

(19)



(11)

EP 4 227 466 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2023 Patentblatt 2023/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 3/08 ^(2006.01) **E02D 3/12** ^(2006.01)
C09K 17/04 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22156744.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 3/08; E02D 3/12

(22) Anmeldetag: **15.02.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Kügler, Katja**
45219 Essen (DE)

(72) Erfinder: **Kügler, Katja**
45219 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Bardehle Pagenberg Partnerschaft mbB**
Patentanwälte Rechtsanwälte
Prinzregentenplatz 7
81675 München (DE)

(54) SICHERUNGSSCHICHT AUS HAUSMÜLLVERBRENNUNGSSCHLACKE

(57) Die hierin offenbarte Erfindung umfasst eine Schicht und ein Verfahren zur Herstellung einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzung durch Schrumpfen ist. Die Schicht ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Hausmüllverbrennungs-(HMV-) Schlacke besteht. Außerdem wird ein Verfahren und Computerprogramm zur Bestimmung der Dicke einer Schicht zur

Sicherung eines Baugrunds offenbart, wobei die Schicht eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen, insbesondere auch eine Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen, ist. Zusätzlich wird ein Verfahren und Computerprogramm zur Bestimmung der Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrunds offenbart, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken ist.

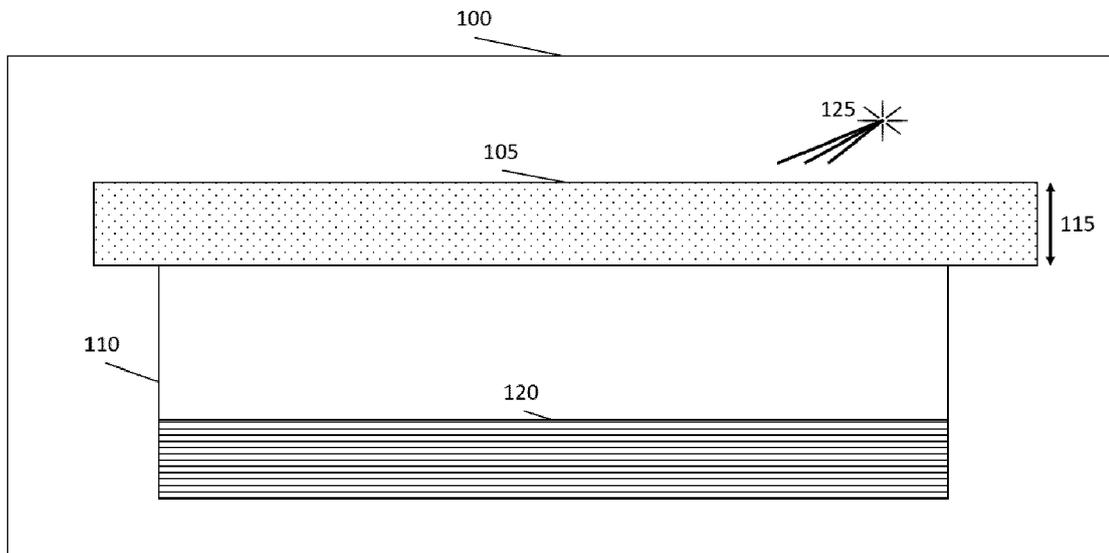


Abb. 1

EP 4 227 466 A1

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Um Bauwerke auf einem stabilen Fundament errichten zu können, ist es essenziell den vorgesehenen Bauplatz und insbesondere den dazugehörigen Boden so zu stabilisieren, dass darauf mit bauwerksverträglichen Setzungen gegründet werden kann. Ziel ist es, Setzungen des Bodens und somit Risiken für bzw. Schäden an Bauwerke(n) zu minimieren beziehungsweise zu verhindern. Bekannt ist das Vermeiden von sogenannten lastabhängigen Bodensetzungen durch eine Vorbelastung/Vorverdichtung des Bodens auf dem dann anschließend eine stabile(s) Tragschicht/Fundament aufgetragen werden kann.

10 **[0002]** Bedingt durch den Klimawandel und damit einhergehenden längeren und heißeren Hitze-/Trockenperioden sind Bauwerke zunehmender von sogenannten lastunabhängigen Bodensetzungen betroffen. Eine Absicherung gegen lastabhängige Bodensetzungen ist somit nicht länger ausreichend. Lastunabhängige Bodensetzungen können unter anderem durch Schrumpfen des Bodens geschehen. Das Schrumpfen entsteht durch den Wasserverlust mit einhergehendem Abtrocknen bzw. Austrocknen eines Bodens durch Temperatureinwirkungen. Außerdem müssen Bauwerke wie z.B. Produktions- oder Logistikhallen immer striktere Wärmeschutzverordnungen erfüllen.

