren wurden auch Grad 50, 60 und 80 laminierte Schleifbänder, bei der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „977F REGALLOY“ erhältlich, unter den letztgenannten Bedingungen geschliffen. Die Schleifergebnisse dieser Grad 50, 60 und 80 laminierten Schleifbänder sind in [Fig. 10](#) als Linien **124**, **120** bzw. **122** gezeigt.

[0226] Die Schleifergebnisse der -16+26 elektrostatisch beschichteten Bänder von Beispiel 4 sowie die Bänder von Vergleichsbeispiel E, hergestellt aus Schleifpartikeln von ANSI Grad 36 und erhältlich bei der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „321 CUBITRON“, wurden auf Gussaluminium bei einem Druck von 150 psi (1031 kPa) und 7380 Oberfläche ft./min. (2250 m/min.) evaluiert. Unter Bezugnahme auf [Fig. 11a](#) zeigt Linie **136** die Schleifdaten für das -16+26 elektrostatisch beschichtete Band von Beispiel 4, Linie **134** sind die Schleifdaten für das Band von Vergleichsbeispiel E. Das Band von Vergleichsbeispiel E wurde wie oben beschrieben unter Verwendung des elektrostatisch beschichteten Schleifkorns hergestellt.

[0227] Die Schleifleistung der -16+26 tropfbeschichteten Bänder von Beispiel 4, -16+26 elektrostatisch be-

schichteten Bänder von Beispiel 4 und Bänder von Vergleichsbeispiel E sowie Bänder von Vergleichsbeispiel F, hergestellt aus ANSI Grad 36 Schleifpartikeln, die bei der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „321 CUBITRON“ erhältlich sind, wurden wie oben für die 16+26 tropfbeschichteten Bänder von Beispiel 4 und Bänder von Vergleichsbeispiel E evaluiert, mit der Ausnahme, dass die Werkstücke 304 rostfreie Stahlwerkstücke waren. Unter Bezugnahme auf [Fig. 11b](#) zeigt Linie **140** die Schleifdaten für das –16+26 tropfbeschichtete Band von Beispiel 4, Linie **138** die Schleifdaten für das –16+26 elektrostatisch beschichtete Band von Beispiel 4, Linie **142** zeigt die Schleifdaten für das –16+26 tropfbeschichtete Band von Beispiel 4 und Linie **144** die Schleifdaten für das Band von Vergleichsbeispiel F. Das Band von Vergleichsbeispiel F wurde wie oben beschrieben unter Verwendung des tropfbeschichteten Schleifkorns hergestellt.

Beispiel 5

[0228] Beispiel 5 wurde wie folgt angefertigt. Ein Böhmit-Sol wurde angefertigt, indem 1194 Teile Böhmit („DISPERAL“) mit 3000 Teilen angesäuertem Wasser (das durch das Mischen von 3000 Teilen entionisiertem Wasser mit 71 Teilen konzentrierter Salpetersäure angefertigt wurde) unter Verwendung eines stufenlosen Mischers gemischt wurden. Das Sol wurde bei weniger als 160°C für weniger als 48 Stunden getrocknet. Das getrocknete Material wurde zermalmt und dann gesiebt, um –40+80 Maschen Partikel zu produzieren (U.S. Standard Siebgröße).

[0229] Die zurückbehaltenen Partikel wurden in einen Drehkalzinierofen gespeist, um kalziniertes Material aus Gamma-Aluminiumoxid bereitzustellen. Der Kalzinierofen bestand aus einem Innendurchmesser von 15 cm, einer Länge von 1,2 Metern, einer Edelstahlröhre mit einer Heißzone von 0,3 Metern. Das Rohr war zu einem 3,0 Grad-Winkel hinsichtlich der Horizontalen geneigt. Das Rohr drehte sich bei ungefähr 3,5 U/min, um eine Verweilzeit in dem Rohr von ungefähr 4-5 Minuten bereitzustellen. Die Temperatur der Heißzone betrug ungefähr 650°C.

[0230] Ungefähr 200 Gramm der –40+80 Maschen kalzinierten Partikel wurden in einen Scheibenpelletierer von 40,6 cm (erhalten bei Feeco International, Green Bay, WI.) gespeist.

[0231] Ein zweiter Böhmit-Sol wurde angefertigt, indem 333 Teile Böhmit mit 3000 Teilen angesäuertem Wasser, wie oben beschrieben, gemischt wurden. Ungefähr 136 Gramm dieses Sols wurden auf die kalzinierten Partikel gesprüht, während sie in dem Scheibenpelletierer von 40,6 cm rolliert wurden. Einheitlich bemessene Agglomerate wurden gebildet, die auf Aluminiumböden in einem Gebläseofen bei 95°C 16 Stunden lang getrocknet wurden. Die getrockneten Agglomerate wurden dann in einem Drehofen wie oben beschrieben kalziniert.

[0232] Die kalzinierten Agglomerate wurden mit REO1 Lösung (in Beispiel 1 beschrieben) unter Verwendung von 68 Teilen Lösung pro 100 Gramm Agglomerate imprägniert. Die Lösung wurde auf ein Bett der Agglomerate gegossen, während sie in dem Scheibenpelletierer rolliert wurden. Die imprägnierten Agglomerate wurden dann getrocknet, indem eine Heißluftpistole auf die Agglomerate gerichtet wurde, während sie rolliert wurden. Die getrockneten Agglomerate wurden kalziniert und gefeuert/gesintert, wie in Beispiel 1 beschrieben, mit der Ausnahme, dass die Feuerungs-/Sintertemperatur 1400°C betrug.

Beispiel 6

[0233] Beispiel 6 wurde wie folgt angefertigt. Ein 58%-iges Feststoff-Böhmitgel wurde hergestellt, indem 100 Teile von 150 Maschen und feineren Böhmit-Brecher-Feinanteilen (wie in Beispiel 1 beschrieben angefertigt) mit 72,4 Teilen angesäuertem Wasser (69,4 Teile Wasser und 3 Teile 67%-ige Salpetersäure) unter Verwendung eines stufenlosen Verarbeiters (unter der Handelsbezeichnung „READCO“ bei Readco Company, York, PA. erhalten) kombiniert wurden. Das Gel wurde durch einen 2 Inch (5,1 cm) großen Einschneckenextruder (bei Bonnot Company, Uniontown, OH., erhalten), der mehrere 0,012 Inch (0,31 mm) große Öffnungen aufwies, extrudiert. Das extrudierte Gel wurde bei 80°C 4 Stunden lang getrocknet, in ungefähr 1,6 mm große Stäbe gebrochen und in einem Drehofen wie im Kalzinierschritt, der in Beispiel 1 beschrieben ist, auf 650°C vorgefeuert.

[0234] 50 Gramm der kalzinierten Gamma-Alluminiumoxidstäbe wurden mit 50 Gramm Böhmit-Feinanteilen (wie in Beispiel 1 beschrieben angefertigt) kombiniert, wobei die Siebgröße –40+100 Maschen betrug. Die Mischung wurde in dem Scheibenpelletierer von 40,6 cm platziert, um 34 Grad hinsichtlich der Horizontalen geneigt und bei 30 U/min. gedreht. Eine Mischung aus 58 Gramm REO1 Lösung (in Beispiel 1 beschrieben) und 3 Gramm Salpetersäure (67%) wurde unter Verwendung eines Handzerstäubers auf die Partikel gesprüht,

während sie rolliert wurden. Die resultierenden Agglomerate wurden an der Luft über Nacht trocknen gelassen, wonach sie in einem Metalltiegel auf 650°C kalziniert wurden und dann in einem Drehrohrofen wie in Beispiel 1 beschrieben bei 1400°C gefeuert/gesintert wurden. Die Agglomerate wurden dann über einem 40 Maschen Sieb gesiebt, um einzelne Partikel zu entfernen.

