

Baustoffgranulat, Verfahren zum Herstellen eines Baustoffgranulats auf Basis von Mineralkörnern und seine Anwendung

5 Die Erfindung betrifft ein Baustoffgranulat auf Basis Mineralkörnern in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern, ein Verfahren zum Herstellen eines Baustoffgranulats auf Basis von Mineralkörnern in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern und die Anwendung des Baustoffgranulats zur Verwendung bei der Betonherstellung, insbesondere zur Verwendung als Zuschlagstoff bei der Betonherstellung. Mit der Erfindung
10 wird eine Verwendung von Wüstensanden und Feinsanden für die Herstellung von Betonen ermöglicht.

Sand und Kies sind wesentliche Bestandteile von Betonen. Aufgrund der insbesondere in den Schwellenländern wachsenden Baubranche können die
15 notwendigen Mengen an Sand für die Herstellung von Betonen oftmals nicht mehr im ausreichenden Maß zur Verfügung gestellt werden, so dass bereits einige Staaten auf Sand- und Kies-Importe angewiesen sind. Aufgrund der weltweit fehlenden Mengen an geeigneten Sanden für die Herstellung von Betonen rücken bislang ungenutzte Ressourcen wie Wüstensand oder Feinsandüberschüsse immer mehr in den Fokus. Bisher werden die in den
20 Sandfraktionen enthaltenen Feinsandbestandteile weitestgehend abgetrennt und in die Auskiesungsgebiete zurückgespült. Allein in Deutschland beträgt der dadurch bislang nicht genutzte und damit deponierte Feinsandanteil bis zu 40 Millionen Tonnen pro Jahr. Darüber hinaus verursachen die deponierten Feinsandanteile erhebliche Umweltschäden. Die Kornstruktur von Feinsandsanden und Wüstensanden ist durch eine gerundete Geometrie und eine glatte Oberfläche gekennzeichnet. Auf Grund dieser Beschaffenheit sind Feinsande und Wüstensande für die Herstellung von Betonen ungeeignet.

30 Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, bei denen aus Feinsandanteilen sogenannte Polymerbetone durch Verklebung der einzelnen Sand-

körner mit beispielsweise Polyesterharzen, Methylmethacrylharzen, Epoxidharzen oder andere Reaktivharze hergestellt werden. Ein entsprechendes Verfahren ist beispielsweise aus DE 20 2006 012 396 U1 bekannt.

5 Nach der Lehre von DE 10 2015 114 554 A1 wird Wüstensand mit Wasserglas in Kombination mit Polymerschwefel und mikrokristalliner Kieselerde verfestigt, um daraus Kunstsandsteine herzustellen.

10 Aus DE 10 2014 006 942 B3 ist ein Verfahren bekannt, bei dem die runde Kornstruktur von Wüstensand durch eine thermischen Behandlung in eine kantige Kornstruktur überführt wird, so dass der Sand dann für die Herstellung von Betonen geeignet ist. DE 32 48 537 C2 offenbart ein Verfahren, bei dem ein für die Betonindustrie verwendbarer Zuschlagstoff durch Sintern von Wüstensand bei Temperaturen von bis zu 1600 °C bereitgestellt wird. Auf-
15 grund der erforderlichen Temperaturen handelt es sich jedoch um ein vergleichsweise kosten- und energieintensives Verfahren, welches für die massenhafte Herstellung von für die Betonindustrie notwendigen Zuschlagstoffen ungeeignet ist.

20 Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht nunmehr darin, eine kostengünstige Verwendung von Wüstensanden und/oder Feinsanden für die Bauindustrie zu ermöglichen.

25 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Baustoffgranulat mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, einem Verfahren nach dem Patentanspruch 7 sowie Anwendungen nach den Ansprüchen 14 und 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können mit in jeweils untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen realisiert werden.

