

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 901 374 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.10.2021 Patentblatt 2021/43

(51) Int Cl.:  
**E02D 1/08 (2006.01)**

**E02D 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 20171277.5

(22) Anmeldetag: 24.04.2020

(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: **BAUER Spezialtiefbau GmbH**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder:  
**HADDAD, Fadi**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**  
**NGUYEN, Luan**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**

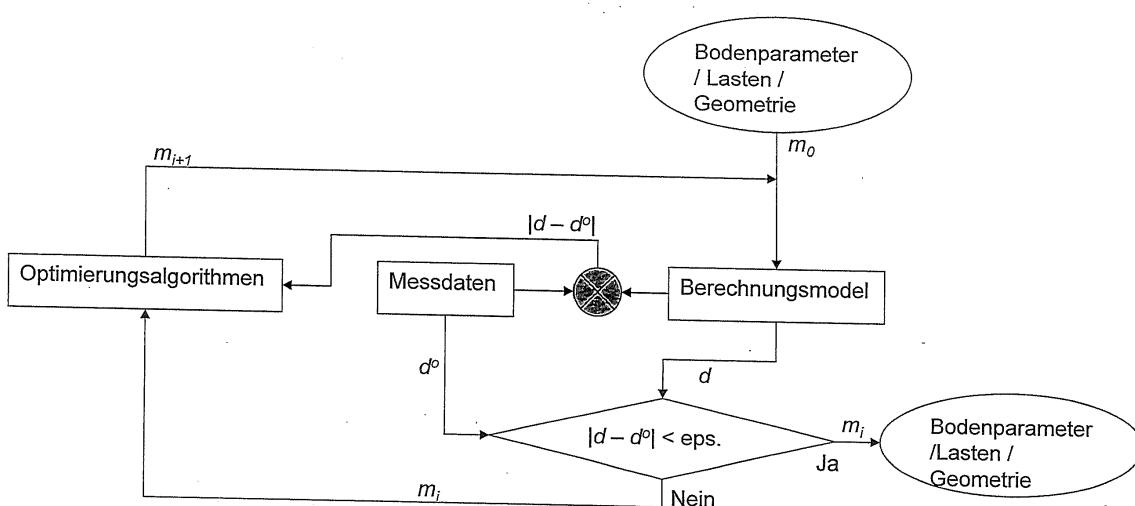
(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Irmgardstraße 3**  
**81479 München (DE)**

### (54) VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM ÜBERWACHEN EINER BAUWERKSGRÜNDUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum Überwachen einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk, wobei zu dem Boden Bodenparameter bestimmt werden, basierend auf den bestimmten Bodenparametern mittels einer Rechnereinheit ein vorausgehendes Bodenmodell errechnet wird, auf welchem eine Ausbildung der Bauwerksgründung unter Berücksichtigung von Vorgabedaten des zu errichtenden Bauwerks ausgelegt wird, beim und/oder nach dem Erstellen der Bauwerksgründung mittels Messein-

richtungen Messwerte zu Setzungen, Verformungen und/oder Kräften an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk erfasst werden, die Messwerte der Rechnereinheit zugeführt werden, welche überprüft, ob die Messwerte im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, und, fass die Messwerte nicht im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, durch die Rechnereinheit ein nachfolgendes Bodenmodell errechnet wird, bei welchem die Messwerte im Einklang mit dem neuen Bodenmodell stehen.

*Fig. 1*



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk, gemäß dem Anspruch 1.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung zum Überwachen einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk gemäß dem Anspruch 11.

**[0003]** Zur Überwachung von Bauwerksgründungen ist es grundsätzlich bekannt, verschiedene Sensoren in der Gründung eines Bauwerkes oder an dieser vorzusehen, durch welche der Zustand der Bauwerksgründung überwacht werden kann. Mit derartigen Sensoren können Verformungen, Risse, Setzungen oder Kräfte in der Bauwerksgründung gemessen werden. Dabei ist es weiterhin bekannt, die Messdaten einer Zentrale zuzuführen, welche die gemessenen Werte mit hinterlegten Grenzwerten vergleicht, um so frühzeitig zu ermitteln, wenn übermäßige oder unzulässige Änderungen an der Bauwerksgründung auftreten. Dies erlaubt beispielsweise die Möglichkeit, frühzeitig Sanierungsmaßnahmen an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk durchzuführen, um größere Schäden zu vermeiden.

