



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑳ Anmeldenummer: **92250185.3**

⑤① Int. Cl.⁵: **E04B 1/92, E02D 31/06, G21F 7/005, E02D 27/32**

㉒ Anmeldetag: **13.07.92**

③① Priorität: **18.07.91 DE 4124100**
18.07.91 DE 9108933 U
04.12.91 DE 4140443
04.12.91 DE 9115235 U

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.02.93 Patentblatt 93/08

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT SE

⑦① Anmelder: **Horn, Wolfgang, Dr.-Ing.**

Lindenweg 1
O-9408 Schlema(DE)

⑦② Erfinder: **Horn, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Lindenweg 1
O-9408 Schlema(DE)

⑦④ Vertreter: **Röhncke, Heinz**
Patentanwälte Böbel & Röhncke Hoher
Wallgraben 45
O-1157 Berlin, Postfach (DE)

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Schutz von Bauwerken gegen Eindringen gefährlicher Gase, insbesondere Radon, aus dem Baugrund.**

⑤⑦ Zwischen dem Baugrund (1) und dem Innenraum (4) des Bauwerkes wird ein aus mehreren horizontalen Schichten (9,10,12) bestehendes Sperrsystem aufgebaut, welches seitlich durch vertikale Wände (8) des Bauwerkes begrenzt ist. Hierbei soll das gesamte Bauwerk oder Teile desselben gegen das Eindringen gefährlicher Gase durch Konvektion und/oder Diffusion gesichert werden, wobei das Sperrsystem oberhalb der Trennlinie zwischen Baugrund und Bauwerk angeordnet ist. Gleichzeitig soll das Eindringen von Gasen aus dem Bauwerk in den

Baugrund verhindert werden.

Erfindungsgemäß geschieht dieses dadurch, daß in eine zwischen den Durchtritt von Luft und Gasen hemmenden Schichten (9,10) liegende Zwischenschicht (12) Luft eingeführt und ein zum Umgebungsdruck unterschiedlicher Luftdruck aufgebaut wird, wobei die eingeführte Luft die Zwischenschicht durchströmt und aus dieser wieder austritt und dabei in diese Zwischenschicht eingedrungene schädliche Gase aus dem Bauwerk herausgeführt werden.

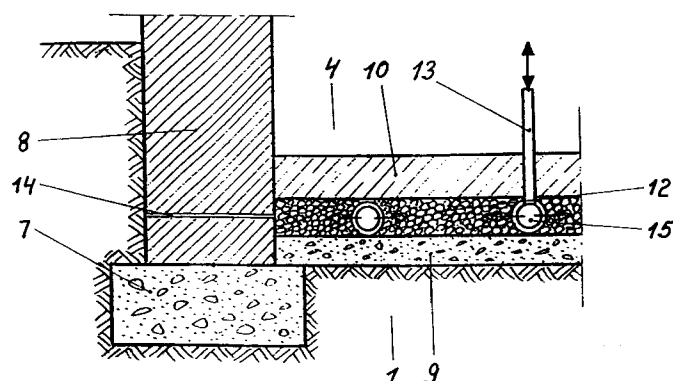


Fig. 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutz von Bauwerken gegen Eindringen gefährlicher Gase, insbesondere Radon, aus dem Baugrund, wobei zwischen dem Baugrund und dem Innenraum des Bauwerkes ein aus mehreren horizontalen Schichten bestehendes Sperrsystem aufgebaut wird, welches seitlich durch vertikale Wände des Bauwerkes begrenzt ist.

Es ist bekannt, daß gefährliche Gase, wie das radioaktive Gas Radon und die sich bildenden Radonfolgeprodukte, aus dem Baugrund auf zwei Arten in ein Bauwerk eindringen.

Dieses erfolgt passiv mittels Konvektion. Dabei reichen schon geringe Luftdruckunterschiede aus, um radonhaltige Luft aus dem Erdreich in das Innere des Bauwerkes zu transportieren.

Die weitere Möglichkeit des Eindringens ist aktiv mittels Diffusion.

Infolge der Brownschen Molekularbewegung sind die Radonatome in der Lage, in unterschiedlichem Maße durch Stoffe hindurchzuwandern. Sie kommen aus dem anliegenden Erdstoff durch porige Abdeckschichten, Hohlräume, dünne Trennmittel in den Keller- oder Wohnbereich.

Bei Häusern mit an sich bekannter Fundamentausbildung beträgt der Anteil der durch Konvektion eindringenden Gase etwa 90 % und der durch Diffusion eintretenden Gase etwa 10 %. In stark mit Radon belasteten Gebieten reicht jedoch bereits eine ständige Diffusion aus, um eine schädliche Konzentration im Inneren der Häuser zu erzeugen.

Die Luftdruckunterschiede für das passive Eindringen mittels Konvektion entstehen auf drei verschiedene Arten:

a) Meteorologische Luftdruckveränderungen

Infolge der barometrischen Luftdruckveränderungen in der Außenluft verändert sich auch zeitlich verschoben der Luftdruck der Gase, die im Porenvolumen des Erdreiches enthalten sind.

Folgt auf hohen Luftdruck eine Periode niedrigen Luftdruckes, so entspannt sich die in der Erde enthaltene Luft. Sie strömt z. B. unmittelbar durch Risse und Spalten im Kellerfußboden in den Kellerraum. Bei nicht unterkellerten Wohnungen, wie sie vielfach in Gebirgsgegenden anzutreffen sind, kann dieser Luftstrom direkt in den Wohnraum einfließen.

Umgedreht, wenn ein Hochdruckgebiet einem Tiefdruckgebiet folgt, wird wieder Luft aus dem Wohnraum in den Boden nachgedrückt. In dieser Zeit kommt auf diesem Weg durch Konvektion kein Radon aus der Erde. Es dringt dann allein der Diffusionsanteil ein.

b) Temperaturunterschiede zwischen Gebäude und Außenluft

Durch die Nutzung der Gebäude wird in der Regel im Gebäude eine höhere Temperatur anzutreffen sein als im Freien. Mit dem Tempera-

turunterschied ist ein Druckunterschied verbunden. Die warme Luft steigt im Gebäude wie in einem Schornstein nach oben. Von außen und auch aus dem unten anliegenden Erdreich wird Luft nachgesogen.

c) Eine weitere Möglichkeit, daß Radon passiv in die Gebäude eindringt, ist die Konvektion durch Luftbewegungen im Untergrund. Sie wird hervorgerufen durch Einfließen von kalter Luft ins Gebirge an entfernterer Stelle, die sich im Gestein erwärmt und somit durch ihren Auftrieb nach oben strömt. In ehemaligen Bergbaugebieten wird dieser Prozeß noch durch Hohlräume und vorhandene Gänge von Gruben verstärkt.

