(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 527757 B1 2025-06-15**

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50604/2024
(22) Anmeldetag: 22.07.2024
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2025

(51) Int. Cl.: ***C04B 22/00*** (2006.01)
C04B 28/00 (2006.01)
E04B 2/02 (2006.01)

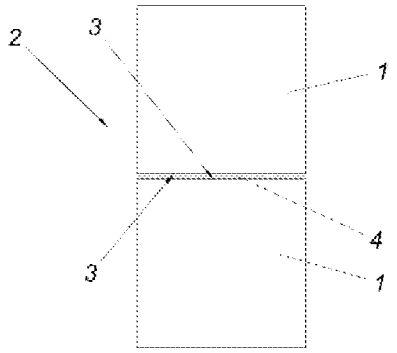
(56) Entgegenhaltungen:
EP 2549026 A2
AT 414333 B
CN 104790678 A
US 8196370 B2

(73) Patentinhaber:
Leitl Martin
4048 Puchenau (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH
4020 Linz (AT)

(54) **Verfahren zum Verbinden zweier im Wesentlichen plane Setzflächen aufweisender, mineralischer Bausteine**

(57) Es wird ein Verfahren zum Verbinden zweier im Wesentlichen plane Setzflächen (3) aufweisender, mineralischer Bausteine (1), die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen, beschrieben. Vorteilhafte Verbindungsbedingungen ergeben sich dadurch, dass auf die Setzfläche (3) eines ersten Bausteins (1) eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese aufgetragen und anschließend ein zweiter Baustein (1) wenigstens abschnittsweise auf die Setzfläche (3) des ersten Bausteins (1) aufgesetzt wird.



AT 527757 B1 2025-06-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verbinden zweier im Wesentlichen plane Setzflächen aufweisender, mineralischer Bausteine, die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Set zur Bildung eines Bausteinverbunds, umfassend wenigstens zwei übereinander stapelbare, im Wesentlichen plane Setzflächen aufweisende, mineralische Bausteine, die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen.

[0002] Üblicherweise werden zum Verbinden von Bausteinen auf deren planen Setzflächen aufgetragene Mörtel oder andere Klebstoffe eingesetzt. Aus der EP3174939B1 ist es beispielsweise bekannt, einen Geopolymerschaum als Klebstoff einzusetzen. Die erforderlichen Klebstoffe bedingen jedoch als zusätzlich aufzutragende Zwischenschicht einerseits einen zusätzlichen Ressourcenaufwand bei der Herstellung und erzeugen andererseits meist eine für die Anforderungen im Bauwesen gar nicht notwendige Verbindungskraft zwischen den Bausteinen, dass eine nachträgliche Trennung der Bausteine nur durch Zerstörung oder mit Beschädigung der Bausteine möglich ist, sodass diese nach ihrer Verwendung beispielsweise in einem Mauerwerk nur noch als Bauschutt deponiert oder recycliert werden können.

[0003] Weitere Verfahren zum Verbinden von Bausteinen mit planen Setzflächen, wobei mehrere Bausteine direkt oder versetzt aufeinander aufgesetzt und mittels Klebstoffen oder Schäumen als Verbindungsmittel miteinander verbunden werden zeigen die EP 2549026 A2, AT 414333 B, CN 104790678 A und US 8196370 B2.

[0004] Um miteinander verbundene Bausteine wiederverwenden zu können, schlägt beispielsweise die US20150259910A1 vor, mehrere Bausteine über Verbindungselemente formschlüssig miteinander zu verbinden, wodurch nach Entfernung der Verbindungselemente ein rückstandsloser Baustein erhalten werden kann. Solche Bausteine bedingen jedoch aufgrund des notwendigen Formschlusses einerseits aufwendige Fertigungsbedingungen und andererseits aufwendige Montagebedingungen, sodass sich die Bausteine für Massenanwendungen als impraktikabel erweisen.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Verbinden zweier mineralischer Bausteine vorzuschlagen, das bei geringem Ressourceneinsatz einerseits einfache Montagebedingungen und andererseits eine Wiederverwendung der Bausteine ermöglicht.

