



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
E04H 1/12 (2006.01) E04H 15/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17185155.3**

(22) Anmeldetag: **07.08.2017**

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

(30) Priorität: **16.08.2016 DE 102016215254**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
• **HEITE, Daniel**
83670 Bad Heilbrunn (DE)
• **INGRISCH, Johannes**
82054 Sauerlach (DE)
• **KAUFMANN, Andreas**
83071 Stephanskirchen (DE)
• **HESS, Florian**
83052 Heufeld (DE)

(74) Vertreter: **Friese Goeden Patentanwälte PartGmbB**
Widenmayerstraße 49
80538 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SCHUTZ VON AUSSENEXPONIERTE OBJEKTEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1), zum Schutz von außenexponierten Objekten, mit zumindest einer Bodenmanschette (2), welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt am Boden umlaufend zu umgeben und Bodenfeuchtigkeit abzuhalten, und mit einer Hülle aus Membranwerkstoff (3), welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt von oben und von allen Seiten zu umgeben und welche an der Bodenmanschette (2) reversibel befestigbar ist und mit der Bodenmanschette (2) so abschließt, dass kein Niederschlag eindringen kann, wobei die Hülle aus Membranwerkstoff (3) transparent oder transluzent ist und die Vorrichtung (1) mindestens eine erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) und mindestens eine zweite Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Schutz von außenexponierten Objekten vor nachteiligen Witterungseinflüssen.

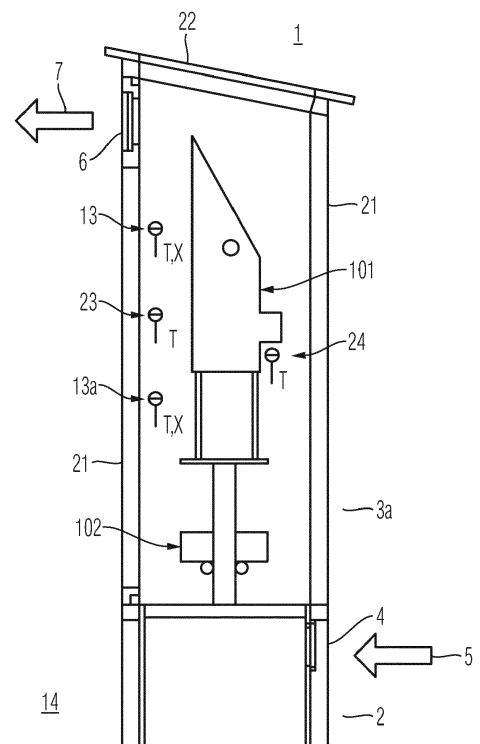


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine transparente Einhausung zum Schutz von Kulturgütern. Durch kontrollierte Belüftung wird die Einstellung eines für das jeweilige Kulturgut nachteiligen Klimas innerhalb der Einhausung verhindert. Die Erfindung ist außerdem auf Verfahren zum Schutz von Kulturgütern vor nachteiligen Witterungseinflüssen gerichtet.

[0002] Winterliche Schutzhüllen aus Holz haben eine jahrhundertlange Tradition, deren Wirkung allgemein anerkannt war. Tatsächlich wird der Schutz von außen-exponierten Kulturgütern, wie z.B. Skulpturen, Brunnen, Wandreliefs, Grabmälern etc. vor Witterungseinflüssen, vor allem im Winter, bisher meist mit Einhausungen aus Holz realisiert.

[0003] Diese Einhausungen aus Holz haben aber verschiedene Nachteile. So entsteht unter Umständen ein schädigendes Innenklima, da durch unkontrollierte Durchlüftung sowie Diffusion Feuchtigkeit eingetragen werden kann und dann am Objekt kondensieren kann. Diese kondensierte Feuchtigkeit kann dann zu Schäden am Objekt führen.

[0004] Zusätzlich kann die Einhausungen aus Holz durch das winterliche Klima ebenso geschädigt werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit regelmäßiger Instandsetzungen bzw. eines regelmäßigen Austauschs der Konstruktionen. Hinzu kommt, dass die Einhausungen aus Holz ein hohes Gewicht haben und auch im demontierten Zustand sperrig und voluminös sind. Insgesamt ergibt sich daraus ein hoher Logistik-, Lager- und Kostenaufwand.

[0005] Schließlich sind Einhausungen aus Holz nicht durchsichtig. Deshalb sind die geschützten Kulturgüter für den Betrachter nicht sichtbar. Das stellt einen ästhetischen Nachteil dar und in Bezug auf den Tourismus auch einen potentiell wirtschaftlichen Nachteil.

[0006] Tatsächlich ist seit den 1970er Jahren ein Rückgang bei der Verwendung von Einhausungen aus Holz zu verzeichnen. Die Gründe dafür liegen einerseits im finanziellen und logistischen Aufwand und hängen andererseits mit dem Bestreben zusammen, die Objekte ganzjährig sichtbar zu lassen.

[0007] Obwohl der Einsatz von Einhausungen aus Holz aber immer noch allgemein anerkannte Praxis darstellt, ist deren positiver Einfluss auf das eingehauste Objekt in der Regel nicht wissenschaftlich belegt. Unter gewissen Umständen kann aufgrund eingetragener Feuchtigkeit durch Diffusion und Kondensation sogar ein schädigendes Klima innerhalb der Einhausung entstehen. Zudem haben neuere Forschungsarbeiten festgestellt, dass die Objekte in der Regel im Herbst mit hoher Materialfeuchte eingehaust werden und diese Feuchte in gebräuchlichen Einhausungstypen über die Einhausungsperiode kaum abnimmt. Dadurch können auf Feuchtigkeit basierende Schadensmechanismen auch im geschützten Zustand wirken.

[0008] In den letzten Jahrzehnten wurden die Wirkwei-

sen bestehender Schutzbauten sowie die neu entwickelter Schutzkonstruktionen an unterschiedlichen Objekten im Rahmen mehrerer unabhängiger Forschungsprojekte untersucht. Anzuführen sind hier insbesondere die folgenden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekte:

- "Winterzelt", Weikersheim und Clemenswerth, 1997-2003
- "Einhausung der Brückenfiguren Unter den Linden", Berlin, 2006-2010
- "Winterschutzeinhausungen", IDK Leipzig, 2012 - voraussichtlich 2016

[0009] Die oben genannten Arbeiten identifizieren als Schadensursachen übereinstimmend den Eintrag von Feuchtigkeit durch Wetter und Kondensation in Zusammenhang mit großen und zahlreichen Amplituden bei der Temperatur, hier insbesondere der daraus resultierende Frost-Tau-Wechsel, und chemische Lösungsprozesse durch Umweltschadstoffe.

[0010] Für außenexponierte Kulturgüter sind als hauptsächliche schädigende Mechanismen die thermische und hygrothermische Entfestigung, Frost-Tau-Wechsel, die chemische Lösung aufgrund schadstoffbelasteter Luft sowie Organismenbefall belegt. Bis auf die thermische Entfestigung basieren die genannten Schadensmechanismen auf dem Vorhandensein von Luftfeuchtigkeit und Materialfeuchte.