Beispiele 7-11

[0235] Beispiele 7-11 wurden wie folgt angefertigt. Schleifschlämme wurde angefertigt, indem Schleifpartikel, keramisches Bindemittel-Präkursormaterial, Acrylatharz und Initiatoren nach den unten in Tabelle 1 aufgelisteten Formulierungen gründlich gemischt wurden.

Tabelle 1

Material	Mengen für Bsp. 7 und 8, g	Mengen für Bsp. 9 und 10, g	Mengen für Bsp. 11, g
TMPTA	300	150	300
KB1	3,0	1,5	3,0
CH	2,0	1,0	2,0
SCA	15,0	4,0	8,0
AOP	1000	550	1100
Nr. 60 AG321	2000	-	-
P320 AG321	500	-	-
P80 AO	-	1375	-
P80 SC	-	-	2750
Gesamtgehalt anorganischer Feststoffe	92 Gew. %	93 Gew. %	93 Gew. %

[0236] Die Inhaltsstoffe wurden in der aufgelisteten Reihenfolge hinzugegeben, mit der Ausnahme von AOP und AG321 ANSI Grade 60 und P320, das AO Grad P80 oder das SC Grad P80. Das AOP und AG321 Grad 60 und P320, AO Grad P80 oder SC Grad P80 wurden zuerst miteinander kombiniert und dann langsam zu den restlichen Inhaltsstoffen hinzugegeben. Die Abkürzungen für die verschiedenen Inhaltsstoffe werden nachfolgend beschrieben.

TMPTA: Trimethylolpropantriacrylat, erhältlich bei Sartomer Co., West Chester, PA., unter der Handelsbezeichnung „SR351“.

KB1: Photoinitiator 2,2-dimethoxy-1,2-diphenyl-1-ethanon, erhalten bei Sartomer Co. unter der Handelsbezeichnung „ESACURE KB1“.

CH: Cumolhydroperoxid, erhalten bei Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI., als Gegenstand Nr. 24, 750-2.

SCA: Silankopplungsmittel 3-methacryloxypropyltrimethoxysilan, erhalten bei Union Carbide Corp., Friendly, WV., unter der Handelsbezeichnung „A-174“.

AOP: alpha-Aluminiumoxidpulver, erhalten bei Alcoa, Houston, TX., unter der Handelsbezeichnung „A-16 SG“.

AG321: Sol-Gel-abgeleitete Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel, erhalten bei 3M Company, St. Paul, MN., unter der Handelsbezeichnung „321 CUBITRON“.

AO: Wärmebehandelte verschmolzene Aluminiumoxid-Schleifpartikel, erhalten bei Treibacher, Villach, Österreich, unter der Handelsbezeichnung „ALODUR BFRPL“.

SC: Siliciumcarbid-Schleifkorn, im Handel bei 3M Company, St. Paul, MN., erhältlich.

[0237] Das Mischen geschah in einem Mischer mit einem flachen Holländerrotor und der niedrigsten Geschwindigkeitseinstellung (erhalten bei Hobart Corporation, Troy, OH., Modell Nummer A120T). Nachdem die AOP/AG321, AOP/AO oder AOP/SC Mischung der Harzmischung hinzugefügt worden war, wurde die Geschwindigkeit auf „mittel“ erhöht und es wurde mit dem Mischen 25 Minuten lang fortgefahren. Die endgültige Temperatur jeder Mischung betrug ungefähr 116°F (47°C). Zu diesem Zeitpunkt war der Schleifschlamm sehr dick mit Zement-ähnlichen Handhabungscharakteristiken. Der gemischte Schlamm wurde dann mindestens 45 Minuten lang in einer Kühlmaschine platziert, um sich vor der weiteren Verarbeitung auszukühlen. Die Temperatur der Kühlmaschine lag in dem Bereich von ungefähr 40°F (4°C) bis ungefähr 45°F (7°C).

[0238] Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden für Beispiele 7-11 hergestellt, indem eine Größenreduzierungsmaschine (erhalten bei Y-Tron Quadro, Limited, Chesham, Vereinigtes Königreich, unter der Handelsbezeichnung „QUADRO COMIL“) mit einem soliden Flügelrad (Modell „ARROW 1701“) mit einer Lücke von 0,175 Inch (4,44 mm) und einem konischen Sieb mit runden, reibeisenartigen Öffnungen von 0,050 Inch (1,27 mm) verwendet wurde. Der Antriebsmotor wurde bei 350 U/min betrieben. Nachdem die Schlämme durch die Größenreduzierungsmaschine („QUADRO COMIL“) und das UV-Aushärtungssystem passiert waren, wurden die mindestens teilweise ausgehärteten Präkursor-Agglomeratschleifkörner in Aluminiumtöpfe platziert und in dem Gebläseofen für ungefähr 6 Stunden bei ungefähr 350°F (177°C) mindestens teilweise thermisch ausgehärtet. Die Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden dann von der Größe her reduziert, indem bewirkt wurde, dass sie durch die Größenreduzierungsmaschine („QUADRO COMIL“) unter Verwendung eines hartmetallbestückten (Modell „ARROW 1607“) Flügelrads bei einer Lücke von 0,175 Inch (4,44 mm) und einem Reibeisensieb von 0,079 Inch (2,00 mm) passierten. Nach der Reduzierung der Größe wurden die Präkursor-Agglomeratschleifkörner gesiebt und das Partikelgrößenbruchstück von mehr als 36 Maschen (0,0185 Inch, 0,47 mm) wurde eingesammelt.

[0239] Die Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden dann zwei Erwärmungsschritten unterzogen. Im ersten Erwärmungsschritt (d. h. Kalzinieren), wurden stabförmige Präkursor-Agglomeratschleifkörner kalzinieren, um Acrylatharz zu entfernen, das in dem Agglomeratbildungsvorgang verwendet wurde, und um zu bewirken, dass das kristalline keramische Oxidbindungsmittel-Präkursormaterial ausreichend aneinander bindet, um ein handhabbares und einsammelbares Präkursor-Agglomeratschleifkorn bereitzustellen. Die Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden 5/8 Inch (16 mm) dick in 3,5 Inch × 7,5 Inch (89 mm × 190 mm) Aluminiumtöpfen (erhalten bei Coors Ceramics Co., Golden Co.) aufgetragen und an Luft in einem Laborofen (erhalten bei Lindberg/Blue M. Company, Watertown, WI.; Modell Nummer BF 117) nach dem folgenden Ablaufplan erwärmt: Erwärmen von ungefähr Raumtemperatur auf ungefähr 662°F (350°C) bei einer Geschwindigkeit von 3,6°F (2°C)/Minute;

Halten für ungefähr 2 Stunden bei ungefähr 662°F (350°C);

Erwärmen von ungefähr 662°F (350°C) bis ungefähr 1832°F (1000°C) bei ungefähr 3,6°F (2°C)/Minute;

Halten für ungefähr 4 Stunden Haltezeit bei ungefähr 1832°F (1000°C); und

Auskühlen in dem Ofen auf ungefähr Raumtemperatur durch das Ausschalten der Leistung zu dem Ofen.

[0240] Die resultierenden kalzinieren Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden weiter hinsichtlich der Größe reduziert, um eine erwünschte Größenverteilung zur Herstellung laminierte Schleifgegenstände bereitzustellen. Die kalzinieren Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden weiter hinsichtlich der Größe reduziert, indem sie durch die Größenreduzierungsmaschine („QUADRO COMIL“) unter Verwendung eines hartmetallbestückten Arrow 1607 Flügelrads bei einer Lücke von 0,175 Inch (4,44 mm) und einem Reibeisensieb von 0,079 Inch (2,00 mm) passiert wurden. Die resultierenden kalzinieren Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden gesiebt und das Größenbruchstück, das größer als 20 Maschen (0,0320 Inch, 0,81 mm) und kleiner als 12 Maschen (0,0661 Inch, 1,70 mm) war, wurde zurückbehalten.