15 **[0003]** Vor diesem Hintergrund bedarf es einer zusätzlichen Schutzmaßnahme gegen lastunabhängige Bodensetzungen durch Schrumpfen, bedingt durch Wasserverluste, insbesondere um auch unter den durch den Klimawandel verursachten Umständen eine stabile und sichere Tragschicht für Bauwerke gewährleisten zu können, welche gleichzeitig den steigenden Anforderungen der Wärmeschutzverordnungen genügt.

Zusammenfassung

25 **[0004]** Es folgt eine vereinfachte Zusammenfassung der durch die vorliegende Offenbarung präsentierten Lösung für das definierte Problem des Stands der Technik, nämlich einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gegen lastunabhängige Bodensetzungen durch Schrumpfen infolge von Wasserverlusten. Es handelt sich dabei nicht um einen allumfassenden Überblick, sondern vielmehr um ein Aufzeigen und Erklären einiger Hauptaspekte, um ein generelles Verständnis zu ermöglichen.

30 **[0005]** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, insbesondere zur Absicherung gegen Abtrocknung, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung von lastunabhängigen Bodensetzungen durch Schrumpfen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Hausmüllverbrennungs- (HMV)-Schlacke besteht. Bei der HMV-Schlacke handelt es sich um aufbereitete und insbesondere gütegeprüfte Verbrennungaschen bzw. Schlacken, die gemäß europaweit geltenden umweltrechtlichen Bestimmungen im Erd- und Grundbau eingesetzt werden können.

35 **[0006]** Dabei kann die Schicht bestehend aus HMV-Schlacke eine Dicke in Abhängigkeit von Wassergehalten des zu dämmenden Bodens, Schrumpffparametern des zu dämmenden Bodens, einer indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens und/oder einer auf den zu dämmenden Boden einwirkende Temperatur aufweisen. Die Tiefe der indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens kann dabei von einer Wärmeleitfähigkeit des zu dämmenden Bodens und der auf den zu dämmenden Boden einwirkenden Temperatur abhängen.

40 **[0007]** Der zu dämmende Boden kann dabei aus natürlichen, bindigen, organisch gemischtkörnigen und/oder industriellen Massenreststoffen sowie natürlichen oder anthropogenen Böden und/oder. Schlämmen bestehen.

[0008] Die HMV-Schlacke kann außerdem eine Körnung mit einem Durchmesser von 0 bis 32 Millimeter, vorzugsweise von 0 bis 16 mm, aufweisen.

45 **[0009]** Die HMV-Schlacke kann zu dem eine Wärmeleitfähigkeit von $<0.21 \text{ W/mK}$, insbesondere von $<0.17 \text{ W/mK}$, aufweisen und/oder eine Proctordichte von mindestens 92%, bevorzugt $\geq 95\%$, aufweisen.

[0010] Die Schicht kann dabei auch eine Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen sein. Dies kann bedeuten, dass die Schicht gleichzeitig (d.h. zusätzlich, komplementär etc.) zu den bereits beschriebenen Einsatzzwecken als Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen verwendet werden kann.

50 **[0011]** In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen, insbesondere auch eine Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen, ist, wobei das Verfahren das Auftragen einer HMV-Schlacke auf einen Boden des zu sichernden Baugrundes umfasst. Die HMV-Schlacke kann dabei auf eine Proctordichte von mindestens 92%, bevorzugt $\geq 95\%$, verdichtet sein.

55 **[0012]** In einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen ist, wobei das Verfahren das Bestimmen der Dicke der HMV-

Schlacke basierend auf einer Tiefenlage einer indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens, Schrumpfparameter des zu dämmenden Bodens und/oder einer auf den zu dämmenden Boden einwirkenden Temperatur umfasst.

[0013] Dabei kann das Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke ferner die Gleichung umfassen:

$$D = \frac{\text{Tiefe der indifferenten Temperaturzone}}{p} \times \text{Sicherheitsfaktor},$$

wobei D die Dicke der HMV-Schlacke und $p = \frac{\text{Wärmeleitfähigkeit des zu dämmenden Bodens}}{\text{Wärmeleitfähigkeit der HMV-Schlacke}}$, ein Proportionalitätsfaktor darstellt.

[0014] In einem vierten Aspekt bezieht sich die Erfindung auf Verfahren zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken ist, wobei die Schicht aus HMV-Schlacke besteht, das Verfahren umfassend das Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke zur Erfüllung der Vorgaben der DIN EN ISO 10456.

[0015] Dabei kann das Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke zur Erfüllung der Vorgaben der DIN EN ISO 10456 ferner auf einer Rohdichte, einer Bemessungswärmeleitfähigkeit, eines Wärmedurchlasswiderstandes, eines inneren Wärmeübergangswiderstandes, eines äußeren Wärmeübergangswiderstandes und/oder eines zulässigen Wärmedämmwertes des Baugrundes basieren.