[0011] Es besteht daher Bedarf an einer Schutzeinhausung, die die Nachteile des Standes der Technik vermeidet, insbesondere also gleichzeitig das eingehauste Objekt nicht nur vor den direkten Witterungseinflüssen schützt, sondern auch vor durch eintretende Feuchtigkeit verursachte Schäden, weiterhin die Sichtbarkeit des Objektes ermöglicht, stabil und langlebig ist und trotzdem leicht und materialsparend ist einfach zu montieren und demontieren ist, und platzsparend zu lagern ist.

[0012] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

[0013] Die vorliegende Erfindung ist demgemäß gerichtet auf eine Einhausung zum Schutz von außenexponierten Objekten, mit einer Bodenmanschette, welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt am Boden umlaufend zu umgeben und Bodenfeuchtigkeit abzuhalten. Weiterhin enthält die Vorrichtung eine Hülle aus Membranwerkstoff, welche das zu schützende Objekt von oben und von allen Seiten umgibt und welche an der Bodenmanschette reversibel befestigt ist. Die Hülle schließt in einigen Ausführungsformen der Erfindung mit der Bodenmanschette so ab, dass kein Niederschlag eindringen kann. Die Hülle aus Membranwerkstoff ist zumindest teilweise transparent oder transluzent. Die Vorrichtung weist mindestens eine erste Lüftungsöffnung für

die Zuluft und mindestens eine zweite Lüftungsöffnung für die Abluft auf.

[0014] In einigen Ausführungsformen der Erfindung ist die erste Lüftungsöffnung in der vertikalen Richtung unterhalb der zweiten Lüftungsöffnung für die Abluft gelegen.

[0015] Die Vorrichtung gemäß dieser ersten Ausführungsform ist dazu bestimmt, als Einhausung zum Schutz von Kulturgütern vor Witterungseinflüssen zu dienen. Eine Hülle aus transparentem Membranwerkstoff umgibt das Objekt und erzeugt eine Trennung zwischen Außen- und Innenklima. Das Objekt ist vor Niederschlag geschützt. Eine dichte Bodenmanschette hält Bodenfeuchte ab. Die transparente Einhausung ist mit ersten und zweiten Lüftungsöffnungen versehen, welche darauf abzielen, ein für das zu schützende Objekt optimiertes bauphysikalisches Innenklima zu gewährleisten, indem die Luft- und Materialfeuchte möglichst reduziert wird. Hierdurch kann die Wirkung der Schadensmechanismen verringert sein. Der Membranwerkstoff ist stabil und langlebig und trotzdem leicht und materialsparend, einfach zu montieren und zu demontieren und lässt sich platzsparend lagern. Er kann außerdem transparent sein und gibt damit den Blick auf das zu schützende Objekt frei.

[0016] In Phasen mit solarer Einstrahlung auf die erfindungsgemäße Vorrichtung erwärmt sich das Innenklima. Dieser Effekt ist unter dem Begriff "Treibhauseffekt" bekannt. Bedingt durch den thermischen Auftrieb stellt sich eine Belüftung mittels freier Konvektion ein. Außenluft mit niedriger absoluter Feuchtigkeit strömt durch die ersten Lüftungsöffnungen im unteren und oberen Bereich am Objekt vorbei, wird dabei erwärmt und transportiert Feuchtigkeit vom Objekt ab.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht damit eine Trocknung des zu schützenden Objektes und verhindert oder vermindert die auf Feuchtigkeit basierenden Prozesse, die zu einer Schädigung des Objektes führen könnten.

[0018] Diese kontrollierte Belüftung erfolgt bei Sonneneinstrahlung, die naturgemäß mit dem Wetter und dem Sonnenstand variiert. Nachts, bei niedrigem Sonnenstand (abhängig von Jahres- und Tageszeit), insbesondere bei Verschattung durch umliegende Gebäude, und bei starker Bewölkung, insbesondere bei starkem Niederschlag, wird diese kontrollierte Belüftung zum Erliegen kommen.

[0019] Damit reduziert sich der Luftaustausch selbstständig, sobald das Innenklima keine höheren Temperaturen aufweist. Somit stellt sich zwar das Außenklima im Inneren der Einhausung ein, jedoch können die Phasen ausreichender Sonneneinstrahlung (Schönwetterperioden, ausreichend hoher Sonnenstand, z.B. um die Mittagszeit) gezielt zur Trocknung des zu schützenden Objektes genutzt werden. Wenn also auch Kondensation am zu schützenden Objekt nicht völlig vermieden werden kann, so können im Gegensatz zu den Holzeinhausungen des Standes der Technik die Phasen mit ausreichender Sonneneinstrahlung zur Trocknung genutzt werden.

[0020] Die Bodenmanschette kann aus einem elastischen Material bestehen oder ein solches als Dichtungselement enthalten. Daneben kann die Bodenmanschette einen Kunststoff, Metall, Holz oder ein anderes biegesteifes Material enthalten. Die Bodenmanschette kann aus demontierbaren Einzelementen aufgebaut sein. So kommt zum Beispiel eine Konstruktion aus Stahlteilen in Frage, welche zum Boden hin eine Abdichtung aufweist, um Bodenfeuchte nach Niederschlag am Eindringen in die Vorrichtung zu hindern.

[0021] Die Hülle aus Membranwerkstoff wird in Abhängigkeit von Form und Größe des zu schützenden Objektes gewählt. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Materialstärke etwa 100 µm bis etwa 350 µm betragen. In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Materialstärke etwa 3 mm bis etwa 10 mm betragen.

[0022] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann der Membranwerkstoff Polycarbonat und/oder Polyethylen und/oder Glas und/oder Acryl enthalten oder daraus bestehen.

[0023] Die Hülle aus Membranwerkstoff ist an der Bodenmanschette reversibel befestigt und schließt mit der Bodenmanschette so ab, dass kein Niederschlag eindringen kann. Geeignete reversible Befestigungssysteme sind dem Fachmann bekannt, z.B. aus dem Bereich des Zeltbaus. Es kommt z.B. eine Vertauung mittels eines Taus und geeigneter Ösen an der Bodenmanschette und an der Hülle aus Membranwerkstoff in Betracht. Das Eindringen von Niederschlag kann z.B. durch bündigen Abschluss der Hülle aus Membranwerkstoff auf der Bodenmanschette mit einer umlaufenden Neigung der entsprechenden Oberfläche der Bodenmanschette erreicht werden. Alternativ kann die Hülle aus Membranwerkstoff auch über die äußere Oberfläche der Bodenmanschette nach unten hinausreichen.