[0006] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass auf die Setzfläche eines ersten Bausteins eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese aufgetragen und anschließend ein zweiter Baustein wenigstens abschnittsweise auf die Setzfläche des ersten Bausteins aufgesetzt wird. Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass die Verbindung der Bausteine während dem Verlegen der, vorzugsweise alumosilikatischen, Bausteine vor Ort erzeugt wird, indem eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese auf die Setzfläche eines ersten Bausteins aufgetragen wird. Es kann somit auf einen zusätzlich im Vorhinein zu erzeugenden Klebstoff oder Mörtel verzichtet werden, da das Geopolymer beim Kontakt der Aktivatorlösung mit dem Baustein entsteht. Durch die Zugabe der Aktivatorlösung werden zunächst die Feststoffkomponenten aus dem Baustein gelöst, was die Bildung von Silizium- Sauerstoff-Aluminaten ermöglicht. Durch Umordnung und Kondensation erfolgt eine Polymerisation, sodass sich ein dreidimensionales alumosilikatisches Polymernetzwerk bildet, das zum Erhärten des Geopolymers führt. Zufolge der erfindungsgemäßen Merkmale kommt es demnach zu einer Reaktion zwischen der, insbesondere zunächst geopolymerfreien, Aktivatorlösung und den im Baustein vorhandenen reaktionsfähigen Silizium- und/oder Aluminium-Komponenten, als Folge dessen Geopolymere entstehen. Die dadurch entstehenden Polymerketten des Geopolymers dienen als vernetzende Verbindung zwischen den Bausteinen. Da die Aktivatorlösung flüssig ist, kann diese in den Baustein diffundieren, sodass die Polymerketten nicht lediglich zwischen den Setzflächen an den jeweiligen Oberflächen verlaufen, sondern ebenfalls in den Baustein eindringen. Da jedoch die in den Baustein diffundiere Aktivatorlösungsmenge mit der Eindringtiefe abnimmt, wird eine überdimensionierte Verbin-

dungsstärke verhindert, sodass durch die Aktivatorlösung zwar eine für die typischen Bauanwendungen erforderliche Verbindungskraft erzeugt werden kann, jedoch dennoch eine Art glatte Sollbruchstelle im Bereich der Setzflächen vorgegeben wird. Entlang dieser Sollbruchstelle können die Bausteine gegebenenfalls voneinander gelöst werden, wenn für sie eine andere Wiederverwendung vorgesehen ist. Da der Aktivator eine flüssige Lösung ist, ergeben sich einfache Handhabebedingungen beim Transport und beim Auftragen auf die Bausteine, sodass insbesondere nicht auf die Schichtdicke des Klebstoffs geachtet werden muss. Die Aktivatorlösung nimmt im Gegensatz zu klassischem Mörtel oder Schaumklebstoffen ein wesentlich geringeres Volumen ein, sodass keine sichtbaren Fugen bzw. kaum sichtbare Fugen zwischen übereinanderliegenden Bausteinen entstehen. Die Aktivatorlösung eignet sich insbesondere für keramische Ziegel, da diese im Regelfall Silizium, Aluminium bzw. deren Verbindungen enthalten. Es werden demnach Bausteine benötigt, die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen enthalten. Eine typische Siliziumverbindung ist SiO_2. Eine typische Aluminiumverbindung ist Aluminiumoxid. Ein Beispiel für eine Silizium-Aluminiumverbindung sind Tonminerale wie Kaolinit. Als Setzfläche des Bausteins ist im Rahmen der Erfindung die horizontale Grund- und Deckfläche eines Bausteins, vorzugsweise eines Planziegels, zu sehen. Die Setzflächen sind im Wesentlichen plan, dies bedeutet, dass die Setzflächen innerhalb genormter Grenzen von einer vollständigen planen Ausgestaltung abweichen können.

[0007] Zwar ist es grundsätzlich möglich, die Geopolymersynthese am Baustein bei sauren Reaktionsbedingungen durchzuführen, jedoch hat es sich bei vorliegendem Anwendungsfall im Baubereich als besonders praktikabel erwiesen, wenn die Aktivatorlösung alkalisch ist, vorzugsweise einen pH-Wert größer gleich 10 aufweist.