[0016] In einem fünften Aspekt bezieht sich die Erfindung auf ein Computerprogramm, welches nach Ausführung durch einen Computer eines der zwei vorgenannten Verfahren zum Bestimmen der Dicke der HMV ausführen kann.

[0017] In einem sechsten Aspekt bezieht sich die Erfindung auf eine Verwendung von HMV-Schlacke zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die HMV-Schlacke in Form einer Schicht auf einen Boden des zu sichernden Baugrundes zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken, insbesondere gemäß DIN EN ISO 10456, und/oder zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen, insbesondere auch zur Erfüllung der Anforderungen an Tragschichten für Gründungen, aufgebracht wird.

[0018] Um das Vorangegangene zu erreichen, enthalten die Ansprüche alle dafür notwendigen Eigenschaften. Die nachfolgende Beschreibung und die anhängenden Abbildungen verdeutlichen diese Eigenschaften weiter.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0019] Die in der Beschreibung verwendeten Abbildungen werden im Anschluss kurz beschrieben:

- Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Abb. 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Abb. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Abb. 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

[0020] Um die durch die vorliegende Offenbarung präsentierte technische Lösung des Eingangs erläuterten Problems des Stands der Technik, detaillierter erläutern zu können, wird diese nun im Anschluss anhand der Abbildung beschrieben.

[0021] Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung 100 einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes. Die Darstellung umfasst dabei die Schicht 105 und den zu sichernden Baugrund 110. Die Schicht 105 kann dabei eine Schicht zum Wärmeschutz, also eine Wärmeschutzschicht sein. Die Schicht 105 kann außerdem eine Dämmschicht sein. Dabei sorgt die Schicht als Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder sorgt als Dämmschicht zur Vermeidung von lastunabhängiger Bodensetzungen des zu dämmenden Bodens 110 durch Schrumpfen (z.B. hervorgerufen durch Wasserverluste und/oder Austrocknung). Die Schicht 105 kann aus Hausmüllverbrennungs- (HMV-) Schlacke bestehen.

[0022] Die in Abb. 1 gezeigte Schicht 105 zur Sicherung eines Baugrundes 110 kann dabei eine Dicke 115 aufweisen. Die Dicke 115 der Schicht 105 kann dabei von Wassergehalten des zu dämmenden Bodens 110, Schrumpfparametern

EP 4 227 466 A1

des zu dämmenden Bodens 110, einer Tiefenlage einer indifferenten Temperaturzone 120 des zu dämmenden Bodens 110 und/oder einer auf den zu dämmenden Boden 110 einwirkenden Temperatur 125 abhängen.

[0023] Die Schrumpfparameter können dabei das Schrumpfverhalten des zu dämmenden Bodens z.B. unter Temperatureinwirkung (Luft- und/oder Bodentemperatur) beschreiben. So können z.B. bindige, tonige und/oder organische Bodenschichten in Abhängigkeit ihrer Kornzusammensetzungen und ihres Wassergehalts in Größenordnungen von 5 bis >25% schrumpfen. Plastische Tone, organische Schichten oder Schlämme können z.B. bis zu 10% der Gesamtschichtdicke schrumpfen. Die Dicke 115 der Schicht 105 kann z.B. vor allem von den Schrumpfparametern der obersten Bodenzone abhängen, da diese Bodenzone den ständigen Einflüssen der möglicherweise sehr unterschiedlichen Temperaturen und Abtrocknungsbedingungen unterliegt.

[0024] Die indifferente Temperaturzone, auch isotherme oder neutral genannt, beschreibt eine Zone des Bodens in deren Tiefenlage der Einfluss der Temperatur von der Erdoberfläche aus nahezu null ist. Daher hängt die Tiefenlage der indifferenten Temperaturzone maßgeblich von der Wärmeleitfähigkeit des entsprechenden Bodens ab. Für Tonstein kann sie z.B. zwischen 15-39 m Tiefe liegen, für Kalkstein z.B. zwischen 24-27m Tiefe liegen und für Granit z.B. zwischen 34-39m Tiefe liegen. Diese Werte sind allerdings nicht einschränkend zu verstehen und können, gerade im Hinblick auf die durch den Klimawandel zu erwartenden Temperatursteigungen, variieren.

[0025] Der zu dämmende Boden des zu sichernden Baugrundes 110 kann dabei aus natürlichen, bindigen, organisch gemischtkörnigen und/oder industriellen Massenreststoffen sowie natürlichen und/oder anthropogen Böden und/oder Schlämmen bestehen.