[0241] Für Beispiele 7, 9 und 11 wurde der zweite Erwärmungsschritt durchgeführt, indem ungefähr 100 Gramm kalzinieren Präkursor-Agglomeratschleifkorn in einem 3 Inch (7,6 cm) Durchmesser Platintiegel platziert wurden und dann in einem Labormuffelofen (erhalten von CM Rapid Temp Furnace, Bloomfield, NJ. unter der Handelsbezeichnung „RAPID TEMP“) erwärmt wurden. In dem zweiten Erwärmungsschritt wurden die Partikel bei einer maximalen Temperatur von ungefähr 2732°F (1500°C) ungefähr 90 Minuten lang gehalten. Die Agglomeratschleifkörner wurden dann bei Raumtemperatur auskühlen gelassen, indem der „RAPID TEMP“ Muffelofen ausgeschaltet wurde und auf Raumtemperatur auskühlen gelassen wurden.

[0242] Für Beispiele 8 und 10 wurden die kalzinieren Präkursor-Agglomeratschleifkörner vor dem Erwärmungs-Feuerungsschritt mit einer REO-Lösung imprägniert (im Folgenden als „REO2 Lösung“ bezeichnet). REO2-Lösung wurde angefertigt, indem eine Lanthan-, Neodym- und Yttriumnitrat-Lösung (20,5% La(NO₃)₃·6H₂O, 20,1 Nd(NO₃)₃·6H₂O, 26,1% Y(NO₃)₃·6H₂O; erhältlich bei Molycorp of Lourviers, CO.) mit einer

ausreichenden Menge an MGN und Kobaltnitrat (15% $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; erhältlich bei Hall Chemical of Wickliffe, Ohio) gemischt wurde, um eine Lösung bereitzustellen, die ungefähr 5,8% $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 5,8% $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 7,1% $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 14,4% $\text{Mg}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ungefähr 0,4% $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ und das entionisierte Ausgleichswasser beinhaltet. Die kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden imprägniert, indem 25 ml REO2 Lösung pro 100 Gramm des kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkorns mit dem kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkorn gemischt wurden. Die Mischung wurde in einem sich drehenden, mit Polyethylen überzogenem Behälter ungefähr 10 Minuten lang rolliert, um die REO2 Lösung durch das kalzinierte Präkursor-Agglomeratschleifkorn zu verteilen. Die imprägnierten kalzinierten Präkursor-Agglomeratschleifkörner wurden dann in Aluminiumtöpfe platziert und in einem Gebläseofen (erhalten bei Despach Industries, Minneapolis, MN.; Modell Nummer ALD2-11) platziert und ungefähr 2 Stunden lang bei 100°C getrocknet. Die Agglomerate wurden dann entfernt und auf ungefähr Raumtemperatur auskühlen gelassen.

[0243] Die Agglomerate wurden dann durch einen Drehofen passiert, der auf ungefähr 1200°F (650°C) erwärmt wurde. Der Drehofen wies eine „Heißzone“, die ungefähr 12 Inch (30,5 cm) betrug, und ein Siliciumcarbid-Drehrohr mit einem Durchmesser von ungefähr 15 cm, einer Länge von ungefähr 1,1 m und einer Erhöhung bei einer Neigung von ungefähr 2,5°, auf. Die Verweilzeit betrug ungefähr 5 Minuten durch die Länge des Rohrs hindurch. Nachdem sie durch den Drehofen passiert worden waren, wurden die Agglomerate dann bei ungefähr 2732°F (1500°C) ungefähr 90 Minuten lang nach dem in Beispielen 7, 9 und 11 beschriebenen zweiten Erwärmungsschritt erwärmt.

[0244] Laminierte Schleifgegenstände mit Polyesterstoffunterlagschichten und Phenol-basierte Herstellungs- und Größenharze wurden in Beispielen 7-10 Agglomeratschleifkorn angefertigt. Der Y-Gewicht-Unterlagschichtstoff war ein Satinbindungspolyester mit einem Grundgewicht von ungefähr 535 g/m² (erhalten bei Wisselink Textiles, Aalten, Niederlande). Das Herstellungsharz war eine 52:48 Gewichtsmischung von CaCO_3 :Wasser-basierte Phenolen (erhalten bei Georgia-Pacific Resins, Columbus, OH; Produktnummer GP23155B).

[0245] Ein Ablenkungsgerät (erhalten bei Paul Gardner Co., Pompano Beach, FL., unter der Handelsbezeichnung „ACCU LAB“) und ein Nr. 90 drahtgewickelter Beschichtungsstab (erhalten bei Paul Gardner Co., Pompano Beach, FL.) wurden verwendet, um eine einheitliche Beschichtung Herstellungsharz auf die Polyesterunterlagschicht aufzutragen. Das Herstellungsbeschichtungsgewicht für die Nr. 90 drahtgewickelte Beschichtungsstabeinstellung auf dem Ablenkungsgerät betrug annähernd 230 g/m² auf Trockengewichtsbasis. Das Herstellungsbeschichtungsgewicht wurde für eine gegebene Einstellung des Nr. 90 drahtgewickelten Beschichtungsstabs auf dem Ablenkungsgerät durch die folgende Prozedur bestimmt: Wiegen eines Unterlagschichtmusters, Auftragen einer Herstellungsbeschichtung auf das Unterlagschichtmuster unter Verwendung des Ablenkungsgeräts bei einer gegebenen Einstellung, Trocknen der Herstellungsbeschichtung in einem Heißluftofen (erhalten bei Precision Scientific, Chicago, IL.; Modell Nummer 8) ungefähr 2 Stunden lang bei ungefähr 190°F (88°C) und dann Wiegen der getrockneten Herstellungsunterlagschicht. Beschichtungsgewicht = (getrocknetes herstellungsbeschichtetes Unterlagschichtmuster-gewicht – das Unterlagschichtmuster-gewicht)/(Bereich des Unterlagschichtmusters).

[0246] Die vorher gesiebten Agglomeratschleifkörner wurden dann von Hand auf das Nassherstellungsharz gegossen und von Hand mehrere Male vor und zurück gerollt, um die Agglomeratschleifkörner gleichmäßig auf der Unterlagschicht zu verteilen, und dann wurden die überschüssigen Agglomeratschleifkörner abgeschüttelt.

[0247] Die beschichteten Muster wurden über Nacht ungefähr 10 Stunden lang in einem Heißluftofen (erhalten bei Precision Scientific, Chicago, IL.; Modell Nummer 8), der auf ungefähr 180°F (82°C) eingestellt war, erwärmt.

[0248] Das Größenharz war eine 52:48 Gewichtsmischung von Kryolith:Wasser-basierten Phenolen (erhalten bei Georgia-Pacific Resins, Columbus, OH; Produktnummer GP23155B) und wurde von Hand mit einem Pinsel auf die Muster aufgetragen. Die größtenbeschichteten Muster wurden in dem Heißluftofen ungefähr 1 Stunde lang bei ungefähr 180°F (82°C) erwärmt und dann ungefähr 2 Stunden lang bei ungefähr 200°F (93°C) ausgehärtet, gefolgt von ungefähr 30 Minuten bei ungefähr 220°F (104°C) und ungefähr 1 Stunde bei ungefähr 245°F (118°C). Nach der Aushärtung wurden die laminierten Schleifmuster über eine Stange mit 2 Inch (5 cm) Durchmesser gebogen, um das beschichtete Muster geeigneter für die Installation in das Rocker-Drum-Testgerät (nachfolgend beschrieben) zu machen.

Vergleichsbeispiel G

[0249] Das Vergleichsbeispiel G war ein stoffverstärkter laminiertes Schleifgegenstand, der organisch gebundene Agglomeratschleifpartikel beinhaltete. Die organisch gebundenen Agglomeratschleifpartikel waren Grad Nr. 60 und werden von der 3M Company, St. Paul, MN., unter der Handelsbezeichnung „MULTICUT C“ vertrieben. Die organisch gebundenen Agglomeratschleifpartikel waren aus ANSI Grad 60 AG321 Schleifpartikeln, die durch ein Kryolith-gefülltes Phenolbindungssystem verbunden sind, hergestellt. Die beschichteten Muster wurden wie oben für Beispiel 7 beschrieben hergestellt, mit der Ausnahme, dass die organisch gebundenen Agglomeratschleifpartikel („MULTICUT C“) Partikel anstelle des Agglomeratschleifkorns verwendet wurden.