**[0004]** Ein derartiges System einer Bauwerküberwachung im Zusammenhang mit einer Brücke wird beispielsweise in der US 8,990,027 B2 oder der hierzu korrespondierenden EP 2 391 776 B1 beschrieben.

**[0005]** Für die Bestimmung der Tragfähigkeit einer Bauwerksgründung sind die Bodenverhältnisse des Bodens von maßgeblicher Bedeutung, in welchem die Bauwerksgründung zu erstellen ist. In Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Bodens ist die Bauwerksgründung auszulegen. Insbesondere bei größeren Bauwerken ist eine möglichst wirklichkeitsgetreue Bestimmung der Bodenverhältnisse von maßgeblicher Bedeutung. So ist eine Bauwerksgründung auf weichen oder sandigen Böden erheblich anders auszulegen als auf felsigen Böden. Allerdings sind an vielen Bauplätzen die Bodenverhältnisse unklar, da etwa der Boden aus verschiedenen Schichten mit variierenden Schichtdicken aufgebaut ist oder unterschiedliche Bodenbereiche mit Fels, Kies, Sand, Lehm und Hohlräumen vorhanden sind.

**[0006]** Bei der Erstellung größerer Bauwerke ist es daher üblich, Probebohrungen an mehreren Stellen eines Bauplatzes durchzuführen, um nähere Kenntnisse zum genauen Bodenaufbau zu erlangen. Basierend auf den einzelnen Probebohrungen wird dann ein Bodenmodell errechnet, welches der Auslegung der Bauwerksgründung mit vorsorglichen Sicherheitszuschlägen zugrunde gelegt wird. Insbesondere an Baustellen mit einem nicht-homogenen Boden kann das so bestimmte Bodenmodell teilweise stark von den tatsächlichen Bodenverhältnissen abweichen. In einem solchen Fall sind grundsätzlich erhöhte Sicherheitszuschläge bei der Gründungsauslegung vorzusehen, welche jedoch zu erheblich erhöhten Kosten führen können, etwa durch Erhöhung der Anzahl und/oder Größe von Gründungspfählen, Verankerungen, Bewehrungseisen und erhöhten Massen an Beton.

**[0007]** Zudem besteht ein Problem dahingehend, dass trotz entsprechender Sicherheitszuschläge bei unerwartet großen Abweichungen zwischen dem Bodenmodell und den tatsächlichen Bodenverhältnissen langfristig Schäden an dem Bauwerk auftreten und auch die Lebensdauer eines Bauwerkes verkürzen können.

**[0008]** Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, mit welchen eine besonders zuverlässige Überwachung eines Zustandes einer Bauwerksgründung ermöglicht werden.

**[0009]** Die Aufgabe wird zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0010]** Gemäß der Erfindung ist ein Verfahren zum Überwachen einer Bauwerksgründung im Boden für ein Bauwerk vorgesehen, wobei zu dem Boden Bodenparameter bestimmt werden, basierend auf den bestimmten Bodenparametern mittels einer Rechnereinheit ein vorausgehendes Bodenmodell errechnet wird, auf welchem eine Ausbildung der Bauwerksgründung unter Berücksichtigung von Vorgabedaten des zu errichtenden Bauwerks ausgelegt wird, beim und/oder nach dem Erstellen der Bauwerksgründung mittels Messeinrichtungen Messwerte zu Setzungen, Verformungen und/oder Kräften an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk erfasst werden, die Messwerte der Rechnereinheit zugeführt

werden, welche überprüft, ob die Messwerte im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, und, falls die Messwerte nicht im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, durch die Rechnereinheit ein nachfolgendes Bodenmodell errechnet wird, bei welchem die Messwerte im Einklang mit dem neuen Bodenmodell stehen.

**[0011]** Die Erfindung beschränkt sich dabei nicht - wie bei den klassischen Überwachungsverfahren - auf eine Erfassung von Messdaten an einer Bauwerksgründung mit einem Bauwerk und einem Vergleich der Messdaten mit Grenzwerten, ob sich eine Bauwerksgründung oder ein Bauwerk noch in erwarteter und zulässiger Weise verhält oder Veränderungen auftreten, welche die Einleitung von Maßnahmen zur Sicherung erforderlich machen.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren geht hinsichtlich der Überwachung über bisher bekannte Verfahren deutlich hinaus. Es wird durch das erfindungsgemäße Verfahren überprüft, ob die Messwerte der Sensoren an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk im Einklang mit dem Bodenmodell stehen, welches der Auslegung der Bauwerksgründung zugrunde gelegt worden ist. Liegen diese Messwerte in dem erwarteten Wertebereich, welcher anhand des vorausgehenden Bodenmodells bestimmt worden ist, so wird ein korrekter Zustand des Bauwerks festgestellt. Weisen einzelne oder mehrere Messwerte an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk nicht erwartete oder übermäßige Abwei-