[0026] Die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann eine Körnung mit einem Durchmesser von 0-32 mm aufweisen. Die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann eine Körnung mit einem Durchmesser von 0-16 mm aufweisen. Dies sind jedoch nur Beispiele für mögliche Korndurchmesser. Körnungen eines anderen Durchmessers wie z.B. 0-4 mm, welche ebenfalls eine niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweisen, sind ebenfalls von dieser Offenbarung erfasst.

[0027] Die Schicht 105 bestehenden aus HMV-Schlacke kann eine Wärmeleitfähigkeit von <0.21 W/mK aufweisen. Die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann eine Wärmeleitfähigkeit <0.17 W/mK aufweisen. Die Wärmeleitfähigkeit der Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann dabei unter anderem von dem Durchmesser der Körnung der HMV-Schlacke abhängen. Die Wärmeleitfähigkeit lässt sich z.B. wie folgt ermitteln. Eine Probe der HMV-Schlacke wird zunächst für 24h bei 105°C getrocknet. Anschließend wird der Feuchtegehalt der Probe bestimmt durch Auswiegen. Tabelle 1 zeigt eine beispielhafte Bestimmung des Feuchtegehalts für Proben mit 0-32 mm und 0-16 mm Korndurchmesser.

Tabelle 1: Feuchtebestimmung

Probe:	1 (0-32mm)	2 (0-16mm)
Nass [g]	1427.3	367.0
Trocken [g]	1256.5	521.5
Feuchtgehalt [M.%]	12.0	16.7

Anschließend erfolgt die Messung der Wärme- und Temperaturleitfähigkeit. Dies kann in Anlehnung an ISO 22007-2 mit einem TPS1500 (HotDisk) an unverdichtetem Schüttgut erfolgen Zur Messung kann ein Kapton-Detektor (5501 F1) mit einem Durchmesser von 6.403 mm verwendet werden. Dabei kann eine Heizleistung von insgesamt 40 mW für Probe 1 und 30mW für Probe 2 innerhalb von 160 s übertragen werden. Tabelle 2 zeigt Ergebnisse von 5 entsprechend durchgeführten Messungen der Probe 1. Tabelle 3 zeigt Ergebnisse von 5 entsprechend durchgeführten Messungen der Probe 2.

Tabelle 2: Ergebnisse der TPS Messungen der Probe 1 bei 31,1 °C

Messung	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Temperaturleitfähigkeit [mm ² /s]	spez. Wärmekapazität [MJ/m ³ K]	Eindringtiefe [mm]
1	0,2067	0,2661	0,7769	11,3
2	0,2085	0,2809	0,7421	11,6
3	0,2071	0,2643	0,7836	11,3
4	0,2048	0,2682	0,7637	11,3
5	0,2068	0,2728	0,7579	11,4

EP 4 227 466 A1

(fortgesetzt)

Messung	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Temperaturleitfähigkeit [mm ² /s]	spez. Wärmekapazität [MJ/m ³ K]	Eindringtiefe [mm]
Mittelwert:	0,2068	0,270	0,765	11,4
Std, Abweichung	0,0012	0,006	0,015	0,1

Tabelle 3: Ergebnisse der TPS Messungen der Probe 2 bei 25,8 °C

Messung	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Temperaturleitfähigkeit [mm ² /s]	spez. Wärmekapazität [MJ/m ³ K]	Eindringtiefe
1	0,1645	0,2283	0,7203	12,0
2	0,1640	0,2280	0,7192	12,0
3	0,1628	0,1877	0,8672	10,9
4	0,1633	0,2294	0,7120	12,0
5	0,1605	0,1833	0,8758	10,7
Mittelwert:	0,1630	0,211	0,779	11,5
Std. Abweichung	0,0014	0,021	0,076	0,6

[0028] Aus Tabelle 4 folgt, dass die Wärmeleitfähigkeit einer Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke (in der Tabelle: HMVA) eine um dem Faktor 10 geringere Wärmeleitfähigkeit als andere natürliche Tragschichtenmaterialien wie Sand, Kies oder Kalkstein haben kann.

Tabelle 4: Vergleich der Wärmeleitfähigkeiten

Material	Wärmeleitfähigkeit λ_B (W/(m · K))
HMVA, Ø 0/16 mm	0,1630
HMVA, Ø 0/32 mm	0,2068
Natürlicher Erdbaustoff:	
Kalkstein, hart	2,3
Sand und Kies	2,0
Dämmstoffe:	
Schaumglas (DIN EN 13 167)	0,038 - 0,05
Hartschaum (DIN EN 13 165)	0,021 - 0,04

[0029] Die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann verdichtet sein. Dabei kann die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke auf eine Proctordichte von mindestens 92% verdichtet sein. Die Schicht 105 bestehend aus HMV-Schlacke kann auf eine Proctordichte von mindestens 95% verdichtet sein. Dies sind jedoch nur Beispiele für mögliche Werte der Proctordichte. Andere Werte sind ebenfalls von dieser Offenbarung erfasst.

