(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 036 341 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(21) Anmeldenummer: **21154842.5**

(22) Anmeldetag: **02.02.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04B 1/70 *(2006.01)* ***F24F 7/00*** *(2021.01)*
F26B 21/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04B 1/7092; E04B 1/7069; F24F 7/00

(54) **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM AUTOMATISCHEN TROCKNEN EINER FEUCHTEN BODENSCHICHT EINES MEHRSCHICHTIGEN BODENAUFBAUS**

METHOD AND SYSTEM FOR AUTOMATICALLY DRYING A WET FLOOR LAYER OF A MULTI-LAYER FLOOR STRUCTURE

PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE SÉCHAGE AUTOMATIQUE DOTÉ D'UNE COUCHE DE SOL HUMIDE D'UNE STRUCTURE DE SOL À PLUSIEURS COUCHES

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2022 Patentblatt 2022/31

(73) Patentinhaber: **Ires Infrarot Energiesysteme GmbH**
76131 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
- **KRAUS, Tilman**
  75173 Pforzheim (DE)
- **HUBSCHNEIDER, Hans**
  76137 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **Maiwald GmbH**
Elisenhof
Elisenstraße 3
80335 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102012 007 273
DE-A1-102013 226 492
US-A1- 2011 167 670

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 4 036 341 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaues. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Trocknungsprozesse kommen immer dann zum Einsatz, wenn unerwünschte Feuchtigkeit in einem Boden auftritt. Beispielsweise kann in einem Gebäude oder in einem Raum ein Feuchtigkeitsschaden vorliegen. Bei der Messung einer Feuchtigkeit in einem Boden kommen diverse Geräte und Sensoren zum Einsatz. Es wird der Verlauf der Feuchtigkeit in den Geräten erfasst. Teilweise können externe Sensoren zur Messung von Temperatur und Feuchtigkeit angeschlossen werden. Ein Regeln und gar ein Eingreifen in einen Trocknungsprozess zum Trocknen eines feuchten Bodens ist nicht möglich. Der Trocknungsprozess und dessen Fortschritt muss mittels personellen, d.h. manuellen, Einsätzen direkt vor Ort und manuellen Messungen festgestellt werden. Liegen nach dieser manuellen Messung entsprechende Messergebnisse vor, kann der Trocknungsprozess beendet werden. Es kommen verschiedene Verfahren und unterschiedliche Messgrößen aufgrund der verschiedenen Trocknungsgeräte von unterschiedlichen Herstellern zum Einsatz.

[0003] Messzyklen der Sensoren werden manuell und in großen Abständen, von zum Beispiel mehreren Tagen oder Wochen, vorgenommen, wobei die eigentliche Erfassung des gemessenen Parameters wiederum sehr kurz ausfällt, was wiederum deren Aussagekraft einschränkt. Ferner erfolgt die Messung des Parameters und dessen Überwachung, insbesondere eine Fernüberwachung, nur im Gerät selbst, das heißt es werden beispielsweise nur Feuchtigkeitswerte der im Gerät verbauten Sensoren, d.h. der Feuchtigkeit der Luft, die durch das Gerät geht, gemessen, was jedoch die Genauigkeit der Messung verringert.

[0004] DE 10 2012 007273 A1 beschreibt ein System zur Trocknung von Dämmschichten von Fußböden im Unterdruckverfahren. Es offenbart die Merkmale der Oberbegriffe der Ansprüche 1, 16 und 18.

[0005] DE 10 2013 226492 A1 beschreibt ein System zur Steuerung der Trocknungsphase von mit einer Fußbodenheizung versehenem Betonestrich.

Darstellung der Erfindung

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorgenannten Ansätze weiterzuentwickeln und dadurch die Untersuchung und Trocknung eines Bodenaufbaus zu verbessern. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Verfahren zum Trocknen einer Bodenschicht eines Bodenaufbaues und zur Bestimmung des Trocknungsprozesses bereitzustellen, sodass die Feuchtigkeit der Bodenschicht selbst ermittelt werden kann, um eine genaue Aussage über einen Trocknungsprozess treffen zu können.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Hauptanspruch und ein System und ein Computerprogrammprodukt gemäß Nebenanspruch. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den auf diese rückbezogenen Unteransprüche. Angewandt werden kann das erfindungsgemäße Verfahren, das System und das Computerprogrammprodukt unter anderem zur Erfassung folgender Parameter: Feuchtigkeit in einem Bodenaufbau, insbesondere in einer Bodenschicht des Bodenaufbaus, einer Temperatur in einem Bodenaufbau, insbesondere in einer Bodenschicht, von einer Feuchtigkeit und/oder Temperatur in einem Raum, in welchem sich der Bodenaufbau befindet, Aussagen über einen Trocknungszustand eines Bodenaufbaus, Aussagen über einen Trocknungsverlauf eines Bodenaufbaus.

[0008] Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf. Ein Einbringen von zumindest einem Sensor in eine Öffnung in dem Bodenaufbau und Platzieren des Sensors in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht, und ein Einbringen von Trocknungsluft in die zu trocknende Bodenschicht mittels eines Trocknungsgerätes. Ferner weist das Verfahren die Schritte auf: Messen zumindest eines Parameters der Bodenschicht mittels des eingebrachten Sensors, und Regeln des Trocknungsgerätes mittels eines Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter, wobei das Regeln ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes umfasst. Das Verfahren weist weiterhin den Schritt auf Analysieren des gemessenen Parameters mittels des Prozessors und Bestimmen einer Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des Parameters, wobei das Regeln des Trocknungsgeräts auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase erfolgt.

[0009] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus. Das System weist zumindest einen Sensor zum Messen zumindest eines Parameters der feuchten Bodenschicht auf, wobei der Sensor in eine Öffnung in dem Bodenaufbau einbringbar ist und in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht platzierbar ist. Ferner weist das System zumindest ein Trocknungsgerät auf, welches Trocknungsluft in die zu trocknende Bodenschicht einbringt, und wobei das Trocknungsgerät basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter mittels eines Prozessors geregelt und/oder gesteuert wird. Das

Regeln umfasst dabei ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes, wobei der Prozessor eingerichtet ist, den gemessenen Parameter zu analysieren, und eine Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des gemessenen Parameters zu bestimmen. Das Trocknungsgerät wird vom Prozessor auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase geregelt und/oder gesteuert. Das System ist dabei derart eingerichtet, dass es das erfindungsgemäße Verfahren ausführen kann, welches Verfahren in den entsprechenden Ausführungsformen näher beschrieben ist. Im speziellen ist das erfindungsgemäße System ein modulares System, welches an verschiedene Trocknungsverfahren angepasst werden kann. Dabei können insbesondere die Positionen der Sensoren in der Bodenschicht entsprechend dem Trocknungsverfahren ausgewählt werden. Beispielsweise kann für ein "Unterdruck-Kernloch-Trocknungsverfahren" der Sensor in der entsprechenden Bodenschicht angebracht werden, während dessen für ein "Überdruck-Kernloch-Trocknungsverfahren" der Sensor in einem Randbereich der zu trocknenden Bodenschicht angeordnet wird, wobei der Randbereich ein Bereich zwischen der Bodenschicht und einer Seitenwand ist. Durch die Verwendung des modularen Systems können Bestandsgeräte, d.h. bisher bekannte Trocknungsgeräte, verwendet werden, welche bisher keine automatische, insbesondere geregelte und (fern)überwachte, Trocknung ermöglicht haben.

[0010] Unter einem automatischen Trocknen kann insbesondere ein Verfahren verstanden werden, welches geeignet ist ohne manuelle Intervention eine geregelte Trocknung von einer Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus vorzunehmen, wobei die Trocknung derart geregelt wird, dass sie unter optimalen Betriebsparametern ablaufen kann. Dabei besteht die Möglichkeit Daten sehr engmaschig zu erheben und bearbeitbar zu machen, sodass ein intelligentes auf die Trocknungsaufgabe abgestimmtes Verfahren autonom ablaufen kann. Daraus sich ergebende Vorteile sind insbesondere eine direkte Kosteneinsparung durch einen geringeren Personalaufwand da durch das autonome Verfahren die Messwerte nicht mehr manuell ermittelt werden müssen. Ferner kann durch den gezielten Einsatz der Trocknungsgeräte, d.h. durch das gezielte Einschalten und Ausschalten je nach Status des Trocknungsprozesses ein effizienterer Trocknungsprozess bereitgestellt werden, sodass auch der ganze Trocknungsprozess energieeffizienter gestaltet werden kann, indem Energie gespart wird bei trotzdem vorhandenem Trocknungserfolg.

[0011] Unter einem Bodenaufbau kann im Kontext der Erfindung insbesondere ein Boden eines Gebäudes oder ein Boden eines Raumes verstanden werden. Dieser Boden kann aus mehreren Schichten bestehen, wobei eine oder mehrere Schichten nach einem Feuchtigkeitsschaden getrocknet werden sollen. Der Bodenaufbau besteht dabei insbesondere aus mindestens zwei verschiedenen Schichten, wobei eine davon und oder je nach Vorliegen des Feuchtigkeitsschadens beide bzw. alle getrocknet werden sollen. Ferner sind auch mehr Schichten möglich, wobei dies davon abhängig ist, wo der Bodenaufbau zum Einsatz kommt und welche Materialien gewählt werden. Demzufolge besteht der Bodenaufbau vorzugsweise aus mehreren Schichten, welche sich in den Materialarten unterscheiden. Eine detailliertere Auflistung möglicher Bodenschichten wird in den nachfolgenden Ausführungsformen beschrieben. Allgemein wird auch nur von der Feuchtigkeit gesprochen, was aber sowohl die absolute als auch die relative Feuchtigkeit mit umfasst. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch dazu dienen während des Trocknungsprozesses die vorliegende Materialart zu bestimmen, bzw. kann das erfindungsgemäße Verfahren auf die bekannte vorliegende Materialart der zu trocknenden Bodenschicht angepasst werden. Dabei kann sich das Verfahren den Effekt zu Nutze machen, dass verschiedene Materialien auf verschiedene Art und Weise trocknen, d.h. dass sie unterschiedliche Trocknungsverläufe aufweisen, welche mittels des Verfahrens ebenfalls detektierbar sind. Wie zuvor beschrieben und wie im Folgenden beschrieben wird, kann eine entsprechende Regelung der Trocknungsaktivität entsprechend vorgenommen werden.

[0012] Unter einer Öffnung in dem Bodenaufbau kann insbesondere eine Öffnung verstanden werden, welche mechanisch in dem Bodenaufbau eingebracht werden muss, wie zum Beispiel eine Kernlochbohrung, um eine Öffnung bis auf bzw. in die zu trocknende Bodenschicht zu schaffen. Anderseits kann unter einer Öffnung in dem Bodenaufbau auch eine schon bestehende Öffnung in der Bodenschicht verstanden werden. Beispielsweise kann eine solche Öffnung in einem Bereich zwischen einer an dem Bodenaufbau angeordneten Seitenwand und des Bodenaufbaus selbst vorliegen, da die Bodenaufbauten derart angeordnet bzw. verlegt werden, dass diese nicht mit einer Seitenwand in Kontakt kommen, wodurch sich eine schon vorhandene Öffnung, wie eine sogenannt Randfuge, ergibt.

[0013] Unter dem Initiieren einer Luftströmung in der zu trocknenden Bodenschicht kann insbesondere das Einbringen von Trocknungsluft mittels des Trocknungsgerätes verstanden werden. Dabei kann das Initiieren sowohl ein Einbringen von Trocknungsluft mittels Überdruck, z.B. durch eine Turbine, aus dem Trocknungsgerät in die Bodenschicht umfassen, als auch ein Einbringen von Trocknungsluft mittels Unterdruck (oder auch Zug) aus dem Trocknungsgerät in die Bodenschicht umfassen. Durch das jeweilige Einbringen (Unter- oder Überdruck) der Trocknungsluft wird in der zu trocknenden Bodenschicht eine Luftströmung von einströmender zu ausströmender Luft erzeugt. Details zu den einzelnen Verfahren können der Beschreibung zu den Fig. 1 bis 3 entnommen werden.

[0014] Unter dem Messen kann insbesondere ein kontinuierliches Messen des Parameters über die Zeit verstanden werden, sodass dauerhaft der Wert des Parameters erfasst wird. Um zu jeder Zeit eine Aussage über einen Trocknungszustand der Bodenschicht zu treffen.

Beispielsweise kann die Feuchtigkeit in der Bodenschicht über den gesamten Trocknungsprozess erfasst werden. Dabei kann sowohl die absolute als auch die relative Feuchtigkeit erfasst werden. Wenn in einer der Ausführungsform lediglich von einer der beiden Feuchtigkeiten gesprochen wird, schließt das die andere nicht aus, da diese ineinander umgerechnet werden können. Als Messintervall kommt beispielsweise bevorzugt ein Mindestabstand der Parametermessung von einer Minute in Frage. Alternativ kann das Messen auch diskontinuierlich erfolgen, das heißt die Messung erfolgt nicht in bestimmten Intervallen über den ganzen Trocknungsprozess, sondern die Messung erfolgt nur zu bestimmten Zeitpunkten, welche für den Trocknungsprozess/-fortschritt als besonders aussagekräftig erachtet werden. Mögliche Messzeitpunkte, welche diskontinuierlich (aber auch kontinuierlich) ausgeführt werden können, werden in den nachfolgenden Ausführungsformen näher beschrieben.

[0015] Unter einer Trocknungsphase kann insbesondere eine Phase aus verschiedenen Phasen des Trocknungszustandes der Bodenschicht verstanden werden, wobei diese Phasen verschiedene Phasen der Feuchtigkeit in der zu trocknenden Bodenschicht sind, wobei eine oder mehrere Phasen mit unterschiedlichem Feuchtigkeitsgehalt an Wasserdampf und/oder flüssigem Wasser vorliegen können.

[0016] Das Verfahren wird derart ausgeführt, dass das Trocknen der Bodenschicht autonom und ohne manuelles Eingreifen erfolgen und ein entsprechender Trocknungsverlauf prognostiziert werden kann. Ferner wird durch das erfindungsgemäße Verfahren ein Messen des Parameters, d.h. beispielsweise ein Messen der Feuchtigkeit in einer feuchten Bodenschicht des Bodenaufbaus, ermöglicht, welcher also von einem Feuchtigkeitsschaden betroffen ist. Es wird die Feuchtigkeit direkt vor Ort innerhalb des Bodens ermittelt. Dadurch sind ein autonomer Trocknungsprozess und eine Überwachung des Trocknungsprozesses des Bodens realisierbar. Es kann ein zeitnahes und schnelles Erkennen erfolgen, wenn der Trocknungsprozess nicht richtig aufgebaut wurde, oder wenn ein vom erwarteten Trocknungsverlauf abweichender Verlauf auftritt, welcher auf Probleme bei der Trocknung schließen lässt, oder es ist erkennbar, ob eine Schadensursache nicht behoben wurde. Der komplexe Prozess der technischen Trocknung mit allen einschließenden Geräten wird transparent und autonom. Es können ferner Störungen direkt erkannt werden, wie ein Stromausfall. Es sind somit keine zusätzlichen manuellen Zwischenmessungen und Kontrolltermine und damit verbundene zusätzliche Personalanfahrten notwendig. Somit kann eine optimierte Disposition von Gerät und Personal realisiert werden und unnötige Vor-Ort-Termine können vermieden werden. Dies steigert die Rentabilität von Schadensanierern. Damit kann ein optimiertes Trocknungsergebnis bei reduziertem Energie- und Zeitaufwand mit autonomen und transparenten Trocknungsverläufen realisiert werden. Durch eine kontinuierliche Messung über einen langen Zeitverlauf kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gewährleistet werden, dass Effekte, welche die verschiedenen Trocknungsphasen der Bodentrocknung charakterisieren, detektiert werden, sodass eine genaue Feststellung und auch eine Vorhersage des Trocknungsendes ermöglicht wird. Weiterhin wird durch die gezielte Einbringung des Sensors zum Ermitteln des Parameterwertes direkt in der feuchten Bodenschicht gewährleistet, dass direkt in jener Schicht gemessen werden kann bzw. gemessen wird, welche die aussagekräftigsten Messwerte für eine Aussage über die Feuchtigkeit der Bodenschicht liefert. Zusätzlich gewährt ein gezieltes Abschalten und/oder Einschalten eines Trocknungsgerätes, d.h. des Trocknungsprozesses an sich, dass genaue Informationen über den aktuellen Trocknungszustand erhalten werden können. Dadurch, dass das Verfahren derart eingerichtet ist, die mittels des Prozessors gemessenen Parameter des Sensors zu analysieren, wird eine Überwachung der gemessenen Parameter (des gemessenen Parameters) ermöglicht und in Zusammenspiel mit der kontinuierlichen Messung über einen bestimmten Zeitraum können wiederkehrende Muster in dem Trocknungsprozess, bzw. in einzelnen Trocknungsphasen erkannt werden. Insbesondere können trocknungsphasenspezifische Muster und/oder Effekte, in der Entwicklung der Messwerte nach dem Abschalten oder nach dem Einschalten erkannt werden. Beispielsweise zeigen spezielle Vorgänge direkt beim Ausschalten der Trocknungsgeräte an, wie schnell eine Rückfeuchtung, bzw. ein Feuchteausgleich im Boden stattfindet. Weiterhin zeigen spezielle Vorgänge direkt beim Einschalten der Trocknungsgeräte an, ob noch Restfeuchtigkeit innerhalb der Öffnung, in welcher der Sensor platziert ist, oder in von der Öffnung entfernten Bereichen vorhanden ist.