[0024] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist in einigen Ausführungsformen mindestens eine erste Lüftungsöffnung für die Zuluft und mindestens eine zweite Lüftungsöffnung für die Abluft auf, wobei die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft in der vertikalen Richtung unterhalb der zweiten Lüftungsöffnung für die Abluft gelegen ist. Die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft und die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft können identisch gestaltet sein, was z.B. Größe und Geometrie betrifft, oder unterschiedlich ausfallen. Entscheidend ist, dass sich unter dem Einfluss von Sonneneinstrahlung ein Luftstrom ausbilden kann, der durch die Lüftungsöffnung für die Zuluft in die Vorrichtung eindringt und durch die Lüftungsöffnung für die Abluft austritt. Die Zuordnung der beiden Lüftungsöffnungen ergibt sich dabei nur durch ihre relative vertikale Position zueinander, da die von der Sonneneinstrahlung erwärmte Luft nach oben steigt.

[0025] Die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft kann sich in einigen Ausführungsformen der Erfindung in der Bodenmanschette und/oder in der Hülle aus Membranwerkstoff befinden. Die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung

auch in einer Öffnung zwischen der Bodenmanschette und der Hülle aus Membranwerkstoff bestehen, durch die zwar Luft eindringen kann, nicht aber Niederschlag. Dies kann beispielsweise durch eine entsprechende Überdeckung beider Bauteile erfolgen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform der Vorrichtung wird die Hülle aus Membranwerkstoff von einem Rahmen aufgespannt, der auf der Bodenmanschette aufliegt und an dieser reversibel befestigt ist. Hierdurch kann die Hülle geringere Wandstärken und geringeres Gewicht aufweisen, ohne dass die Festigkeit der Einhausung abnimmt. So wird der Transport und der Aufbau der Einhausung erleichtert und gleichzeitig die erforderliche Widerstandskraft gegen Schnee- und Winddruck erreicht.

[0027] Zusätzlich kann die Hülle aus Membranwerkstoff auch an dem Rahmen befestigt sein. Hierdurch kann die mechanische Festigkeit weiter erhöht sein.

[0028] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann der Rahmen aus demontierbaren Einzelelementen aufgebaut sein. Damit lässt sich auch der Rahmen platzsparend lagern.

[0029] Der Rahmen spannt die Hülle aus Membranwerkstoff auf und verhindert so, dass letztere auch bei geringer Materialstärke und entsprechend großer Flexibilität teilweise auf dem zu schützenden Objekt aufliegt. Dadurch wird unabhängig von der Form des zu schützenden Objektes gewährleistet, dass alle Teilbereiche des zu schützenden Objektes gleichermaßen vom Luftstrom umströmt werden können, ohne dass aufliegende Teile der Hülle aus Membranwerkstoff dies teilweise verhindern.

[0030] Der Rahmen kann aus einem Metall oder einer Legierung oder aus einem Kunststoff oder aus Holz bestehen. So kommt zum Beispiel eine Konstruktion aus Stahlteilen in Frage. Hierdurch kann ein selbsttragender Rahmen erhalten werden. Der Rahmen kann aber auch aus einem elastischen Material bestehen und die Tragefunktion zusammen mit der daran befestigten Hülle als Flächentragwerk erfüllen. Derartige Lösungen sind beispielsweise aus dem Bereich des Zeltbaus bekannt.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung sind die Lüftungsöffnungen so ausgebildet, dass durch sie kein Niederschlag eindringen kann. Das kann z.B. durch Vordächer, Lufthutzen oder andere, an sich bekannte Maßnahmen geschehen.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der Erfindung weist diese mindestens zwei Lüftungsklappen auf, die geöffnet und geschlossen werden können und die im geschlossenen Zustand die ersten und zweiten Lüftungsöffnungen luftdicht oder näherungsweise luftdicht abschließen.

[0033] Die Lüftungsklappen können geschlossen werden, wenn eine Belüftung des zu schützenden Objektes nicht gewünscht ist, z.B. bei mangelnder Sonneneinstrahlung auf die Vorrichtung. Dadurch wird verhindert, dass bei ungünstigem Umgebungsklima (außen feuchter als innen, Objekt kühl) Kondensation von Wasser am Objekt erfolgt. In einigen Ausführungsformen der Erfin-

dung können die Lüftungsklappen am Rahmen befestigt sein. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Lüftungsklappen mechanisch steuerbar sein.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist diese zusätzlich einen Ventilator auf, der so angeordnet ist, dass ein Luftstrom erzeugbar ist, der durch die erste Lüftungsöffnung in die Vorrichtung eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft austritt. Diese Ausführungsform ermöglicht es, eine kontrollierte Belüftung durchzuführen, indem der in Betrieb befindliche Ventilator den genannten Luftstrom erzeugt. Das kann die freie Konvektion unterstützen bzw. verstärken, die aufgrund von Sonneneinstrahlung auch ohne den Ventilator erfolgen würde. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der Ventilator dazu eingerichtet sein, einen Luftstrom zu erzeugen, wenn die Sonneneinstrahlung für die Ausbildung der freien Konvektion noch nicht oder nicht mehr ausreicht, aber dennoch das Außenklima noch geeignet ist, das zu schützende Objekt zu trocknen. Damit ermöglicht der Ventilator sowohl eine intensivere Belüftung als auch eine längere nutzbare Belüftungsdauer und damit insgesamt eine verbesserte Trocknung des zu schützenden Objektes.

[0035] Der Einbau des Ventilators und seine Laufrichtung ergeben sich aus dem zu erreichenden Zweck des Ventilators. Der Ventilator kann z.B. im Bereich der ersten Lüftungsöffnung für die Zuluft oder im Bereich der zweiten Lüftungsöffnung für die Abluft positioniert sein und/oder in einer oder beiden Lüftungsöffnungen eingepasst sein.

[0036] In der oben genannten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Ventilator kann optional ein Solarpaneel vorhanden sein, welches dazu eingerichtet ist, den Ventilator durch elektrischen Strom anzutreiben.

[0037] Diese Ausführungsform ermöglicht den Betrieb des Ventilators in Abhängigkeit der Sonneneinstrahlung auf die Vorrichtung. Der elektrische Strom zum Antrieb des Ventilators wird dabei bei Sonneneinstrahlung mittels des Solarpaneels mit Solarzellen erzeugt. Das heißt, dass sobald die Sonne nicht scheint auch kein elektrischer Strom zum Betrieb des Ventilators erzeugt wird. Damit erfolgt die kontrollierte Belüftung mittels Ventilator nur bei günstigen, d.h. trockenen, klimatischen Bedingungen. Im Wesentlichen erfolgt der Betrieb des Ventilators dann, wenn sich auch die freie Konvektion einstellen würde. Ein zu starker Luftaustausch bei ungünstigen klimatischen Bedingungen wird dadurch vermieden und damit auch Kondensation von Luftfeuchtigkeit am zu schützenden Objekt. Dazu bedarf es keiner Steuerung oder Regelung von außen, so dass der Aufwand für Unterhalt und Betrieb der Vorrichtung minimiert ist.

[0038] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann diese zusätzlich einen außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff gelegenen Warmluftkollektor enthalten, der dazu eingerichtet ist, die Zuluft vor dem Eintritt durch die erste Lüftungsöffnung zu erwärmen. Diese

Ausführungsform ermöglicht es, den die Trocknung mit vorgewärmter Luft noch effektiver zu gestalten. Die durch die Sonneneinstrahlung auf den Warmluftkollektor bereits vorgewärmte Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen und damit das zu schützende Objekt noch effektiver trocknen.