[0008] Als Aktivatorlösung zur Geopolymerbildung kann beispielsweise ein Alkalihydroxid, ein Alkalisilicat, Alkalialuminat, Alkalicarbonat oder Alkalisulfat verwendet werden. Als Aktivatorlösung eignen sich bevorzugt Natrium- und/oder Kaliumhydroxid und/oder Wasserglas. Bei Wasserglas handelt es sich um aus einer Schmelze erstarrte amorphe, also glasartige, wasserlösliche Natrium-, Kalium- und/oder Lithiumsilicate respektive um ihre wässrigen Lösungen. Je nachdem, ob überwiegend Natrium-, Kalium- oder Lithiumsilicate enthalten sind, spricht man von Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder Lithiumwasserglas.

[0009] Es hat sich herausgestellt, dass je ebener die Bausteine sind, desto stärke die durch die Aktivatorlösung erzeugte Verbindungskraft ist. Um für das Bauwesen geeignete Verbindungskräfte zu erzeugen, wird vorgeschlagen, dass die maximale Abweichung der Setzflächen von der Ebenheit 1 mm, vorzugsweise 0,5 mm beträgt. Besonders starke Verbindungen entstehen bei Oberflächen mit Abweichungen von der Ebenheit von kleiner gleich 0,1mm. Bevorzugt beträgt die Abweichung der Setzflächen von der Ebenheit 0,05 mm bis 0,5 mm, da in diesem Bereich eine ausreichend große Verbindungskraft erzeugt wird, jedoch dennoch eine zerstörungsfreie Trennung der Bausteine im Fall einer anderweitigen Wiederverwendung ermöglicht wird.

[0010] Um die Verbindungskraft weiter zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass die Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese auf die einander zugewandten Setzflächen beider Bausteine separat aufgetragen wird, bevor diese miteinander verbunden werden. Auf diese Weise kann die Aktivatorlösung in beide Bausteine ausreichend tief diffundieren.

[0011] Das Verfahren kann mithilfe eines Sets zur Bildung eines Bausteinverbunds erfolgen. Dieses Set weist wenigstens zwei übereinander stapelbare, im Wesentlichen plane Setzflächen aufweisende, mineralische Bausteine, die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen, auf, wobei darüber hinaus eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese zum Auftragen auf die Setzflächen der Bausteine vorgesehen ist. Die Aktivatorlösung ist vorzugsweise alkalisch und weist insbesondere einen pH-Wert größer gleich 10 auf. Als Aktivatorlösung eignet sich beispielsweise Wasserglas. Die maximale Abweichung der Setzflächen von der Ebenheit kann 1 mm, vorzugsweise 0,5 mm, weiter bevorzugt 0,1 mm betragen.

[0012] In der Fig. ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, wobei die Fig. eine schematische Vorderansicht zweier mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verbundener Bau-

steine zeigt.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann zum Verbinden zweier Bausteine 1 eingesetzt werden, sodass sich ein Bausteinverbund 2 ergibt. Hierzu wird eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese auf die Setzfläche 3 eines ersten Bausteins 1 aufgetragen. Da die Bausteine 1 Silizium und/oder Aluminium bzw. deren Verbindungen enthalten, entsteht durch die Reaktion der Aktivatorlösung mit dem Baustein 1 ein Geopolymer 4, das als Klebstoff fungiert und die Bausteine 1 miteinander verbindet. Geopolymere 4 sind mineralische Systeme mit einem hohen Gehalt an Silizium (als SiO_2) und Aluminium (als Al_2O_3), bei deren Reaktion die Bildung alumosilicatische Netzwerke überwiegt.