30 Nach der Konzeption der Erfindung werden Gesteinskörnungen mit glatten oder runden Oberflächen, wie sie bei Wüstensandkörnern und/oder Feinsandkörnern vorkommen, für eine Verwendung in Form eines Baustoffgranulats für die Betonherstellung zugänglich gemacht. Erfindungsgemäß wird
35 dabei eine gebrochene Körnung von Wüstensanden und/oder eine gebrochene Körnung von Feinsanden eingesetzt. Eine gebrochene Körnung von Wüs-

tensanden und/oder eine gebrochene Körnung von Feinsanden kann vorzugsweise durch Mahlen in einem Mahlwerk erreicht werden. Unter einer gebrochenen Körnung ist im Sinne der Erfindung vornehmlich eine gemahlene Körnung zu verstehen.

5 Bei dem erfindungsgemäßen Baustoffgranulat auf Basis von Mineralkörnern in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern, ist ein Anteil einer gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder ein Anteil einer gebrochenen Körnung von Feinsand in einer hydraulisch abgebundenen Bindemittelmatrix eingebunden. Durch das Einbinden der gebrochenen Körnung von
10 Wüstensand und/oder der gebrochenen Körnung von Feinsand in einer Bindemittelmatrix können Wüstensand-basierte und/oder Feinsand-basierte Baustoffgranalien bereitgestellt werden, die für eine weitere Verarbeitung in der Bauindustrie einsetzbar sind. Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße Baustoffgranulat in Schüttungen lagerfähig.

15 Vorteilhafterweise enthält die Bindemittelmatrix mindestens ein hydraulisches Bindemittel wie beispielsweise Zement und/oder mindestens ein latent-hydraulisches Bindemittel, welches/welche die Baustoffgranalien im abgebunden Zustand zusammenhält/zusammenhalten und dabei den Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder den Anteil der gebrochenen
20 Körnung von Feinsand in dem Gefüge der Baustoffgranalien einbinden.

Bei dem erfindungsgemäßen Baustoffgranulat kann es vorgesehen sein, dass der Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand ein Kornspektrum bis zu einer Korngröße von 2 mm, vorzugsweise ein Kornspektrum bis zu einer Größe von 0,125 mm aufweist.

25 Die eingesetzten Feinsande können definitionsgemäß Körner mit einer Korngröße zwischen 0 mm und 0,2 mm aufweisen.

Vorteilhafterweise kann das erfindungsgemäße Baustoffgranulat einen Gesamtanteil von unbehandelten Mineralkörnern, das heißt ungebrochenen runden, glatten Mineralkörnern in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern bis zu 50 Masseprozent aufweisen.
30

Im Gegensatz zu Wüstensanden weisen ungewaschene Feinsande in der Regel Anteile von Körnern mit einer Größe kleiner 0,063 mm auf, was sich vorteil-

haft auf die Granulierung auswirkt, da kleinere Korngrößen eine Agglomeration begünstigen.

5 Es kann daher vorgesehen sein, dass ein Gesamtanteil von bis zu 50 Masseprozent einer ungebrochenen Körnung von Mineralkörnern, die eine ungebrochene Körnung von Wüstensand und/oder eine ungebrochene Körnung von Feinsand umfasst, in der Bindemittelmatrix des Granulats eingebunden ist.

10 Vorzugsweise können die Baustoffgranalien des erfindungsgemäßen Baustoffgranulats ein Größenspektrum bis zu einem Durchmesser von 16 mm, bevorzugt bis zu einem Durchmesser von 8 mm aufweisen. In Abhängigkeit vom Granulierungsverfahren oder in Abhängigkeit von der Granulieranlage beziehungsweise Pelletieranlage können die Granalien eine im Wesentlichen runde Form oder eine im Wesentlichen zylindrische Form aufweisen. Die erfindungsgemäßen Granalien können auch als Pellets bezeichnet werden, ohne
15 dass dadurch das Wesen der Erfindung beeinflusst ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen eines Baustoffgranulats auf Basis von runden, glatten Mineralkörnern in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern, wird eine gebrochene Körnung von Wüstensand und/oder eine gebrochene Körnung von Feinsand bereitgestellt. Vorzugsweise können die gebrochene Körnung von Wüstensand und/oder die gebrochene Körnung von Feinsand durch Mahlen in einem Mahlwerk bereitgestellt werden. Ein Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder ein Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand wird/werden mit einem Anteil eines eine hydraulisch abbindende Bindemittelmatrix bildenden Granulierungsmittels granuliert. Nach dem Granulieren kann ein Trocknungsschritt vorgesehen sein, wobei die erhaltenen Granalien voneinander getrennt trocknen können.
20
25