[0030] Die Schicht 105 zur Sicherung eines Baugrundes 110 kann zusätzlich als Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen dienen. Dabei kann die Schicht ein Setzungsverhalten, welches die Zusammendrückbarkeit des Bodens des zu sichernden Baugrundes beschreibt, ausgedrückt durch eine Steifzahl E_s in MN/m² aufweisen. Diese kann sich beispielsweise im Bereich 45-150 MN/m², 45-60 MN/m², 80-100 MN/m² oder 100-150 MN/m² befinden.

[0031] Abb.2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 200 zum Herstellen einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes gemäß der vorliegenden Erfindung. Dabei kann es sich um die Schicht 105 handeln, welche in Bezug auf Abb. 1 erläutert wurde. Das Verfahren 200 umfasst dabei das Auftragen 202 einer HMV-Schlacke auf einen Boden 105 des zu sichernden Baugrundes 110.

EP 4 227 466 A1

[0032] Abb. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 300 zur Bestimmung einer Dicke 115 einer Schicht 105 zur Sicherung eines Baugrundes 110. Dabei kann die Schicht 105 eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens 110 zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen sein. Die Schicht 105 kann dabei aus HMV-Schlacke bestehen. Das Verfahren 300 umfasst dabei das Bestimmen der Dicke der Schicht (bspw. der HMV-Schlacke) basierend auf einer Tiefenlage einer indifferenten Temperaturzone 120 des zu dämmenden Bodens 110, auf Schrumpfparametern des zu dämmenden Bodens 110 und/oder einer auf den zu dämmenden Boden 110 einwirkende Temperatur 125. Die Dicke der Schicht (bspw. der HMV-Schlacke) kann zudem ferner umfassen, die Dicke der Schicht mittels der Gleichung

$$D = \frac{\text{Tiefe der indifferenten Temperaturzone}}{p} \times \text{Sicherheitsfaktor},$$

wobei D die Dicke der HMV-Schlacke und $p = \frac{\text{Wärmeleitfähigkeit des zu dämmenden Bodens}}{\text{Wärmeleitfähigkeit der HMV-Schlacke}}$, ein Proportionalitätsfaktor darstellt.

[0033] Beispielsweise kann der Sicherheitsfaktor den Wert 1.25 annehmen. Kleinere oder größere Werte sind ebenfalls möglich und hängen dabei maßgeblich von einer Risikoabschätzung zur Vermeidung von Bauwerkschäden ab.

[0034] Abb. 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens 400 zur Bestimmung einer Dicke 115 einer Schicht 105 zur Sicherung eines Baugrundes 110. Die Schicht 105 kann dabei eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken sein. Die Schicht 105 kann aus HMV-Schlacke bestehen. Das Verfahren 400 umfasst dabei das Bestimmen der Dicke der Schicht (bspw. der HMV-Schlacke) zur Erfüllung der Vorgaben der DIN EN ISO 10456. Dazu kann das Bestimmen auf einer Rohdichte, einer Bemessungswärmeleitfähigkeit, eines Wärmedurchlasswiderstandes, eines inneren Wärmeübergangswiderstandes, eines äußeren Wärmeübergangswiderstandes und/oder eines zulässigen Wärmedämmwertes des Baugrundes 110 basieren. Das Bestimmen kann zudem auf einem zulässigen Wärmedämmwert u basieren. Das Bestimmen kann zudem auf dem Verhältnis eines erreichten Wärmedämmwertes v und dem zulässigen Wärmedämmwert u basieren.

[0035] Tabelle 5 zeigt wärmetechnische Eigenschaften von ausgewählten Erdreichen, aus welchen der zu sichernde Baugrund 110 bspw. bestehen kann.

Tabelle 5: Wärmetechnische Eigenschaften von Erdreich nach DIN EN ISO 10456

Material	Rohdichte p [kg/m ³]	Bemessungswärmeleitfähigkeit λ [W/mk]
Ton und Schlick	1200-1800	1.5
Sand und Kies	1700-2200	2.0
Kristalliner Naturstein	2800	3.5
Sediment Naturstein	2600	2.3

Für den inneren Wärmeübergangswiderstand R_{si} kann gelten $R_{si}=0.17(m^2K/W)$ oder $R_{si}=0.13(m^2K/W)$. Für den äußeren Wärmeübergangswiderstand R_{se} kann gelten $R_{se}=0.00(m^2K/W)$. Der Wärmedurchlasswiderstand R_i eines Materials i

kann z.B. mittels $R_i = \frac{d_i}{\lambda}$ ermittelt werden, wobei d_i die Dicke des Materials i dessen Wärmedurchlasswiderstand ermitteln werden soll und λ die Bemessungswärmeleitfähigkeit des vorliegenden Erdreiches des zu sichernden Baugrundes 110, darstellt. Der erreichte Wärmedämmwert v der Schicht lässt sich dann anhand der Formel