[0017] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung ist in dem Prozessor oder einem Speichermedium ein vierphasiges Trocknungsmodel hinterlegt, wobei das vierphasige Trocknungsmodel als erste Phase eine hohe Feuchtigkeits-Phase (stehendes Wasser), als zweite Phase eine mittlere Feuchtigkeits-Phase (kapillares/anhaftendes Wasser), als dritte Phase eine Dampfphase (Diffusionsphase), und als vierte Phase eine konstante Feuchtigkeits-Phase (Ausgleichsfeuchte) umfasst. Ferner bestimmt der Prozessor bei der Bestimmung der Trocknungsphase, ob die hohe Feuchtigkeits-Phase, die mittlere Feuchtigkeits-Phase, die Dampfphase, oder die konstante Feuchtigkeits-Phase in der zu trocknenden Bodenschicht aktuell vorliegt.

[0018] In einem erfindungsgemäßen System ist der Prozessor entsprechend eingerichtet, dass in ihm oder in einem Speichermedium das vierphasige Trocknungsmodell hinterlegt ist, sodass der Prozessor konfiguriert ist, bei der Bestimmung der Trocknungsphase festzustellen, welche der vier Trocknungsphasen aktuell in der zu trocknenden Bodenschicht vorliegt. Allgemein gilt, dass die Phasen eines Trocknungsvorgangs des Bodens übergehen können von stehendem Wasser zu Wasser

in Tropfenform und von dort übergehen zu Wasserdampf bis hin zu einem trockenen Zustand. In den ersten beiden Phasen im oben genannten vierphasigen Trocknungsmodel liegt Wasser in flüssiger Form und als Wasserdampf vor. Die beiden letzten Phasen betreffen Wasser in Form von Wasserdampf. Die Darstellung dieser Trocknungsphasen kann beispielsweise über den Verlauf relativer oder absoluter Parameterwerte (Feuchtigkeitswerte) erfolgen. Dabei ist die relative Feuchtigkeit darüber definiert, wie weit die Feuchtigkeit der Luft von der maximalen Wassersättigung entfernt ist. Die absolute Feuchtigkeit gibt den Wasseranteil in der Luft an. Die Messung und Darstellung dieser Phasen kann jeweils mittels der absoluten Feuchtigkeit und/oder mit der relativen Feuchtigkeit geschehen, wobei diese ineinander umgerechnet werden können. Eine detaillierte Darstellung der verschiedenen Trocknungsphasen wird mit Fig. 4 gemäß einer exemplarischen Ausführungsform näher beschrieben. Dabei muss während eines Trocknungsvorganges nicht zwangsweise jede einzelne der vier Trocknungsphasen vorliegen. Bedingt durch die Größe eines Feuchtigkeitsschadens kann auch zumindest nur eine, zwei, oder drei der vier Trocknungsphasen vorliegen. Durch das Einbringen des Sensors in eine Öffnung innerhalb einer Bodenschicht kann eine Messung der Feuchtigkeit auch in stehendem Wasser vorgenommen werden. In Kombination aus den von dem Sensor gemessenen Parameterwerten und deren zeitlichen Verlauf kann ein aktueller Stand der Trocknung abgelesen werden, d.h. in welcher Trocknungsphase man sich befindet. Basierend darauf ist es mittels des Verfahrens insbesondere möglich zu entscheiden, wie eine Trocknung bestmöglich unterstützt werden kann, wie lange die Trocknung voraussichtlich noch dauern wird, ob die Trocknung beendet ist und ob die Trocknungsgeräte dementsprechend abgeschaltet werden können, oder ob die Trocknung erfolgreich abläuft, stagniert oder durch äußere Umstände unterbrochen wurde. Eine Identifikation der einzelnen Trocknungsphasen erfolgt mittels des gemessenen Parameters, insbesondere mittels der gemessenen Parameterwerte und deren Verlauf über die Zeit. Dabei ist der Verlauf von einem Feuchtigkeitswert und oder einem Temperaturwert in der zu trocknenden Bodenschicht des Bodenaufbaus von Interesse. Die hohe Feuchtigkeitsphase ist eine Phase, in welcher sich stehendes Wasser in der zu trocknenden Bodenschicht befindet. Es liegt dabei eine relative Feuchtigkeit von 100 % vor und die Sensoren können sich in der feuchten Bodenschicht in stehendem Wasser befinden. Mittels der Trocknungsgeräte kann in dieser Phase das Wasser abgesaugt werden. Es sind ferner keine Pausen der Trocknungsgeräte erforderlich. Die im Bodenaufbau zirkulierende Luft reichert sich vom Eintritt zum Austritt bis zur Sättigung (100 %) mit Wasser an. Bei einem geringeren Feuchtigkeitsschaden, d.h. bei einer geringeren Durchfeuchtung der Bodenschicht kann diese Phase auch entfallen. In der zweiten Phase, der mittleren Feuchtigkeitsphase, sind nur einzelne Wassertropfen vorhanden. Insbesondere sinkt die relative Feuchtigkeit unter 100 %. In Ruhephasen, d.h. in Phasen, in welchen das Trocknungsgerät ausgeschaltet ist, steigt die Feuchtigkeit sehr schnell wieder an. Aufgrund dessen sind nur sehr kurze Ausschaltpausen erforderlich, um den Stand der Trocknung abzufragen. Eine Trocknung kann durch kapillare Trocknung in der zu trocknenden Bodenschicht erfolgen, beispielsweise in einer Dämmung und einer Estrichschicht. Die dritte Phase, die Dampfphase, beginnt wenn alles freie Wasser entfernt ist, die Feuchtigkeit im Boden liegt hier hauptsächlich in Form von Wasserdampf vor. Es kann eine Trocknung über Diffusion und Konvektion erfolgen, in welcher das Wasser aus dem Inneren der Bodenschicht nur noch als Wasserdampf herauskommt. Das System, d.h. der Trocknungsvorgang und der Boden, reagiert nun langsamer. In Phasen, in welchen das/die Trocknungsgerät/e ausgeschaltet ist/sind, nimmt die Feuchte nur noch langsam zu. Aus diesem Grund können die Ausschaltphasen verlängert werden.

[0019] Die vierte Phase, die konstante Feuchtigkeitsphase, ist die letzte Phase, in welcher sich während der Trocknung die Feuchtigkeit nicht mehr ändert. Es kann dabei erfasst werden, dass beim Ausschalten des Trocknungsgerätes die Feuchtigkeit nur noch langsam ansteigt und zwar auf einen Gleichgewichtszustand. Dabei wird immer eine ähnlich hohe Ausgleichsfeuchte erreicht. Im Idealfall ist nun das Ende des Trocknungsprozesses erreicht. Es kann die Trocknung beendet werden oder zumindest so weit reduziert werden, dass die Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes nun länger sind als die Einschaltphasen. Andererseits kann es aber auch bedeuten, dass kein weiterer Trocknungserfolg mehr möglich ist. Dies wäre der Fall, wenn die Schadensursache noch nicht behoben wurde, sodass sich in den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes immer eine hohe, aber konstante Restfeuchtigkeit einstellt.

[0020] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung werden bei der Bestimmung, welche der vier Phasen aktuell vorliegt, vom Prozessor lediglich gemessene Parameterwerte des Sensors aus einem ersten Zeitraum von einem Zeitpunkt t1 nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes bis zu einem Zeitpunkt t2 vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes verwendet. Zusätzlich oder alternativ werden von dem Prozessor lediglich gemessene Parameterwerte des Sensors aus einem zweiten Zeitraum von einem Zeitpunkt t3 nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes bis zu einem Zeitpunkt t4 vor dem Ausschalten des Trocknungsgerätes verwendet. Eine Länge des ersten Zeitraumes und/oder des zweiten Zeitraumes wird dabei in Abhängigkeit von dem analysierten Parameter gewählt.

[0021] Eine weitere mögliche Vorgehensweise in dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht darin, dass während der Überwachung des Trocknungsprozesses nur Parameterwerte zu bestimmten Zeiträumen ausgewertet und/oder erfasst werden. Damit wird ein auf die Trocknungsphasen des Bodenaufbaus abgestimmtes Schalten der/des Trocknungsgeräte/s erzielt und somit unnö-

tiger Ressourcenverbrauch reduziert. Beispielsweise kann auch der Prozessor nur zu den bestimmten Zeiträumen aktiv werden muss und zu den nicht relevanten Zeiträumen in einem Energiesparmodus bleiben. Dabei wird sich zu Nutze gemacht, dass Effekte, die zur Bestimmung der Trocknungsphase dienen, zu bestimmten Zeitpunkten des Trocknungsprozesses auftreten. Diese Zeitpunkte können sein: direkt nach einem Abschalten des Trocknungsgerätes oder auch direkt nach einem Einschalten des Trocknungsgerätes. Somit kann insbesondere das Messen des Parameters mittels des Sensors zu eben diesen Zeitpunkten in einer höheren Messauflösung vorgenommen werden und zu anderen Zeitpunkten kann mit einer niedrigeren Messauflösung gearbeitet werden. Alternativ kann ein Messen des Parameters mittels des Sensors zu nicht relevanten Zeitpunkten auch vollständig unterlassen werden. Die Länge der Zeiträume ergibt sich dabei vorzugsweise aus dem gemessenen bzw. aus dem analysierten Parameter selbst. D.h., je nachdem welche Trocknungsphase vorliegt, weist der Parameter eine entsprechende Verlaufscharakteristika auf, zum Beispiel nimmt eine Feuchtigkeit als gemessener Parameterwert in der Ruhephasen/den Ruhephasen (d.h. in den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes) der dritten Trocknungsphase nur noch langsam zu, was einen längeren Messzeitraum, d.h. einen längeren Zeitraum von t1 bis t2, erfordert als in der zweiten Trocknungsphase.

[0022] In einem erfindungsgemäßen System ist der Prozessor entsprechend eingerichtet, um die Parameterwerte entsprechend dem eben beschriebenen Zeiträumen zu erfassen und zu analysieren. Ferner ist das System eingerichtet, die Sensoren, zum Beispiel mittels des Prozessors, und deren Messauflösungsvermögen an die entsprechenden Zeiträume und an die entsprechenden Trocknungsphasen anzupassen und ferner ebenso das Einschalten und das Ausschalten des Trocknungsgerätes entsprechend vorzunehmen.

[0023] Weiterhin kann gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung das Ausschalten des Trocknungsgerätes zu dem Zeitpunkt t1 und das Einschalten des Trocknungsgerätes zu dem Zeitpunkt t3 erfolgen. D.h. der Ausschaltzeitpunkt des Trocknungsgerätes stimmt mit dem Zeitpunkt t1 überein, ab dem ein erster Messzeitraum beginnt und ein Einschaltzeitpunkt des Trocknungsgerätes stimmt mit dem Zeitpunkt t3 überein ab dem ein weiterer Messzeitraum beginnt.

[0024] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung umfasst das Regeln des Trocknungsgerätes ein Bestimmen zumindest eines Zeitpunktes zum Einschalten und/oder zum Ausschalten des Trocknungsgerätes, basierend auf dem analysierten Parameter.

[0025] Ein Einschaltzeitpunkt und/oder ein Ausschaltzeitpunkt des Trocknungsgerätes werden dabei an den gemessenen Parameter angepasst, sodass beispielsweise, je nachdem in welcher Trocknungsphase sich der Boden befindet, die Zeiträume eines Trocknungsvorganges mittels des Einschaltens und des Ausschaltens angepasst werden können. Somit erfolgt eine Nachreglung der Einschalt-/Ausschaltzeitpunkte des Trocknungsgerätes anhand des gemessenen und/oder des analysierten Parameters.

[0026] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung vergleicht der Prozessor bei dem Bestimmen der Trocknungsphase, die gemessenen Parameterwerte des Sensors mit gespeicherten Parameterwerten, wobei die gespeicherten Parameterwerte ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Simulationsdaten des Parameters der Bodenschicht, vorher gemessenen Parametern der Bodenschicht, und/oder Laborwerten des Parameters der Bodenschicht.

[0027] In dem erfindungsgemäßen System ist der Prozessor eingerichtet, die gemessenen und/oder die analysierten Parameterwerte des Sensors mit gespeicherten Parameterwerten zu vergleichen. Die gespeicherten Parameterwerte können dabei in einer Speichereinheit des Prozessors selbst oder in einer zusätzlichen Speichereinheit des Systems, oder in einer externen Speichereinheit vorliegen. Das System ist entsprechend eingerichtet, sodass der Prozessor zu jeder Zeit, bei Bedarf auf die gespeicherten Parameterwerte zugreifen kann. Das Zugreifen auf die gespeicherten Parameterwerte kann dabei sowohl während des messen des Parameterwertes mittels des Sensors, während der Analyse des gemessenen Parameterwertes, während des Regelns des Trocknungsgerätes, und/oder während des Bestimmens der Trocknungsphase erfolgen. Die gespeicherten Parameterwerte können dabei in einem entsprechenden Datensatz angelegt sein, welcher neben den Parameterwerten auch weitere Informationen betreffend das Material und einem Trocknungserfolg umfasst. Es ist somit ein Abgleich der gemessenen Daten mit gespeicherten Daten möglich, um somit den gemessenen Trocknungsverlauf mit einem gespeicherten Trocknungsverlauf zu vergleichen. Dadurch können verwendete Materialarten der Bodenschicht beziehungsweise des Bodenaufbaus definiert werden, was wiederum für Prognosen des Trocknungsverlaufs herangezogen werden kann, bzw. um mittels eben dieser Daten auf den Trocknungsverlauf Einfluss zu nehmen. Insbesondere kann mittels der gespeicherten Parameterwerte und damit mittels des bekannten abgespeicherten Trocknungsverlaufes gezielt nach Trocknungseffekten, Trocknungsmustern, gesucht werden, was Rückschlüsse auf den Trocknungsfortschritt ermöglicht und somit nach deren Vergleich mit den aktuellen gemessenen Parameterwerten die Steuerung und Regelung der aktuellen Trocknung verbessern kann.

[0028] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann zum Abgleich der gemessenen Parameterwerte mit den gespeicherten Parameterwerten in dem Verfahren und in dem System eine sogenannte künstliche Intelligenz, KI, eingesetzt werden, welche eine gezielte Suche nach bestimmten Mustern in den Messwertverläufen durchführt. Ferner kann mittels die-

ser KI anhand der erfassten und mittels durch Simulation erzeugter Daten ein Abgleich zum Trocknungsverlauf und zum Schadensfall durchgeführt werden. Beispielsweise erfolgt die Simulation zum Trocknungsverlauf mit einem Programm. Die damit erzeugten Trocknungsverläufe können in Datensätzen hinterlegt werden, bzw. können auch fehlende Datensätze erzeugt werden, welche dann für die KI aufgenommen werden. Mithilfe der gesammelten Datensätze aus dem Labor und mit bereits abgelegten realen Fällen, kann über die KI ein Abgleich mit einer neuen, aktuell laufenden Trocknung erfolgen. Gleichzeitig können auch der Trocknungsverlauf und das vorhergesagte Trocknungsende auf Plausibilität durch die gespeicherten Parameter geprüft werden.

[0029] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung umfasst das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors ein Bestimmen einer Steigung des Parameters über die Zeit, wobei die Steigung des Parameters über die Zeit insbesondere nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes ermittelt wird und wobei insbesondere zur Bestimmung der Steigung der gemessene Parameter eine absolute Feuchtigkeit oder eine relative Feuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht ist. Alternativ kann die Steigung des Parameters über die Zeit insbesondere nach einem Einschalten des Trocknungsgerätes ermittelt werden. Ferner kann der gemessene Parameter auch eine relative Feuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht sein.