Vergleichsbeispiel H

[0250] Vergleichsbeispiel H war ein ANSI Grad 60, im Handel erhältlicher laminiertes Schleifgegenstand, der von der 3M Company unter der Handelsbezeichnung „3M 967F“ vertrieben wird. Dieser Schleifgegenstand enthielt eine einzige Schicht von Grad Nr. 60 AG321 Schleifgegenständen, die elektrostatisch auf eine Polyesterstoffunterlagschicht mit Phenol-basierten Herstellungs- und Größenharzen geschichtet wurden.

[0251] Beispiele 7-10 wurden in 10 Inch × 2,5 Inch (25,4 cm × 6,4 cm) Platten geschnitten und unter Verwendung des nachfolgenden Tests, der hier als „Rocker-Drum-Test“ bezeichnet wird, evaluiert. Diese Muster wurden auf einer zylindrischen Stahltrommel einer Testmaschine installiert. Die Stahltrommel wies einen Durchmesser von 13 Inch (33 cm) auf und wurde von einem Elektromotor und einem Treibstangenhebel angetrieben, so dass die Trommel oszillierte (in einem kleinen Bogen hin und her schaukelte). Ein 1018 Kohlenstoffstahlwerkstück (ein Werkstück wird durch den Schleifgegenstand geschliffen), 3/16 Inch (0,48 cm) quadratisch, wurde in einer Hebelarmordnung über dem Schleifgegenstand fixiert und es wurde eine Last von ungefähr 8 lb. (3,6 kg) auf das Werkstück angewandt. Während der Schleifgegenstand hin und her schaukelte, wurde das Werkstück geschliffen, und es wurde ein 3/16 Inch × 5,5 Inch (0,48 cm × 14 cm) Abnutzungsweg auf dem Schleifgegenstand geschaffen. Es gab ungefähr 60 Takte pro Minute auf diesen Abnutzungsweg. Ein Druckluftstrom von 20 psi (138 kPa) wurde auf den Schleifgegenstand an dem Kontaktpunkt mit dem Werkstück gerichtet, um Schleifabrieb und Schutt von dem Abnutzungsweg wegzuräumen.

[0252] Die Menge an entferntem Stahl nach jeweils 1000 Zyklen (wobei ein Zyklus eine Hin- und Herbewegung ist) wurde als „Zwischenschnitt“ aufgezeichnet und der „Gesamtschnitt“ war die kumulative (Gesamtheit von „Zwischenschnitten“) Menge an entferntem Stahl an dem Endpunkt des Tests. Der Endpunkt des Tests wurde als dann bestimmt, wenn eine vorbestimmte Anzahl Zyklen vollendet waren oder wenn die Schnittgeschwindigkeit auf weniger als ungefähr 40% des maximalen Zwischenschnitts, der für jenen Test aufgezeichnet wurde, fiel. Die Ergebnisse, die unten in Tabelle 2 dargestellt sind, sind ein Mittelwert von zwei Mustern pro Beispiel.

Tabelle 2

Test- abstand, Zyklen	Vergl.- Bsp. G Zwischen schnitt g	Vergl.- Bsp. H Zwischen schnitt (g)	Beispiel 7 Zwischen schnitt g	Beispiel 8 Zwischen schnitt g	Beispiel Nr. 9 Zwischen schnitt g	Beispiel 10 Zwischen schnitt g
1000	1,13	1,81	2,14	1,03	2,14	1,08
2000	1,29	1,79	2,32	1,16	2,42	1,18
3000	1,32	1,78	2,33	1,16	2,38	1,24
4000	1,39	1,77	2,33	1,18	2,43	1,25
5000	1,36	1,61	2,28	1,14	2,39	1,22
6000	1,41	1,17	2,02	1,16	2,41	1,17
7000	1,48	0,24	1,54	1,11	2,45	1,12
8000	1,47	-	1,44	1,08	2,56	1,08
9000	1,51	-	1,19	1,02	2,52	0,95

Gesamt- schnitt, g	12,36	10,17	17,59	10,04	21,70	11,21
--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

[0253] Beispiel 9, das Aluminiumoxid und Seltenerdoxid enthielt, stellte eine maximale Schnittgeschwindigkeit von 170% des Vergleichsbeispiels G und von 140% des Vergleichsbeispiels H bereit. Verglichen mit dem Schleifgegenstand von Beispiel 9 stellte der entsprechende Schleifgegenstand von Beispiel 7, welcher das Agglomeratschleifkorn verwendete, das kein Seltenerdoxid enthielt, anfänglich ähnliche Schnittgeschwindigkeiten bereit, jedoch war der Gesamtschnitt, der durch den Schleifgegenstand von Beispiel 7 bereitgestellt wurde, durch das Abschälen des Agglomeratschleifkorns von der Unterlagschicht nach ungefähr 5000 Testzyklen begrenzt.

[0254] Der Schleifgegenstand von Beispiel 9 hielt eine konsistente Schnittgeschwindigkeit innerhalb eines Bereichs von ungefähr 18% von der niedrigsten zur höchsten über eine Zeitdauer des Tests, wie durch die Zwischenschnitte gemessen, bei. Die Schnittgeschwindigkeit, wie durch die Zwischenschnitte gemessen, des Schleifgegenstands von Vergleichsbeispiel G erhöhte sich stetig um ungefähr 34% über die Zeitdauer des Tests. Der Schleifgegenstand von Vergleichsbeispiel H hielt über die ersten paar Testabstände eine konsistente Schnittgeschwindigkeit bei, wie durch die Zwischenschnitte gemessen, nahm dann aber abrupt ab, als das Werkstück durch die Schleifbeschichtung zur Unterlagschicht durchwetzte. Die Schnittgeschwindigkeiten, wie durch die Zwischenschnitte gemessen, der Schleifgegenstände von Beispielen 8 und 10 waren ähnlich, waren jedoch ungefähr die Hälfte der Schnittgeschwindigkeiten, wie durch die Zwischenschnitte gemessen, die durch die Schleifgegenstände von Beispielen 7 und 9 bereitgestellt wurden.

[0255] Die Stärken des Agglomeratschleifkorns von Beispielen 7-11 wurden unter Verwendung eines Stauchtests gemessen. Annähernd 5 Gramm des gesiebten Agglomeratschleifkorns wurden für jeden Test verwendet. Die Agglomeratschleifkörner wurden auf einen Epoxidharz-Laborwerkstisch gegossen und von Hand ausgebreitet, um einzelne Partikel zu isolieren. Agglomeratschleifkörner, die in dem Bereich von ungefähr 0,039 Inch (1 mm) bis ungefähr 0,078 Inch (2 mm) lagen, wurden ausgewählt und unter Verwendung eines Krafteichmaßes, das mit einer flachen Druckfußausstattung versehen war (erhalten bei Shimpo Instruments, Lincolnwood, IL.; Modell Nummer FGV-50), zermalmt. Das Krafteichmaß las von 0 bis 60 lbs. (0 bis 267 N). Der flache Druckfuß des Krafteichmaßes wurde in einer horizontalen Position über und in Kontakt mit dem Agglomeratschleifkorn, das zermalmt werden sollte, gehalten, und es wurde eine konstante Kraft von Hand aufgetragen, bis das Agglomeratschleifkorn brach (wobei der Bruch durch hörbares Geräusch und/oder Fühlen gemessen wurde). Die maximale angewandte Kraft, um das Brechen des Agglomeratschleifkorns zu bewirken (d. h. Stauchtestwert) wurde aufgezeichnet und der Test wiederholt. Die Stauchtestwerte, die in Tabelle 3 verzeichnet sind, waren Mittelwerte von mindestens 40 Mustern eines gegebenen Agglomeratschleifkornbeispiels.