chungen auf, selbst wenn die einzelnen Werte für das Bauwerk nicht kritisch oder problematisch sein sollten, so kann nach dem erfundungsgemäßen Verfahren ein neues nachfolgendes Bodenmodell errechnet werden, bei welchem die aktuellen Messwerte im Einklang mit den rechnerisch zu erwartenden Werten oder innerhalb des erwartenden Wertebereichs sind. Basierend auf diesem neuen nachfolgenden Bodenmodell kann dann eine Rückrechnung oder wiederholte Berechnung der Bauwerksgründung erfolgen und geprüft werden, ob diese noch den Vorgabedaten für das Bauwerk entspricht.

**[0013]** Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren werden also Messwerte an der Bauwerksgründung oder einem Bauwerk herangezogen, um ein verfeinertes Bodenmodell zu bestimmen. Dieses verfeinerte und damit wirklichkeitsnähere Bodenmodell kann dann herangezogen werden, um zu prüfen, inwieweit die Bauwerksgründung anforderungsgemäß ist.

**[0014]** Es kann somit als eine Grundidee der Erfindung angesehen werden, Messdaten an einer Bauwerksgründung und eventuell einem Bauwerk heranzuziehen, um Rückschlüsse auf die Bodenbeschaffenheit zu ziehen und ein ursprüngliches oder vorausgehendes Bodenmodell zu verfeinern und näher an der Wirklichkeit auszurichten.

**[0015]** Besonders vorteilhaft ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass das vorausgehende Bodenmodell mit dem nachfolgenden Bodenmodell verglichen wird, inwieweit Vorgabedaten der Gründung erreicht sind. Insbesondere können durch die Rechnereinheit hierauf bauliche Maßnahmen ermittelt oder vorgeschlagen werden, um ein Erreichen der Vorgabedaten oder Anforderungen bei dem neuen Bodenmodell zu erreichen oder sicherzustellen.

**[0016]** Besonders zweckmäßig ist es, dass die Vorgabedaten eine Tragfähigkeit und/oder Lebensdauer der Bauwerksgründung oder des Bauwerks umfassen. Insbesondere die Tragfähigkeit einer Bauwerksgründung ist eine maßgebliche Vorgabe, die zur Errichtung eines Bauwerkes auf der Bauwerksgründung einzuhalten ist. Insbesondere bei Staudämmen, welche auch häufig mit Umfassungswänden im Boden versehen sind, ist eine Lebensdauer sowohl des Staudamms als auch der Umfassungswände im Boden, welche im Sinne der Erfindung auch als eine Bauwerksgründung anzusehen sind, ein maßgeblicher Vorgabefaktor. Besonders bei derartigen Bauwerken oder Bauprojekten können genauere Kenntnisse über den Boden zu erheblichen Verlängerungen oder Verkürzungen der Lebensdauer führen. Insbesondere bei Staudämmen können gesicherte Angaben zur erwartenden Lebensdauer einen Einfluss auf Art und Anzahl von Wartungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen sowie zur Prämienhöhe notwendiger Bauwerksversicherungen haben.

**[0017]** Grundsätzlich können die Bodenparameter zur Bestimmung des ersten Bodenmodells in jeder geeigneten Weise ermittelt werden, so etwa durch Erfahrungswerte zu der Gegend, in welcher der Bauplatz liegt, oder

durch Erkenntnisse aus anderen vergleichbaren Bauprojekten in der Gegend. Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausführungsvariante der Erfindung, dass die Bodenparameter durch Bodenuntersuchungen, insbesondere Probebohrungen, bestimmt werden. Insbesondere können Kernbohrungen durchgeführt werden, wobei anhand der gewonnenen Bohrkerne ein Aufbau des Bodens ermittelt werden kann. Weiter können auch Bohrungen mit Sonden oder Sondierungen von der Bodenoberfläche aus durchgeführt werden, um Bodenparameter zu ermitteln.