In gleicher Weise können schädliche Gase anderer Art aus ehemaligen Abfalldeponien in auf diese gebaute Gebäude eindringen.

Die Diffusion des Radongases in ein Bauwerk ist im wesentlichen abhängig von dem Radongehalt im Baugrund unter dem Gebäude sowie der Beschaffenheit des Fundamentes.

Um das Eindringen von schädlichen Gasen, wie Radongas, aus dem Baugrund in das Gebäude zu verringern bzw. vollständig zu verhindern, sind demnach die Konvektion und die Diffusion der Gase zu unterbinden.

Zur Verhinderung der Konvektion sind zwei Verfahren bekannt. Das erste Verfahren besteht darin, den mechanischen Widerstand zwischen dem Baugrund und dem Inneren des Bauwerkes zu erhöhen. Hierbei wird durch Folien, gut verdichteten Beton oder ähnlich wirkende Materialien verhindert, daß die Luft sich weiter fortbewegen kann.

Diese Form des Abdichtens gegen Radon aus dem Erdreich wird mit unterschiedlichem Erfolg und Aufwand in der Praxis vorgenommen.

Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß bei geringsten Lücken im Sperrsystem (durch unsachgemäße Verarbeitung des Materials, Materialmängel, zeitliche Veränderungen des Materials, z. B. durch Alterung, durch Einwirkungen äußerer Kräfte auf die Sperrung mit Bildung von Rissen usw.) die Wirkung verringert bis ganz aufgehoben wird.

Dabei ist es gleichzeitig möglich, daß der immer vorhandene Diffusionsprozeß bei einer konsequenten Abdichtung durch Entstehen einer größeren Druckdifferenz zwischen Baugrund und Gebäudeinnerem zunimmt und auf diese Weise Radon in das Gebäude eindringt.

Eine weitere bekannte Möglichkeit besteht darin, radonhaltige Luft unter dem Gebäude abzusaugen. Hierbei wird künstlich im Erdreich ein Unterdruck aufgebaut. Dadurch fließt die radonhaltige Luft nicht zum Gebäude hin, sondern zu einer künstlichen Drucksenke, einem sogenannten Radonbrunnen mit einem niedrigeren Druck. Damit wird der Luftfluß umgelenkt und radonhaltige Luft

abgesaugt.

Es ist bekannt, dieses Verfahren in verschiedener Weise anzuwenden:

a) Großflächige Herstellung von Unterdruck im Gebirge

Dabei muß viel Energie aufgebracht werden, weil alle Flächenanteile des Gebietes (vom beabsichtigten Gebäude bis zum Park, Wald usw.) erfaßt werden. Unterschiede im Gebirgsaufbau können nur teilweise berücksichtigt werden. Je weiter ein Gebäude entfernt ist, desto weniger wirkt sich der Unterdruck aus.

b) Lokale Unterdruckherstellung von kleineren Flächen

Diese Form könnte bei eng aneinanderliegenden Grundstücken mit hoher Untergrundbelastung von Radon erfolgreich sein.

Der nicht bebaute Anteil aus Wegen, Gärten usw. ist gegenüber dem vorherigen kleiner. Die Sogwirkung ist gezielter und effektiver.

c) Die Sogwirkung wird ausschließlich an dem zu schützenden Objekt vorgenommen. Die Sogwirkung selbst kann erzeugt werden außerhalb des Gebäudes mit sogenannten Radonbrunnen, die am Gebäude senkrecht oder schräg nach unten gebohrt werden. Gleiches kann auch im Gebäude erfolgen.

Die betroffene Fläche ist günstigstenfalls die Gebäudegrundfläche. Das beeinflusste Volumen ist der unendliche Halbraum unter der betroffenen Fläche.

Alle diese Verfahren, auch das unter Punkt c) beschriebene, sind sehr bau- und energieaufwendig und damit kostenintensiv. Außerdem wird auf diese Weise gleichzeitig aus dem Gebäude Wärme mit abgezogen, und bei Verwendung großformatiger Lüfter entsteht eine nicht unbeachtliche Geräuschbelästigung.

Zur Verhinderung der Diffusion ist es bekannt, einen hohen Diffusionswiderstand zu errichten. Durch geeignete Materialien kann das Diffundieren des Radongases verringert bis verhindert werden. Entsprechende Materialien wurden getestet.

Dieses Verfahren ist im Prinzip das gleiche wie der Aufbau einer Sperrschicht, wobei zu unterscheiden ist, daß zum Verhindern des geringen statischen Druckes schon einfache Folien geringer Dicke genügen können, während gegen das Diffundieren die Materialeigenschaften gegenüber den Radonatomten vorherrschend sind. Dieses ist jedoch wesentlich aufwendiger.

Weiterhin wird durch Verdünnen des Radongases vor dem Eintritt der Luft in das Gebäude die Radongefahr gemindert.

Hierbei ist es bekannt, unter dem Gebäude einen offenen Kriechraum anzuordnen, durch den die Luft der freien Atmosphäre ungehindert streichen kann.

Eine andere Form ist, wenn unter dem Gebäude ein besonders gestalteter Hohlraum geschaffen wird, durch den Außenluft gesaugt wird. Dieses Verfahren verhindert aber nicht, daß die geringeren Radonkonzentrationen nach wie vor gemäß der noch anstehenden Luftdruckdifferenzen in das Gebäude eindringen können. Mit den steigenden Anforderungen an den Umweltschutz ist es aber auch erforderlich, das Eindringen von gefährlichen Stoffen aus Bauwerken in den Baugrund zu verhindern.

So ist es bekannt, daß bei Ablagerungen von radioaktiven Materialien Radon in den Baugrund vor allem diffundiert. Auch gegen das Eindringen anderer gefährlicher Gase, wie leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, ist es erforderlich, den Baugrund zu schützen.

Derartige Stoffe wurden vielfach ohne besondere Sicherheitsvorkehrungen gelagert. Es ist aber auch bekannt, wie gegen das Eindringen von Radon durch Konvektion, in Bauwerken Sperrsysteme aus Folien, gut verdichteten Beton oder ähnlich wirkende Materialien vorzusehen. Dabei treten aber die gleichen Nachteile wie beim Abdichten gegen das Eindringen von Radon aus dem Baugrund auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutz von Bauwerken gegen Eindringen gefährlicher Gase, insbesondere Radon, aus dem Baugrund, wobei zwischen dem Baugrund und dem Innenraum des Bauwerkes ein aus mehreren horizontalen Schichten bestehendes Sperrsystem aufgebaut wird, welches seitlich durch vertikale Wände des Bauwerkes begrenzt ist, zu schaffen, wodurch es möglich ist, das gesamte Bauwerk oder Teile desselben gegen das Eindringen gefährlicher Gase durch Konvektion und/oder Diffusion zu sichern, wobei das Sperrsystem oberhalb der Trennebene zwischen Baugrund und Bauwerk angeordnet ist. Die Aufgabe besteht weiterhin darin, ein Eindringen von Gasen aus dem Bauwerk in den Baugrund zu verhindern.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in eine zwischen den Durchtritt von Luft und Gasen hemmenden Schichten liegende Zwischenschicht Luft eingeführt und ein zum Umgebungsdruck unterschiedlicher Luftdruck aufgebaut wird, wobei die eingeführte Luft die Zwischenschicht durchströmt und aus dieser wieder austritt und dabei in diese Zwischenschicht eingedrungene schädliche Gase aus dem Bauwerk herausgeführt werden.