Tabelle 3.

	Beispiel 7	Beispiel 8	Beispiel 9	Beispiel 10	Beispiel 11
Mittlerer Stauchtestwert, lb. (N)	17,4 (77,5)	22,3 (99,2)	7,78 (34,6)	10,2 (45,4)	9,74 (3,1)
Normalabweichung, lb. (N)	2,9 (12,9)	3,2 (14,4)	1,85 (8,2)	2,79 (12,4)	2,6 (11,6)

[0256] Verschiedene Abwandlungen und Veränderungen dieser Erfindung werden für den Fachmann offensichtlich ohne den Bereich und Sinn dieser Erfindung zu verlassen, und es versteht sich, dass diese Erfindung nicht unangemessenerweise auf die hierin dargelegten darstellenden Ausführungsformen begrenzt sein soll.

Patentansprüche

1. Agglomeratschleifkorn, welches eine Partikelgröße von 20 bis 10.000 μm aufweist, das mehrere Schleifpartikel umfasst, die durch ein gesintertes, kristallines keramisches Bindungsmaterial verbunden sind, wobei das Bindungsmaterial mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst, und wobei die Schleifpartikel eine

mittlere Partikelgröße von mindestens 5 Mikrometern aufweisen.

2. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei die mittlere Partikelgröße der Partikel mindestens 25 Mikrometer beträgt.

3. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei die mittlere Partikelgröße der Partikel mindestens 100 Mikrometer beträgt.

4. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei die Schleifpartikel verschmolzene Schleifpartikel umfassen.

5. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei die Schleifpartikel Schleifpartikel enthalten, die aus der Gruppe ausgewählt sind, welche aus verschmolzenen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, weißen verschmolzenen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, wärmebehandelten verschmolzenen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, braunen verschmolzenen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, Siliciumcarbid-Schleifpartikeln, Borcarbid-Schleifpartikeln, Titancarbid-Schleifpartikeln, Diamantschleifpartikeln, kubisches Bornitrid-Schleifpartikeln, Granatschleifpartikeln, verschmolzenen Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikeln, gesinterten alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikeln, Böhmit-abgeleiteten, gesinterten Aluminiumoxid-Schleifpartikeln besteht, und einer Kombination aus diesen.

6. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei das Bindungsmaterial mindestens 60 Gewichtsprozent Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst.

7. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei das Bindungsmaterial mindestens 90 Gewichtsprozent Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst.

8. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei das Bindungsmaterial mindestens 95 Gewichtsprozent Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf einem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst.

9. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 1, wobei die Schleifpartikel gesinterte, alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel enthalten.

10. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 9, wobei die gesinterten, alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel alpha-Aluminiumoxid-Kristalle umfassen, welche eine mittlere Kristallgröße von weniger als 1 Mikrometer aufweisen.

11. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 9, wobei das Bindungsmaterial und die gesinterten, keramischen, alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel im Wesentlichen die gleiche Zusammensetzung aufweisen.

12. Agglomeratschleifkorn nach Anspruch 9, wobei das Bindungsmaterial und die gesinterten, keramischen, alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikel im Wesentlichen die gleiche Zusammensetzung und Mikrostruktur aufweisen.

13. Verfahren zur Herstellung von Agglomeratschleifkorn nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend: In-Kontakt-bringen mehrerer von mindestens einem, aus Schleifpartikeln oder Präkursor-Schleifpartikeln, mit einem Präkursor-Bindungsmaterial, so dass die Partikel miteinander agglomerieren; und Erwärmen der agglomerierten Partikel bei mindestens einer Temperatur über einen Zeitraum, der ausreicht, um die agglomerierten Partikel in Agglomeratschleifkorn umzuwandeln, welches mehrere Schleifpartikel, die durch ein gesintertes Bindungsmaterial miteinander verbunden sind, umfasst; wobei das gesinterte Bindungsmaterial mindestens 50 Gewichtsprozent kristallines Al_2O_3 auf einer theoretischen Oxidbasis, basierend auf dem Gesamtmetalloxidgehalt des Bindungsmaterials, umfasst; und wobei die Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns eine mittlere Partikelgröße von mindestens 5 Mikrometern aufweisen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Schleifpartikel Schleifpartikel enthalten, die aus der Gruppe ausgewählt sind, welche aus verschmolzenen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, weißen verschmolzenen Alumi-

niunoxid-Schleifpartikeln, wärmebehandelten Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, braunen Aluminiumoxid-Schleifpartikeln, Siliciumcarbid-Schleifpartikeln, Borcarbid-Schleifpartikeln, Titancarbid-Schleifpartikeln, Diamantschleifpartikeln, kubisches Bornitrid-Schleifpartikeln, Granatschleifpartikeln, verschmolzenen Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Schleifpartikeln, gesinterten alpha-Aluminiumoxid-basierten Schleifpartikeln, Böhmit-abgeleiteten Aluminiumoxid-Schleifpartikeln besteht, und einer Kombination aus diesen.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Präkursor-Schleifpartikel Böhmit umfassen.

16. Verfahren nach Anspruch 13, welches vor dem Erwärmen ferner umfasst:
Trocknen der agglomerierten Partikel;
Kalzinieren der getrockneten, agglomerierten Partikel, um poröse agglomerierte Partikel bereitzustellen; und
Imprägnieren der porösen agglomerierten Partikel mit einer Zusammensetzung, die Wasser und mindestens eines von Metalloxid oder Metalloxidpräkursor umfasst.

17. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Schleifpartikel Kristalle umfassen, die eine mittlere Kristallgröße von weniger als 10 Mikrometern aufweisen.

18. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Schleifpartikel gesinterte, kristalline keramische alpha-Aluminiumoxid-basierte Schleifpartikel enthalten.

19. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Schleifpartikel des Agglomeratschleifkorns eine Dichte von mindestens 85% theoretischer Dichte aufweisen, und das Agglomeratschleifkorn einen Porositätswert von mindestens 30 Prozent aufweist.

20. Schleifgegenstand enthaltend:
Bindungsmaterial; und
mehrere Agglomeratschleifkörner gemäß Anspruch 1, welche in dem Gegenstand durch das Bindungsmaterial fixiert sind.

21. Verfahren zum Schleifen einer Fläche, umfassend:
In-Kontakt-bringen von mindestens einem Agglomeratschleifkorn gemäß Anspruch 1 bis 12 mit der Fläche eines Werkstücks; und
Bewegen von mindestens einem, dem Agglomeratschleifkorn oder der Fläche, relative zueinander, um mindestens einen Abschnitt der Fläche mit dem Agglomeratschleifkorn zu schleifen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