[0030] Über das Bestimmen einer Steigung des Parameters bzw. des Parameterwertes nach dem Ausschalten, insbesondere eines Feuchtigkeitswertes, kann der Verlauf der Trocknung der Bodenschicht festgestellt werden. Insbesondere kann damit festgestellt werden, in welcher der Trocknungsphasen sich die zu trocknende Bodenschicht des Bodenaufbaus befindet. So ändert sich die Steigung beispielsweise gegen Ende der Trocknung d.h. in der vierten Trocknungsphase nicht mehr, sodass keine weiteren Trocknungsfortschritte mehr vorliegen werden. D.h. in der vierten Trocknungsphase würde eine konstante Steigung, vorliegen, während in den anderen Phasen, insbesondere in den ersten beiden Trocknungsphasen, eine hohe Steigung der Feuchtigkeit vorliegen würde. Die Steigung der Feuchtigkeit gibt dabei insbesondere Auskunft über die Geschwindigkeit einer Rückfeuchtung innerhalb der feuchten Bodenschicht, da die Geschwindigkeit und damit die Steigung der Feuchtigkeit in (der absoluten oder relativen Feuchtigkeit) direkt nach dem Ausschalten, also zu Beginn des ersten Zeitraums zwischen t1 und t2, mit der Zeit abnimmt. Wenn sich dementsprechend eine konstante Geschwindigkeit einstellt, ist der Boden trocken bzw. wird kein weiterer Trocknungserfolg erzielt werden können.

[0031] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors einen Vergleich des gemessenen Parameters mit einem Grenzwert umfassen. Der Grenzwert kann dabei eine absolute Luftfeuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht sein, wobei der Grenzwert insbesondere in einem Bereich zwischen 5 bis 15 g(Wasser)/kg (Luft) liegt, wobei der Grenzwert mehr insbesondere in einem Bereich zwischen 7 bis 9 g(Wasser)/kg(Luft) liegt. Alternativ kann der Grenzwert auch in der relativen Feuchtigkeit angegeben werden, dabei würde dieser Grenzwert in einem Bereich zwischen 30 % bis 75 % abhängig von der Umgebungs- und Bodentemperatur liegen. Zusätzlich kann der Vergleich des gemessenen Parameters des Sensors über eine Zeit nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes ermittelt werden, so dass eine Rückfeuchtung in der Bodenschicht detektiert werden kann. Alternativ kann der Vergleich des gemessenen Parameters des Sensors über eine Zeit nach dem Ausschalten und nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes ermittelt werden, so dass eine Übertrocknung der Bodenschicht detektiert werden kann. Alternativ kann eine Übertrocknung auch währen des Ausschaltens des Trocknungsgerätes oder über beide Zeiträume, d.h. sowohl dem Einschalten als auch dem Ausschalten, ermittelt werden.

[0032] Allgemein kann gesagt werden, dass ein Trocknungsprozess, insbesondere die vierte Trocknungsphase, beendet ist, wenn eine Rückfeuchtung in einer Ausschaltphase des Trocknungsgerätes unter definierten Grenzen bleibt. Zur Betrachtung des Grenzwertes wird dabei der absolute Wassergehalt der Luft im Boden herangezogen, d.h. eine absolute Luftfeuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht. Alternativ kann zur Betrachtung des Grenzwertes auch die relative Feuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht herangezogen werden. Dieser Grenzwert ist abhängig von den Umgebungsbedingungen insbesondere von den vorliegenden Jahreszeiten. Gemäß Erfahrungswerten, kann dieser Grenzwert im Sommer bei etwa 9 g(Wasser)/kg (trockene Luft) und im Winter bei etwa 7 g(Wasser)/kg (trockene Luft) liegen. Bei der Auswertung kann es dabei insbesondere auf eine Differenz zwischen einer Umgebungsfeuchtigkeit, welche im Sommer höher ist, und einer Feuchtigkeit der zu trocknenden Bodenschicht ankommen. Demzufolge kann das Verfahren ferner das Messen einer Umgebungsfeuchtigkeit umfassen, zusätzlich zu dem Messen des Parameters mittels des in eine Öffnung der Bodenschicht eingebrachten Sensors. Aus diesem Grund kann das Verfahren zusätzlich einen weiteren Schritt vorsehen, welcher eine Differenz zwischen den gemessenen Umgebungsfeuchtigkeitswert und dem gemessenen Parameterwert bestimmt, und einen Vergleich dieser Differenz mit einem der oben genannten Grenzwerte vornimmt. Mittels dieser Analyse kann auch festgestellt werden, ob überhaupt ein Trocknungserfolg eintreten wird, wenn beispielsweise die gemessene absolute Feuchtigkeit immer wieder über den oben genannten Grenzwert liegt, kann auf eine ständige Nachbefeuchtung aus der eigentlich zu trocknenden Bodenschicht geschlossen werden, da die Schadensursache nicht oder unvollständig behoben wurde. Dieser Effekt kann beispielsweise in einer Ausschaltphase des Trocknungsgerätes, d.h. in einem Zeitraum t1 bis t2 beobachtet werden.

[0033] Wird über einen Zeitraum nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes, d.h. in einem Zeitraum t3 bis t4, immer der Parameter gemessen und dieser mit dem Grenzwert verglichen, kann eine eventuelle Übertrocknung der Bodenschicht ermittelt werden. Alternativ kann eine Übertrocknung auch während des Ausschaltens des Trocknungsgerätes, in dem Zeitraum t1 bis t4, oder über beide Zeiträume, d.h. sowohl dem Einschalten als auch dem Ausschalten, ermittelt werden. Die Übertrocknung tritt insbesondere ab der dritten Trocknungsphase auf. Die Übertrocknung ist beispielsweise erkennbar, wenn nach dem Ausschalten die Feuchte sinkt (anstatt wieder anzusteigen) und beim anschließenden Einschalten dann wieder ansteigt. Bei einer Übertrocknung ist die einströmende Luft sehr trocken, d.h. die Luft, die mittels des Trocknungsgerätes eingebracht wird. Dadurch kann ein Übertrocknungseffekt in der zu trocknenden Bodenschicht, bzw. in der Öffnung, in welcher der Sensor eingebracht ist, beobachtet werden. In einem solchen Fall sinkt die absolute Feuchtigkeit in der zu trockneten Bodenschicht gegen Ende der Trocknung, d.h. in der vierten Trocknungsphase, wenn das Trocknungsgerät abgeschaltet ist. Daraus kann geschlossen werden, dass die zu trocknende Bodenschicht und gegebenenfalls auch die umliegenden Bodenschichten, aus welchen der Bodenaufbau besteht, aus der Umgebungsluft, der Raumluft, der Luft in der Öffnung entsprechend Sorptionsisothermen wieder Feuchtigkeit aufnimmt. Die Luft in der Öffnung, in welcher der Sensor eingebracht wird, wird dann noch weiter heruntergetrocknet. Im Speziellen kann dieses Verhalten bei Trocknungsverfahren beobachtet werden, welche mit Kondensations- oder Adsorptionstrocknern und damit mit sehr trockener, einströmender Luft (relative Feuchte kleiner relative Feuchte Umgebung) arbeiten. Wenn beispielsweise mehrere Sensoren und dementsprechend mehrere Öffnungen in der Bodenschicht verwendet werden, können alle Sensoren und deren gemessenen Parameter auf dieses Verhalten mittels des Prozessors analysiert werden. Wenn alle gemessenen Parameter dieses Verhalten aufzeigen ist die Trocknung ebenfalls beendet.

[0034] Gemäß einer entsprechenden Ausführungsform ist das System zum automatischen Trocknen einer Bodenschicht eingerichtet, sodass das Analysieren des gemessenen Parameters einen Vergleich des gemessenen Parameters mit einem Grenzwert umfasst. Insbesondere ist der Prozessor des Systems konfiguriert, den Vergleich des gemessenen Parameters mit einem Grenzwert durchzuführen, wie oben mittels der Ausführungsform des Verfahrens beschrieben wird.

[0035] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors einen Vergleich eines Parameterwertes nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes im Vergleich zu einem Parameterwert vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes umfassen.

[0036] Der Vergleich eines Parameterwertes nach dem Einschalten mit einem Parameterwert vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes kann dazu dienen, überhöhte Feuchtigkeitswerte direkt nach dem Wiedereinschalten zu detektieren. Während das Trocknungsgerät ausgeschaltet ist, reichert sich die Luft in der Bodenschicht wieder mit Restfeuchte an. Wird das Trocknungsgerät, oder die Trocknungsgeräte, wieder angeschaltet, kann in diesem Fall zuerst eine Überhöhung der Feuchtigkeitswerte der aus dem Bodenaufbau austretenden Luft beobachtet werden bevor die Feuchtigkeitswerte wieder absinken. Dabei kann mittels des Grades der Überhöhung eines Feuchtigkeitswertes ebenfalls auf den Verlauf des Trocknungsprozesses bzw. auf die aktuelle Trocknungsphase geschlossen werden. Im Verlauf des Trocknungsprozesses ist eine Überhöhung des gemessenen Feuchtigkeitswertes immer weniger stark ausgeprägt und kommt gegen Ende des Trocknungsprozesses kaum mehr vor. In der Regel kann eine solche Überhöhung der Feuchtigkeitswerte ab der zweiten Trocknungsphase beobachtet werden. Es ist auch möglich, dass diese Überhöhung der Feuchtigkeitswerte erst in der dritten Trocknungsphase detektiert werden kann, wenn die Rückfeuchtung in den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes nicht mehr so hoch ist. Bevorzugt sollte zum Analysieren der gemessenen Parameter in diesem Verfahrensschritt der Messwert mit einer guten Auflösung aufgezeichnet werden, insbesondere sollte mit einer Auflösung von mindestens einem Messpunkt pro Minute aufgezeichnet werden.

[0037] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors das zusätzliche Analysieren einer Taupunkttemperatur sein, wobei der gemessene Parameterwert des Sensors eine Kombination aus Feuchtigkeit und Temperaturwert ist. In anderen Worten, kann der Sensor zwei Parameterwerte messen oder es werden zwei Sensoren in einer Öffnung verwendet um die zwei Parameterwerte zu messen. Die Verfolgung der Taupunkttemperatur zeigt an, inwiefern der Taupunkt an verschiedenen Stellen der Bodenschicht unterschritten wird. So kann es insbesondere bei kalten Gebäuden, zum Beispiel in unbeheizten Kellern, vorkommen, dass der Boden deutlich kälter ist als die Umgebung bzw. die mittels des Trocknungsgerätes eingelassene Luft. Wird im Boden dann die Taupunkttemperatur unterschritten, kondensiert Wasserdampf aus und damit kann die Trocknung nicht erfolgreich beendet werden. Dem kann durch die Überwachung der Taupunkttemperatur entgegengewirkt werden.

[0038] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das System derart eingerichtet sein, dass es beispielsweise mittels des Prozessors den gemessenen Parameter des Sensors analysiert, in dem ein Vergleich eines Parameterwertes nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes mit einem Parameterwert vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes durchgeführt wird. Ferner kann das System einen Sensor zum Messen einer Taupunkttemperatur aufweisen, wobei dieser Sensor jener Sensor ist, welcher durch eine Öff-

nung in der Bodenschicht eingebracht wird. Alternativ kann der Sensor zum Messen der Taupunkttemperatur zusätzlich zu dem Sensor, welcher einen Parameter der Bodenschicht misst, vorgesehen sein.

[0039] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Einbringen des Sensors ferner aufweisen: ein Einbringen einer Mehrzahl von Sensoren in eine Mehrzahl von Öffnungen in den Bodenaufbau und Platzieren der Mehrzahl von Sensoren auf bzw. in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht. Jeweils einer einzelnen Öffnung ist dabei ein einzelner entsprechender Sensor zugeordnet. Zur Regelung des Trocknungsgerätes kann derjenige Sensor von der Mehrzahl von Sensoren ausgewählt werden, welcher die höchsten gemessenen Werte des Parameters liefert. Alternativ kann auch zur Regelung des Trocknungsgerätes ein Median- oder ein Mittelwert aus allen gemessenen Parametern aller Sensoren gewählt werden, wobei dieser insbesondere aus den höchsten gemessenen Parameterwerten der Mehrzahl von Sensoren ausgewählt wird.

[0040] Durch die Verwendung einer Mehrzahl von Sensoren kann ein größerer Bereich einer zu trockneten Bodenschicht abgedeckt werden. Die Anzahl der Sensoren kann sich dabei nach der Größe des vorhandenen Feuchtigkeitsschadens richten. Ferner können in einer Öffnung auch mehrere Sensoren vorgesehen sein, sodass beispielsweise zwei verschiedene Parameter der Bodenschicht in ein und derselben Öffnung gemessen werden. So können beispielsweise bei der Verwendung von zwei Sensoren in einer Öffnung in der Bodenschicht als Parameter die Temperatur und die Feuchtigkeit der zu trocknenden Bodenschicht gemessen werden. Weiterhin kann das Verfahren folgenden Schritt aufweisen: ein Initiieren eines Luftstromes, d.h. ein Einbringen von Trocknungsluft in die zu trocknende Bodenschicht mittels einer Mehrzahl von Trocknungsgeräten, und ein Regeln der Mehrzahl von Trocknungsgeräten mittels des Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor (oder den Sensoren) gemessenen Parameter(n). Wobei der Prozessor bei allen Trocknungsgeräten ein Einschalten und/oder ein Ausschalten regelt bzw. steuert. Ferner kann das Verfahren das Messen von mehreren Parametern von der Mehrzahl von Sensoren aufweisen und das Analysieren der gemessenen Parameter mittels des Prozessors und Bestimmung einer Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse der mehreren Parameter. Bei der Analyse von mehreren Parametern mittels des Prozessors kann sich dabei für jeden gemessenen Parameter, d.h. insbesondere fürjeden gemessenen Parameter, welcher einer entsprechenden Öffnung zugeordnet wurde, eine andere Trocknungsphase ergeben. Aus diesem Grund weist das Verfahren einen entsprechenden Schritt zur Auswahl desjenigen Sensors von der Mehrzahl von Sensoren auf, welcher die aussagekräftigsten Werte liefert, um damit die oder das Trocknungsgerät zu regeln. Die aussagekräftigsten Werte können dabei sein, die höchsten gemessenen Werte des Parameters und/oder ein Mittelwert aus einer Auswahl an aussagekräftigsten Sensoren, wobei aber mindestens einer ausgewählt wird, um damit die oder das Trocknungsgerät zu regeln.

[0041] Gemäß einer exemplarischen Ausführung der Erfindung kann das Verfahren ferner ein Messen von Umgebungsparametern aufweisen, wobei insbesondere eine Umgebungsfeuchtigkeit und/oder eine Umgebungstemperatur gemessen werden kann. Ein Sensor zur Messung dieser Umgebungsparameter muss nicht notwendigerweise in eine Öffnung in der Bodenschicht eingebracht werden, dieser kann auf dem Bodenaufbau angeordnet werden oder in dem Gebäude, bzw. Raum, in welchem sich die zu trocknende Bodenschicht befindet.

[0042] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das System eine Mehrzahl von Sensoren aufweisen, welche in eine Mehrzahl von Öffnungen in dem Bodenaufbau eingebracht werden können und wobei jeweils zu einer einzelnen Öffnung ein einzelner Sensor zugeordnet ist. Ferner kann das System derart eingerichtet sein, dass zur Regelung des Trocknungsgerätes derjenige Sensor von der Mehrzahl von Sensoren ausgewählt werden kann, welcher die aussagekräftigsten Werte liefert, um damit die oder das Trocknungsgerät zu regeln. Die aussagekräftigsten Werte können dabei sein, die höchsten gemessenen Werte des Parameters und/oder ein Mittelwert aus einer Auswahl an aussagekräftigsten Sensoren, wobei aber mindestens einer ausgewählt wird, um damit die oder das Trocknungsgerät zu regeln. Weiterhin kann das System eine Mehrzahl von Trocknungsgeräten aufweisen, wobei an jeder einzelnen Öffnung, in welcher zumindest ein Sensor eingebracht ist, ein jeweiliges Trocknungsgerät zum Trocknen vorgesehen ist. Dabei muss die Anzahl der Trocknungsgeräte nicht der Anzahl der Öffnungen entsprechen, d.h. auch ein Trocknungsgerät kann verwendet werden, um beispielsweise Trocknungsluft in mehrere Öffnungen einzuspeisen.

[0043] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann der mehrschichtige Bodenaufbau zumindest aus den folgenden Schichten bestehen: einer Estrichschicht, einer Dämmschicht, und einer Rohbetonschicht.

[0044] Der Bodenaufbau besteht zumindest aus zwei verschiedenen Schichten, wobei die untere Schicht ein Rohbetonschicht ist worüber eine Estrichschicht und/oder einen Dämmschicht angeordnet ist. Zusätzlich kann der Bodenaufbau auch noch eine weitere oder mehrere weitere Schichten aufweisen, wie einen Bodenbelag.

[0045] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann der Sensor in der Öffnung in dem mehrschichtigen Bodenaufbau eingebracht werden, um sich durch die Estrichschicht auf oder in die Dämmschicht zu erstrecken, insbesondere um sich durch die Estrichschicht und die Dämmschicht auf die Rohbetonschicht zu erstrecken.

[0046] Gemäß dieser Ausführungsform wird der Sensor derart in den mehrschichtigen Bodenaufbau eingebracht, sodass dieser auf bzw. in die feuchte und zu trocknende Bodenschicht angeordnet wird. Bei dieser feuchten und zu trocknenden Bodenschicht kann es sich um die Estrichschicht, oder die Dämmschicht handeln oder sogar um beide Schichten. Im Idealfall erstreckt sich der Sensor bis auf die Rohbetonschicht, d.h. auch eine Öffnung ist entsprechend bis auf die Rohbetonschicht durch die anderen über der Rohbetonschicht liegenden Schichten vorzusehen. Bevorzugt wird das Verfahren und das System in einem sogenannten Estrich-Dämmschicht Bodenaufbau verwendet.