Der Luftdruck in der Zwischenschicht kann als ein Überdruck, aber auch als ein Unterdruck aufgebaut sein.

Hierbei kann die die Zwischenschicht durchströmende Luft die aus dem Bauwerk in die Zwischenschicht eingedrungeenen schädlichen Gase aus dem Bauwerk mit herausführen. Damit wird gleichzeitig ein Eindringen von gefährlichen Stoffen

aus dem Bauwerk in den Baugrund verhindert, wodurch den Anforderungen des Umweltschutzes entsprochen wird.

In weiterer Ausbildung umfaßt die erfindungsgemäße Lösung eine Vorrichtung mit einem Sperrsystem, welches aus einer oder mehreren Sperrschichten besteht, wobei in einer Sperrschicht zwischen zwei den Luft- und Gasdurchtritt hemmenden Schichten eine einen zum Umgebungsdruck unterschiedlichen Luftdruck aufweisende, luftführende Zwischenschicht angeordnet ist, die wenigstens mit einer druckregulierbaren Luftleitung verbunden ist.

Dabei ist es möglich, daß über die Luftleitung ein Überdruck oder ein Unterdruck in der Zwischenschicht erzeugbar ist. Wenn die Luftleitung als eine Überdruckleitung ausgebildet ist, ist es zweckmäßig, in der Zwischenschicht eine Abluftleitung anzuordnen, welche die Zwischenschicht mit dem Raum außerhalb des Gebäudes verbindet und dabei einen höheren Luftwiderstand als die die Luft zuführende Luftleitung aufweist.

Zwecks einer sicheren Verteilung der Luft innerhalb der Zwischenschicht kann die druckregulierte Luftleitung mit einer innerhalb der Zwischenschicht entlang geführten sowie Luftaustrittsöffnungen aufweisenden Rohrleitung verbunden sein.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß in der luftführenden Zwischenschicht die luft- und gasdurchtrittshemmenden Schichten miteinander verbindende Stege, welche der Luftzirkulation dienende Unterbrechungen aufweisen, angeordnet sind.

In Gebäuden, insbesondere in Wohnhäusern, kann die untere, den Luft- und Gasdurchtritt hemmende Schicht als auf dem Baugrund aufliegende Sauberkeitsschicht und die obere Schicht als der unterste Fußboden im Bauwerk ausgebildet sein.

Zur Ausbildung von mehreren Sperrschichten können zwischen der Sauberkeitsschicht und der Fußbodenschicht weitere Schichten angeordnet sein, die jeweils durch eine Zwischenschicht voneinander getrennt sind.

Vorteilhaft ist es, wenn in den übereinanderliegenden Zwischenschichten unterschiedliche Druckverhältnisse bestehen, wobei diese jedoch jeweils einen unterschiedlichen Druck im Vergleich zum Umgebungsdruck aufweisen.

Bei einer derartigen Ausbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist es möglich, daß die aus dem Baugrund in die Zwischenschicht eingedrungenen schädlichen Gase bzw. die aus dem Bauwerk in diese eingedrungenen Gase über unterschiedliche luftführende Zwischenschichten herausgeführt werden.

Zur Vermeidung der Bildung von Kondensat in der Zwischenschicht ist es zweckmäßig, in der Luftleitung eine Einrichtung zum Trocknen der Luft

anzuordnen.

Dieses ist weiterhin vorteilhaft, wenn die eindringenden schädlichen Gase einen hohen Feuchtigkeitsanteil aufweisen.

Zur weiteren Erhöhung des Schutzes, auch bei unterschiedlichen Anforderungen an das Bauwerk sowie unterschiedlicher Gestaltung desselben und wechselnden Umweltbedingungen, besteht eine weitere Ausgestaltung der Erfindung darin, daß auf der oberen und/oder unteren Seite des luftführenden Abschnittes der Zwischenschicht eine horizontale Begrenzungsschicht erhöhter Dichtigkeit angeordnet ist.

Eine bevorzugte Lösung besteht dabei darin, daß die Zwischenschicht als ein Luftkanal ausgebildet ist, dessen obere und untere Seite durch die Begrenzungsschicht gebildet ist.

Zur Schaffung eines Wärmeverluste senkenden Fußbodens und gleichzeitig zur weitgehenden Verhinderung von Kondensatbildung in der Zwischenschicht ist es vorteilhaft, wenn der Luftkanal den oberen Teil der Zwischenschicht bildet und an der oberen, den Luft- und Gasdurchtritt hemmenden Schicht anliegt und der untere Teil der Zwischenschicht als eine Wärmedämmung ausgebildet ist, die an der unteren hemmenden Schicht anliegt.

Eine kostensenkende Lösung besteht darin, daß der Luftkanal und die Wärmedämmung einen Abschnitt bilden, wobei in dem Luftkanal wärmedämmendes, luftdurchlässiges Material angeordnet ist und die obere und untere Begrenzungsschicht an deren Außenseite angeordnet ist.

Für Wohnhäuser ist dabei eine Lösung besonders geeignet, bei der in der Zwischenschicht eine Fußbodenheizung angeordnet ist.

Zur Erhöhung der Stabilität des Fußbodens ist es zweckmäßig, wenn im wesentlichen in vertikaler Richtung Kräfte aufnehmende Stege in der Zwischenschicht angeordnet sind.

Eine bevorzugte Lösung zur Bildung des Luftkanals besteht darin, daß die Stege mit einer der Begrenzungsschichten oder mit beiden Begrenzungsschichten fest verbunden sind.

Für eine kostengünstige Fertigung des Sperrsystems ist es zweckmäßig, daß der Luftkanal aus einer oder mehreren ausrollbaren Plastfolien gebildet ist. Durch den Einsatz vorgefertigter Teile werden die Montagezeiten verringert.

Zur Erreichung eines ausreichenden Schutzes ist es wichtig, durch die Luftströmung alle Bereiche der Zwischenschicht zu erfassen. Hierzu ist es zweckmäßig, daß in dem als Luftkanal ausgebildeten Abschnitt der Zwischenschicht zur Luftführung dienende Leitstege angeordnet sind.