**[0018]** Besonders zweckmäßig ist es weiterhin, dass die Bodenparameter Art, Aufbau und Größe von Bodenschichten sowie eine Bodentragfähigkeit umfassen. Dies kann auch eine Erfassung eines Felshorizontes im Boden beinhalten. So kann schon für das erste zu errechnende Bodenmodell eine besonders gute und realitätsnahe Bestimmung erreicht werden.

**[0019]** Zur Erfassung von Änderungen an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk können jede Art von geeigneten Messeinrichtungen eingesetzt werden. Besonders zweckmäßig ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass als Messeinrichtungen Sensoren, insbesondere Dehnungsmessstreifen und/oder Kraftmessdosen, an oder in der Bauwerksgründung und/oder dem Bauwerk angebracht werden. Diese Sensoren können dabei vom Zeitpunkt des Einbaus an und über eine lange Zeitdauer von mehreren Jahren oder Jahrzehnten Messdaten erfassen, welche einen zuverlässigen Rückschluss auf den Zustand der Bauwerksgründung oder des Bauwerks zulassen.

**[0020]** Abhängig von der Einbausituation können die Messeinrichtungen drahtgebunden mit der Rechnereinheit oder einer Sendeeinheit in Verbindung stehen. Eine besonders flexibel einsetzbare Anordnung nach einer Ausführungsvariante der Erfindung besteht darin, dass die Messeinrichtungen drahtlos mit der Rechnereinheit in Verbindung stehen. Die Messeinrichtungen können so beständig oder in vorgegebenen Zeitabständen durch eine zentrale Rechnereinheit oder eine mobile Rechnereinheit abgefragt werden. Besonders zweckmäßig kann es dabei sein, dass die Messeinrichtungen vollständig oder weitgehend energieautark, etwa mit einer Lebensdauerbatterie, versehen sind. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, dass die Messeinrichtungen mit einem Transponder versehen sind, welcher auf ein eingehendes Signal, welches gleichzeitig die notwendige Energie überträgt, eine Messung durchführt und/oder Messdaten über eine Sendeeinheit zur Rechnereinheit abgibt.

**[0021]** Eine besonders zuverlässige Überwachung eines Bauwerks oder einer Bauwerksgründung wird dadurch erzielt, dass das Verfahren wiederholt, insbesondere in regelmäßigen Zeitabständen, ausgeführt wird. Werden dabei Messwerte erhalten, welche keine oder basierend auf dem vorausgehenden Bodenmodell zu erwartende Änderungen anzeigen, so bedarf es keiner weiteren Berechnungen, da sich das Bauwerk oder die Bauwerksgründung in einem ordnungsgemäßen Zustand

befinden. Ergeben die übermittelten Messwerte jedoch Änderungen außerhalb eines zulässigen Rahmens, wird durch die Rechnereinheit überprüft, ob und inwieweit das vorausgehende Bodenmodell zu verfeinern oder zu korrigieren ist. Hieraus ergibt sich dann ein nachfolgendes Bodenmodell, anhand dem nochmals die Auslegung des Bauwerks überprüft und berechnet wird, inwieweit alle maßgeblichen Vorgabedaten auch unter Berücksichtigung des neuen Bodenmodells eingehalten sind.

**[0022]** Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verfahren so eingesetzt werden, dass die nachfolgenden Bodenmodelle erst nach Abschluss einer Bauwerksgründung oder des Bauwerkes insgesamt durchgeführt werden. Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann es jedoch besonders wirtschaftlich sein, dass beim Erfassen der Messwerte noch beim Erstellen der Bauwerksgründung das nachfolgende Bodenmodell für die Auslegung der Bauwerksgründung in nachfolgenden Bauabschnitten berücksichtigt wird. Insbesondere bei größeren Bauwerken, welche in einzelnen Bauabschnitten erstellt werden, können so bereits Erkenntnisse und Messergebnisse zu einem ersten abgeschlossenen Bauabschnitt mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitet werden, ob und inwieweit das vorausgehende zugrunde gelegte Bodenmodell realitätsentsprechend ermittelt ist. Auf diese Weise können gegebenenfalls verfeinerte Bodenmodelle bei der Berücksichtigung nachfolgender Bauabschnitte, etwa zur Auslegung von Gründungspfählen, Stützwänden, Rückverankerungen etc., berücksichtigt werden.