[0039] In einigen Ausführungsformen kann die Vorrichtung sowohl einen Ventilator als auch einen Warmluftkollektor und ein Solarpanel aufweisen. Diese Ausführungsform ermöglicht es einerseits, den Betrieb des Ventilators mittels lokal erzeugtem elektrischen Stroms auf die Dauer der Sonneneinstrahlung zu begrenzen und damit einen ungewünschten Luftaustausch zu vermeiden, und andererseits die Luft vorzuwärmen, die durch den Ventilator am zu schützenden Objekt vorbeigeführt wird.

[0040] Es ist außerdem zweckmäßig, wenn in den genannten Ausführungsformen mit einem Ventilator auch Lüftungsklappen umfasst sind wie weiter oben beschrieben. Die Lüftungsklappen können geschlossen werden, wenn ein Luftaustausch nicht erwünscht ist, wenn also weder der Ventilator in Betrieb ist noch Belüftung durch freie Konvektion erfolgt.

[0041] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Vorrichtung zusätzlich innerhalb und außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff gelegene Sensoren zur Messung der Lufttemperatur und/oder der relativen Luftfeuchtigkeit enthalten. Diese können dazu eingerichtet sein, das Öffnen und Schließen der Lüftungsklappen und/oder den Betrieb des Ventilators abhängig von Innen- und Außenklimadaten zu steuern oder zu regeln. Diese Ausführungsform ermöglicht es, den Luftaustausch bei ungünstigen klimatischen Außenbedingungen automatisch zu unterbinden, indem die Lüftungsklappen bei entsprechenden Messwerten der innerhalb und außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff gelegenen Sensoren zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit geschlossen werden. In dieser Ausführungsform werden eine Einheit zur Datenverarbeitung und eine externe Stromversorgung benötigt, die den Betrieb der Einheit zur Datenverarbeitung ermöglicht als auch die Bewegung der Lüftungsklappen.

[0042] Die vorliegende Erfindung ist außerdem auf ein Verfahren zum Schutz von außenexponierten Objekten vor nachteiligen Witterungseinflüssen gerichtet, welches folgende Verfahrensschritte enthält:

- Einhausung eines Objektes mittels einer Vorrichtung mit zumindest einer Bodenmanschette, welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt am Boden umlaufend zu umgeben und Bodenfeuchtigkeit abzuhalten, einer transparenten oder transluzenten Hülle aus Membranwerkstoff, welche das zu schützende Objekt von oben und von allen Seiten umgibt und welche an der Bodenmanschette reversibel befestigt ist, sowie mit zumindest einer ersten Lüftungsöffnung für die Zuluft und mindestens einer zweiten Lüftungsöffnung für die Abluft auf
- Belüftung des Objektes durch einen Luftstrom, der

durch die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft in die Vorrichtung eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft austritt.

[0043] Die vorteilhaften Wirkungen dieses Verfahrens in Abhängigkeit von der jeweils verwendeten Vorrichtung ergeben sich aus der obigen detaillierten Beschreibung der Vorrichtung.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens kann die Belüftung des Objektes durch die durch Sonneneinstrahlung verursachte freie Konvektion erfolgen. Dies erfordert keine weitere Regelung oder Steuerung und keine elektrische Hilfsenergie, so dass das Verfahren sehr einfach durchführbar ist.

[0045] Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens kann mittels zumindest einer Lüftungsklappe die Belüftung des Objektes innerhalb der Einhausung kontrolliert werden, wobei die Lüftungsklappe geöffnet und geschlossen werden kann und diese im geschlossenen Zustand die ersten und/oder zweiten Lüftungsöffnungen abschließt. In einer Ausführungsform des Verfahrens können zwei Lüftungsklappen vorhanden sein, welche jeweils der ersten und der zweiten Lüftungsöffnung zugeordnet sind.

[0046] In einer Ausführungsform des Verfahrens können die Lüftungsklappen zeitweilige geschlossen werden, wenn die durch Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit gegebenen klimatischen Bedingungen außerhalb der Vorrichtung im Vergleich zu den klimatischen Bedingungen innerhalb der Vorrichtung derart sind, dass Kondensation von Luftfeuchtigkeit am zu schützenden Objekt auftreten kann.

[0047] In einigen Ausführungsformen des Verfahrens kann das Objekt durch einen Luftstrom belüftet werden, welcher durch die erste Lüftungsöffnung für die Zuluft in die Vorrichtung eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft austritt und welcher durch einen Ventilator erzeugt oder verstärkt wird. Dies ermöglicht eine optimierte Trocknung bzw. den optimierten Austrag von Feuchte.

[0048] In einigen Ausführungsformen des Verfahrens kann der Ventilator durch elektrischen Strom angetrieben werden, welcher mittels eines Solarpaneels mit Solarzellen erzeugt wird. Dies ermöglicht den Betrieb der Vorrichtung an abgelegenen Orten bzw. ohne Netzanschluss, so dass Montage und Betrieb vereinfacht sein können.

[0049] In einigen Ausführungsformen des Verfahrens kann die Zuluft vor dem Eintritt durch die ersten Lüftungsöffnung durch einen Warmluftkollektor erwärmt werden.

[0050] In einigen Ausführungsformen des Verfahrens können innerhalb und außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff gelegene Sensoren zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit verwendet werden. Mit diesen Messwerten können die optionalen Lüftungsklappen und/oder der Ventilator und/oder der Warmluftkollektor gesteuert bzw. geregelt werden.

[0051] Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Fi-

guren näher erläutert werden. Dabei zeigt

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung im Schnitt.
- Figur 2 zeigt verschiedene Schutzeinhausungen, an welchen Vergleichsmessungen durchgeführt wurden.
- Figuren 3 und 4 zeigen Messergebnisse, welche mit den Schutzeinhausungen nach Figur 2 erhalten wurden.

[0052] Figur 1 stellt grundsätzliche Aspekte des prinzipiellen Versuchsaufbaus einer erfindungsgemäßen Vorrichtung (1) dar.

[0053] Die Vorrichtung (1) enthält eine Hülle aus Membranwerkstoff (3), die auf einer Bodenmanschette (2) bzw. auf einem Sockel ruht und sich mit vertikalen Wänden (21) über diese/diesen erhebt und mit einem leicht schrägen Dach (22) nach oben abschließt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Dach als Pultdach ausgeführt, wobei auch andere Dachformen gewählt werden können, beispielsweise ein Kuppeldach oder ein Satteldach oder eine Freiform.