Zur weiteren Intensivierung des Schutzes durch die Sperrschicht dient es, wenn die Begrenzungsschichten in die vertikalen Wände des Bauwerkes fortgeführt sind. Hierbei können die Be-

begrenzungsschichten zwischen Fundament und Mauer als horizontale Sperrschicht angeordnet sein.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß die Begrenzungsschichten horizontal in die an die Sperrschicht angrenzende Mauer eingebunden sind, wobei eine Distanzschicht vorgesehen ist und ein Sichtschutz in Form einer Fußbodenleiste angeordnet ist. Eine derartige Lösung ist besonders für einen nachträglichen Einbau geeignet.

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung so gestaltet, daß in einem Bauwerk, welches mehrere auf dem Baugrund angeordnete sowie durch Mauern getrennte Räume aufweist, mindestens bei zwei Räumen zwischen diesen und dem Baugrund ein Sperrsystem angeordnet ist, wobei bei allen Räumen, die mit der Sperrschicht versehen sind, deren luftleitende Zwischenschichten untereinander über Luftleitungen verbunden sind und eine gemeinsame, zentrale Luftzuführung über eine Luftleitung aufweisen.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung besteht darin, daß zur Verbindung der Sperrschichten der einzelnen Räume über die Luftleitung ein Anschlußstutzen aus der Zwischenschicht vertikal nach oben über den Fußboden geleitet ist, eine horizontale Verbindung durch die Mauer erfolgt und dann über einen zweiten Anschlußstutzen die Luftleitung vertikal nach unten in die Zwischenschicht der Sperrschicht des nächsten Raumes geführt ist, wobei an dem oberhalb des Fußbodens liegenden Teil der Luftleitung eine Kontrolleinrichtung zur Kontrolle des Gehaltes an gefährlichen Gasen in der Zwischenschicht unter den einzelnen Räumen angeordnet ist.

Zur Sicherung eines wirtschaftlichen Betriebes der Vorrichtung ist es vorteilhaft, wenn in der luftführenden Zwischenschicht der einzelnen Räume Leitstege angeordnet sind, durch welche die Luft von dem Lufteintritt unter allen Sperrschichten aufweisenden Räumen entlangeleitet ist sowie über die die Räume untereinander verbindenden Luftleitungen ein Kreislauf zum Lufteintritt zurückgeleitet ist.

Zweckmäßig ist es, wenn die Luftleitung am Lufteintritt und im Bereich des im Kreislauf zurückgeführten Abschnittes der Luftleitung eine Steuervorrichtung aufweist, welche einen Lufttrockner für die eintretende Luft, eine Kontrolleinrichtung zur Kontrolle des Gehaltes der im Kreislauf strömenden Luft an gefährlichen Gasen, eine Pumpe mit Druck- oder Saugwirkung für die Luftzirkulation sowie ein Rückschlagventil und einen den Luftaustritt sowie die Pumpe steuernden Druckbegrenzer aufweist.

Zur Erreichung eines optimalen Schutzes ist es zweckmäßig, wenn die Sperrsysteme unter den einzelnen Räumen unterschiedlich ausgebildet

sind, wobei das Sperrsystem zwischen dem Untergeschoß eines Bauwerkes, welches auf dem Baugrund angeordnet ist, den Aufbau eines Fußbodens aufweist, bei dem die untere, den Luft- und Gasaustritt hemmende Schicht als Unterbeton ausgebildet ist und die obere hemmende Schicht den Estrich des Fußbodens bildet, auf dem eine Nutzschicht angeordnet ist und zwischen den Schichten eine luftführende Zwischenschicht relativ geringer Höhe angeordnet ist und das Sperrsystem, bei dem zwischen Untergeschoß und Baugrund ein Keller angeordnet ist, so ausgebildet ist, daß der Fußboden des Kellers die untere hemmende Schicht und die Decke des Kellers die obere hemmende Schicht und der Kellerraum selbst die luftführende Zwischenschicht bildet, wobei die einen unterschiedlichen Aufbau aufweisenden Sperrsysteme durch eine luftführende Verbindung miteinander verbunden sind und der Luftdruck in der Zwischenschicht des als Fußboden ausgebildeten Sperrsystems höher als in dem als Keller ausgebildeten Sperrsystem ist und der Lufteintritt über die Luftleitung in das als Fußboden ausgebildete Sperrsystem mit höherem Druck erfolgt, so daß die Luft in das Sperrsystem niederen Luftdruckes abströmt und aus diesem austritt. Dabei kann in der als Kellerraum ausgebildeten Zwischenschicht eine mit der Atmosphäre verbundene Abluftleitung angeordnet sein.

Um den Schutz gegen das Eindringen schädlicher Gase in die Räume des Bauwerkes zu erhöhen, ist es zweckmäßig, daß die untere und/oder obere hemmende Schicht des Kellerraumes mit einer horizontalen Begrenzungsschicht höherer Dichte abgedeckt ist.

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: ein Bauwerk mit einem Sperrsystem zwischen Baugrund und dem Innenraum des Bauwerkes in schematischer Darstellung,
- Fig. 2: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer Sperrschicht im Schnitt,
- Fig. 3: die Vorderansicht der Vorrichtung mit zwei Sperrschichten im Schnitt,
- Fig. 4: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer Zwischenschicht mit luftführender Schicht oberhalb einer Wärmedämmung,
- Fig. 5: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer Zwischenschicht in Form einer luftführenden Wärmedämmschicht,
- Fig. 6: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer luftführenden Zwischenschicht mit eingebauter Fußbodenheizung,

- Fig. 7: die Draufsicht auf eine Zwischenschicht mit zwischen einem Luftein- und einem Luftauslaß angeordneten Leitstegen,
- Fig. 8: die Vorderansicht eines Luftkanals, 5
- Fig. 9: die Draufsicht auf den Luftkanal nach Fig. 8,
- Fig. 10: die Vorderansicht einer anderen Ausführungsform des Luftkanals,
- Fig. 11: die Draufsicht auf den Luftkanal nach Fig. 10, 10
- Fig. 12: die Vorderansicht eines Bauwerkes mit unterschiedlich ausgebildeten Sperrsystemen,
- Fig. 13: die Vorderansicht der Vorrichtung mit der Weiterführung der Begrenzungsschichten in das Mauerwerk, 15
- Fig. 14: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer anderen Ausführungsform der Weiterführung der Begrenzungsschichten in das Mauerwerk, 20
- Fig. 15: die Vorderansicht der Vorrichtung mit einer weiteren Ausführungsform der Weiterführung der Begrenzungsschichten in das Mauerwerk, 25
- Fig. 16: die Vorderansicht eines Bauwerkes mit eingebauter Vorrichtung,
- Fig. 17: die Draufsicht nach Fig. 16.