**[0023]** Eine Verbesserung der Bauwerkssicherheit wird insbesondere dadurch erzielt, dass durch die Rechnereinheit eine Warnung ausgegeben wird, wenn bei dem nachfolgenden Bodenmodell Vorgabedaten zur Bauwerksgründung nicht mehr erreicht sind. In einem solchen Fall können Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden, um die Sicherheit des Bauwerkes und gegebenenfalls von Nutzern zu gewährleisten. Beispielsweise können nötigenfalls zusätzliche Gründungspfähle oder Versteifungen eingebaut werden. Auch könnte durch Entlastungsmaßnahmen das Bauwerk entlastet werden, so dass einer Gefahr einer Überbeanspruchung entgegengewirkt wird.

**[0024]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung zur Überwachung einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk mit einer Rechnereinheit, durch welche basierend auf bestimmten Bodenparametern ein vorausgehendes Bodenmodell ermittelbar ist, basierend auf welchem eine Auslegung der Bauwerksgründung unter Berücksichtigung von Vorgabedaten erfolgt, und Messeinrichtungen an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk, wobei die Messeinrichtungen Setzungen, Verformungen und/oder Kräfte an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk erfassen, wobei die Rechnereinheit mit den Messeinrichtungen zur Übertragung von Messdaten in Datenverbindung steht und durch die Rechnereinheit überprüfbar ist, ob die Messwerte im Einklang mit dem ersten Bodenmodell stehen, und durch die

Rechnereinheit ein nachfolgendes Bodenmodell erreichbar ist, bei welchem die Messwerte im Einklang mit dem nachfolgenden Bodenmodell stehen falls die Messwerte nicht im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen.

**[0025]** Mit dieser Anordnung kann insbesondere das zuvor beschriebene erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden. Es können dabei die zuvor dargelegten Vorteile erzielt werden.

**[0026]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ablaufdiagrammen zu bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein erstes schematisches Ablaufdiagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren; und

Fig. 2 ein weiteres schematische Ablaufdiagramm zu einer Weiterbildung zu dem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0027]** In Fig. 1 ist die Bestimmung des Bodenmodells, welches hier als Berechnungsmodell bezeichnet ist, weiter verdeutlicht. Basierend auf vorgegebenen Bodenparametern, welche ein Steifmodul oder eine Wichte des Bodens und Bodenscheerparameter sowie Lasten aus der Umgebung und geometrische Gegebenheiten, etwa die Mächtigkeit von Bodenschichten, umfassen können, wird ein erstes Bodenmodell berechnet.

**[0028]** Weiterhin können an der Bauwerksgründung und dem Bauwerk, welche auch die Baustelle und den Baugrund miteinschließen können, Messdaten oder Messwerte zum Beispiel zu Verformungen, Setzungen, Anker- und Seitenkräften, durch entsprechende Sensoreinrichtungen erfasst werden. Diese Messdaten oder Messwerte, welche als  $d_0$  angegeben sind, werden gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit den zu erwartenden Messwerte  $d$ , welche sich theoretisch aus dem Rechnungsmodell ergeben, verglichen. Liegt eine Differenz zwischen den theoretisch ermittelten Sollwerten  $d$  und den tatsächlich gemessenen Messwerten  $d_0$  innerhalb einer Toleranz  $\epsilon_{ps}$ , sind die Eingangsbodenparameter bestätigt. In diesem Fall erfolgt keine Neuberechnung des Boden- oder Berechnungsmodells.

**[0029]** Überschreitet der Differenzwert zwischen den Sollwerten und den Istwerten jedoch den vorgegebenen Toleranzbereich  $\epsilon_{ps}$ , werden durch eine Rechnereinheit Optimierungsalgorithmen durchgeführt, bei denen die vorausgegangenen unterstellten Bodenparameter geändert werden, bis ein nachfolgendes Bodenmodell oder Berechnungsmodell basierend auf geänderten Bodenparametern  $m_i$  erstellt sind, welche die tatsächlichen Verhältnisse des Bodens realitätsnäher wiedergeben.

**[0030]** Das so ermittelte neue Bodenmodell oder Berechnungsmodell kann dann gemäß Fig. 2 für eine Rückrechnung oder Neuberechnung der Auslegung der Bauwerksgründung oder des Bauwerkes herangezogen werden. Dabei werden zunächst die ursprünglichen Designvariablen betreffend die Auslegung, welche beispiels-

weise für eine Baugrubensicherung eine Einbautiefe, Anzahl, Länge und Lage der Anker, Durchmesser und Abstand einer Pfahlwand und Dicke einer Schlitzwand sein können, auf Grundlage des neuen Berechnungsmodells nochmals überprüft und neu berechnet.