[0047] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann der Parameter der Bodenschicht ausgewählt werden aus zumindest einem der folgenden Parameter: Temperatur und Feuchtigkeit.

[0048] Somit kann mittels des Sensors einer der oben genannten Parameter ermittelt werden. Alternativ kann auch ein Sensor verwendet werden, welcher mehrere der oben genannten Parameter oder eine Kombination der oben genannten Parameter messen kann. Ferner kann auch zumindest zwei Parameter oder eine Kombination der oben genannten Parameter mittels einem oder mehreren Sensoren gemessen werden. Weitere mögliche Parameter, welche mittels eines Sensors gemessen werden können, können unter anderem auch Luftdruck sein, bzw. eine Füllstandsmessung bei Kondenstrocknungsgeräten und Wasserabscheidern und/oder einer Beobachtung der Qualität der Raumluft.

[0049] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Verfahren ferner den Schritt aufweisen eines drahtlosen Übermittelns der gemessenen und/oder analysierten Parameter mittels einer von dem Prozessor geregelten und/oder gesteuerten Kommunikationseinheit an eine externe Weiterverarbeitungseinheit.

[0050] Gemäß dieser Ausführungsform kann somit sowohl der Prozessor vorgesehen sein, um alle Daten zusammenzutragen, diese zu verarbeiten und ein Regeln der Trocknungsgeräte und/oder der Sensoren vorzunehmen, oder diese Schritte können auch von der Kommunikationseinheit vorgenommen werden, welche von dem Prozessor geregelt (oder auch gesteuert) wird. Die externe Weiterverarbeitungseinheit kann dabei ein gesichertes Netzwerk sein, auf welchem die Daten abgelegt werden sollen und zur weiteren Verarbeitung und Analyse bereitgestellt werden sollen. Ferner kann die externe Weiterverarbeitungseinheit auch ein Cloud System sein, auf welchem die Daten für Kunden und zur Weiterverarbeitung abgelegt werden können. Die Kommunikationseinheit, welche mittels des Prozessors geregelt und/oder gesteuert wird, kann dabei dafür vorgesehen sein eine Fernabfrage mittels der externen Weiterbearbeitungseinheit vorzusehen.

[0051] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann die Kommunikationseinheit konfiguriert sein zum Speichern der übermittelten Parameter und wobei die Kommunikationseinheit insbesondere konfiguriert sein kann zur Überwachung der gemessenen und/oder analysierten Parameter und/oder zum Regeln der Trocknungsgeräte auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase.

[0052] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das Verfahren ferner den Schritt aufweisen, eines Schaltens zumindest einer Steckdose mittels des Prozessors zum Regeln des Trocknungsgerätes, wobei das Trocknungsgerät mit der Steckdose verbunden ist. Das Schalten mittels der Steckdose kann dabei das Einschalten und/oder das Ausschalten des Trocknungsgerätes umfassen.

[0053] Durch die Verwendung von schaltbaren Steckdosen können eine Vielzahl von verschiedenen Trocknungsgeräten geregelt und ebenso angesteuert werden, sodass keine Einschränkung bei der Wahl des Herstellers des Trocknungsgerätes besteht. Die regelbaren bzw. steuerbaren Steckdosen können dabei manuell oder über ein Trocknungsprogramm, welches auf dem Prozessor abgelegt ist, angesprochen werden, bzw. diese können direkt über den Prozessor geregelt werden. Mithilfe der schaltbaren Steckdose(n) können zum Beispiel bei der Verwendung von mehreren Trocknungsgeräten diese gezielt in Gruppen oder einzeln in den verschiedenen Trocknungsphasen abgeschaltet werden.

[0054] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann das System zumindest eine Steckdose aufweisen, welche mittels des Prozessors das Trocknungsgerät regelt (und oder die Mehrzahl und Trocknungsgeräten). Dabei kann die Steckdose mittels des Prozessors derart geregelt oder auch gesteuert werden, dass über die Steckdose das Einschalten und/oder das Ausschalten des Trocknungsgerätes geregelt (oder auch gesteuert) wird.

[0055] Gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung kann in dem System, d.h. in dem Prozessor oder einem Speichermedium ein vierphasiges Trocknungsmodel hinterlegt sein, wobei das vierphasiges Trocknungsmodel als erste Phase eine hohe Feuchtigkeits-Phase, als zweite Phase eine mittlere Feuchtigkeits-Phase, als dritte Phase eine Dampfphase, und als vierte Phase eine konstante Feuchtigkeits-Phase umfasst. Der Prozessor kann dabei dazu ausgeführt sein, bei der Bestimmung der Trocknungsphase zu bestimmen, ob die hohe Feuchtigkeits-Phase, die mittlere Feuchtigkeits-Phase, die Dampfphase, oder die konstante Feuchtigkeits-Phase in der zu trocknenden Bodenschicht aktuell vorliegt. Weiterhin kann der Prozessor dazu ausgeführt sein, bei dem Bestimmen der Trocknungsphase die gemessenen Parameterwerte des Sensors mit bestehenden Parameterwerten zu vergleichen, wobei die bestehenden Parameterwerte ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Simulationsdaten des Parameters der Bodenschicht, vorher gemessenen Parametern der Bodenschicht, und/oder Laborwerten des Parameters der Bodenschicht. Die entsprechenden Trocknungsphasen und das Bestimmen der Trock-

nungsphasen entspricht dabei den unter den Ausführungsformen des Verfahrens beschriebenen Trocknungsphasen.

[0056] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus. Das Computerprogrammprodukt ist eingerichtet, wenn es von einem Prozessor ausgeführt wird, den Prozessor zu veranlassen einen Parameter der Bodenschicht mittels eines in einer Öffnung in dem Bodenaufbau eingebrachten und auf bzw. in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht platzierten Sensors zu messen. Ferner ist das Computerprogramm eingerichtet ein Trocknungsgerät zum Trocknen der Bodenschicht zu regeln, wobei das Trocknungsgerät einen Luftstrom in der zu trocknenden Bodenschicht initiiert. Das Trocknungsgerät wird mittels des Computerprogrammproduktes basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter geregelt, wobei das Regeln ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes umfasst. Weiterhin ist das Computerprogrammprodukt eingerichtet, den Prozessor zu veranlassen den gemessenen Parameter zu analysieren, und eine Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des Parameters zu bestimmen, wobei das Trocknungsgerät auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase geregelt wird.

[0057] Das Computerprogrammprodukt kann Teil eines Computerprogramms sein, es kann aber auch ein ganzes Programm für sich sein. Das Computerprogrammprodukt kann zum Beispiel dazu verwendet werden, ein bereits bestehendes Computerprogramm zu aktualisieren, um zur vorliegenden Erfindung zu gelangen.

[0058] Das Programm Produkt kann auf einem computerlesbaren Medium gespeichert sein. Unter dem computerlesbaren Medium kann ein Speichermedium verstanden werden, wie z. B. ein USB-Stick, eine CD, eine DVD, ein Datenspeicher, eine Festplatte oder ein beliebiges anderes Medium, auf dem ein Programm Produkt wie oben beschrieben gespeichert werden kann.

[0059] Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit den hier expliziten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung sofort klarwerden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegenständen gehören.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0060] Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben, ohne dass der Gegenstand der Erfindung hierdurch beschränkt wird. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt ein System gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein System gemäß einer weiteren exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt eines Systems gemäß einer weiteren exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt Trocknungsphasen einer Bodenschicht gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 5 zeigt einen Parameterverlauf gemessen mittels eines Sensors gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6 zeigt einen weiteren Parameterverlauf gemessen mittels eines Sensors gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 7 zeigt eine Mehrzahl an gemessenen Parameterverläufen gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von exemplarischen Ausführungsformen

[0061] Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstabsgetreu.

[0062] Fig. 1 illustriert schematisch ein System zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. In Fig. 1 ist dabei insbesondere ein System 100 dargestellt, welches mittels einer Turbine über Unterdruck eine zirkulierende Luftströmung zur Trocknung der feuchten Bodenschicht aufbaut. Das System 100 zeigt dabei einen Sensor 101 zum Messen zumindest eines Parameters der feuchten Bodenschicht, wobei der Sensor 101 in einer Öffnung 113 in dem Bodenaufbau 104 eingebracht ist und auf bzw. in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht platziert ist. In Fig. 1 besteht der Bodenaufbau 104 aus insgesamt vier Schichten: einer Rohbeton-

schicht 105, einer Dämmschicht 106, einer über der Dämmschicht 106 liegenden Estrichschicht 107, und einer Bodenbelagsschicht 108. Andere Schichtaufbauten des Bodenaufbaus 104 sind auch möglich. Der Sensor ist in Fig. 1 bis in die Dämmschicht 106 eingebracht und erstreckt sich im Idealfall bis zum Ende der Dämmschicht 106 auf die Rohbetonschicht 105 zum vollständigen Trocknen der feuchten Bodenschicht (in der Fig. 1 ist der Sensor nur schematisch bis in die Dämmschicht 106 dargestellt). Weiterhin umfasst das System 100 ein Trocknungsgerät 102, welches mittels eines Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor 101 gemessenen Parameter geregelt wird. Der Prozessor ist in Fig. 1 nicht sichtbar dargestellt, dieser ist jedoch innerhalb eines Gehäuses 112 des Systems 100 untergebracht. Das Trocknungsgerät 102 bringt Trocknungsluft in die zu trocknende Bodenschicht ein, wobei in der vorliegenden Fig. 1 die zu trocknende Bodenschicht beispielsweise die Dämmschicht 106 ist. Das Trocknungsgerät 102 ist dabei mit der Öffnung 113 über einen Schlauch 111 verbunden umso die Trocknungsluft gezielt in die Öffnung 113 einbringen zu können bzw. im vorliegenden Falle, mittels Unterdruck, die Luft absaugen zu können. Das Regeln des Trocknungsgerätes 102 umfasst dabei ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes 102. Der Prozessor ist eingerichtet, den gemessenen Parameter des Sensors 101 zu analysieren, und der Prozessor ist ferner eingerichtet eine Trocknungsphase der Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 basierend auf der Analyse des gemessenen Parameters zu bestimmen. Dabei wird das Trocknungsgerät 102 vom Prozessor auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase geregelt. Wie in Fig. 1 ersichtlich wird, mittels Unterdruck, durch das Trocknungsgerät 102 aus der Öffnung 113 ausströmende Luft 110 angesaugt, sodass in den Randbereichen, in der Randfuge 114, des Bodenaufbaus 104 einströmende Luft 109 aufgrund des vom Trocknungsgerätes 102 erzeugten Unterdrucks in dem Bodenaufbau 104 angesaugt wird. Die hier einströmende Umgebungsluft 109 wird durch die zu trocknende Bodenschicht, hier beispielsweise die Dämmschicht 106, und über die Öffnung 113 wieder hinaus gesaugt, sodass der durch die eingesaugte Luft initiierte Luftstrom dazu dient die feuchte Bodenschicht zu trocknen. Wie bereits oben beschrieben besteht der Bodenaufbau 104 zumindest aus folgenden Schichten: einer Estrichschicht 107, einer Dämmschicht 106 und einer Rohbetonschicht 105. Der Sensor 101 ist dabei derart in die Öffnung 113 des mehrschichtigen Bodenaufbaus 104 eingebracht, sodass er sich durch die Estrichschicht 107 auf oder in die Dämmschicht 106 erstreckt, je nachdem, welche Schicht des Bodenaufbaus 104 zu trocknen ist. Insbesondere ist der Sensor 101 derart in die Öffnung 113 in dem Bodenaufbau 104 eingebracht, sodass er sich durch die Estrichschicht 107 und durch die Dämmschicht 106 auf die Rohbetonschicht 105 erstreckt. Zusätzlich kann die Öffnung 113 gegenüber der Umgebung abgedichtet werden, um somit genauere von Umgebungseinflüssen freie Messwerte zu erhalten. Das System 100 weist ferner zumindest ein Gehäuse 112 auf, in welchem der Prozessor und/oder auch eine von dem Prozessor geregelte Kommunikationseinheit angeordnet ist. Wobei die vom Prozessor geregelte (bzw. gesteuerte) Kommunikationseinheit die gemessenen und/oder die analysierten Parameter drahtlos an eine externe Weiterverarbeitungseinheit (nicht dargestellt) übermitteln kann. Die Kommunikationseinheit kann dabei insbesondere konfiguriert sein den Sensor 101, das heißt den gemessenen und/oder analysierten Parameter zu überwachen, und das Trocknungsgerät 102 auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphasen zu regeln.

[0063] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in dem in Fig. 1 beschriebenen System 100 angewandt werden, sodass dass Verfahren eine feuchte Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 automatisch trocknet. Dabei umfasst das Verfahren das Einbringen von zumindest einem Sensor 101 in eine Öffnung 113 in den Bodenaufbau 104 und ein Platzieren des Sensors 101 auf bzw. in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht 105, 106, 107. Anschließend wird zumindest ein Parameter der Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 mittels des eingebrachten Sensors 101 gemessen. Ferner weist das Verfahren den Schritt des Regelns des Trocknungsgerätes 102 mittels eines Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor 101 gemessenen Parameter auf. Das Regeln umfasst dabei ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes 102. Weiterhin weist das Verfahren den Schritt des Analysierens des gemessenen Parameters mittels des Prozessors und Bestimmung einer der Trocknungsphasen der Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 basierend auf der Analyse des Parameters auf, wobei das Regeln des Trocknungsgerätes 102 auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphasen erfolgt.

[0064] Weiterhin kann das System 100 eine Steckdose 103 aufweisen, welche in der Ausführungsform in Fig. 1 an dem Gehäuse 112 des Systems 100 angeordnet ist. Diese Steckdose 103 wird dabei im erfindungsgemäßen Verfahren mittels des Prozessors zum Regeln des Trocknungsgerätes 102 geschaltet. Das Trocknungsgerät 102 ist dabei mit der Steckdose 103 verbunden und das Schalten mittels der Steckdose 103 umfasst das Einschalten und/oder das Ausschalten des Trocknungsgerätes 102. Alternativ kann sich die Steckdose 103 auch in einer externen Wand befinden, wobei dann der Prozessor (bzw. der Prozessor mittels des Gehäuses 112) mit der Steckdose 103 in der Wand verbunden ist und diese wiederum mit dem Trocknungsgerät 102 verbunden ist.

[0065] Fig. 2 illustriert schematisch ein System zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. Insbesondere illustriert Fig. 2 ein Verfahren und ein System 100 zum Trocknen zumindest einer Bodenschicht eines Bodenaufbaus 104 bei dem mittels Überdruck Luft in die

zu trocknende Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 eingebracht wird. Das System 100 und das entsprechende Verfahren, welches in Fig. 2 gezeigt wird, weist dieselben Komponenten auf wie schon mit Fig. 1 beschrieben. Der Unterschied zu Fig. 1 besteht hierbei darin, dass anstatt Unterdruck nun Überdruck verwendet wird. Im Detail bedeutet das, dass das Trocknungsgerät 102 mit der Öffnung 113, mittels eines Schlauches 111 verbunden ist und in diese Öffnung einströmende Luft 109 eingebracht wird. In dieser Variante strömt die ausströmende Luft 110 im Randbereich zwischen Wand und Bodenaufbau 104, das heißt in der Randfuge 114, wieder aus. Ein Unterschied zum System und Verfahren nach Fig. 1 besteht weiterhin in der Position des Sensors 101, welcher in dem in Fig. 2 beschriebenen System 100 und Verfahren in einer Öffnung (nicht dargestellt) an bzw. in der Randfuge 114 eingebracht werden kann. Bei der Einbringung an bzw. in die Randfuge kann der Sensor 101 auch nur an, d.h. auf, die Randfuge gesetzt werden, wenn die Öffnung der Randfuge beispielsweise nicht ausreichend groß ist um, den Sensor 101 in die Randfuge einzubringen. Alternativ oder zusätzlich kann auch ein Sensor 101 in der Öffnung 113 des Bodenaufbaus 104 eingebracht werden. Der Verfahrensablauf zum Trocknen einer feuchten Schicht des Bodenaufbaus 104 in Fig. 2 entspricht dem gleichen Ablauf wie schon unter Fig. 1 beschrieben.

[0066] In Fig. 2 weist das Gehäuse 112 des Systems 100 zumindest 2 Steckdosen 103 auf, sodass neben einem Trocknungsgerät 102 noch ein weiteres Trocknungsgerät mit dem System 100 verbunden werden kann. Alternativ ist auch nur eine Steckdose für ein Trocknungsgerät 102 ausreichend. Die Anzahl der Steckdosen 103 und die mögliche Anzahl der anzuschließenden Trocknungsgeräte 102 ist jedoch nicht begrenzt.