$v = \frac{1}{(\sum_{i=0}^n R_i) + R_{si} + R_{se}}$ ermitteln. Zudem kann das Bestimmen der Dicke der Schicht 105 von einem Verhältnis zwischen erreichtem Wärmedämmwert v und zulässigem Wärmedämmwert u basieren. Zum Beispiel kann eine Dicke dann

ausreichend sein, wenn gilt: $v < u$. Dabei kann u z.B. den Wert $0.30 \frac{W}{m^2K}$ annehmen.

[0036] Die Verfahren zur Bestimmung einer Dicke wie zu Abb. 3 und 4 ausgeführt, können zudem in Software implementieren werden. Daher umfasst die vorliegende Offenbarung ein Computerprogramm, welches wenn von einem Com-

puter ausgeführt, den Computer dazu veranlasst ein entsprechendes Verfahren auszuführen. Das Computerprogramm kann dabei auf einem nichtflüchtigen computerlesbaren Speichermedium vorgesehen sein.

5 **Patentansprüche**

1. Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht aus Hausmüllverbrennungs-, HMV-, Schlacke besteht.
- 10 2. Schicht nach Anspruch 1, wobei die Schicht bestehend aus HMV-Schlacke eine Dicke in Abhängigkeit von Wassergehalten des zu dämmenden Bodens, Schrumpfp Parametern des zu dämmenden Bodens, einer Tiefenlage einer indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens und/oder einer auf den zu dämmenden Boden einwirkenden Temperatur aufweist.
- 15 3. Schicht nach Anspruch 2, wobei die Tiefe der indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens von einer Wärmeleitfähigkeit des zu dämmenden Bodens und der auf den zu dämmenden Boden einwirkenden Temperatur abhängt.
- 20 4. Schicht nach einem der Ansprüche 1-3, wobei der zu dämmende Boden aus natürlichen, bindigen, organisch gemischtkörnigen und/oder industriellen Massenreststoffen sowie natürlichen oder anthropogenen Böden und/oder Schlämmen besteht.
- 25 5. Schicht nach einem der Ansprüche 1-4, wobei die HMV-Schlacke eine Körnung mit einem Durchmesser von 0 bis 32 mm, vorzugsweise von 0 bis 16 mm aufweist.
- 30 6. Schicht nach einem der Ansprüche 1-5, wobei die HMV-Schlacke eine Wärmeleitfähigkeit von <0.21 W/m K, insbesondere von <0.17 W/m K, aufweist und/oder die HMV-Schlacke eine Proctordichte von mindestens 92%, bevorzugt mindestens ≥95%, aufweist.
- 35 7. Schicht nach einem der Ansprüche 1-6, wobei die Schicht auch eine Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen ist.
- 40 8. Verfahren zur Herstellung einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken und/oder eine Dämmschicht zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen, insbesondere auch eine Tragschicht zur Erfüllung der Anforderungen an Gründungen, ist, das Verfahren umfassend:
Auftragen einer Hausmüllverbrennungs-, HMV-, Schlacke auf einen Boden des zu sichernden Baugrundes.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die HMV-Schlacke auf eine Proctordichte von mindestens 92%, bevorzugt mindestens ≥95%, verdichtet ist.
- 45 10. Verfahren zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Dämmschicht eines zu dämmenden Bodens zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen ist, wobei die Schicht aus HMV-Schlacke besteht, das Verfahren umfassend:
Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke basierend auf einer Tiefenlage einer indifferenten Temperaturzone des zu dämmenden Bodens, Schrumpfp Parametern des zu dämmenden Bodens und/oder einer auf den zu dämmenden Boden einwirkenden Temperatur.
- 50 11. Verfahren nach Anspruch 10, das Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke ferner umfassend:

55
$$D = \frac{\text{Tiefe der indifferenten Temperaturzone}}{p} \times \text{Sicherheitsfaktor},$$

wobei D die Dicke der HMV-Schlacke und $p = \frac{\text{Wärmeleitfähigkeit des zu dämmenden Bodens}}{\text{Wärmeleitfähigkeit der HMV-Schlacke}}$ ein Proportionalitätsfaktor darstellt.