In Fig. 1 ist ein Bauwerk 2 in Form eines Hauses dargestellt, welches auf einem Baugrund 1 errichtet ist. Durch die Außentemperatur T_a sowie den äußeren Luftdruck p_a werden die Temperatur T_e im Baugrund 1 sowie der Gasdruck p_e der Gase, die im Porenvolumen des Erdreiches enthalten sind, beeinflusst. Diese wirken auf den Fußboden des Bauwerkes 2. Hierbei ergibt sich eine Strömung 17a im Erdreich. Wenn kein ausreichendes Sperrsystem 3 zwischen dem Baugrund 1 und Bauwerk 2 vorhanden ist, setzt sich eine Strömung 17b im Haus fort. Aufgrund der Innentemperatur T_i und dem Innendruck p_i steigen die durch das Erdreich in das Bauwerk 2 eindringenden Gase nach oben und verteilen sich über den Keller 4, das Untergeschoß 5 sowie das Obergeschoß 6 im gesamten Bauwerk 2.

Durch die in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellte Vorrichtung wird ein ausreichender Schutz gegen ein Eindringen von Gasen in das Bauwerk 2 gewährleistet. Sie verhindert natürlich auch gleichzeitig ein Eindringen von Gasen, insbesondere durch Diffusion, in den Baugrund.

In Fig. 2 ist eine Vorrichtung mit einer Sperrschicht gezeigt. Diese ist in der Trennebene zwischen dem Baugrund 1 und dem untersten Raum des Bauwerkes 2, im vorliegenden Fall dem Keller 4, angeordnet. Dabei kann natürlich auch der unterste Raum ein Wohnraum oder ein anderer nutzbarer Raum sein.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist die Trennschicht oberhalb des Fundamentes 7 durch eine Mauer 8 des Hauses begrenzt. Die Sperrschicht weist eine untere Schicht 9 auf, welche als eine, den Luft- und Gasdurchtritt hemmende Schicht 9 ausgebildet ist. Im vorliegenden Fall ist sie die auf dem Baugrund 1 aufliegende Sauberkeitsschicht und besteht aus Beton. Weiterhin ist eine obere, den Luft- und Gasdurchtritt hemmende Schicht 10 ausgebildet, welche gleichzeitig den Fußboden des darüberliegenden Kellers 4 bildet. Zwischen diesen beiden Schichten 9; 10 ist eine luftführende Zwischenschicht 12 angeordnet. Der Luftdruck in dieser Zwischenschicht 12 ist unterschiedlich zum Umgebungsdruck. Dabei kann der Luftdruck größer als der Druck p_e im Baugrund 1 und der Innendruck p_i im Bauwerk 2 sein. Es ist aber auch möglich, daß er geringer als dieser ist und damit einen Unterdruck bildet.

Zur Regelung des Luftdruckes in der luftführenden Zwischenschicht 12 ist diese mit einer druckregulierbaren Luftleitung 13 verbunden. Die Druckregulierung erfolgt dabei zweckmäßigerweise über einen Druck- bzw. Sauglüfter, wobei dieser auch entsprechend einstellbar sein kann. Über diesen nicht dargestellten Lüfter wird Umgebungsluft in die Zwischenschicht 12 gedrückt oder aus dieser herausgesaugt. Da die Zwischenschicht 12 ein relativ geringes Luftvolumen aufweist, ist der Energieaufwand für die Belüftung relativ gering. Die Zwischenschicht 12 kann einen unterschiedlichen Aufbau erhalten, der entsprechend dem Verwendungszweck gestaltet werden kann. So ist es möglich, in die Zwischenschicht groben Kies anzuordnen, der eine gute Durchlüftung ermöglicht. Zur weiteren Verbesserung der Durchlüftung, insbesondere bei großen Flächen, wie beispielsweise in Lagerhallen, kann zusätzlich eine Rohrleitung 15 vorgesehen sein, welche mit der Luftleitung 13 verbunden ist und in der über Öffnungen die Luft an verschiedenen Stellen der Zwischenschicht 12 austritt (Fig. 2).

In dem Zwischenraum können aber auch ein Faservlies und in Verbindung damit mit Öffnungen versehene Stege 16 aus Beton angeordnet sein, wie dieses in Fig. 3 dargestellt ist.

Zur Gewährleistung einer umfassenden Belüftung können in der Mauer 8 Abluftleitungen 14 vorgesehen sein, durch die besonders bei Überdruck die Luft austritt. Dabei ist es möglich, diese Luft nach oben in die Atmosphäre zu führen, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Eine Erhöhung der Sperrwirkung ist erreichbar, wenn mehrere Sperrschichten übereinander angeordnet sind. Hierbei ist zwischen den äußeren Schichten 9; 10 eine weitere Schicht 11 vorgesehen, die den Luft- und Gasdurchtritt hemmt. Diese Schichten 9; 10; 11 umschließen dann zwei voneinander getrennte, luftdurchleitende Zwischenschichten 12. Deren Aufbau entspricht

dann der anhand der Fig. 2 näher beschriebenen Zwischenschicht 12.

Durch die erfindungsgemäße Lösung wird erreicht, daß die Schichten 9; 10; 11 den Luft- und Gasdurchtritt zwar hemmen, aber nicht vollständig unterbinden müssen. Dieses ist auch praktisch nicht möglich, da insbesondere in älteren Gebäuden die Fußböden in der Regel Risse aufweisen und auch porös werden. Dieses tritt besonders auch deshalb auf, da in Böden, in denen gefährliche Gase wie Radon vorhanden sind, auch Verschiebungen auftreten, die Spannungsrisse in den Gebäuden hervorrufen.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung der luftführenden Schicht 12 und die Schaffung einer Druckdifferenz zum Umgebungsdruck in dieser wird bei Undichtigkeiten in der angrenzenden Schicht erreicht, daß bei Luftüberdruck weitestgehend radonarme Luft aus dem Gebäude oder vom Freien sowohl in das Erdreich als auch in den Keller 4 gedrückt wird und bei Luftunterdruck radonreiche Luft aus dem Erdreich sowie radonarme Luft aus dem Keller 4 in die Zwischenschicht 12 gesogen wird.

In beiden Fällen ist es somit nicht möglich, daß radonhaltige Luft aus dem Baugrund 1 in den Keller 4 einströmen kann.

Durch das Ein- und Ausströmen der Luft aus der Zwischenschicht 12 wird ein Luftstrom erzeugt, der das durch Diffusion eintretende Radon aus der Zwischenschicht 12 nach außen abführt.

Ein bauphysikalisches Problem kann darin bestehen, wenn sich innerhalb der Schicht Kondenswasser bilden kann. Das wird dann möglich, wenn die in die Schicht einströmende Luft wärmer ist als die Temperatur der angrenzenden Materialien und wenn die Luftströmung zu gering ist, um Kondensate abzutransportieren. Dieses wird vermieden, wenn in der Luftleitung 13 eine Einrichtung zur Lufttrocknung vorgesehen ist.