[0067] Fig. 3 illustriert schematisch einen Ausschnitt eines Systems 100 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Das System 100 in Fig. 3 weist wiederum dieselben Merkmale und Funktionen auf wie schon mit den Systemen unter Fig. 1 und Fig. 2 beschrieben. Der Unterschied zu den vorhergehenden Figuren besteht darin, dass als Trocknungsverfahren ein sogenanntes Schiebe-Zug-Verfahren angewandt wird, wobei von einer Seite des Bodenaufbaus 104 Luft eingebracht wird, welche von der anderen Seite des Bodenaufbau 104 abgesaugt wird. In Fig. 3 ist dabei nur die Seite dargestellt, an welcher die Luft abgesaugt wird. Insbesondere sind in Fig. 3 die/das Trocknungsgerät/e nicht dargestellt, welche aber verwendet werden. Das entsprechende Trocknungsgerät 102 ist mittels eines Kabels mit der Steckdose 103 verbunden, wobei in Fig. 3 lediglich das Kabel zum Trocknungsgerät 102 dargestellt ist. Für dieses System 100 werden beispielsweise zwei Steckdosen 103 verwendet, eine zum Anschluss eines Trocknungsgerätes für die Druckseite und eine zum Anschluss eines Trocknungsgerätes für die Zug-Seite. In Fig. 3 wird wiederum beispielsweise die Dämmschicht 106 getrocknet und die Pfeile illustrieren die Fließrichtung der abgesaugten Luft, welche von der linken Seite des Bodenaufbaus 104 (hier nicht dargestellt) zur Öffnung 113 oder den Öffnungen 113 strömt. In dem System in Fig. 3 ist weiterhin die Verwendung von einer Mehrzahl von Sensoren 101 dargestellt, wobei die Mehrzahl von Sensoren 101 in eine Mehrzahl von Öffnungen 113 (in der vorliegenden Fig. 2 Sensoren 101 und 2 Öffnungen 113) eingebracht werden und die Mehrzahl von Sensoren 101 auf der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 platziert werden. Jeweils einer Öffnung 113 ist dabei jeweils ein Sensor 101 zugeordnet. Zur Regelung der Trocknungsgeräte 102 (in der vorliegenden Fig. 3 nicht dargestellt ist) wird bei der Verwendung von einer Mehrzahl von Sensoren 101 beispielsweise derjenige Sensor 101 von der Mehrzahl von Sensoren ausgewählt, welcher beispielsweise die höchsten gemessenen Werte des Parameters liefert. Die in der Fig. 3 zu sehende Seite ist die Zugseite, aus welcher die Luft ausgesaugt wird. Auf der gegenüberliegenden Seite, der nicht dargestellten Druckseite, wird ein Trocknungsgerät angeordnet, welches die Luft einbläst. Auf der Druckseite kann auch ein Sensor in einer Öffnung in der zu trocknenden Bodenschicht vorgesehen sein, damit kann die Differenz der gemessenen Parameter, im speziellen der Luftfeuchte oder der Temperatur, zwischen ein- und ausströmender Luft gebildet werden.

[0068] Fig. 4 illustriert Trocknungsphasen einer Bodenschicht gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. Es sind in Fig. 4 insbesondere die Temperaturverläufe über die Zeit t und die Verläufe der relativen Feuchtigkeit (in %) über die Zeit t des Trocknungsverlaufes 140 bzw. der vier Trocknungsphasen 141, 142, 143, und 144 dargestellt. Die erste Phase 141 ist die Phase mit hoher Feuchtigkeit, in welcher sich stehendes Wasser in der zu trocknenden Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 befindet. Es liegt dabei eine relative Feuchtigkeit von 100 % vor und die Sensoren 101 befinden sich vorzugsweise in der feuchten Bodenschicht in stehendem Wasser. Mittels des Trocknungsgerätes 102 kann in dieser Phase 141 das Wasser abgesaugt werden. Bei einem geringeren Feuchtigkeitsschaden, d.h. bei einer geringeren Durchleuchtung der Bodenschicht kann diese erste Phase 141 auch entfallen. Die Temperatur in der Öffnung 113, in welcher der Sensor 101 eingebracht ist, ist aufgrund der Verdampfungsenergie des Wassers sehr niedrig.

[0069] In der zweiten Phase 142, der mittleren Feuchtigkeitsphase, sind nur einzelne Wassertropfen vorhanden. Insbesondere sinkt die relative Feuchtigkeit unter 100 %, was in Fig. 4 in Phase 2, 142, in einem abnehmenden Feuchtigkeitsverlauf über die Zeit t erkennbar ist. Dieser abnehmende Feuchtigkeitsverlauf ist in den meisten Fällen ein exponentieller Kurvenverlauf. In Ruhephasen, d.h. in Phasen, in welchen das Trocknungsgerät 102 ausgeschaltet ist, steigt die relative Feuchtigkeit sehr schnell wieder an. Es sind aufgrund dessen nur sehr kurze Ausschaltpausen erforderlich, um den Stand der Trocknung abzufragen. Dieser Anstieg ist in Fig. 4 in

dem Feuchtigkeitsdiagramm an der Stelle 146 erkennbar. Dieser Anstieg stellt die sogenannte Rückfeuchtung dar. Im Vergleich zur ersten Phase 141, steigt die Temperatur in der zweiten Phase 142, wodurch sich die erste 141 und die zweite Phase 142 anhand der gemessenen Parameterwerte unterscheiden lassen. Aufgrund dessen kann neben der Feuchtigkeit als gemessener Parameter auch noch ein entsprechender Temperaturverlauf in der Öffnung 113 mittels eines Temperatursensors gemessen werden.

[0070] Die dritte Phase 143, die Phase mit diffusiver und konvektiver Trocknung beginnt, wenn alles freie Wasser entfernt ist. Das System, d.h. der Trocknungsvorgang und der Bodenaufbau 104, reagiert nun langsamer. In Phasen, in welchen das Trocknungsgerät 102 ausgeschaltet ist, nimmt die Feuchte nur noch langsam zu aus diesem Grund können die Ausschaltphasen verlängert werden. Das heißt wie in Fig. 4 ersichtlich sind die Peaks 146 der Rückfeuchtung kleiner, bzw. nehmen ab, im Vergleich zu dem Rückfeuchtepeak 146 in der zweiten Phase 142. In der dritten Phase 143 bleibt die Temperatur in der Öffnung 113 annähernd konstant, wobei lediglich die Umgebungstemperatur etwaige Einflüsse auf die Temperatur in der Öffnung 113 aufweisen kann.

[0071] Die vierte Phase 144, die konstante Feuchtigkeitsphase, ist die letzte Phase, in welcher sich während der Trocknung die Feuchtigkeit nicht mehr bzw. kaum ändert. Es kann dabei erfasst werden, dass beim Ausschalten des Trocknungsgerätes die Feuchtigkeit nur noch langsam ansteigt und zwar auf einen Gleichgewichtszustand. Wie in Fig. 4 ersichtlich sind die entsprechenden Rückfeuchtepeaks 146 sehr gering bzw. kaum noch vorhanden. Dabei wird immer eine ähnlich hohe Ausgleichsfeuchte erreicht, sodass in der vierten Phase 144 der Verlauf der relativen Feuchtigkeit über der Zeit t nahezu konstant sein kann. Die im Boden vorliegende Ausgleichsfeucht ist meist höher als die Feuchtigkeit der Umgebungsluft.

[0072] Deshalb wird während der Trocknung nahezu Umgebungsfeuchte erreicht, in den Ruhephasen, d.h. in den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes, wird sich immer die etwas höhere Ausgleichsfeuchte einstellen. In den Ruhephasen wird die Feuchte also immer etwas ansteigen. Im Idealfall ist nun das Ende des Trocknungsprozesses erreicht. Es kann die Trocknung beendet werden. Je nach abschließender Höhe der relativen Feuchtigkeit in der vierten Phase 144 kann es aber auch bedeuten, dass kein weiterer Trocknungserfolg mehr möglich ist, sodass sich zwar ein konstanter bzw. gleichbleibender oder sich wiederholender Verlauf der Feuchtigkeit in den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes, d.h. den Ruhephasen, einstellt, was aber eine hohe konstante Restfeuchtigkeit darstellen kann.

[0073] Das System 100 ist dabei entsprechend eingerichtet, zumindest den Verfahrensschritt des Bestimmens der vier Phasen durchzuführen. Dabei ist in dem Prozessor oder einem Speichermedium (welches ebenfalls in dem Gehäuse 112 des Systems 100 angeordnet sein kann) ein vierphasiges Trocknungsmodell hinterlegt, wobei das vierphasige Trocknungsmodell die erste Phase 141 als eine hohe Feuchtigkeitsphase, die zweite Phase 12 als eine mittlere Feuchtigkeitsphase, die dritte Phase 143 als eine Dampfphase und die vierte Phase 1444 als eine konstante Feuchtigkeitsphase hinterlegt hat. Der Prozessor bestimmt dann, welche der Trocknungsphasen 140 aktuell vorliegt.

[0074] Fig. 5 illustriert einen Parameterverlaufgemessen mittels eines Sensors 101 gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. Insbesondere illustriert Fig. 5 einen gemessenen Parameterverlauf während der Trocknungsphasen 140 der zu trocknenden Bodenschicht. Anhand dieses Diagrammes kann eine Aussage getätigt werden wann die vierte Phase erreicht ist. Auskunft darüber gibt insbesondere ein exponentieller Fit 151 an den Sensor in den Trocknungsphasen. Der exponentiell Fit 151 ist in Fig. 5 mittels einer gestrichelten Linie dargestellt. Der nicht gestrichelte Kurvenverlauf ist die Darstellung des gemessenen Parameterwertes 152 ohne die Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes, die Ruhephasen, was an den minimalen Unterbrechungen des Parameterverlaufes 152 erkennbar ist. Für dieses spezielle Ausführungsbeispiel ist auf der y-Achse des Diagrammes die Differenz der relativen Feuchtigkeit zwischen ausströmender Luft (der Bodenfeuchtigkeit) und der einströmenden Luft (Umgebungsfeuchtigkeit) abgetragen und auf der x-Achse ist eine Verweilzeit in Minuten abgetragen. Der Fit 151 ist bei diesen gemessenen Parameterwerten nach einer 16. Einschaltphase des Trocknungsgerätes 102 durchgeführt worden wodurch sich ein konstanter Kurvenverlauf, d.h. ein konstanter Fitverlauf 151 ergibt. Dies ist insbesondere ab einer Verweilzeit von 200 Minuten zu erkennen, ab derer sich ein konstanter Verlauf des gestrichelt dargestellten Fits 151 einstellt. Das heißt, dass sich gegen Ende die Steigung nicht mehr verändert, woraus geschlossen werden kann, dass es keine weiteren Trocknungsfortschritte mehr gibt. Im besten Fall heißt dies das der Trocknungsprozess beendet ist. Im schlechten Fall, wie in den anderen Ausführungsbeispielen erläutert, dass sich eine hohe Restfeuchtigkeit einstellt, welche darauf schließen lässt, dass die Ursache für den Feuchtigkeitsschaden noch nicht beseitigt ist. Würde beispielsweise dieser Fit 151 des Parameters bereits nach einer 5. ein Schaltphase des Trocknungsgerätes 102 durchgeführt werden, d.h. bei einer Verweilzeit von 140 Minuten, würde man noch keinen konstanten Verlauf der Fit-Kurve 151 beobachten können, sodass dann darauf geschlossen werden kann, dass der Trocknungsprozess noch nicht beendet ist. Von besonderem Interesse ist hierbei nicht nur die relative Feuchte des gemessenen Parameters von dem Sensor in der zu trockneten Bodenschicht, sondern besonders aussagekräftig ist hierbei die Differenz der relativen Feuchtigkeit zwischen einströmender Luft und ausströmender Luft, welche Differenz an der y-Achse in Prozent relativer Feuchte abgetragen werden kann. Für das erfindungs-

gemäße System 100 und das erfindungsgemäße Verfahren bedeutet dies, dass zum Bestimmen eine Differenz der relativen Feuchtigkeit zwischen einströmender Luft und ausströmender Luft zumindest der Sensor für die Umgebungsfeuchtigkeit in der Umgebung, dem Raum, platziert wird (zum Bsp. im Unterdruckverfahren) oder an der Öffnung, in welche die Luft einströmt (zum Bsp. im Schiebe-Zug oder Überdruckverfahren).

[0075] Fig. 6 illustriert einen weiteren Parameterverlaufgemessen mittels eines Sensors gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. In der Fig. 6 werden verschiedene gemessenen Parameterwerte dargestellt, wobei auf der x-Achse verschiedene Zeitpunkte X1 bis X7 abgetragen sind und wobei auf der y-Achse die absolute Luftfeuchtigkeit in g (Wasser) pro kg (Luft) abgetragen ist. Ferner ist in dem Diagramm ein Statusverlauf 161 des Trocknungsgerätes 102 dargestellt, welcher angibt, ob man sich in einer Einschaltphase des Trocknungsgerätes 102 (Status low Level = 1) oder in einer Ausschaltphase des Trocknungsgerätes 102 (Status high Level = 2) befindet. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Zeitpunkten X1 bis X7 um unterschiedliche Tage, d.h. X1 ist Tag 1, X2 ist Tag 2 und X3 ist Tag 3 usw., Sodass in dieser Figur also ein Verlauf des gemessenen Parameters über 7 Tage dargestellt ist. Der gemessenen Parameter in der Bodenschicht des Bodenaufbaus 104 ist dabei der Parameterwert 162. Bei dem gemessenen Parameterwert 163 handelt es sich um einen weiteren gemessenen Parameterwert, wie die Umgebungsfeuchtigkeit. Anhand dieses Diagrammes in der Fig. 6 lassen sich die einzelnen Trocknungsphasen sehr gut unterscheiden. So ist erkennbar, dass zwischen Tag X1 und Tag X2 in einer Ausschaltphase, d.h. wenn sich der Status auf 2 befindet, sich die Luft in der Öffnung in der zu trocknenden Bodenschicht wieder mit Restfeuchte anreichert, sodass auf die zweite Trocknungsphase geschlossen werden kann. Diese Rückfeuchtung in den Ruhephasen nimmt immer weiter ab im Verlauf der Trocknung und bleibt in der letzten Ausschaltphase des Trocknungsgerätes, der Ruhephase, annähernd aus. Weiterhin ist in der Fig. 6 erkennbar, dass ab der 4. Ausschaltphase des Trocknungsgerätes, wenn das Trocknungsgerät 102 eingeschaltet wird zuerst eine Überhöhung der Feuchtewerte beobachtet werden kann, bevor die gemessene Feuchtigkeit dann wieder absinkt. Dies ist zum Beispiel erkennbar zwischen Tag X4 und Tag X5 direkt nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes 102, direkt mit Beginn des Status auf 1. Anhand der Fig. 6 ist zu erkennen, dass diese Überhöhung der Feuchtigkeitswerte im weiteren Verlauf der Trocknung immer weniger stark ausgeprägt ist. Wenn diese Überhöhung und die Rückfeuchtung dann gegen Ende kaum mehr auftritt, lässt sich daraus schließen, dass nach der letzten Ausschaltphase, zwischen Tag X6 und X7 der Trocknungsprozess abgeschlossen ist. Anhand dieser in Fig. 6 dargestellten gemessenen Parameterwerte kann der Prozessor somit die einzelnen Trocknungsphasen bestimmen. Wobei der Prozessor zur Analyse entweder alle gemessenen Parameterwerte, oder lediglich gemessene Parameterwerte des Sensors 101 aus bestimmten Zeiträumen heranzieht. Beispielsweise kann der Prozessor die Zeitpunkte anhand des Status, das heißt anhand des Einschaltens und/oder des Ausschaltens des Trocknungsgerätes 102, auswählen. Dabei ergibt sich ein erster Zeitraum von einem Zeitpunkt t1 nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes 102 bis zu einem Zeitpunkt t2 vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes 102, was in der vorliegen Fig. 6 einem Zeitraum entspricht, in welchem der Status auf 2 gesetzt ist. Alternativ kann der Prozessor auch Parameterwerte aus lediglich einem zweiten Zeitraum verwenden, welcher zweiter Zeitraum sich von einem Zeitpunkt t3 nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes 102 bis zu einem Zeitpunkt t4 vor dem Ausschalten des Trocknungsgerätes erstreckt, was in der vorliegen Fig. 6 einem Zeitraum entspricht, in welchem der Status auf 1 gesetzt ist. In der Fig. 6 sind diese Zeiträume lediglich beispielhaft ausgewählt.