- 5
12. Verfahren zur Bestimmung einer Dicke einer Schicht zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die Schicht eine Wärmeschutzschicht zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken, wobei die Schicht aus HMV-Schlacke besteht, das Verfahren umfassend:
- 10 Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke zur Erfüllung der Vorgaben der DIN EN ISO 10456.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Bestimmen der Dicke der HMV-Schlacke zur Erfüllung der Vorgaben der DIN EN ISO 10456 ferner basiert auf:
- 15 einer Rohdichte, einer Bemessungswärmeleitfähigkeit, eines Wärmedurchlasswiderstandes, eines inneren Wärmeübergangswiderstandes, eines äußeren Wärmeübergangswiderstandes und/oder eines zulässigen Wärmedämmwertes des Baugrundes.
14. Computerprogramm, welches, wenn von einem Computer ausgeführt, den Computer dazu veranlasst ein Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12 auszuführen.
- 20
15. Verwendung von HMV-Schlacke zur Sicherung eines Baugrundes, wobei die HMV-Schlacke in Form einer Schicht auf einen Boden des zu sichernden Baugrundes aufgebracht wird, zur Erfüllung wärmeschutztechnischer Anforderungen von Bauwerken, insbesondere gemäß DIN EN ISO 10456, und/oder zur Vermeidung lastunabhängiger Bodensetzungen durch Schrumpfen, insbesondere auch zur Erfüllung der Anforderungen an Tragschichten für Gründungen.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