30 Nach der Konzeption des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zunächst runde, glatte Mineralkörner in Form von Feinsandkörnern und/oder Wüstensandkörnern gemahlen, wobei eine gebrochene Kornstruktur bereitgestellt wird. Ein Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder ein Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand wird sodann mit einem Granulierungsmittel, welches eine hydraulisch abbindende Bindemittelmatrix bildet,

gemischt und granuliert, wobei die gebrochenen Wüstensandkörner und/oder die gebrochenen Feinsandkörner in Granalien eingebunden werden.

5 Das Granulieren der Mischung aus einem Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder einem Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand und dem Granulierungsmittel kann mittels einer Granulieranlage oder Pelletieranlage erfolgen, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind.

10 Vorzugsweise kann ein Kornspektrum der gebrochenen Körnung von Wüstensand mit einer Korngröße bis 2 mm, vorzugsweise mit einer Korngröße bis 0,125 mm eingesetzt werden. Die Korngröße der Wüstensandkörner kann durch das Brechen beziehungsweise Mahlen im Mahlwerk beeinflusst werden.

15 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird beim Granulieren eine gebrochene Körnung von Wüstensand und/oder eine gebrochene Körnung von Feinsand mit einer Korngröße von kleiner 1 mm eingesetzt, wobei der/die Anteil/Anteile von Körnern kleiner 75 µm mindestens 25 Prozent betragen sollte(n).

20 Weiterhin kann es nach einer vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass eine ungebrochene Körnung eines Feinsandes, die zu mindestens 30 % aus Körnern mit einer Korngröße kleiner als 1 mm besteht, unmittelbar mit dem Granulierungsmittel granuliert werden. In diesem Fall können geringe Anteile von ungebrochenen Körnern bis zu einer Korngröße von maximal 2 mm granuliert werden.

25 Gemäß einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es weiter vorgesehen sein, dass das Granulierungsmittel mindestens ein hydraulisches Bindemittel und/oder mindestens ein latent hydraulisches Bindemittel und Wasser umfasst, wobei das mindestens eine hydraulische Bindemittel und/oder das mindestens eine latent hydraulische Bindemittel und das Wasser während der Granulierung separat zugegeben werden. Nach einer bevorzugt einfachen Ausführungsvariante kann als Granulierungsmittel Zement und
30 Wasser eingesetzt werden. Beim Granulieren kann so vorgegangen werden, dass zunächst der Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder der Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand auf einem Granulierteller oder einer Granulierplatte bereitgestellt wird/werden. Anschließend

5 wird/werden der Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder
der Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand mit dem Wasser besprüht
und der Anteil Zement hinzugegeben. Durch kreisende Bewegungen des Gra-
nuliertellers oder der Granulierplatte werden der Anteil der gebrochenen
Körnung von Wüstensand und/oder der Anteil der gebrochenen Körnung von
Feinsand, der Anteil Wasser und der Anteil Zement gemischt und zu Granalien
geformt. Nach einem Ausführungsbeispiel kann beim Granulieren ein Anteils-
verhältnis von 7 Teilen der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder
der gebrochenen Körnung von Feinsand, 3 Teilen Zement und 1 Teil Wasser
10 eingesetzt werden.