[0076] Fig. 7 illustriert eine Mehrzahl an gemessenen Parameterverläufen gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der Erfindung. In der Fig. 7 sind eine Mehrzahl von gemessenen Parameterwerten von einer Mehrzahl von Sensoren 101 über einen Zeitraum von X1 bis X5 auf der x-Achse abgetragen und auf der y-Achse ist die relative Feuchtigkeit in Prozent abgetragen. Auch in dieser Fig. 7 ist wieder der Status des Trocknungsgerätes 102 mittels der Linie 171 verzeichnet. Bei dem Parameterwert 173 handelt es sich um einen weiteren Parameterwert, wie die Umgebungsfeuchtigkeit. Bei der dargestellten Linie 174 handelt es sich um die gemessene Prozessluft, wobei diese die vorgetrocknete Luft beschreibt, welche beispielsweise bei der Verwendung des Schiebe-Zug-Verfahrens in den Bodenaufbau eingebracht wird. Diese in der Fig. 7 dargestellten Parameterwerte können beispielsweise bei der Anwendung des Schiebe-Zug-Verfahrens ermittelt werden. Alle anderen in der Figur gezeigten Parameterwerte (dargestellt als gestrichelte, gepunktete und auch Strichpunkt-Linie, welche nicht im Detail beschriftet sind und welche in einem relativen Feuchtigkeitsbereich von 100 % bis circa 40 % verlaufen) umfassen gemessene Parameterwerte (der relativen Feuchtigkeit) von einer Mehrzahl von Sensoren 101 (insbesondere von vier verschiedenen Sensoren). Aus der Fig. 7 ist erkennbar das die gemessenen Parameterwerte der vier verschiedenen Sensoren sich zwar in ihrem Verlauf leicht unterscheiden, jedoch zeigen alle die typischen Charakteristika, welche zur Bestimmung der einzelnen Trocknungsphasen herangezogen werden können. So ist erkennbar das ab X1 während einer Ausschaltphase des Trocknungsgerätes 102 sich fast alle gemessenen Parameterwerte in der ersten Trocknungsphase befinden, in welcher die relative Luftfeuchtigkeit bei 100 % liegt. Weiterhin ist erkennbar das für verschiedene Sensoren die erste Trocknungsphase zu verschiedenen Zeiten beendet ist, so ist für einen Sensor die erste Trocknungsphase schon nach der Hälfte zwi-

schen X1 und X2 beendet währenddessen für andere Sensoren die erste Trocknungsphase erst kurz vor X2 beendet ist. Weiterhin lassen sich aus der Figur die Rückfeuchtewerte der Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes 102 für die einzelnen Sensoren 101 erkennen. Ebenso lassen sich aus der Figur die überhöhten Feuchtigkeitswerte während der Einschaltphasen des Trocknungsgerätes 102 ableiten. Außerdem ist anhand des Verlaufes der verschiedenen Parameterwerte der Sensoren 101 auch der Effekt der Übertrocknung erkennbar, wobei dies aus den Ausschaltphasen des Trocknungsgerätes, das heißt wenn der Status im high Level ist, zum Ende des Trocknungsprozesses erkennbar ist, wie zum Beispiel kurz vor dem Zeitpunkt X5, in welchen der Kurvenverlauf der gemessenen Parameter bei einigen Parametern noch einmal absinkt und danach wieder zum Zeitpunkt X5 ansteigt.

[0077] Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass "umfassend" keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und "eine" oder "ein" keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Bezugszeichen

[0078]

100	System
101	Sensor
102	Trocknungsgerät
103	Steckdose
104	Bodenaufbau
105	Rohbetonschicht
106	Dämmschicht
107	Estrichschicht
108	Bodenbelagschicht
109	einströmende Luft
110	ausströmende Luft
111	Verbindungsschlauch
112	Gehäuse
113	Öffnung
114	Randfuge
140	Trocknungsphasen
141	erste Trocknungsphase
142	zweite Trocknungsphase
143	dritte Trocknungsphase
144	vierte Trocknungsphase
146	Rückfeuchtung
151	Kurvenfit
152, 162	Parameterwert
161, 171	Status
163, 173	weiterer Parameterwert
174	gemessene Prozessluft

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht (105) eines mehrschichtigen Bodenaufbaus (104), das Verfahren aufweisend die Schritte:

Einbringen von zumindest einem Sensor (101),
Initiieren einer Luftströmung in der zu trocknenden Bodenschicht mittels eines Trocknungsgerätes (102),
Messen zumindest eines Parameters der Bodenschicht mittels des eingebrachten Sensors,
Regeln des Trocknungsgerätes mittels eines Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter,
das Verfahren weiterhin aufweisend den Schritt Analysieren des gemessenen Parameters mittels des Prozessors und Bestimmen einer Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des Parameters,
wobei das Regeln des Trocknungsgeräts auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Regeln ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes umfasst, und dass der zumindest eine Sensor in eine Öffnung (113) in den Bodenaufbau eingebracht und in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht platziert wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1,

wobei in dem Prozessor oder einem Speichermedium ein vierphasiges Trocknungsmodel hinterlegt ist, wobei das vierphasige Trocknungsmodel als erste Phase (141) eine hohe Feuchtigkeits-Phase, als zweite Phase (142) eine mittlere Feuchtigkeits-Phase, als dritte Phase (143) eine Dampfphase, und als vierte Phase (144) eine konstante Feuchtigkeits-Phase umfasst,
und wobei der Prozessor bei der Bestimmung der Trocknungsphase bestimmt, ob die hohe Feuchtigkeits-Phase, die mittlere Feuchtigkeits-Phase, die Dampfphase, oder die konstante Feuchtigkeits-Phase in der zu trocknenden Bodenschicht aktuell vorliegt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2,

wobei bei der Bestimmung, welche der vier Phasen aktuell vorliegt, vom Prozessor lediglich gemessene Parameterwerte des Sensors aus einem ersten Zeitraum von einem Zeitpunkt t1 nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes bis zu einem Zeitpunkt t2 vor dem Einschalten

des Trocknungsgerätes verwendet werden und/oder lediglich gemessene Parameterwerte des Sensors aus einem zweiten Zeitraum von einem Zeitpunkt t3 nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes bis zu einem Zeitpunkt t4 vor dem Ausschalten des Trocknungsgerätes verwendet werden,
wobei eine Länge des ersten Zeitraumes und/oder des zweiten Zeitraumes in Abhängigkeit von dem analysierten Parameter gewählt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Regeln des Trocknungsgerätes ein Bestimmen zumindest eines Zeitpunktes zum Einschalten und/oder zum Ausschalten des Trocknungsgerätes umfasst, basierend auf dem analysierten Parameter.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei bei dem Bestimmen der Trocknungsphase, der Prozessor die gemessenen Parameterwerte des Sensors mit gespeicherten Parameterwerten vergleicht, wobei die gespeicherten Parameterwerte ausgewählt sind aus der Gruppe bestehen aus Simulationsdaten des Parameters der Bodenschicht, vorher gemessenen Parametern der Bodenschicht, und/oder Laborwerten des Parameters der Bodenschicht.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors ein Bestimmen einer Steigung des Parameters über die Zeit umfasst, wobei die Steigung des Parameters über die Zeit insbesondere nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes ermittelt wird,
wobei insbesondere zur Bestimmung der Steigung der gemessene Parameter eine absolute Feuchtigkeit oder eine relative Feuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht ist.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors einen Vergleich des gemessenen Parameters mit einem Grenzwert umfasst,
wobei der Grenzwert eine absolute Luftfeuchtigkeit in der feuchten Bodenschicht ist, wobei der Grenzwert insbesondere in einem Bereich zwischen 5 bis 15 g(Wasser)/kg (Luft) liegt, wobei der Grenzwert mehr insbesondere in einem Bereich zwischen 7 bis 9 g(Wasser)/kg(Luft) liegt, und
wobei der Vergleich des gemessenen Parameters des Sensors über eine Zeit nach dem Ausschalten des Trocknungsgerätes ermittelt wird, so dass eine Rückfeuchtung in der Bodenschicht detektiert wird oder wobei der Vergleich des gemessenen Parameters des Sensors über eine Zeit nach dem Ausschalten und nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes ermittelt wird, so dass eine Übertrocknung der Bodenschicht detektiert wird.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Analysieren des gemessenen Parameters des Sensors einen Vergleich eines Parameterwertes nach dem Einschalten des Trocknungsgerätes im Vergleich zu einem Parameterwert vor dem Einschalten des Trocknungsgerätes umfasst.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Einbringen des Sensors ferner aufweist:

Einbringen einer Mehrzahl von Sensoren in eine Mehrzahl von Öffnungen in den Bodenaufbau und Platzieren der Mehrzahl von Sensoren in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht,
wobei jeweils einer Öffnung ein Sensor zugeordnet ist,
wobei zur Regelung des Trocknungsgerätes derjenige Sensor von der Mehrzahl von Sensoren ausgewählt wird, welcher die höchsten gemessenen Werte des Parameters liefert oder wobei zur Regelung des Trocknungsgerätes ein Mittelwert aus den höchsten gemessenen Werten des Parameters der Mehrzahl von Sensoren gebildet wird, oder wobei insbesondere ein Median aus den höchsten gemessenen Werten des Parameters der Mehrzahl von Sensoren gebildet wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der mehrschichtige Bodenaufbau zumindest aus folgenden Schichten besteht: einer Estrichschicht (107), einer Dämmschicht (106), und einer Rohbetonschicht (105).

11. Verfahren gemäß Anspruch 10,
wobei der Sensor in der Öffnung in dem mehrschichtigen Bodenaufbau eingebracht wird, um sich durch die Estrichschicht auf oder in die Dämmschicht zu erstrecken, insbesondere um sich durch die Estrichschicht und die Dämmschicht auf die Rohbetonschicht zu erstrecken.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Parameter der Bodenschicht ausgewählt ist aus zumindest einem der folgenden Parameter: Temperatur, und Feuchtigkeit.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren ferner aufweisend den Schritt
drahtloses Übermitteln der gemessenen und/oder analysierten Parameter mittels einer von dem Prozessor geregelten Kommunikationseinheit an eine externe Weiterverarbeitungseinheit.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13,

wobei die Kommunikationseinheit konfiguriert ist zum Speichern der übermittelten Parameter, und
wobei die Kommunikationseinheit insbesondere konfiguriert ist zur Überwachung der gemessenen und/oder analysierten Parameter und/oder zum Regeln der Trocknungsgeräte auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase.

15. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren ferner aufweisend den Schritt

Schalten zumindest einer Steckdose (103) mittels des Prozessors zum Regeln des Trocknungsgerätes,
wobei das Trocknungsgerät mit der Steckdose verbunden ist,
wobei das Schalten mittels der Steckdose das Einschalten und/oder das Ausschalten des Trocknungsgerätes umfasst.

16. System zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus, aufweisend

zumindest einen Sensor zum Messen zumindest eines Parameters der feuchten Bodenschicht,
zumindest ein Trocknungsgerät, welches eine Luftströmung in der zu trocknenden Bodenschicht initiiert,
wobei das Trocknungsgerät mittels eines Prozessors basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter geregelt wird,
wobei der Prozessor eingerichtet ist den gemessenen Parameter zu analysieren, und eine Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des gemessenen Parameters zu bestimmen, und
wobei das Trocknungsgerät vom Prozessor auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase geregelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Sensors (101) in eine Öffnung (113) in dem Bodenaufbau (104) einbringbar ist und in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht (105) platzierbar ist, und dass das Regeln ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes (102) umfasst.

17. Das System gemäß Anspruch 16,

wobei in dem Prozessor oder einem Speichermedium ein vierphasiges Trocknungsmodel hinterlegt ist, wobei das vierphasiges Trocknungsmodel als erste Phase eine hohe Feuchtigkeits-Phase, als zweite Phase eine mittlere Feuchtigkeits-Phase, als dritte Phase eine Dampfphase, und als vierte Phase eine konstante Feuchtigkeits-Phase umfasst,
und wobei der Prozessor dazu ausgeführt ist, bei der Bestimmung der Trocknungsphase zu bestimmen, ob die hohe Feuchtigkeits-Phase, die mittlere Feuchtigkeits-Phase, die Dampfphase, oder die konstante Feuchtigkeits-Phase in der zu trocknenden Bodenschicht aktuell vorliegt,
wobei der Prozessor dazu ausgeführt ist, bei dem Bestimmen der Trocknungsphase die gemessenen Parameterwerte des Sensors mit bestehenden Parameterwerten zu vergleichen, wobei die bestehenden Parameterwerte ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Simulationsdaten des Parameters der Bodenschicht, vorher gemessenen Parametern der Bodenschicht, und/oder Laborwerten des Parameters der Bodenschicht.

18. Ein Computerprogrammprodukt zum automatischen Trocknen einer feuchten Bodenschicht eines mehrschichtigen Bodenaufbaus,
wobei das Computerprogrammprodukt, wenn es von einem Prozessor ausgeführt wird, eingerichtet ist den Prozessor zu veranlassen,

einen Parameter der Bodenschicht mittels eines Sensors zu messen,
ein Trocknungsgerät zum Trocknen der Bodenschicht zu regeln, wobei das Trocknungsgerät eine Luftströmung in der zu trocknenden Bodenschicht initiiert,
das Trocknungsgerät basierend auf dem vom eingebrachten Sensor gemessenen Parameter zu regeln,
den gemessenen Parameter zu analysieren, und eine Trocknungsphase der Bodenschicht basierend auf der Analyse des Parameters zu bestimmen,

wobei das Trocknungsgerät auf Basis der vom Prozessor bestimmten Trocknungsphase geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (101) in eine Öffnung (113) in dem Bodenaufbau (104) eingebracht ist und in der feuchten und zu trocknenden Bodenschicht (105) platziert ist, und dass das Regeln ein Einschalten und/oder ein Ausschalten des Trocknungsgerätes (102) umfasst.

Claims

1. A method for automatically drying a moist floor layer (105) of a multi-layer floor structure (104), the method comprising the steps of:

   introducing at least one sensor (101),
   initiating an air flow in the floor layer to be dried by means of a drying device (102),
   measuring at least one parameter of the floor layer by means of the introduced sensor,
   controlling the drying device by means of a processor based on the parameter measured by the introduced sensor,
   the method further comprising the step of
   analyzing the measured parameter by means of the processor and determining a drying phase of the floor layer based on the analysis of the parameter,
   wherein the drying device is controlled on the basis of the drying phase determined by the processor,
   characterized in that
   the controlling comprises switching on and/or switching off the drying device, and **in that** the at least one sensor is inserted into an opening (113) in the floor structure and placed in the moist floor layer to be dried.

2. The method according to claim 1,

   wherein a four-phase drying model is stored in the processor or a storage medium, wherein the four-phase drying model comprises a high moisture phase as a first phase (141), a medium moisture phase as a second phase (142), a vapor phase as a third phase (143), and a constant moisture phase as a fourth phase (144),
   and wherein the processor determines whether the high moisture phase, the medium moisture phase, the vapor phase, or the constant moisture phase is currently present in the floor layer to be dried when determining the drying phase.

3. The method according to claim 2,

   wherein, in determining which of the four phases is currently present, the processor uses only measured parameter values of the sensor from a first time period from a time t1 after the drying device is switched off to a time t2 before the drying device is switched on and/or uses only measured parameter values of the sensor from a second time period from a time t3 after the drying device is switched on to a time t4 before the drying device is switched off,
   wherein a length of the first time period and/or the second time period is selected depending on the analyzed parameter.

4. The method according to any one of the preceding claims,
   wherein the controlling of the drying device comprises determining at least one of a time to switch on and a time to switch off the drying device, based on the analyzed parameter.

5. The method according to any one of the preceding claims,
   wherein in determining the drying phase, the processor compares the measured parameter values of the sensor with stored parameter values, wherein the stored parameter values are selected from the group consisting of simulation data of the parameter of the floor layer, previously measured parameters of the floor layer, and/or laboratory values of the parameter of the floor layer.

6. The method according to any one of the preceding claims,

   wherein analyzing the measured parameter of the sensor comprises determining a slope of the parameter overtime, wherein the slope of the parameter over time is determined in particular after switching off the drying device,
   wherein, in particular for determining the slope, the measured parameter is an absolute moisture or a relative moisture in the moist floor layer.

7. The method according to one of the preceding claims,

   wherein analyzing the measured parameter of the sensor comprises comparing the measured parameter with a limit value,
   wherein the limit value is an absolute humidity in the moist floor layer, wherein the limit value is in particular in a region between 5 to 15 g(water)/kg(air), wherein the limit value is more in particular in a region between 7 to 9 g(water)/kg(air), and
   wherein the comparison of the measured parameter of the sensor is determined over a time after the drying device has been switched off,

so that remoistening in the floor layer is detected, or wherein the comparison of the measured parameter of the sensor is determined over a time after the drying device has been switched off and after the drying device has been switched on, so that overdrying of the floor layer is detected.

8. The method according to any of the preceding claims,
wherein analyzing the measured parameter of the sensor comprises comparing a parameter value after the drying device is switched on compared to a parameter value before the drying device is switched on.