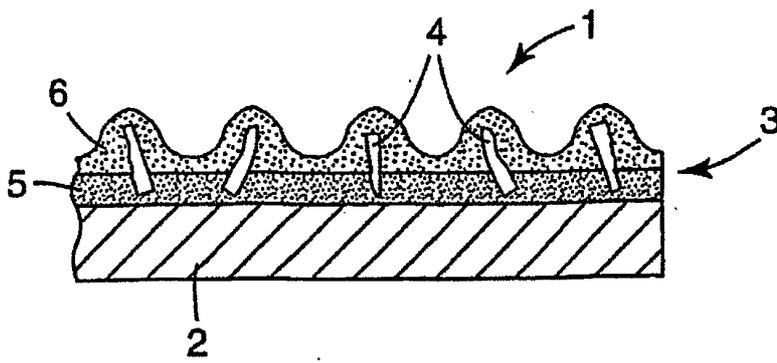


Fig. 1

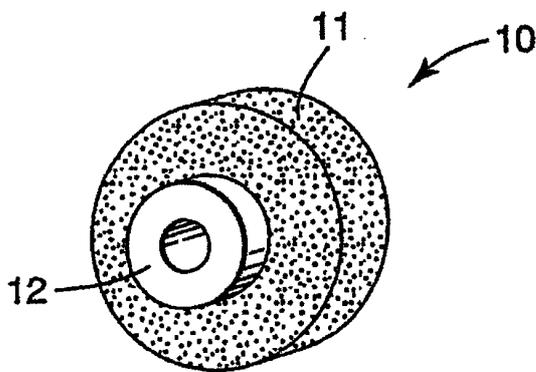


Fig. 2

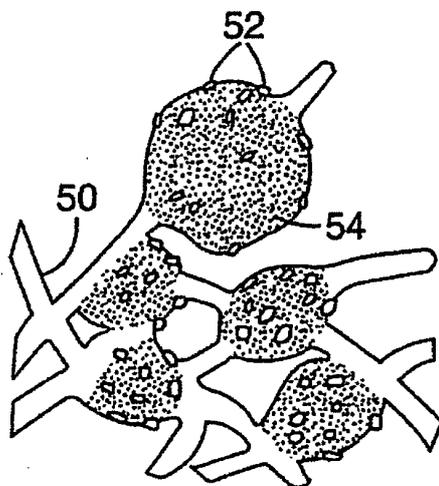


Fig. 3

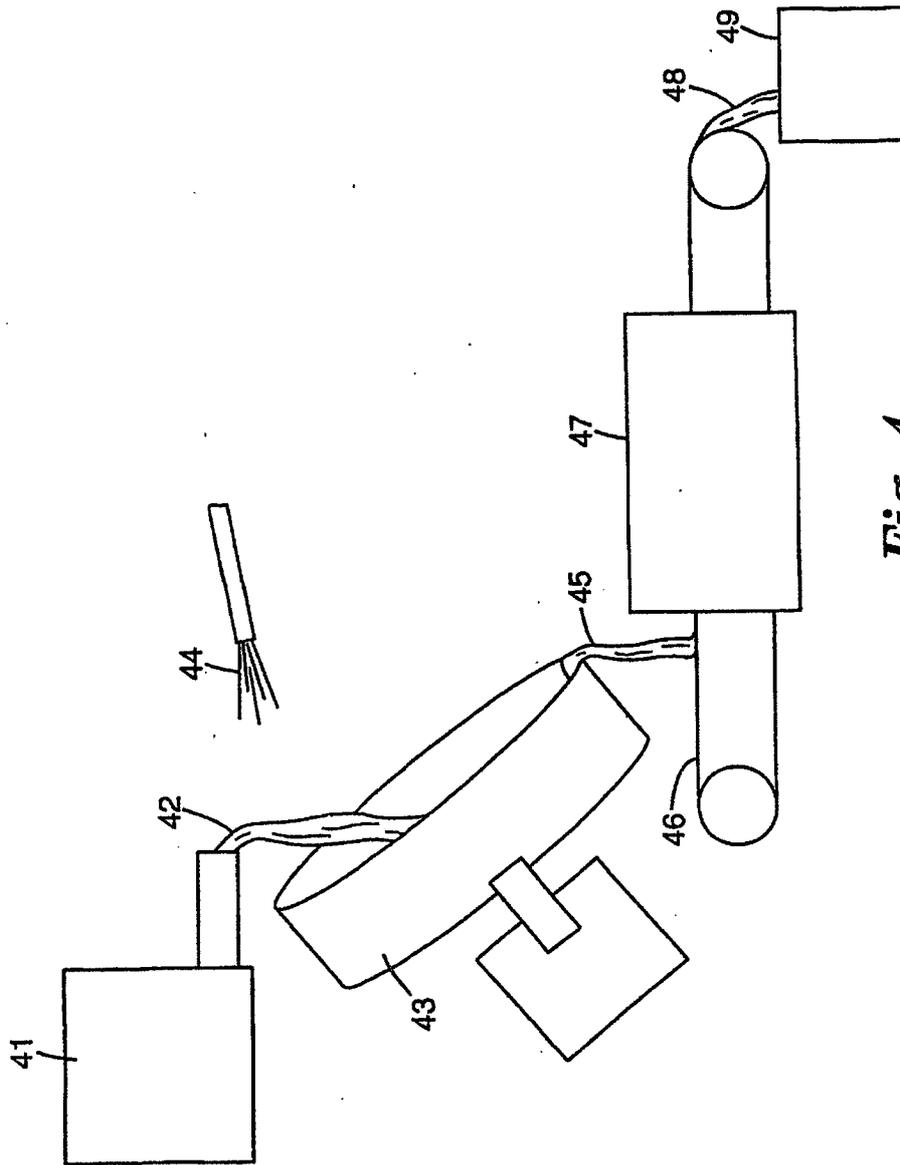


Fig. 4

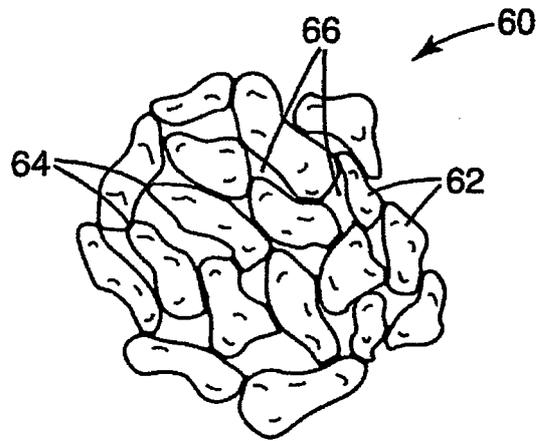


Fig. 5