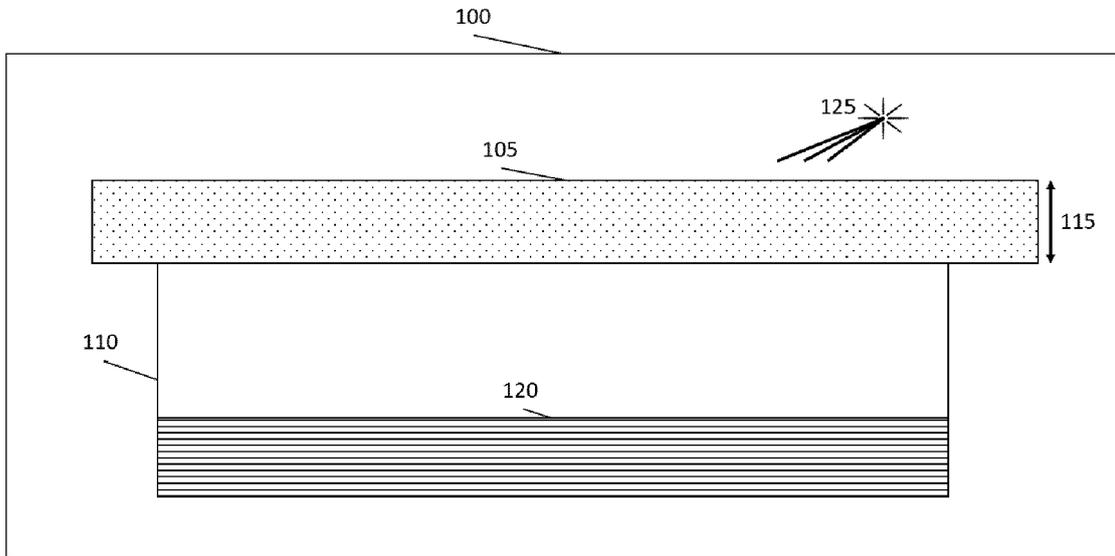


Abb. 1

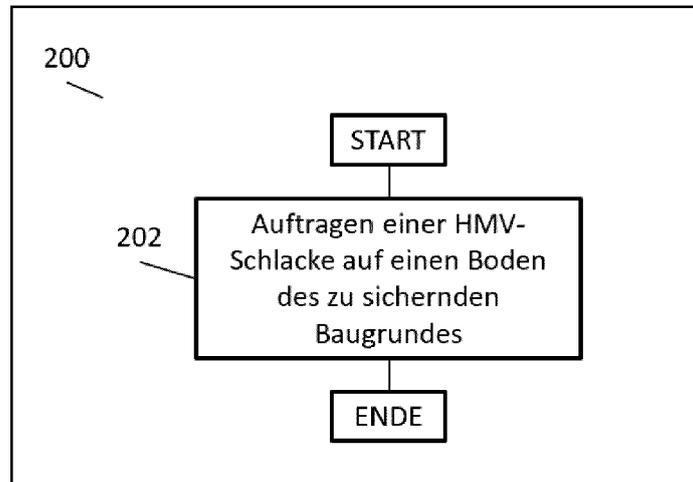


Abb. 2

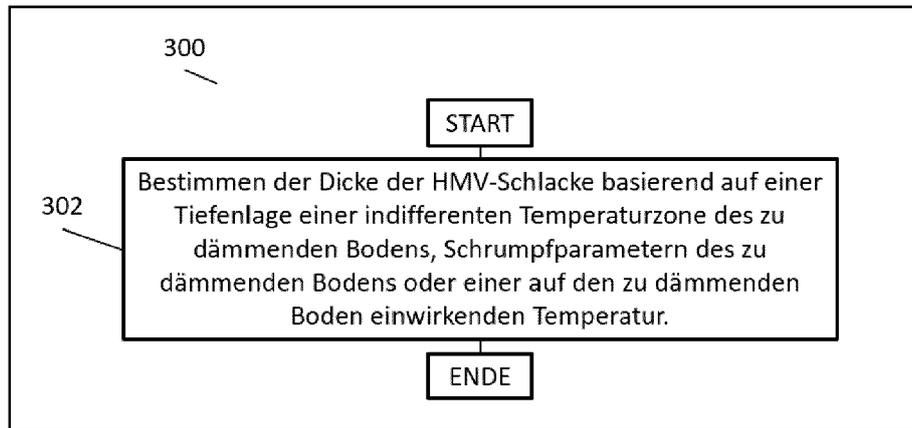


Abb. 3

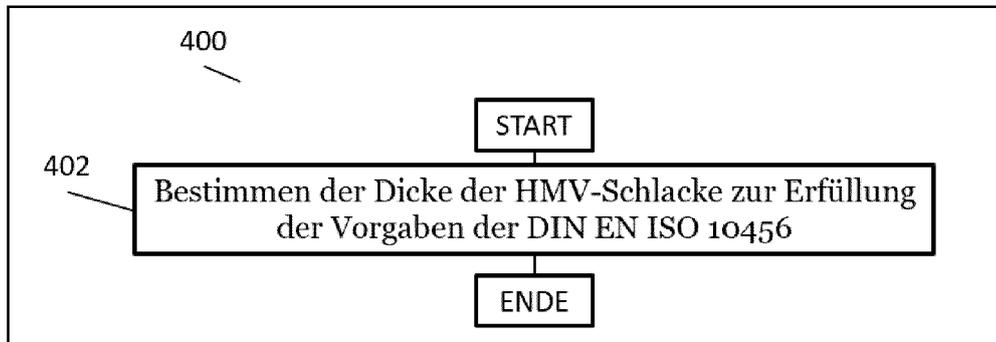


Abb. 4



EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

nach Regel 62a und/oder 63 des Europäischen Patentübereinkommens. Dieser Bericht gilt für das weitere Verfahren als europäischer Recherchenbericht.

EP 22 15 6744

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04E09) 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	Thomas Schwabbaur ET AL: "Verwertung von Rostschlacken aus der thermischen Abfallbehandlung im Rahmen von Bauvorhaben: Geotechnische und umweltrelevante Eigenschaften des Schlackekörpers unter den in der Verwertungspraxis gängigen Einbaubedingungen Schlussbericht", / 31. Juli 2002 (2002-07-31), XP055397886, München Gefunden im Internet: URL: https://www.gb.bgu.tum.de/fileadmin/w00bpk/www/Forschung/rostschlacke-endbericht-w.pdf [gefunden am 2017-08-10]	1-7, 15	INV. E02D3/08 E02D3/12 C09K17/04
A	* das ganze Dokument * * Seite 40 - Seite 41 * * Seite 55 - Seite 56 *	10, 11, 14	
A	US 5 611 642 A (WILSON JAMES T [US]) 18. März 1997 (1997-03-18) -----	1-7, 10, 11, 14, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02D F16D C09K
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			
Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß ein oder mehrere Ansprüche, den Vorschriften des EPÜ nicht entspricht bzw. entsprechen, so daß nur eine Teilrecherche (R.62a, 63) durchgeführt wurde.			
Vollständig recherchierte Patentansprüche:			
Unvollständig recherchierte Patentansprüche:			
Nicht recherchierte Patentansprüche:			
Grund für die Beschränkung der Recherche: Siehe Ergänzungsblatt C			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	19. September 2022	Geiger, Harald	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE
ERGÄNZUNGSBLATT C**

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 6744

5

Vollständig recherchierbare Ansprüche:

1-7, 10, 11, 14, 15

10

Nicht recherchierte Ansprüche:

8, 9, 12, 13

Grund für die Beschränkung der Recherche:

15

Die Anmeldung enthält mehrere unabhängige Verfahrensansprüche. Das sind die Ansprüche 8, 10, 12 & 15.

Keine der Ausnahmen nach Regel 43(2) (a) bis (c) ist hier anwendbar. Damit wird die Recherche auf die vom Anmelder gewählten Sachverhalte entsprechend den Ansprüchen 1-7, 10-11, 14 & 15 begrenzt.

20

25

30

35

40

45

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 15 6744

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-09-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5611642 A	18-03-1997	US 5525008 A	11-06-1996
			US 5611642 A	18-03-1997
15	-----			
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82