**[0031]** Dabei kann durch die Rechnereinheit eine Minimierung etwa von Setzungen und Schnittkräften in Wand, Bodenplatte und Gründungselementen und der Gesamtkosten sowie eine Maximierung etwa der Bauwerkssicherheit vorgegeben sein. Basierend auf diesen Vorgaben kann die Rechnereinheit über multikriterielle Optimierungsalgorithmen etwa für weitere Bauabschnitte berechnen, ob Designvariablen unter den vorgegebenen Kriterien geändert werden können oder müssen. Hierdurch kann beispielsweise eine materialoptimierte, kostengünstige und/oder besonders sichere Bauwerksauslegung erzielt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk, wobei

- zu dem Boden Bodenparameter bestimmt werden,
- basierend auf den bestimmten Bodenparametern mittels einer Rechnereinheit ein vorausgehendes Bodenmodell errechnet wird, auf welchem eine Ausbildung der Bauwerksgründung unter Berücksichtigung von Vorgabedaten des zu errichtenden Bauwerks ausgelegt wird,
- beim und/oder nach dem Erstellen der Bauwerksgründung mittels Messeinrichtungen Messwerte zu Setzungen, Verformungen und/oder Kräften an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk erfasst werden,
- die Messwerte der Rechnereinheit zugeführt werden, welche überprüft, ob die Messwerte im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, und
- falls die Messwerte nicht im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen, durch die Rechnereinheit ein nachfolgendes Bodenmodell errechnet wird, bei welchem die Messwerte im Einklang mit dem neuen Bodenmodell stehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das vorausgehende Bodenmodell mit dem nachfolgenden Bodenmodell verglichen wird, inwieweit Vorgabedaten der Gründung erreicht sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Vorgabedaten eine Tragfähigkeit und/oder Lebensdauer der Bauwerksgründung oder des Bau-

werks umfassen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Bodenparameter durch Bodenuntersuchungen, insbesondere Probebohrungen, bestimmt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Bodenparameter Art, Aufbau und Größe von Bodenschichten sowie eine Bodentragsfähigkeit umfassen.

10 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Messeinrichtungen Sensoren, insbesondere Dehnungsmessstreifen und/oder Kraftmessdosen, an oder in der Bauwerksgründung und/oder dem Bauwerk angebracht werden.

20 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Messeinrichtungen drahtlos mit der Rechnereinheit in Verbindung stehen.

30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Verfahren wiederholt, insbesondere in regelmäßigen Zeitabständen, ausgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** beim Erfassen der Messwerte noch beim Erstellen der Bauwerksgründung das nachfolgende Bodenmodell für die Auslegung der Bauwerksgründung in nachfolgenden Bauabschnitten berücksichtigt wird.

40 45 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** durch die Rechnereinheit eine Warnung ausgegeben wird, wenn bei dem nachfolgenden Bodenmodell Vorgabedaten zur Bauwerksgründung nicht mehr erreicht sind.

50 11. Anordnung zum Überwachen einer Bauwerksgründung in einem Boden für ein Bauwerk, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit

- einer Rechnereinheit, durch welche basierend auf bestimmten Bodenparametern ein vorausgehendes Bodenmodell ermittelbar ist, basierend auf welchem eine Auslegung der Bauwerksgründung unter Berücksichtigung von Vorgabedaten erfolgt, und
- Messeinrichtungen an der Bauwerksgründung

oder einem Bauwerk, wobei durch die Messeinrichtungen Setzungen, Verformungen und/oder Kräfte an der Bauwerksgründung oder dem Bauwerk erfassbar sind,  
wobei

5

- die Rechnereinheit mit den Messeinrichtungen zur Übertragung von Messdaten in Datenverbindung stehen und durch die Rechnereinheit überprüfbar ist, ob die <sup>10</sup> Messwerte im Einklang mit dem ersten Bodenmodell stehen, und
- durch die Rechnereinheit ein nachfolgendes Bodenmodell errechenbar ist, bei welchem die Messwerte im Einklang mit dem <sup>15</sup> nachfolgenden Bodenmodell stehen, falls die Messwerte nicht im Einklang mit dem vorausgehenden Bodenmodell stehen.