Die erfindungsgemäße Lösung kann bei zu sanierenden Gebäuden und bei Neubauten vorgesehen werden. Dabei kann die abzudichtende Fläche auch nur Teile eines Bauwerkes 2 umfassen. Dieses ist dann besonders vorteilhaft, wenn ein Gebäude abschnittsweise saniert wird, um beispielsweise einen zeitweiligen Auszug aus Wohnhäusern zu vermeiden.

Die erfindungsgemäße Lösung ist auch zum individuellen Schutz von Bauwerken 2 möglich, wo flächendeckende Maßnahmen, wie Radonbrunnen, vorgesehen sind. Damit wird ein zusätzlicher Schutz erreicht.

Es ist auch möglich, daß Sperrsystem 3 bei Bauwerken anzuordnen, die zur Lagerung bzw. Zwischenlagerung von radioaktiven Materialien, Sonderabfall oder Gefahrstoffen dienen. Hierbei können sich bildende Gase, wie beispielsweise Ra-

don oder leichtflüchtige halogenierte Kohlenstoffe, insbesondere durch Diffusion in das Sperrsystem 3 eindringen. Ein derartiges Eindringen wird dadurch begünstigt, wenn die Lagerflächen Undichtigkeiten aufweisen. Ein Eindringen in den Boden wird hierbei durch Abführung in der luftführenden Zwischenschicht verhindert. Hierfür sind die in den Fig. 2 und 3 dargestellten Sperrschichten ebenfalls gut geeignet.

Weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lösung sind nachfolgend dargestellt. Gegen einen Austausch von Gasen durch Konvektion und/oder Diffusion zwischen dem Inneren eines Bauwerkes 2 und dem Baugrund 1 entsteht ein ausreichender Schutz, wenn auf der oberen und/oder unteren Seite der Zwischenschicht 12 eine horizontale Begrenzungsschicht 21 angeordnet ist. Diese Begrenzungsschicht besitzt eine erhöhte Dichtigkeit. Eine bevorzugte Ausführungsform ist ihre Ausbildung aus einer Plastfolie. Diese Ausbildung ist auch besonders gut zum Schutz gegen Eindringen von gefährlichen Stoffen in den Baugrund geeignet.

Bei den Darlegungen wird auf die bekannten Baumaßnahmen zum Schutz gegen Feuchtigkeit und ähnliches nicht näher eingegangen.

In Fig. 4 ist die Anordnung der Vorrichtung in einem Fußboden mit einer Wärmedämmung 19 dargestellt. Die Sperrschicht weist dabei eine auf dem Baugrund angeordnete untere Schicht 9, welche durch den Unterbeton 18 gebildet ist, auf. Über dieser Schicht 9 ist die luftführende Zwischenschicht 12 angeordnet. Diese ist bei vorliegendem Ausführungsbeispiel zweiteilig ausgebildet. Auf dem Unterbeton 18 ist eine Wärmedämmung 19 aufgebracht. Darüber ist der eigentliche Luftkanal 25 angeordnet. Er besteht aus zwei dichten bzw. nahezu dichten Begrenzungsschichten 21, die durch Kraft aufnehmende Stege 16 im Abstand zueinander gehalten sind, so daß die über die Luftleitung 13 (nicht dargestellt) zugeführte Luft diesen durchströmen kann.

In Fig. 8 bis 11 sind mögliche Ausführungsformen des Luftkanals 25 dargestellt. Über diesem Luftkanal 25 ist der Estrich 22 des Fußbodens angeordnet, der die obere, den Luft- und Gasdurchtritt hemmende Schicht 10 der Sperrschicht bildet. Auf dem Estrich 22 ist in an sich bekannter Weise die Nutzschicht 23 des Fußbodens aufgebracht. Bei diesem Aufbau des Sperrsystems 3 liegt der Luftkanal 25 als luftführender Teil der Zwischenschicht 12 über der Wärmedämmung 19 im Inneren des Bauwerkes 2. Damit ist die Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur im Bauwerk 2 und der den Luftkanal 25 durchströmenden Luft geringer als bei einer Anordnung des Luftkanals 25 zwischen Wärmedämmung 19 und Unterbeton 18. Die Gefahr der Kondenswasserbildung

wird damit verringert. Dieses ist besonders vorteilhaft, wenn die Luft in der Zwischenschicht 12 einen Überdruck aufweist.

In Fig. 5 ist ein weiteres Beispiel der Anordnung der Vorrichtung in einem Fußboden dargestellt. Die Ausführung entspricht im wesentlichen dem Aufbau nach Fig. 4. Dabei bildet jedoch in der Zwischenschicht 12 die Wärmedämmung 19 selbst die luftführende Schicht. Dadurch entfällt der Einbau eines zusätzlichen Luftkanals 25, wodurch die Baukosten gesenkt werden können. Die Wärmedämmung 19 ist oben und unten zur Bildung des Sog- und Druckraumes durch Begrenzungsschichten 21 eingehüllt. Das Dämmmaterial kann aber auch selbst unten oder/und oben so dicht sein, daß es die Begrenzungsschichten 21 aus ihrem Material bildet. Weiterhin ist es möglich, in der Wärmedämmung Stege 16 anzuordnen, um die Festigkeit des Fußbodenaufbaus zu erhöhen.

Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 6 dargestellt. Diese ist besonders für Wohnhäuser geeignet. Der grundsätzliche Aufbau entspricht dem, wie er anhand der Fig. 4 beschrieben wurde. Die Zwischenschicht 12 weist hierbei ebenfalls einen oberhalb der Wärmedämmung 19 angeordneten Luftkanal 25 auf. In diesen Luftkanal 25 ist eine an sich bekannte Fußbodenheizung 24 eingebaut. Damit wird nicht nur der Wohnkomfort erhöht, sondern es wird gleichzeitig durch die höhere Temperatur des Fußbodens erreicht, daß sich kein Kondenswasser bilden kann. Die untere Schicht 9 und die obere Schicht 10 weisen dabei den gleichen Aufbau, wie in Fig. 4 beschrieben, auf. Es ist hier ebenfalls eine obere Nutzschicht 23 angeordnet.

Es ist auch möglich, die Fußbodenheizung 24 unmittelbar in der Wärmedämmung 19 anzuordnen, wenn diese wie in Fig. 5 gleichzeitig die luftführende Schicht bildet. Dabei muß die Anordnung so erfolgen, daß die Abstrahlung der Fußbodenheizung 24 in das Innere des Bauwerkes 2 gewährleistet ist.