[0054] Die Hülle aus Membranwerkstoff (3) kann eine Materialstärke aufweisen, welche eine selbsttragende Konstruktion erlaubt. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann ein Rahmen vorhanden sein, welcher zusätzliche Stabilität verleiht und damit eine geringere Materialstärke des Membranwerkstoffes erlaubt. Die Hülle aus Membranwerkstoff (3) kann vollständig oder teilweise transluzent oder transparent sein. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können auch nur einzelne Wände oder Wandsegmente oder Wandteile der Hülle (3) transparent oder transluzent ausgestaltet sein. In einigen Ausführungsformen kann die Hülle zumindest in teilflächen einen Latentwärmespeicher enthalten, welcher temperaturschwankungen verringert

[0055] Die Vorrichtung (1) weist im Bereich der Bodenmanschette (2) bzw. des Sockels in einem vertikalem Wandabschnitt zumindest eine Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) auf sowie im oberen Bereich der Vorrichtung (1) in einer vertikalen Wand eine zweite Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) auf. Daraus ergibt sich, dass die Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) bezüglich einer vertikalen Richtung unterhalb der zweiten Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) gelegen ist. In der hier dargestellten Ausführungsform sind die beiden Lüftungsöffnungen außerdem in zwei gegenüber liegenden Wandabschnitten der transparenten Einhausung (3a) und der Bodenmanschette (2) bzw. des Sockels gelegen.

[0056] Die beiden Pfeile (5) und (7) symbolisieren die Zu- und Abluftrichtung unabhängig vom verwendeten Lüftungskonzept, d.h. freie Konvektion oder mittels zumindest eines optionalen Ventilators (10).

[0057] Im Inneren der transparenten Einhausung (3a) befindet sich bei Betrieb der Vorrichtung eine Skulptur,

ein Brunnen oder ein anderes Kulturgut. Um die Wirkungsweise der Vorrichtung zu demonstrieren, werden vorliegend zwei Testkörper aus Sandstein verwendet. Der Testkörper (101) mit einer Masse von 85 kg (± 3 kg) dient als hygrothermische Last und stellt das zu schützende Objekt dar. Der Testkörper (102) mit einer Masse von 10 kg ($\pm 0,1$ kg) wurde vor Versuchsbeginn gereinigt und gewässert. An diesem Testkörper wird unter anderem das Auftreten von Bewuchs untersucht.

[0058] Um die Wirkungsweise der Vorrichtung zu demonstrieren, werden zur Erfassung des Innenraumklimas der transparenten Einhausung (3a) Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit mittels erster Sensoren (13) erfasst. Die redundante Erfassung durch einen umgebungsunabhängigen Datenlogger (13a) dient als Backup für die Daten des Innenraumklimas bei Versagen eines Sensors bzw. Stromausfall. Die Temperatursensoren (23) und (24) messen die Oberflächentemperatur auf der Nord- und Südseite des Testkörpers (101). Zur Erfassung des Außenklimas in unmittelbarer Umgebung der Vorrichtung (1) werden Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit mittels zweiter Sensoren (14) erfasst, die sich außerhalb der Vorrichtung (1) befinden. Die erfassten Messdaten werden von einem PC gesammelt und gespeichert.

[0059] Um die Wirkungsweise der Vorrichtung zu demonstrieren, werden Messwerte unterschiedlicher Einhausungen verglichen. In Figur 2 sind verschiedene Schutzeinhausungen gezeigt, welche alle die gleiche orthogonale Geometrie aufweisen. Es wurden eine konventionelle Holzeinhausung (Figur 2-1) und drei transparente Einhausungen ((Figuren 2-2, 2-3 und 2-4) hergestellt, an denen der Vergleich zwischen opak und transparent bzw. transluzent mit verschiedenen Lüftungsvarianten durchgeführt wird. Dabei zeigt Figur 2-2 eine Ausführungsform mit freier Konvektion, Figur 2-3 zeigt eine Ausführungsform mit einem Ventilator (10) und mit einem Warmluftkollektor (12) und Figur 2-4 zeigt eine Ausführungsform nur mit Ventilator (10).

[0060] Zusätzlich wurde eine weitere Vorrichtung (1) gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt, welche in Figur 2-5 gezeigt ist. Diese Vorrichtung (1) umfasst eine rechteckige Bodenmanschette (2), die das zu schützende Objekt (101, 102) am Boden umlaufend umgibt. Die Bodenmanschette hält Bodenfeuchtigkeit ab. Die Vorrichtung (1) umfasst weiterhin eine Hülle aus transparentem Membranwerkstoff (3), die das zu schützende Objekt (101, 102) von oben und von allen Seiten umgibt und die von einem Rahmen (8) aus Metall, z.B. Stahl, aufgespannt wird, der auf der Bodenmanschette (2) aufliegt und an dieser reversibel befestigt ist. Die Hülle aus Membranwerkstoff (3) schließt mit der Bodenmanschette (2) so ab, dass kein Niederschlag eindringen kann. Die Vorrichtung (1) umfasst außerdem einen Ventilator (10), der dazu eingerichtet ist, einen Luftstrom zu erzeugen, der durch die erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) in die Vorrichtung (1) eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung (6) für die Abluft austritt.

[0061] Die Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) und die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft sind in allen in der Figur 2 gezeigten Varianten gleich und wurden bereits im Zusammenhang mit der Figur 1 erläutert. In der Figur 2-5 sind die Lüftungsöffnungen nicht explizit dargestellt. Auch der Inhalt der in Figur 2 gezeigten Varianten bzgl. des zu schützenden Objektes (101, 102) und der ersten und zweiten Sensoren (13, 13a, 23, 24) wurde bereits in Zusammenhang mit Figur 1 dargestellt und erläutert.

[0062] Um das unterschiedliche Trocknungspotential der verschiedenen in Figur 2 gezeigten Schutzeinhausungen darzustellen, sind in den Figuren 3 und 4 Auszüge aus den Messergebnissen graphisch dargestellt. Die Messperiode umfasst den Zeitraum von Anfang Dezember 2015 bis Ende April 2016, wobei in den Figuren ein Ausschnitt vom 23.12.2015 bis zum 30.12.2015 dargestellt ist. Die Messungen wurden in Holzkirchen bei München durchgeführt. Es wurden jeweils die Daten der in Zusammenhang mit Figur 1 gezeigten Sensoren erhoben. Figur 3 zeigt die relative Luftfeuchte gegen die Zeit und Figur 4 zeigt die Temperatur gegen die Zeit.

[0063] Dabei bedeuten:

- EH1 Freitragende Konstruktion mit Metallrahmen - Belüftung mittels Ventilator (10) gemäß der vorliegenden Erfindung wie in Figur 2-5 gezeigt
- EH2 transparente Standardeinhausung - Belüftung mittels Ventilator (10) und Warmluftkollektor (12) wie in Figur 2-3 gezeigt
- EH3 transparente Standardeinhausung - Belüftung mittels Ventilator (10) wie in Figur 2-4 gezeigt
- EH4 transparente Standardeinhausung - Belüftung mittels freier Konvektion wie in Figur 2-2 gezeigt
- EH5 Holzeinhausung - Belüftung mittels freier Konvektion wie in Figur 2-1 gezeigt

[0064] Weiterhin ist der zeitliche Verlauf der Globalstrahlung dargestellt.