20

25

30

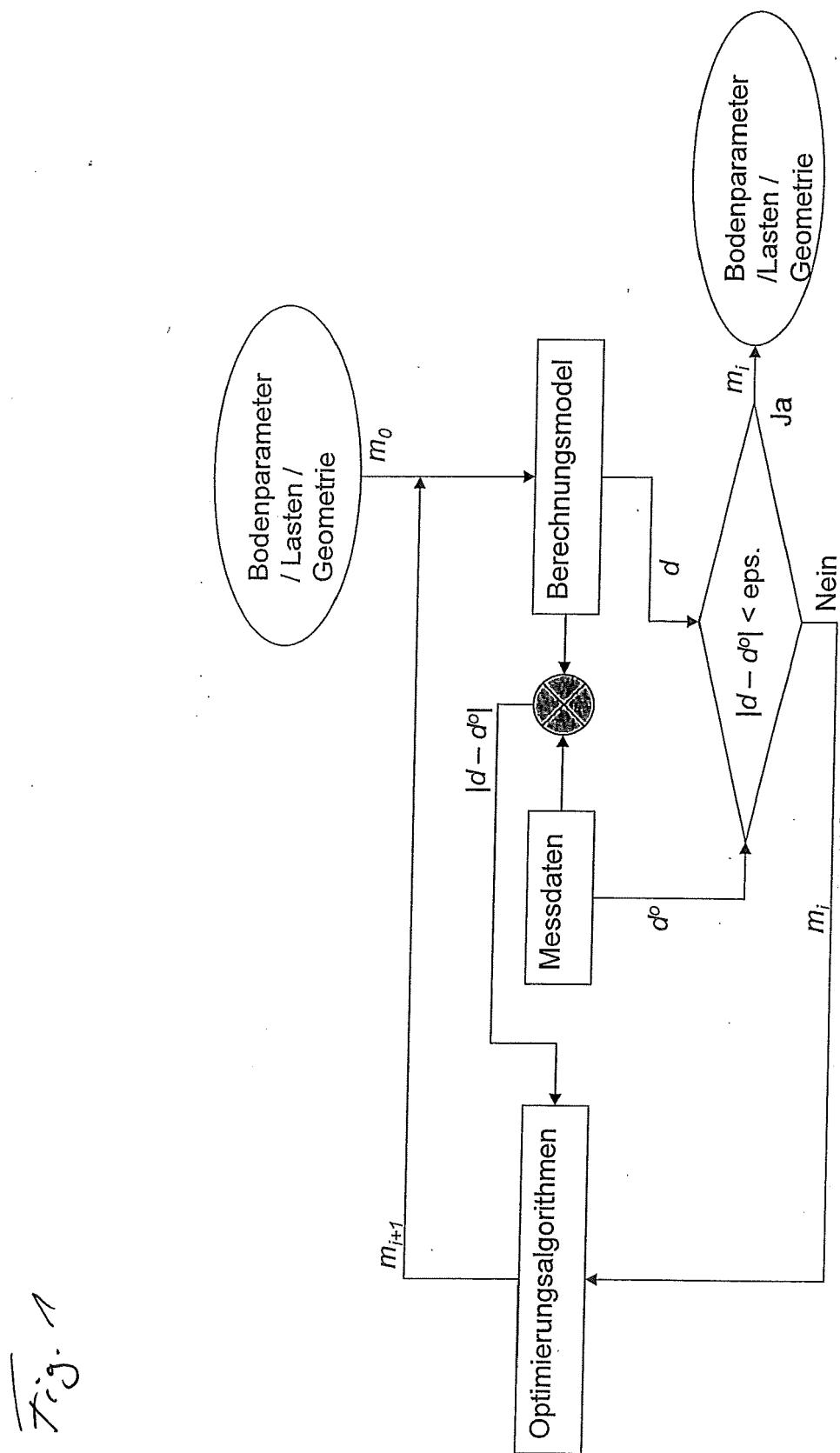
35

40

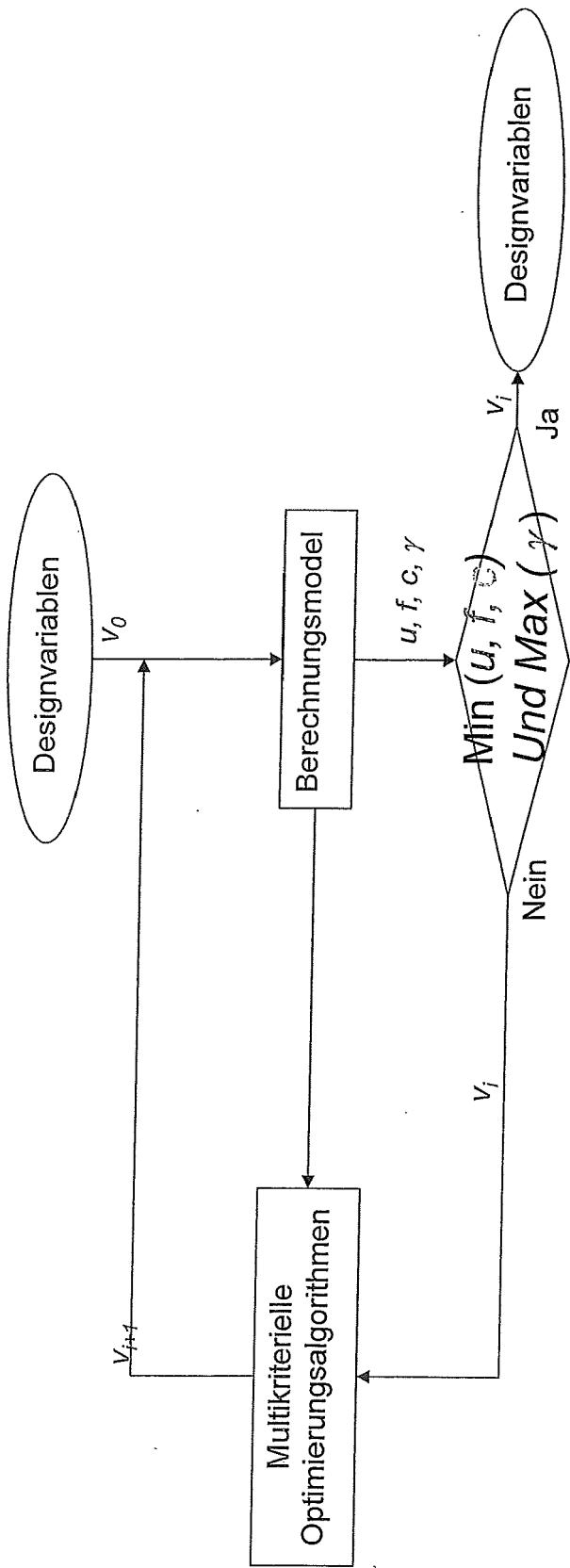
45

50

55



Xij. 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 17 1277

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE								
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)					
10 X,D	EP 2 391 776 B1 (SOLETANCHE FREYSSINET [FR] ET AL.) 2. März 2016 (2016-03-02) * Absatz [0049] - Absatz [0100]; Abbildungen 1-9 *	1-11	INV. E02D1/08 E02D1/02					
15 X,A	----- EP 3 109 365 A1 (LIEBHERR-WERK NENZING GMBH [AT]) 28. Dezember 2016 (2016-12-28) * Zusammenfassung * * Absatz [0010] - Absatz [0029]; Abbildungen 1,2 *	1-9,11 10						
20 X,A	----- JP 2018 024985 A (TODA CONSTRUCTION) 15. Februar 2018 (2018-02-15) * Absatz [0007] - Absatz [0072]; Abbildungen 1-10 *	1-9,11 10						
25			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)					
30			E02D					
35								
40								
45								
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt							
55	<table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>11. September 2020</td> <td>Koulo, Anicet</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	11. September 2020	Koulo, Anicet	
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer						
München	11. September 2020	Koulo, Anicet						

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

EP 20 17 1277

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

11-09-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
15	EP 2391776 B1 02-03-2016		EP	2391776 A1	07-12-2011	
			ES	2572819 T3	02-06-2016	
			FR	2941717 A1	06-08-2010	
			JP	5922411 B2	24-05-2016	
			JP	2012516955 A	26-07-2012	
			KR	20120005439 A	16-01-2012	
			PL	2391776 T3	31-10-2016	
			US	2011295523 A1	01-12-2011	
			WO	2010086566 A1	05-08-2010	
			<hr/>			
20	EP 3109365 A1 28-12-2016		DE	102015008015 A1	22-12-2016	
			EP	3109365 A1	28-12-2016	
			US	2016369471 A1	22-12-2016	
25	JP 2018024985 A 15-02-2018		JP	6731309 B2	29-07-2020	
			JP	2018024985 A	15-02-2018	
30	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
35	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
40	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
45	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
50	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
55	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					
	<hr/>					

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 8990027 B2 **[0004]**
- EP 2391776 B1 **[0004]**