In Fig. 7 ist ein durch die Mauern 8 begrenzter Raum dargestellt. In diesem liegen die Luftleitungen 13 zur Luftzu- und Luftabführung in die Zwischenschicht 12 diagonal einander gegenüber. In dem Raum sind Leitstege 25 quer zur Strömungsrichtung der Luft zwischen den Luftleitungen 13 angeordnet. Hiermit wird es möglich, daß durch die durchströmende Luft alle Bereiche des Raumes gleichmäßig erreicht werden, so daß "tote Ecken", in denen sich Gaskonzentrationen bilden können, vermieden werden. Diese Leitstege 26 können mit den Begrenzungsschichten 21 fest verbunden sein, so daß sie gleichzeitig die Funktion der Stege 16 erfüllen, als Stützelemente zur Sicherung der ausreichenden Festigkeit des Fußbodens zu dienen.

Es sind auch hier Kombinationen möglich, indem ein Teil der Leitstege 26 als Stützelemente

wie die Stege 16 dient, während ein weiterer Teil ausschließlich seine Funktion als Leitstege 26 erfüllt. Die letzteren, als Strömungsbarrieren ausgebildeten Elemente können dabei eine geringere Breite aufweisen, mit Unterbrechungen versehen und auch einseitig mit der oberen oder unteren Begrenzungsschicht 21 verbunden sein, während auf der gegenüberliegenden Seite ein Schlitz zum Durchströmen der Luft besteht.

In den Fig. 8 bis 11 ist eine spezielle Form der luftführenden Zwischenschicht 12 dargestellt, wie sie beispielsweise beim Aufbau eines Sperrsystems 3 nach Fig. 4 einsetzbar ist. Eine derartige Zwischenschicht 12 ist besonders für die Durchlüftung mit Druckluft geeignet. Sie kann natürlich auch als Unterdruck führende Zwischenschicht 12 eingesetzt sein. Bei der in Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsform ist diese Zwischenschicht 12 zweilagig ausgebildet. Bei dieser Ausführung ist die untere Begrenzungsschicht als eine flache Bahn ausgebildet, welche auf dem vorbereiteten Untergrund, beispielsweise die Schicht 9 als Unterbeton 18, oder einer Wärmedämmung 19 ausgerollt wird. Bei anderen Bauwerken 2, wie Lagerhallen, kann diese Begrenzungsschicht auch unmittelbar auf den Baugrund 1 aufgebracht werden. Auf diese untere Begrenzungsschicht 21 wird die obere Begrenzungsschicht 21 aufgebracht, die ebenfalls als eine Flachbahn, allerdings mit Stegen 16, beispielsweise in Form von Noppen, versehen, ausgebildet sein kann. Damit wird der Luftkanal 25 für die Luftströmung ausgebildet. Es ist natürlich auch möglich, in diesem Luftkanal Leitstege 26 (Fig. 7) vorzusehen. Auch ist es möglich, die mit Stegen 16 versehene Bahn als untere Begrenzungsschicht 21 und die Flachbahn als obere Begrenzungsschicht 21 vorzusehen.

In den Fig. 10 und 11 ist die Zwischenschicht 12 als einlagige Bahn ausgebildet. Dabei sind die obere und die untere Begrenzungsschicht 21 mit den die Höhe des Luftkanals 25 bestimmenden Stegen 16 verbunden.

Die in den Fig. 8 bis 11 dargestellten Zwischenschichten 12 werden vorzugsweise durch industriell vorgefertigte Plastfolien gebildet. Der Einsatz von Plaste als Begrenzungsschicht 21 gewährleistet eine gute Dichtheit. Weiterhin wird die Montage des Sperrsystems durch den Einsatz der vorgefertigten Plastfolien, insbesondere bei dem Einsatz einer einlagigen Plastfolie, vereinfacht. Dagegen ist bei einer zweilagigen Zwischenschicht 12 möglich, in den Luftkanal 25 zusätzliche Elemente, wie Leitstege 16 oder Festigkeitsträger aus Beton oder Stahl, einzusetzen. Es ist natürlich auch möglich, auf die Schicht 9 aus Unterbeton 18 lediglich eine mit Stegen 16 versehene obere Begrenzungsschicht 21 aus Plaste aufzubringen.

Bei einer Abdichtung zur Vermeidung des Eindringens gefährlicher Gase in den Baugrund aus gelagerten gefährlichen Materialien ist es zweckmäßig, den Luftkanal 25 entsprechend der in Fig. 10 und 11 dargestellten Form auszubilden.

In einem Bauwerk 2 kann die erfindungsgemäße Vorrichtung so ausgebildet sein, daß die Sperrsysteme 3 zum Schutz gegen das Eindringen gefährlicher Gase, insbesondere Radon, unterschiedlich ausgebildet sein können. In Fig. 12 ist dieses an einem teilunterkellerten Gebäude dargestellt. Bei einem derartigen Bauwerk sind auf Fundamenten 7 die Mauern 8 angeordnet, wobei im rechten Teil des Gebäudes das Untergeschoß 5 direkt über dem Baugrund 1 liegt, während im linken Teil zwischen Untergeschoß 5 und Baugrund 1 sich ein Keller 4 befindet. Der nichtunterkellerte Bereich erhält ein Sperrsystem 3 in einer normalen, möglichst dünnen Schicht in einem vorbeschriebenen Aufbau. Der unterkellerte Bereich wird jedoch als vertikal weit auseinandergezogenes Sperrsystem 3 ausgebildet. Dabei bildet der Fußboden des Kellers 4 die untere Schicht 9 und seine Decke die obere Schicht 10.

Bei einer derartigen Ausbildung ist es erforderlich, daß diese Schichten 9; 10 sowie die vertikalen Mauern 8 im Kellerbereich weitestgehend abgedichtet sind, damit sich der Keller 4 als eine stark vergrößerte Druck- bzw. Saugschicht ausbilden kann. Hierbei ist es zweckmäßig, an mindestens einer Schicht 9; 10 eine Begrenzungsschicht 21 vorzusehen. Wenn mit Überdruck gearbeitet wird, wie in Fig. 12 dargestellt, wird die Luft über eine Luftleitung 13 in den nicht unterkellerten Fußbodenteil zwischen Untergeschoß 5 und Baugrund 1 eingeleitet. Diese durchströmt die Zwischenschicht 12 des Sperrsystems 3 und tritt über eine Verbindung 28 in den Keller 4 ein. Dieser Strömungsverlauf ist gesichert, da wegen des größeren Volumens und der dort ebenfalls in größerem Maße vorhandenen Leckagen der Druck geringer ist als in dem Sperrsystem 3 zwischen Untergeschoß 5 und Baugrund 1. Dieses ist auch vorteilhaft, wenn der Überdruck sich in den Baugrund 2 unter dem Keller 4 ausbreitet. In der Mauer 8 des Kellers 4 oberhalb des Baugrundes 1 ist zweckmäßigerweise eine Abluftleitung 14 in die Atmosphäre vorgesehen. Eine derartige Lösung ist dann besonders vorteilhaft, wenn der Keller 4 nicht für den häufigen Aufenthalt von Personen, sondern beispielsweise für technische Einrichtungen dient. Hierbei ist es dann zweckmäßig, die obere Begrenzungsschicht 21 als Plastebahnen auszubilden.