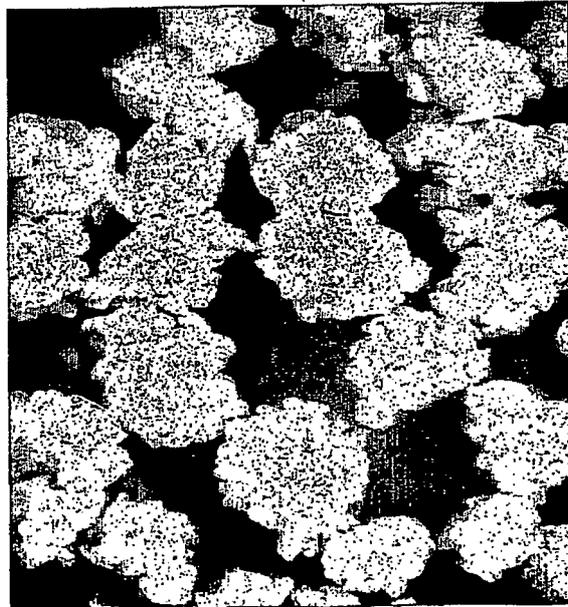


Fig. 6

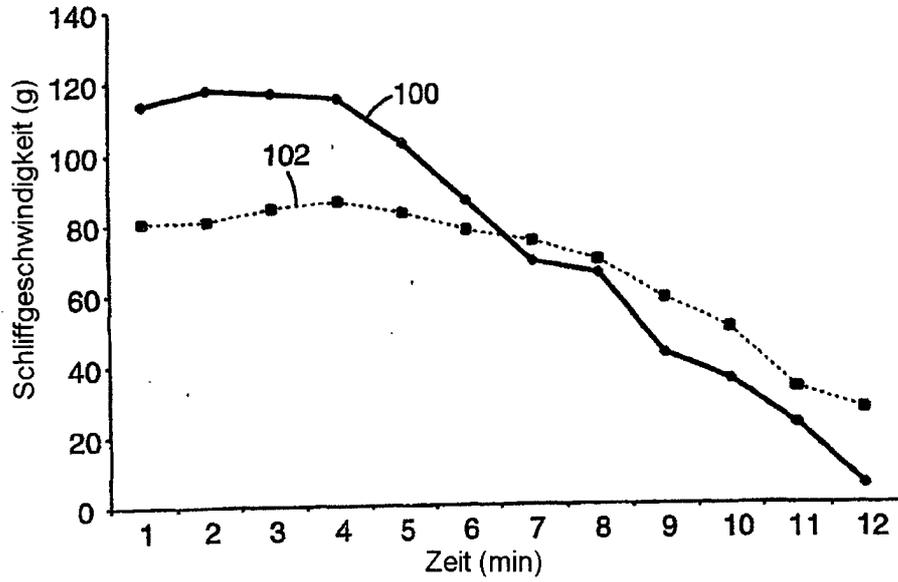


Fig. 7

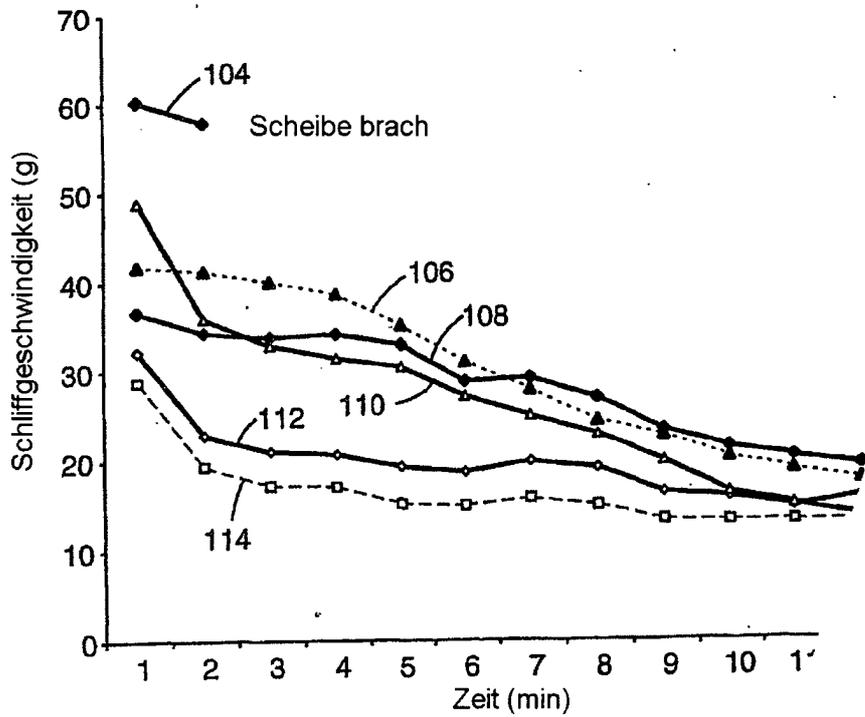


Fig. 8

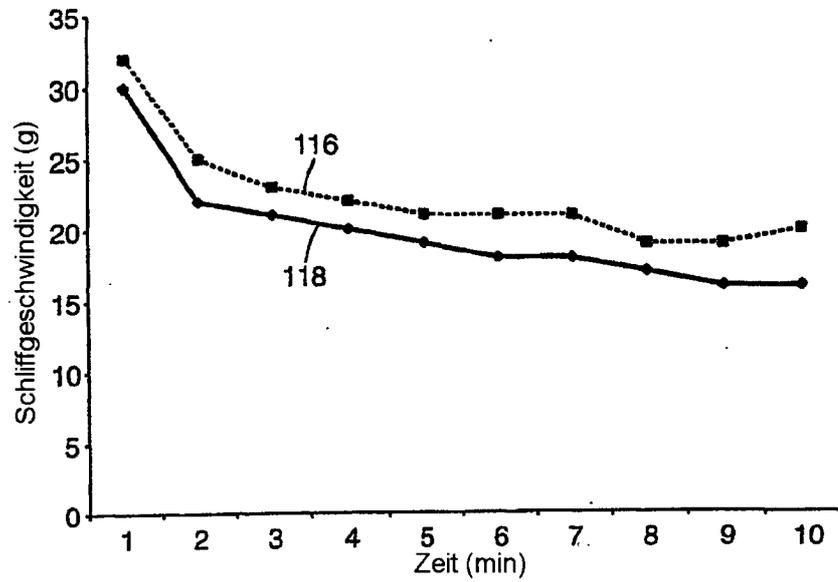


Fig. 9

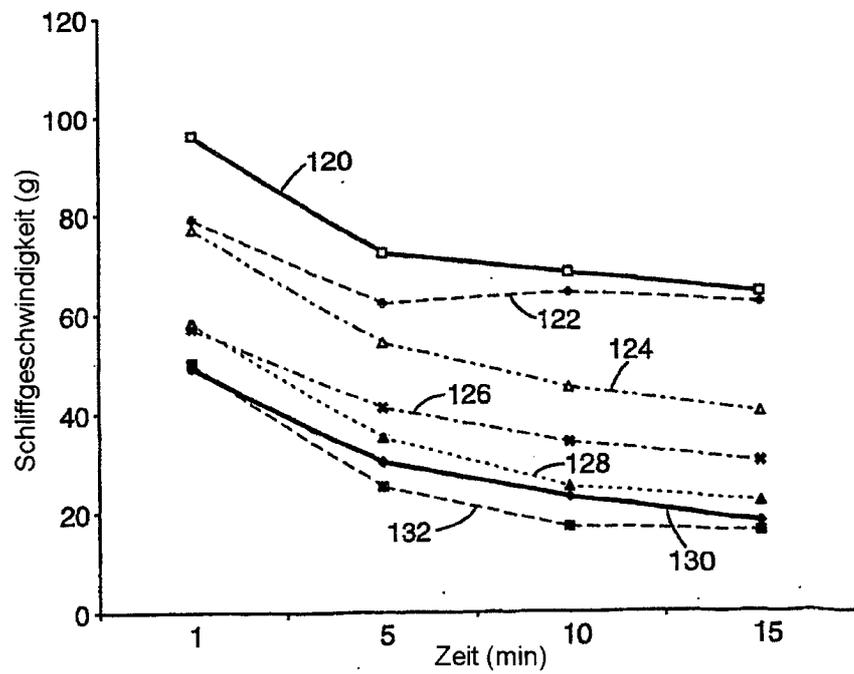


Fig. 10

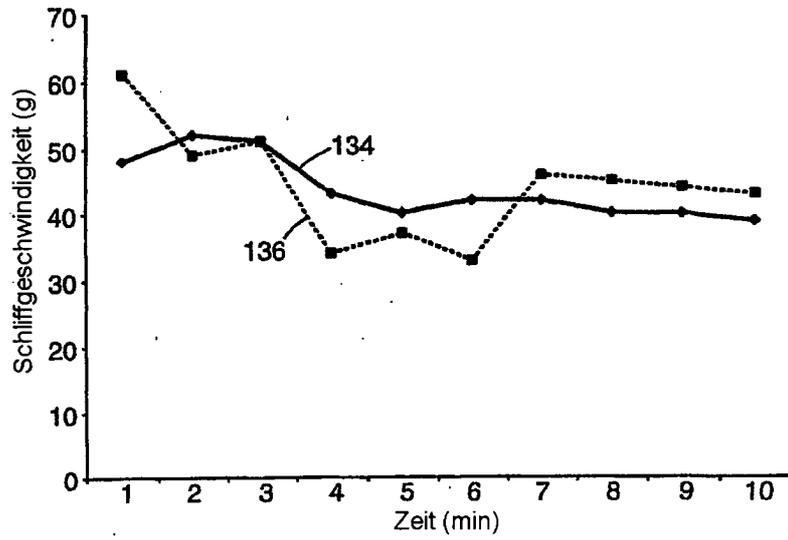