9. The method according to any one of the preceding claims,
wherein the inserting of the sensor further comprises:

inserting a plurality of sensors into a plurality of openings in the floor structure, and placing the plurality of sensors in the moist floor layer to be dried,
wherein one sensor is assigned to each opening,
wherein, for controlling the drying device, that sensor is selected from the plurality of sensors which provides the highest measured values of the parameter, or wherein, for controlling the drying device, an average value is formed from the highest measured values of the parameter of the plurality of sensors, or wherein, in particular, a median is formed from the highest measured values of the parameter of the plurality of sensors.

10. The method according to one of the preceding claims,
wherein the multilayer floor structure comprises at least the following layers: a screed layer (107), an insulation layer (106), and a raw concrete layer (105).

11. The method according to claim 10,
wherein the sensor is inserted in the opening in the multi-layer floor structure to extend through the screed layer onto or into the insulation layer, in particular to extend through the screed layer and the insulation layer onto the raw concrete layer.

12. The method according to any one of the preceding claims,
wherein the parameter of the floor layer is selected from at least one of the following parameters: Temperature, and humidity.

13. The method according to any one of the preceding claims, the method further comprising the step of:
wirelessly transmitting the measured and/or analyzed parameters to an external processing unit by means of a communication unit controlled by the processor.

14. The method according to claim 13,

wherein the communication unit is configured to store the transmitted parameters, and
wherein the communication unit is configured, in particular, to monitor the measured and/or analyzed parameters and/or to control the drying devices based on the drying phase determined by the processor.

15. The method according to any one of the preceding claims, the method further comprising the step of

switching at least one socket (103) by means of the processor for controlling the drying device,
wherein the drying device is connected to the socket,
wherein the switching by means of the socket comprises switching on and/or switching off the drying device.

16. A system for automatically drying a moist floor layer of a multi-layer floor structure, comprising:

at least one sensor for measuring at least one parameter of the moist floor layer,
at least one drying device which initiates an air flow in the floor layer to be dried,
wherein the drying device is controlled by means of a processor based on the parameter measured by the introduced sensor,
wherein the processor is arranged to analyze the measured parameter and to determine a drying phase of the floor layer based on the analysis of the measured parameter, and
wherein the drying device is controlled by the processor based on the drying phase determined by the processor,
characterized in that
the sensor (101) is insertable into an opening (113) in the floor structure (104) and is placeable in the moist floor layer (105) to be dried, and **in that** the controlling comprises switching on and/or switching off the drying device (102).

17. The system according to claim 16,

wherein a four-phase drying model is stored in the processor or a storage medium, the four-phase drying model comprising as a first phase a high moisture phase, as a second phase a

medium moisture phase, as a third phase a vapor phase, and as a fourth phase a constant moisture phase,
and wherein the processor is configured to determine, when determining the drying phase, whether the high moisture phase, the medium moisture phase, the vapor phase, or the constant moisture phase is currently present in the floor layer to be dried,
wherein the processor is configured to compare the measured parameter values of the sensor with existing parameter values when determining the drying phase, wherein the existing parameter values are selected from the group consisting of simulation data of the parameter of the floor layer, previously measured parameters of the floor layer, and/or laboratory values of the parameter of the floor layer.

18. A computer program product for automatically drying a moist floor layer of a multi-layered floor structure,

wherein the computer program product, when configured by a processor, is adapted to cause the processor to

measure a parameter of the floor layer by means of a sensor,
controlling a drying device for drying the floor layer, wherein the drying device initiates an air flow in the floor layer to be dried,
controlling the drying device based on the parameter measured by the sensor introduced,
analyzing the measured parameter, and determining a drying phase of the floor layer based on the analysis of the parameter,
wherein the drying device is controlled based on the drying phase determined by the processor, **characterized in that**

the sensor (101) is inserted into an opening (113) in the floor structure (104) and is placed in the moist floor layer (105) to be dried, and **in that** the controlling comprises switching on and/or switching off the drying device (102).

Revendications

1. Procédé pour assécher automatiquement une couche de sol humide (105) d'une structure de sol à plusieurs couches (104), le procédé comportant les étapes consistant à :

introduire au moins un capteur (101),
initier un écoulement d'air dans la couche de sol à assécher au moyen d'un appareil de séchage (102),
mesurer au moins un paramètre de la couche de sol au moyen du capteur introduit,
régler l'appareil de séchage au moyen d'un processeur sur la base du paramètre mesuré par le capteur introduit,
le procédé comportant en outre l'étape consistant à analyser le paramètre mesuré au moyen du processeur et déterminer une phase de séchage de la couche de sol sur la base de l'analyse du paramètre,
dans lequel le réglage de l'appareil de séchage est effectué sur la base de la phase de séchage déterminée par le processeur,
caractérisé en ce que
le réglage comprend la mise en marche et/ou l'arrêt de l'appareil de séchage, et **en ce que** le au moins un capteur est introduit dans un orifice (113) situé dans la structure de sol et est placé dans la couche de sol humide et à assécher.

2. Procédé selon la revendication 1,
dans lequel un modèle de séchage à quatre phases est stocké dans le processeur ou un support de stockage, dans lequel le modèle de séchage à quatre phases comprend une phase à humidité élevée en tant que première phase (141), une phase à humidité moyenne en tant que deuxième phase (142), une phase vapeur en tant que troisième phase (143) et une phase à humidité constante en tant que quatrième phase (144), et dans lequel le processeur détermine, lors de la détermination de la phase de séchage, si la phase à humidité élevée, la phase à humidité moyenne, la phase vapeur ou la phase à humidité constante est actuellement présente dans la couche de sol à assécher.

3. Procédé selon la revendication 2,

dans lequel lors de la détermination de la phase actuellement présente parmi les quatre phases, seules des valeurs de paramètres du capteur mesurées par le processeur à partir d'une première période de temps allant d'un instant t1 après l'arrêt de l'appareil de séchage jusqu'à un instant t2 avant la mise en marche de l'appareil de séchage sont utilisées et/ou seules des valeurs de paramètres du capteur mesurées à partir d'une seconde période de temps allant d'un instant t3 après la mise en marche de l'appareil de séchage jusqu'à un instant t4 avant l'arrêt de l'appareil de séchage sont utilisées,
dans lequel une longueur de la première période de temps et/ou de la seconde période de temps est choisie en fonction du paramètre analysé.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel le réglage de l'appareil de séchage comprend une détermination d'au moins un instant pour la mise en marche et/ou l'arrêt de l'appareil de séchage, sur la base du paramètre analysé.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
dans lequel lors de la détermination de la phase de séchage, le processeur compare les valeurs de paramètres mesurées du capteur avec des valeurs de paramètres mémorisées, dans lequel les valeurs de paramètres mémorisées sont choisies dans le groupe constitué de données de simulation du paramètre de la couche de sol, de paramètres précédemment mesurés de la couche de sol et/ou de valeurs de laboratoire du paramètre de la couche de sol.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel l'analyse du paramètre mesuré du capteur comprend une détermination d'une pente du paramètre en fonction du temps, dans lequel la pente du paramètre en fonction du temps est en particulier déterminée après l'arrêt de l'appareil de séchage,
dans lequel une humidité absolue ou une humidité relative dans la couche de sol humide est en particulier utilisée pour déterminer la pente du paramètre mesuré.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel l'analyse du paramètre mesuré du capteur comprend une comparaison du paramètre mesuré avec une valeur limite,
dans lequel la valeur limite est une humidité absolue dans la couche de sol humide, dans lequel la valeur limite est en particulier dans une plage comprise entre 5 et 15 g (eau)/kg (air), dans lequel la valeur limite est plus particulièrement dans une plage comprise entre 7 et 9 g (eau)/kg (air), et
dans lequel la comparaison du paramètre mesuré du capteur est établie pendant un laps de temps après l'arrêt de l'appareil de séchage, de sorte qu'une réhumidification est détectée dans la couche de sol ou dans lequel la comparaison du paramètre mesuré du capteur pendant un laps de temps après l'arrêt et après la mise en marche de l'appareil de séchage est établie, de sorte qu'un assèchement excessif de la couche de sol est détecté.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'analyse du paramètre mesuré du capteur comprend une comparaison d'une valeur de paramètre après l'arrêt de l'appareil de séchage par rapport à une valeur de paramètre avant la mise en marche de l'appareil de séchage.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'introduction du capteur comporte en outre de :

introduire une pluralité de capteurs dans une pluralité d'orifices dans la structure de sol et placer la pluralité de capteurs dans la couche de sol humide et à assécher,
dans lequel un capteur est respectivement associé à un orifice,
dans lequel le capteur de la pluralité de capteurs qui fournit les valeurs mesurées les plus élevées du paramètre est choisi pour régler l'appareil de séchage, ou dans lequel une valeur moyenne parmi les valeurs mesurées les plus élevées du paramètre de la pluralité de capteurs est établie pour régler l'appareil de séchage, ou dans lequel une médiane des valeurs mesurées les plus élevées du paramètre de la pluralité de capteurs est en particulier établie.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
dans lequel la structure de sol à plusieurs couches est au moins constituée des couches suivantes : une couche de chape (107), une couche d'isolation (106) et une couche de béton brut (105).

11. Procédé selon la revendication 10,
dans lequel le capteur est introduit dans l'orifice de la structure de sol à plusieurs couches afin de s'étendre à travers la couche de chape sur ou dans la couche d'isolation, en particulier afin de s'étendre à travers la couche de chape et la couche d'isolation sur la couche de béton brut.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
dans lequel le paramètre de la couche de sol est choisi parmi au moins un des paramètres suivants: température et humidité.

13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, le procédé comportant en outre l'étape consistant à :
transmettre de manière sans fil, à une unité de traitement externe, les paramètres mesurés et/ou analysés au moyen d'une unité de communication réglée par le processeur.

14. Procédé selon la revendication 13,

dans lequel l'unité de communication est configurée pour mémoriser les paramètres transmis,

et
dans lequel l'unité de communication est en particulier configurée pour surveiller les paramètres mesurés et/ou analysés et/ou pour régler les appareils de séchage sur la base de la phase de séchage déterminée par le processeur.

15. Procédé selon l'une des revendications précédentes, le procédé comportant en outre l'étape consistant à :

commuter au moins une prise (103) au moyen du processeur pour régler l'appareil de séchage, dans lequel l'appareil de séchage est relié à la prise,
dans lequel la commutation au moyen de la prise comprend la mise en marche et/ou l'arrêt de l'appareil de séchage.

16. Système pour assécher automatiquement une couche de sol humide d'une structure de sol à plusieurs couches comportant :

au moins un capteur pour mesurer au moins un paramètre de la couche de sol humide,
au moins un appareil de séchage qui initie un écoulement d'air dans la couche de sol à assécher,
dans lequel l'appareil de séchage est réglé au moyen d'un processeur sur la base du paramètre mesuré par le capteur introduit,
dans lequel le processeur est configuré pour analyser le paramètre mesuré et pour déterminer une phase de séchage de la couche de sol sur la base de l'analyse du paramètre mesuré, et dans lequel l'appareil de séchage est réglé par le processeur sur la base de la phase de séchage déterminée par le processeur,
caractérisé en ce que
le capteur (101) peut être introduit dans un orifice (113) de la structure de sol (104) et peut être placé dans la couche de sol humide et à assécher (105), et **en ce que** le réglage comprend la mise en marche et/ou l'arrêt de l'appareil de séchage (102).

17. Système selon la revendication 16,

dans lequel un modèle de séchage à quatre phases est stocké dans le processeur ou un support de stockage, dans lequel le modèle de séchage à quatre phases comprend une phase à humidité élevée en tant que première phase, une phase à humidité moyenne en tant que deuxième phase, une phase vapeur en tant que troisième phase et une phase à humidité constante en tant que quatrième phase,
et dans lequel le processeur est conçu pour déterminer, lors de la détermination de la phase de séchage, si la phase à humidité élevée, la phase à humidité moyenne, la phase vapeur ou la phase à humidité constante est actuellement présente dans la couche de sol à assécher,
dans lequel le processeur est conçu pour comparer, lors de la détermination de la phase de séchage, les valeurs de paramètres mesurées du capteur avec des valeurs de paramètres existantes, dans lequel les valeurs de paramètres existantes sont choisies dans le groupe constitué de données de simulation du paramètre de la couche de sol, de paramètres précédemment mesurés de la couche de sol et/ou de valeurs de laboratoire du paramètre de la couche de sol.

18. Produit de programme informatique pour assécher automatiquement une couche de sol humide d'une structure de sol à plusieurs couches,

dans lequel le produit de programme informatique, lorsqu'il est exécuté par un processeur, est configuré pour amener le processeur à
mesurer un paramètre de la couche de sol au moyen d'un capteur,
régler un appareil de séchage pour assécher la couche de sol, l'appareil de séchage initiant un écoulement d'air dans la couche de sol à assécher,
régler l'appareil de séchage sur la base du paramètre mesuré par le capteur introduit,
analyser le paramètre mesuré et déterminer une phase de séchage de la couche de sol sur la base de l'analyse du paramètre,
l'appareil de séchage étant réglé sur la base de la phase de séchage déterminée par le processeur, **caractérisé en ce que**
le capteur (101) est introduit dans un orifice (113) de la structure de sol (104) et est placé dans la couche de sol humide et à assécher (105), et **en ce que** la régulation comprend une mise en marche et/ou un arrêt de l'appareil de séchage (102).

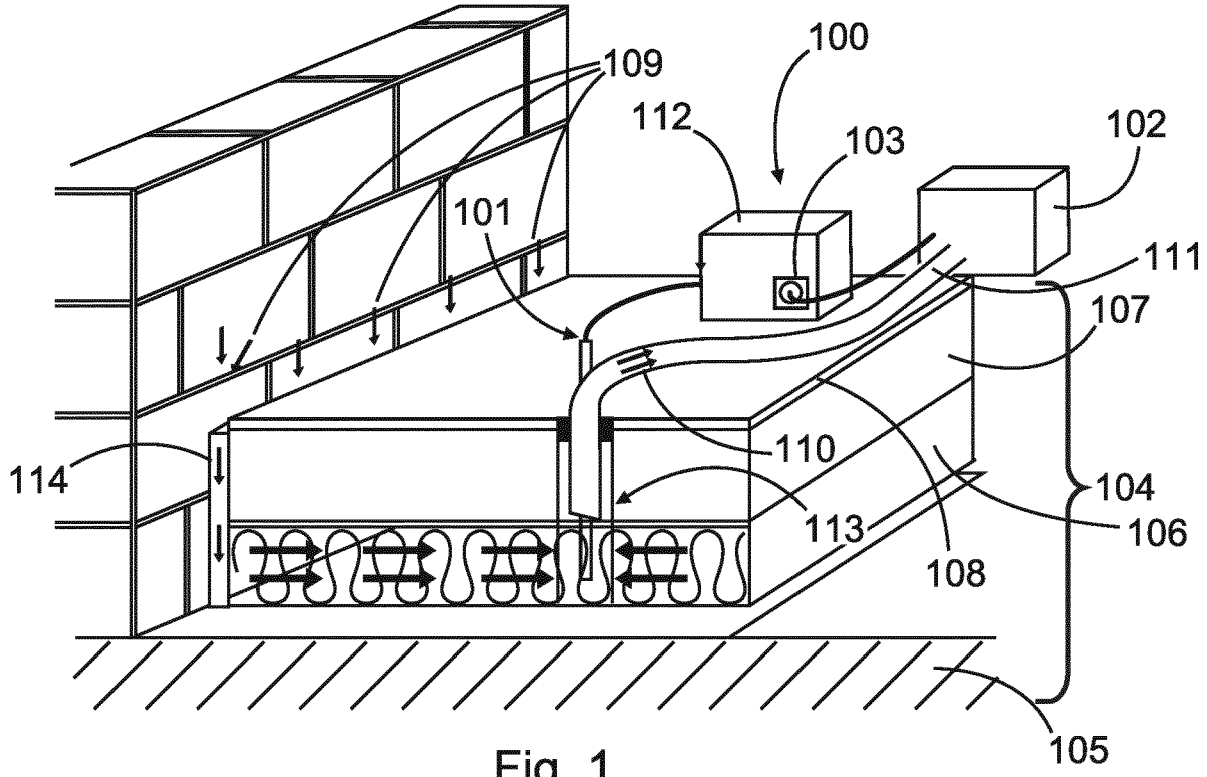
109
100
112
103
102
101
111
107
110
114
104
113
106
108
105