[0065] Die Messergebnisse in den Figuren 3 und 4 zeigen eindeutig, dass besonders bei gutem Wetter, d.h. Sonneneinstrahlung, ein wesentlich größeres Trocknungspotential in den transparenten Einhausungen im Vergleich zu der Holzeinhausung vorhanden ist. Dieses Ergebnis ist an der geringeren relativen Luftfeuchte erkennbar. So stehen die Spitzenwerte der transparenten Einhausung mit Warmluftkollektor am 26.12.2015 mit 36 °C/18 %rF gegenüber der Holzeinhausung mit 16 °C/75 %rF. Die Außenluftbedingungen betragen zu dem Zeitpunkt einheitlich 14 °C / 45 %rF. Die Grafiken zeigen weiterhin, dass die Holzeinhausung bzgl. Temperatur und Feuchtebedingungen im Großen und Ganzen den Außenluftbedingungen folgt, teilweise stellen sich sogar schädlichere Bedingungen ein. Es ist somit fraglich ob

eine Holzeinhausung, derzeit gängige Praxis, überhaupt eine Schutzwirkung erzielen kann.

[0066] Wie die transparenten Einhausungen aber gezeigt haben, gibt es unabhängig vom Lüftungskonzept, also freie Konvektion, Ventilator oder Ventilator mit Warmluftkollektor und unabhängig von der baulichen Ausführung, also massive Standardeinhausung oder freitragende Konstruktion mit Membran auf Rahmen, ein verbessertes Trocknungspotential für ein zu schützendes Objekt.

[0067] Die Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung hat außerdem Vorteile bezüglich Gewicht und Lagerung im Vergleich zu den vorbekannten massiven Einhausungen.

[0068] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Ansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Ansprüche und die vorstehende Beschreibung "erste" und "zweite" Ausführungsformen definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Ausführungsformen, ohne eine Rangfolge festzulegen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1), zum Schutz von außenexponierten Objekten, mit zumindest einer Bodenmanschette (2), welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt am Boden umlaufend zu umgeben und Bodenfeuchtigkeit abzuhalten, und mit einer Hülle aus Membranwerkstoff (3), welche dazu eingerichtet ist, das zu schützende Objekt von oben und von allen Seiten zu umgeben und welche an der Bodenmanschette (2) reversibel befestigbar ist und mit der Bodenmanschette (2) so abschließt, dass kein Niederschlag eindringen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle aus Membranwerkstoff (3) zumindest in einer Teilfläche transparent oder transluzent ist und die Vorrichtung (1) mindestens eine erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) und mindestens eine zweite Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) in einer vertikalen Richtung unterhalb der zweiten Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) gelegen ist und/oder dass die ersten und zweiten Lüftungsöffnungen (4, 6) so ausgebildet sind, dass durch sie kein Niederschlag eindringen kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** die Hülle aus Membranwerkstoff (3) von einem Rahmen (8) aufgespannt wird, der auf der Bodenmanschette (2) aufliegt und an dieser reversibel befestigt ist und/oder dass der Membranwerkstoff Polycarbonat und/oder Polyethylen und/oder Glas und/oder Acryl enthält oder daraus besteht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zumindest eine Lüftungsklappe (9) enthält, welche geöffnet und geschlossen werden kann, und welche im geschlossenen Zustand die ersten und/oder zweiten Lüftungsöffnungen (4, 6) abschließt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsklappen (9) mechanisch steuerbar sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiterhin enthaltend einen Ventilator (10), welcher dazu eingerichtet ist, einen Luftstrom zu erzeugen, der durch die Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) in die Vorrichtung (1) eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung für die Abluft austritt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, weiterhin enthaltend zumindest ein außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff (3) gelegenes Solarpaneel mit Solarzellen (11), welches dazu eingerichtet ist, den Ventilator (10) durch elektrischen Strom anzutreiben.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 7, weiterhin enthaltend zumindest einen außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff (3) gelegenen Warmluftkollektor (12), der dazu eingerichtet ist, die Zuluft (5) vor dem Eintritt durch die Lüftungsöffnung (4) zu erwärmen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 6, weiterhin enthaltend zumindest einen innerhalb und/oder außerhalb der Hülle aus Membranwerkstoff (3) gelegenen Sensor (13, 14) zur Messung der Lufttemperatur und/oder der relativen Luftfeuchtigkeit, wobei das Öffnen und Schließen der zumindest einen Lüftungsklappe (9) abhängig von Innen- und/oder Außenklimadaten steuerbar oder regelbar ist.
10. Verfahren zum Schutz von außenexponierten Objekten vor nachteiligen Witterungseinflüssen, umfassend
- eine Einhausung eines Objektes (101, 102) mittels einer Vorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9
 - Belüftung des Objektes (101, 102) durch einen Luftstrom, der durch die erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) in die Vorrichtung (1) eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung (6)
- für die Abluft (7) austritt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belüftung des Objektes (101, 102) freie Konvektion erfolgt, welche durch Sonneneinstrahlung verursacht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels zumindest einer Lüftungsklappe (9) die Belüftung des Objektes (101, 102) kontrolliert wird, wobei die Lüftungsklappe geöffnet und geschlossen werden kann und diese im geschlossenen Zustand die ersten und/oder zweiten Lüftungsöffnungen (4, 6) abschließt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsklappen (9) zweiteilige geschlossen werden, wenn die durch Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit gegebenen klimatischen Bedingungen außerhalb der Vorrichtung (1) im Vergleich zu den klimatischen Bedingungen innerhalb der Vorrichtung (1) derart sind, dass Kondensation von Luftfeuchtigkeit am zu schützenden Objekt (101, 102) auftreten kann.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Objekt (101, 102) durch einen Luftstrom belüftet wird, welcher durch die erste Lüftungsöffnung (4) für die Zuluft (5) in die Vorrichtung (1) eindringt und durch die zweite Lüftungsöffnung (6) für die Abluft (7) austritt und durch einen Ventilator (10) erzeugt oder verstärkt wird und dass der Ventilator (10) optional durch elektrischen Strom angetrieben wird, der mittels eines Solarpaneels mit Solarzellen (11) erzeugt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuluft (5) vor dem Eintritt durch die Lüftungsöffnung (4) durch einen Warmluftkollektor (12) erwärmt wird.