15 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsge-
mäßigen Verfahrens kann es vorgesehen sein, dass das Granulierungsmittel
eine aus mindestens einem hydraulischen Bindemittel und/oder mindestens
einem latent hydraulischen Bindemittel und Wasser gebildete Bindemittelsu-
sension umfasst, die separat bereitgestellt wird. Bei dieser Ausführungsvari-
ante wird der Anteil der gebrochenen Körnung von Wüstensand und/oder der
Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand mit einer Bindemittelsuspensi-
on gemischt und granuliert. Bei der Bindemittelsuspension handelt es sich um
20 eine Mischung aus Wasser und einem hydraulischen Bindemittel, vorzugswei-
se Zement, die unter Einwirkung von hohen Scherkräften suspendiert wird.
Vorteilhafterweise kann ein Anteil des für die Bindemittelsuspension erforder-
lichen Zements durch ein latent hydraulisches Bindemittel ersetzt sein. Wei-
terhin kann es vorgesehen sein, dass ein Anteil der gebrochenen Körnung von
25 Wüstensand und/oder ein Anteil der gebrochenen Körnung von Feinsand bis
zu einer Korngröße von 0,125 mm bei der Bereitstellung der Bindemittelsus-
pension eingesetzt wird. Dadurch ist es möglich, einen Anteil der gebrochenen
Körnung von Wüstensand und/oder einen Anteil der gebrochenen Körnung
von Feinsand als Zementsubstituent(en) bereits in der als Granulierungsmittel
30 vorgesehenen Bindemittelsuspension zu verwerten.

Die Verwendung der in Hochleistungsmischern bereitgestellten Bindemittel-
suspension als Granulierungsmittel hat den Vorteil, dass eine besonders hohe
Homogenität erreicht wird, was positive Auswirkungen auf die Vereinheitli-

chung der Qualitätsparameter, wie Druckfestigkeit, Kornspektrum und Oberflächenbeschaffenheit der hergestellten Granulate hat.

Vorteilhafterweise kann die Qualität der hergestellten Granulate durch Variation der Zusammensetzung des Granulierungsmittels erreicht werden. Somit können Qualitätsänderungen oder Qualitätsanpassungen über das übliche Maß der nach dem Stand der Technik bekannten Möglichkeiten einer Änderung technologischer Parameter bei Granulieranlagen, wie beispielsweise die Verweilzeit, Umdrehungsgeschwindigkeiten oder Temperatur, vorgenommen werden.

Weiterhin kann es nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass beim Granulieren mindestens ein Zusatzmittel eingesetzt wird, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend: ein Fließmittel, ein Betonverflüssiger, ein Luftporenbildner, ein Erstarrungsbeschleuniger, ein Stabilisierungsmittel, ein Dichtungsmittel. Das mindestens eine Zusatzmittel kann beim Granulieren separat zugemischt werden oder der separat bereitgestellten Bindemittelsuspension des Granulierungsmittels zugemischt sein.

Es hat sich gezeigt, dass bei einer Zumischung einer ungebrochenen Körnung von Mineralkörnern, die eine ungebrochene Körnung von Wüstensand und/oder eine ungebrochenen Körnung von Feinsand umfasst, bis zu einem Verhältnis von 50 Masseprozent nach dem erfindungsgemäßen Verfahren stabile Granalien bereitgestellt werden können, die sich als Schüttgut zur Bodenverdichtung oder als Zuschlagstoff bei der Betonherstellung eignen. Es kann daher vorgesehen sein, dass beim Granulieren zusätzlich ein Anteil einer ungebrochenen Körnung von Mineralkörnern, die eine ungebrochene Körnung von Wüstensand und/oder eine ungebrochene Körnung von Feinsand umfasst, bis zu einem Gesamtanteil 50 Masseprozent eingesetzt wird.

Die Erfindung sieht weiterhin eine Anwendung des erfindungsgemäßen Baustoffgranulats als Zuschlagstoff bei der Betonherstellung oder als Schüttgut zur Bodenverdichtung vor.