Fig. 1

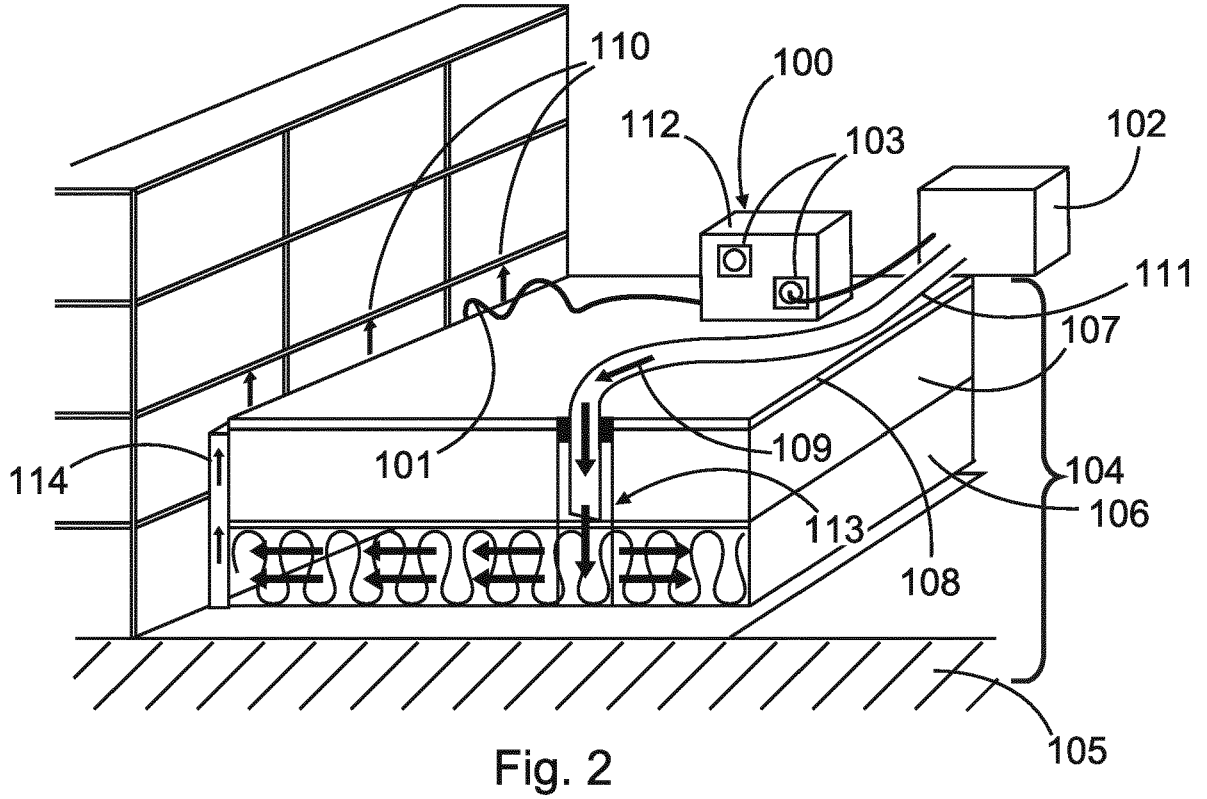
110
100
112
103
102
111
107
101
109
114
104
113
106
108
105

Fig. 2

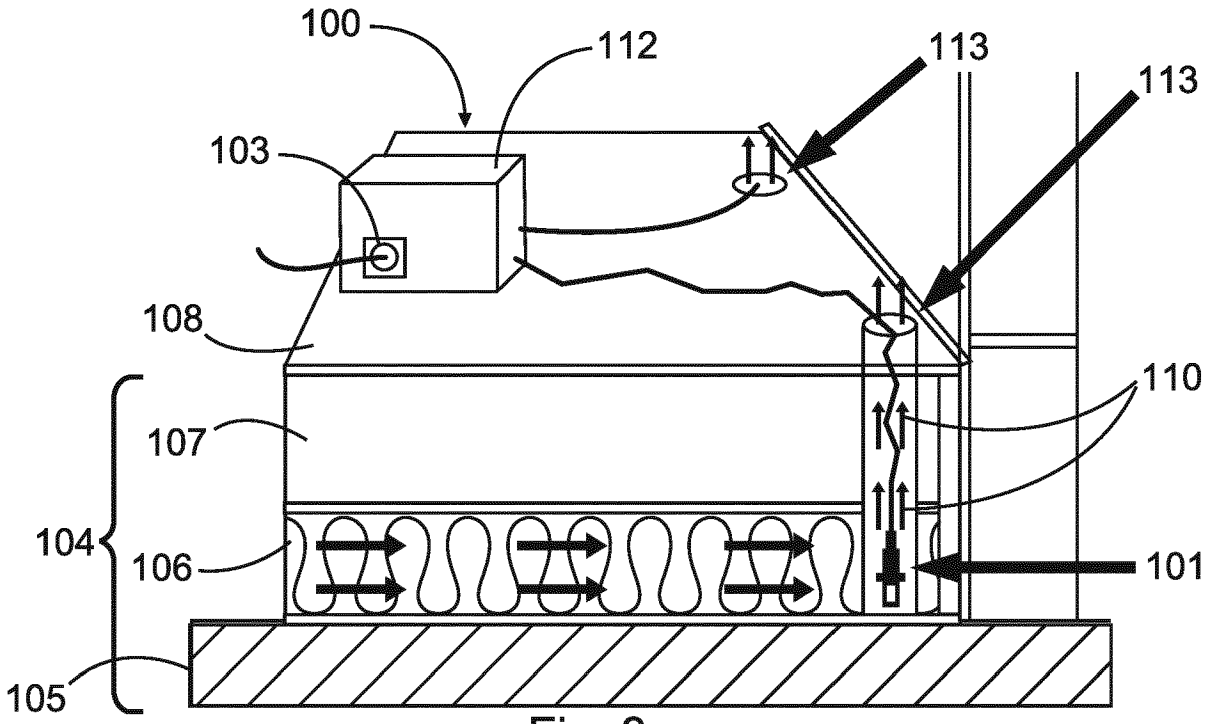
100
112
113
113
103
108
110
107
104
106
101
105

Fig. 3

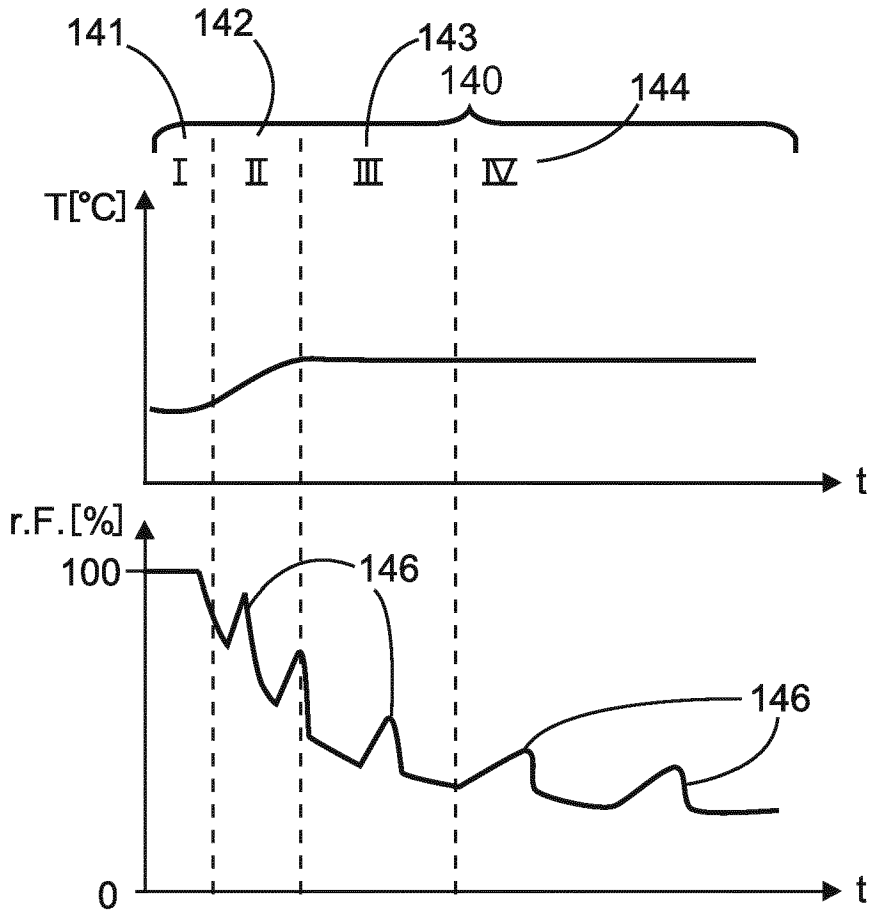
141
142
143
140
144
I
II
III
IV
T[°C]
t
r.F.[%]
100
146
146
0
t

Fig. 4

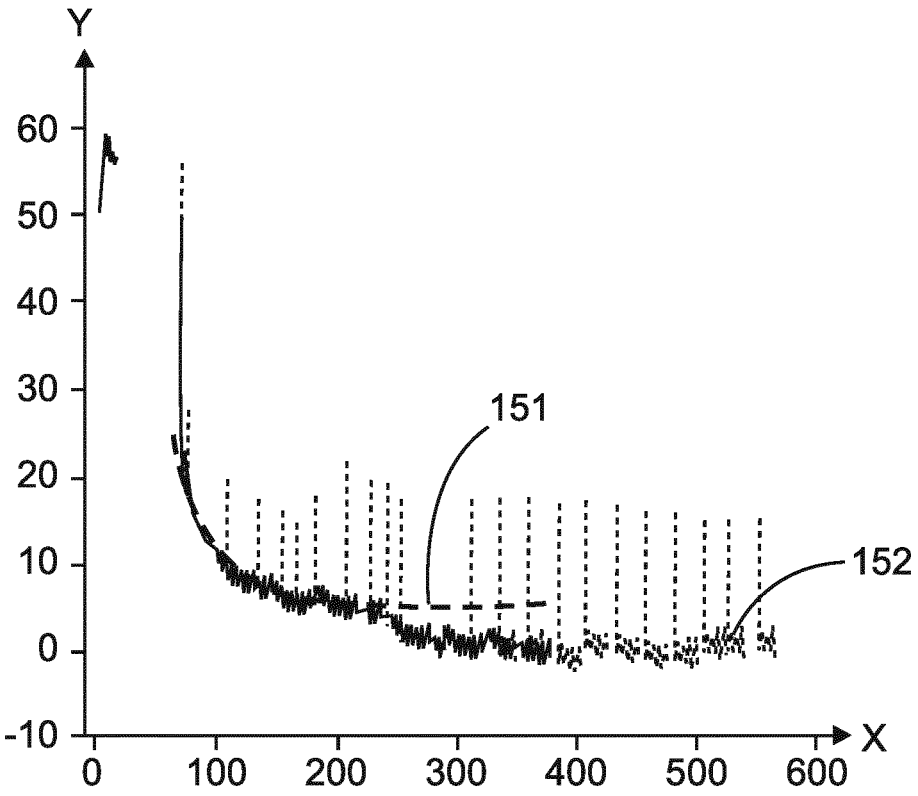
Y
60
50
40
30
20
10
0
-10
0
100
200
300
400
500
600
X
151
152

Fig. 5

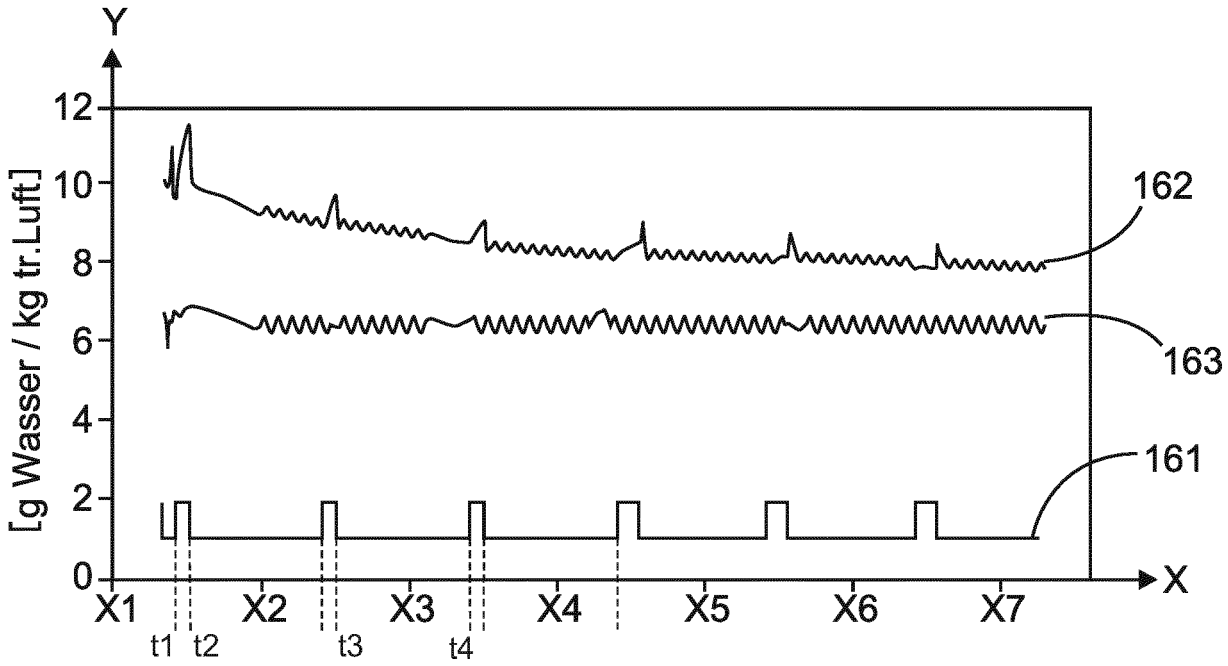
Y
12
10
8
6
4
2
0
[g Wasser / kg tr.Luft]
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X7
X
t1
t2
t3
t4
162
163
161

Fig. 6

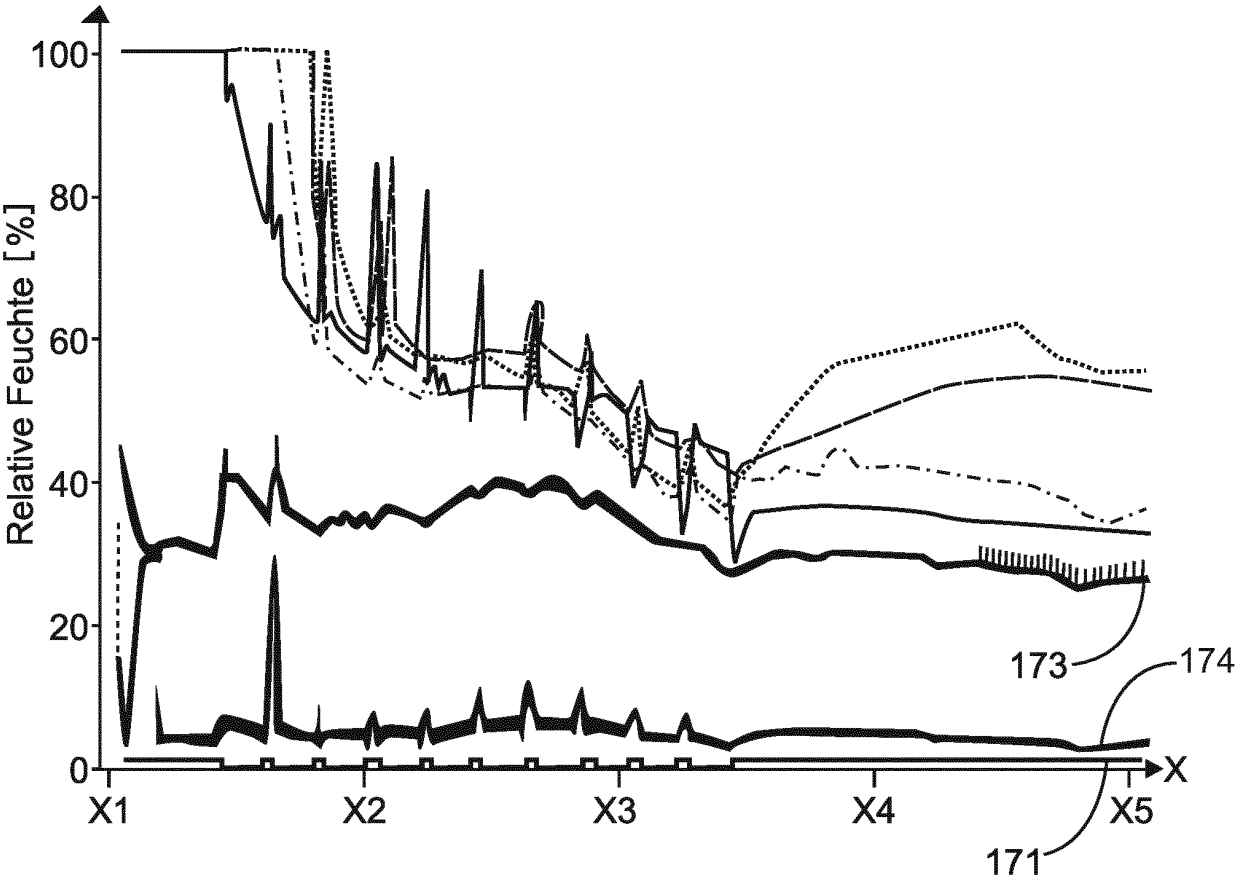

Fig. 7

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

- DE 102012007273 A1 **[0004]**
- DE 102013226492 A1 **[0005]**