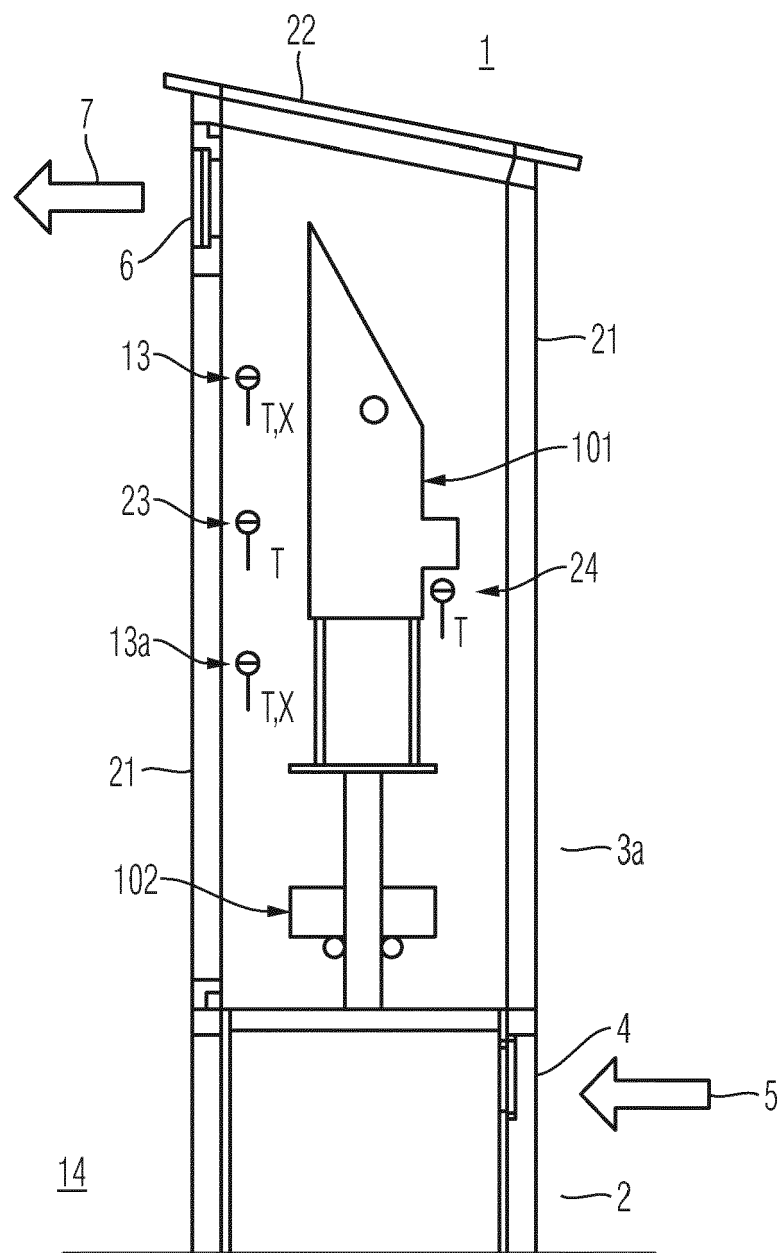


Fig. 1

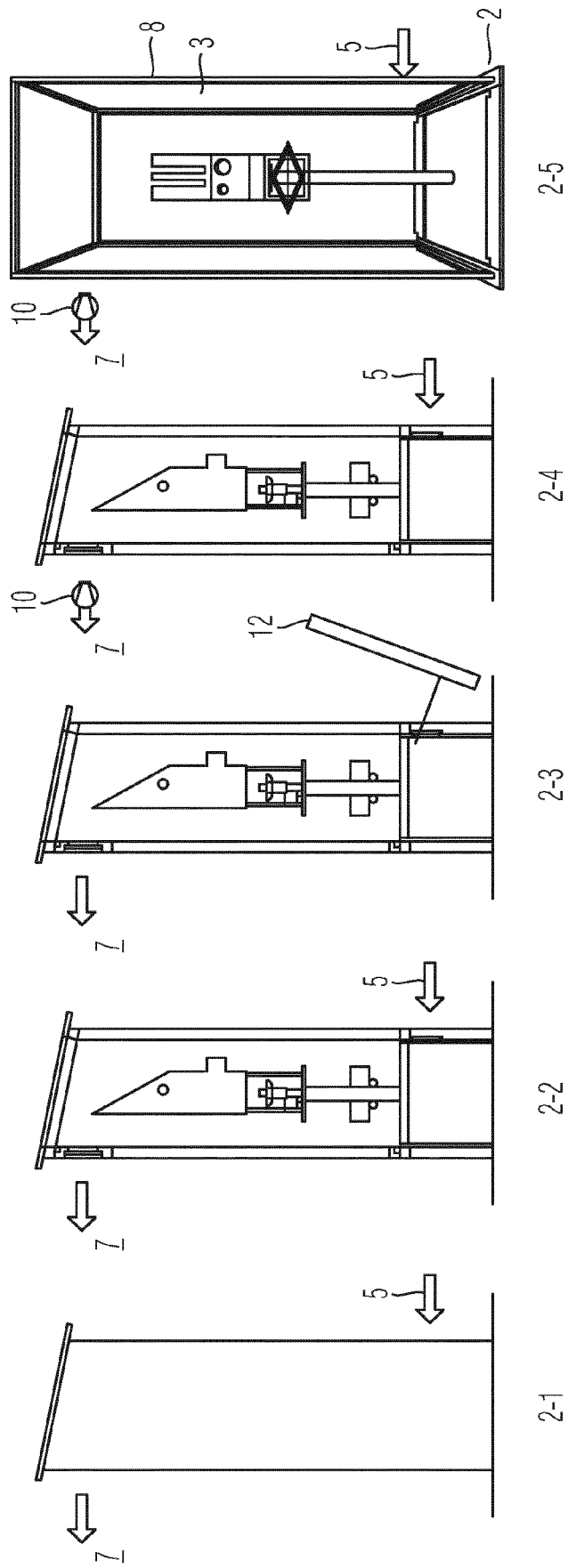


Fig. 2

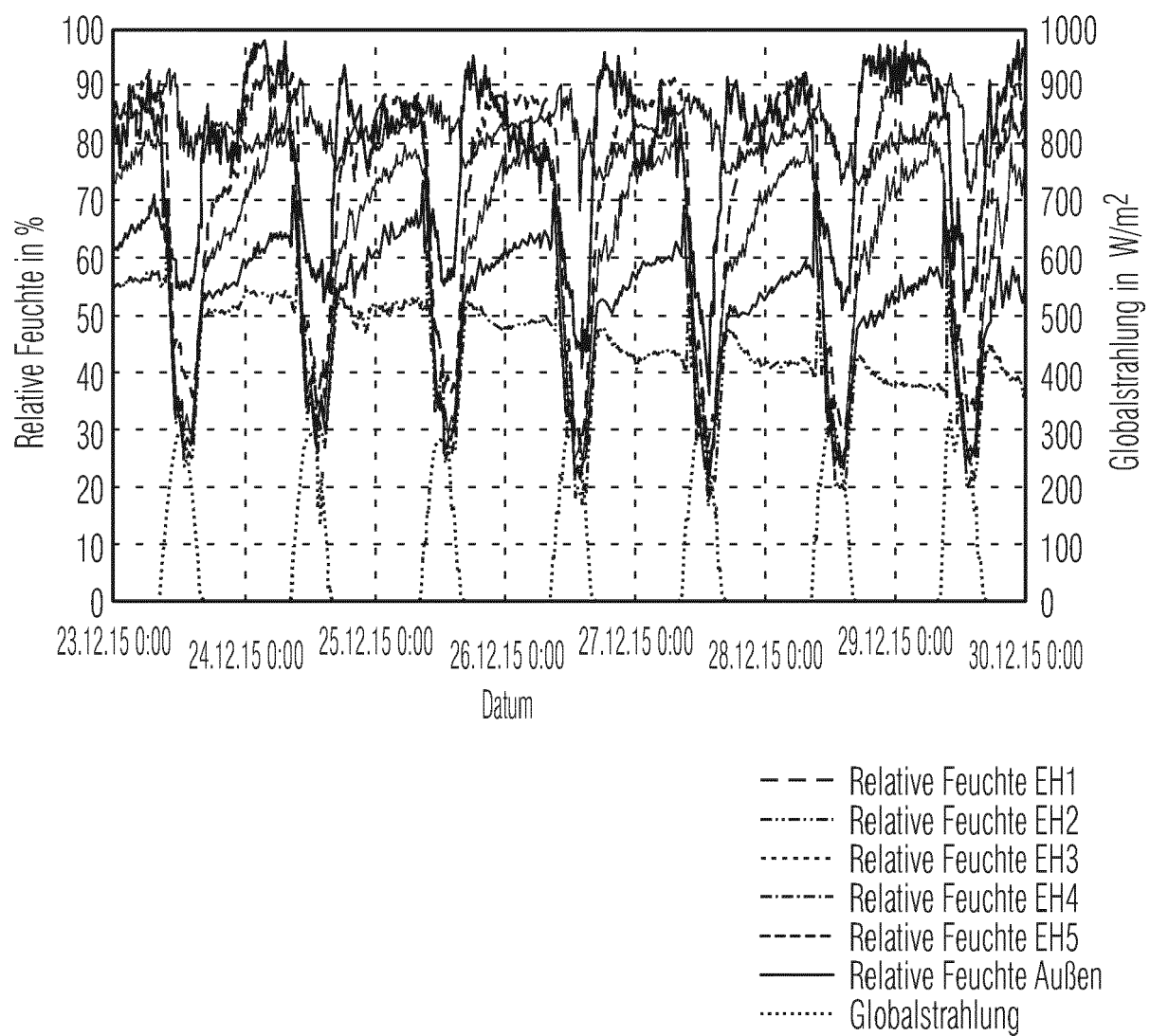


Fig. 3

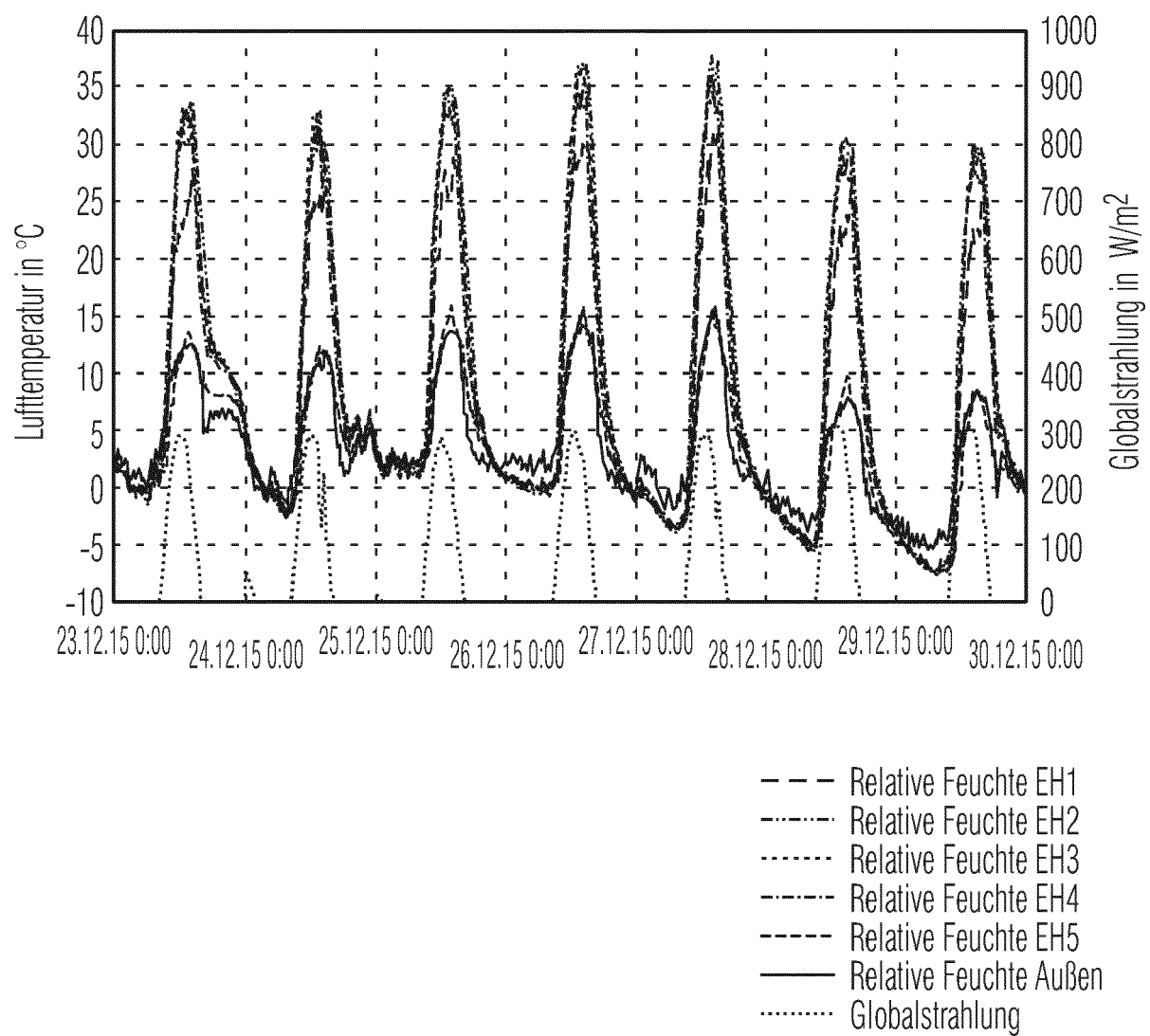


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 18 5155

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 103 44 171 A1 (WAXENBERGER WILMA [DE]) 23. Dezember 2004 (2004-12-23) * Absätze [0013], [0017], [0019], [0020], [0024], [0030] - [0044]; Abbildungen 1-3 *	1-15	INV. E04H1/12 E04H15/14
X	DE 10 2009 027999 A1 (RESCUE TRADE VERTRIEBS GMBH [DE]) 27. Januar 2011 (2011-01-27) * Absätze [0019], [0042] - [0050], [0059] - [0060]; Abbildungen 1-9 *	1-5, 10, 11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E04H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Dezember 2017	Prüfer Decker, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 18 5155

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

18-12-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 10344171 A1	23-12-2004	KEINE	
15	DE 102009027999 A1	27-01-2011	DE 102009027999 A1 WO 2011009960 A1	27-01-2011 27-01-2011
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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