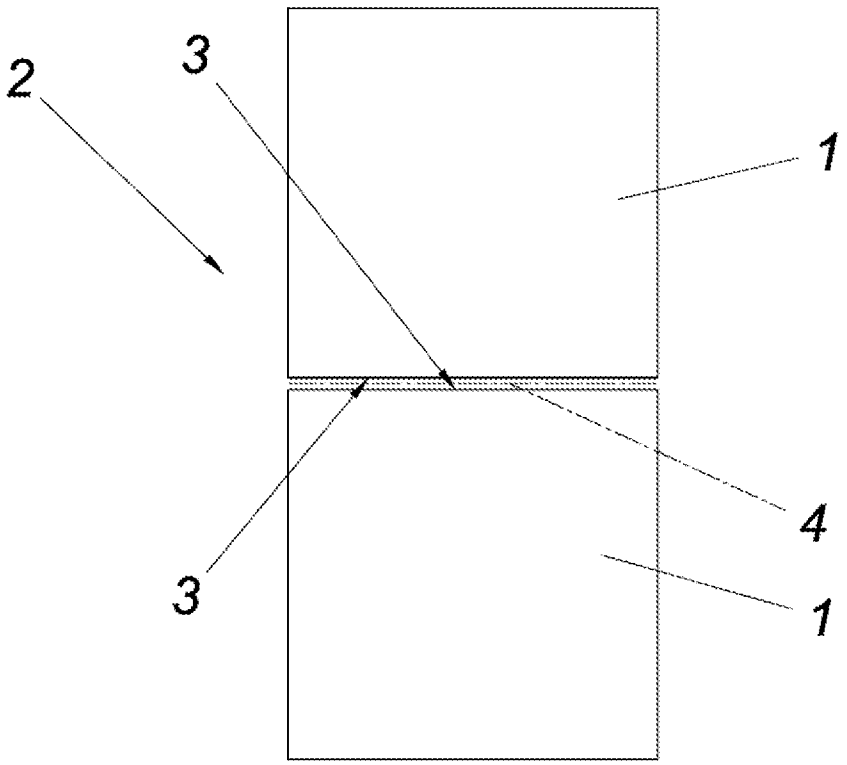
[0014] Die Bausteine 1 sind im Wesentlichen planar. Vorzugsweise beträgt die maximale Abweichung der Setzflächen 3 von der Ebenheit 1 mm.

[0015] Die durch die entstehenden Geopolymere 4 erzeugte Verbindungskraft zwischen den Bausteinen 1 hängt einerseits von Art und Menge der verwendeten Aktivatorlösung sowie andererseits vom Anteil der aktivierbaren Substanzen und der Größe der sich berührenden Flächen der Bausteine 1 ab. Bei einem Masseanteil der aktivierbaren Substanzen in keramischen Ziegeln von mindestens 50% und bei Verwendung von Natriumwasserglas liegt die erforderliche Menge an Aktivatorlösung bei 100 bis 200 mL je m^2 sich berührender Setzfläche 3 der Bausteine 1. Ebenso hängt die Zeitdauer bis zur abgeschlossenen Geopolymerbildung von oben angeführten Einflussfaktoren ab und kann bei keramischen Ziegelsteinen wenige Stunden bis zu einigen Tagen dauern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden zweier im Wesentlichen plane Setzflächen (3) aufweisender, mineralischer Bausteine (1), die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf die Setzfläche (3) eines ersten Bausteins (1) eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese aufgetragen und anschließend ein zweiter Baustein (1) wenigstens abschnittsweise auf die Setzfläche (3) des ersten Bausteins (1) aufgesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktivatorlösung alkalisch ist, vorzugsweise einen pH-Wert größer gleich 10 aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Abweichung der Setzflächen (3) von der Ebenheit kleiner gleich 1 mm, vorzugsweise kleiner gleich 0,5 mm, weiter bevorzugt kleiner gleich 0,1 mm ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese auf die einander zugewandten Setzflächen (3) beider Bausteine (1) separat aufgetragen wird, bevor diese miteinander verbunden werden.
5. Set zur Bildung eines Bausteinverbunds (2), umfassend wenigstens zwei übereinander stapelbare, im Wesentlichen plane Setzflächen (3) aufweisende, mineralische Bausteine (1), die Silizium, und/oder Siliziumverbindungen, und/oder Aluminium, und/oder Aluminiumverbindungen umfassen, **gekennzeichnet durch** eine Aktivatorlösung zur Geopolymersynthese zum Auftragen auf die Setzflächen (3) der Bausteine (1).

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen


2
3
1
4
3
1