Fig. 11a

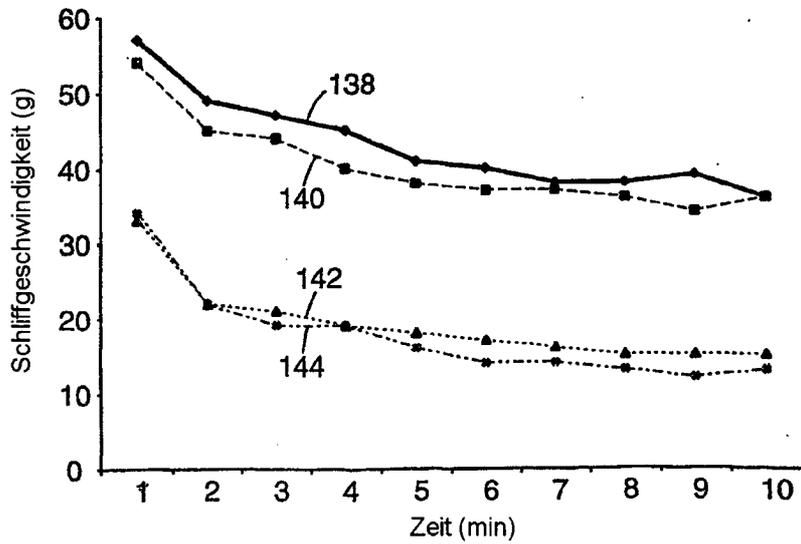


Fig. 11b

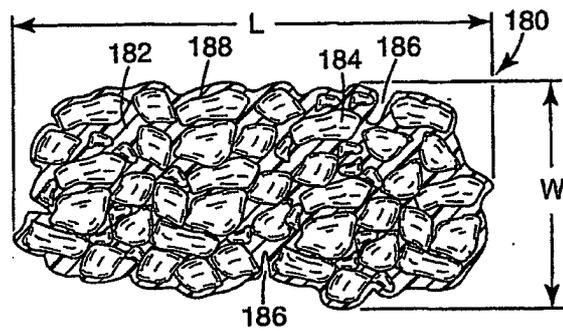
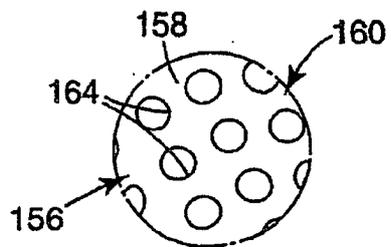
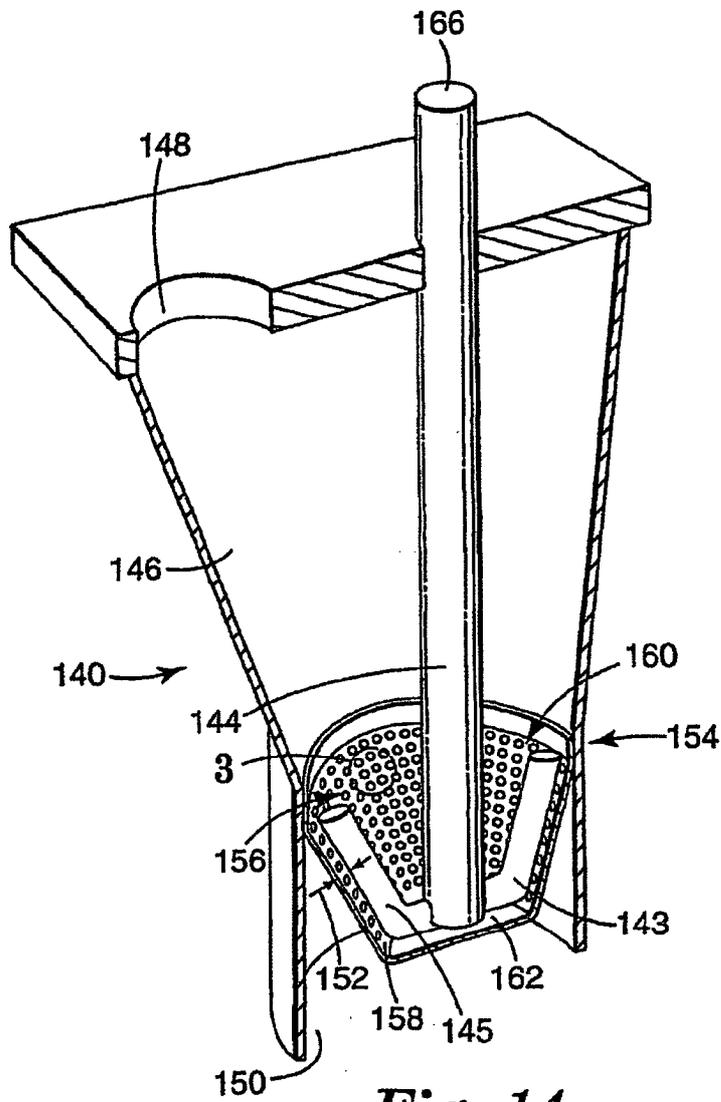


Fig. 12



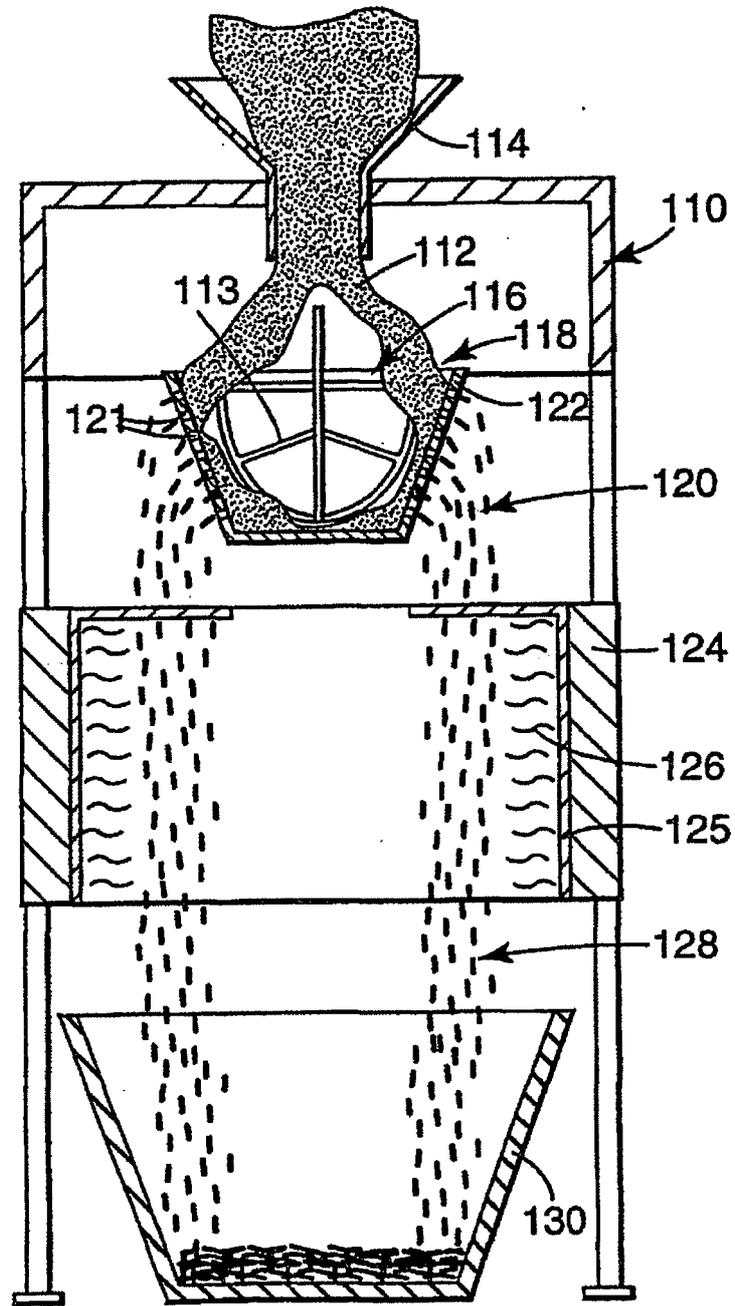


Fig. 13