Zur weiteren Verbesserung des Schutzes von Bauwerken 1 gegen das Eindringen gefährlicher Gase können die Begrenzungsschichten 21 in den Bereich zwischen Fundament 7 und Mauer 8 (Fig. 13) oder in die Mauer 8 (Fig. 14 und 15) geführt

werden.

Bei dem in Fig. 13 dargestellten Beispiel bilden die Begrenzungsschichten 21 gleichzeitig die horizontale Sperrung gegen aufsteigende Feuchtigkeit. Dieses ist besonders für äußere Mauern 8 geeignet. Dafür sind besonders Begrenzungsschichten 21 aus Plaste geeignet. Dabei kann diese Sperrung mit an sich bekannten Mitteln kombiniert werden.

Bei dem Beispiel nach Fig. 14 sind die Begrenzungsschichten 21 in die anliegende Mauer 8 eingebunden. Dabei kann eine Distanzschicht 20 vorgesehen und als Sichtschutz nach innen eine Fußbodenleiste 29 vorgesehen sein. Diese Ausführungsform ist besonders auch für einen nachträglichen Einbau eines Sperrsystems 3 in ein Bauwerk 1, beispielsweise ein Wohnhaus, geeignet. Dabei kann die untere Schicht 9 nicht nur aus Unterbeton 18 bestehen, sondern bereits einen mehrlagigen Fußbodenaufbau besitzen.

In Fig. 15 ist eine weitere Ausführungsmöglichkeit dargestellt. Hierbei ist zwischen den Begrenzungsschichten 21 ein Spalt 30 vorgesehen, so daß bei einem Überdruck in dem Luftkanal 25 dieser sich in die Mauer 8 fortsetzt und aufsteigendem Radon entgegenwirkt und über diesen nach außen abgeleitet wird.

Wenn dagegen in dem Luftkanal 25 ein Unterdruck vorhanden ist, dann wird aufsteigendes Radon über diesen durch den Luftkanal 25 abgesaugt.

In den Fig. 16 und 17 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung dargestellt, die ein Bauwerk 2 mit mehreren Räumen gegen das Eindringen der gefährlichen Gase, insbesondere Radon, schützt. Dabei ist zwischen allen Räumen des Bauwerkes 2 und dem Baugrund 1 ein aus mehreren horizontalen Schichten bestehendes Sperrsystem 3 aufgebaut, wie es vorstehend beschrieben ist. Hierbei sind die luftführenden Zwischenschichten 12 dieser Sperrsysteme 3 über Luftleitungen 13 untereinander verbunden sowie an eine gemeinsame Steuervorrichtung der Luftzuführung angeschlossen.

In der luftführenden Zwischenschicht 12 sind Leitstege 26, wie in Fig. 17 dargestellt (vergl. hierzu auch die Ausführungen zu Fig. 7), angeordnet. Damit ist es möglich, den Luftstrom in vorbestimmte Bahnen mit einer berechneten Geschwindigkeit strömen zu lassen. Die Anordnung und der Aufbau der Leitstege 26 kann dabei sehr vielgestaltig sein, so daß beliebig geformte Grundrisse durchströmt und auch die Luft wieder zum Ausgangspunkt zurückgeleitet werden kann. Über die durch die Leitstege 26 geformten Bahnen kann die Luft gleichzeitig von Raum zu Raum geleitet werden. Über die Luftleitungen 13 kann dabei die Luft über einen Anschlußstutzen nach oben, mit einem kurzen Rohr durch die Wand in den Nachbarraum und dann wieder in den Fußboden nach unten in die luftführende Zwischenschicht 12 geleitet werden. In die-

ses kurze Rohrverbindungsstück der Luftleitung 13 können zwei Kontrollanschlüsse und ein Absperrhahn eingebaut werden, damit die Räume jeweils einzeln für Prüfzwecke abgetrennt werden können.

Hierbei ist es möglich, wie in Fig. 16 und 17 dargestellt, daß die Luft am Ende nicht sofort nach außen, beispielsweise über ein Steigerrohr und über den Dachraum, sondern an den Ausgangspunkt in der Steuervorrichtung zurückgeführt wird.

Eine derartige Steuervorrichtung kann einen Lufttrockner 31, eine Kontrolleinrichtung 32, eine Pumpe 33, ein Rückschlagventil 34 und einen Druckbegrenzer 35 aufweisen.

Mit einer derartigen Steuervorrichtung ist es möglich, die Menge und die Geschwindigkeit des Luftdurchsatzes den Bedingungen anzupassen und damit einen wirtschaftlichen Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu gewährleisten.

Die Konzentration von Radon im Baugrund 1 ist abhängig von den Umweltbedingungen. Sie ist beispielsweise abhängig von meteorologischen Luftdruckveränderungen.

So ist es bekannt, daß infolge der barometrischen Luftdruckveränderungen in der Außenluft sich auch zeitlich verschoben der Luftdruck der Gase, die im Porenvolumen des Erdreiches enthalten sind, verändert.

Folgt auf hohen Luftdruck eine Periode niedrigen Luftdruckes, so entspannt sich die in der Erde enthaltene Luft. Sie strömt zum Beispiel unmittelbar durch Risse und Spalten in die luftführende Zwischenschicht 12 des Sperrsystems 3.

Umgedreht, wenn ein Hochdruckgebiet einem Tiefdruckgebiet folgt, wird die Luft aus dem Wohnraum in Richtung des Baugrundes 1 nachgedrückt. In dieser Zeit kommt auf diesem Weg durch Konvektion kein Radon aus der Erde. Es dringt dann allein der Diffusionsanteil ein.

Bei einer derartigen Luftdruckveränderung ist es besonders wichtig, gelagerte Materialien zu überwachen, um ein Eindringen gefährlicher Gase in den Untergrund zu verhindern.

Weitere Einflußfaktoren sind die Luftbewegungen im Baugrund 1 oder auch die Beheizung von Gebäuden. Durch die Kontrolleinrichtung 32, beispielsweise in Form eines Aktivkohlefilters oder anderer Meßeinrichtungen, läßt sich die Radonkonzentration in der luftführenden Zwischenschicht 12 messen. Eine Lüfterzeugung ist erst dann erforderlich, wenn eine bestimmte Radonkonzentration oder eine Konzentration anderer schädlicher Gase entstanden ist. Damit können Pumpen 33 in Form von Saug-/Druckpumpen mit relativ geringer Leistung eingesetzt werden. Um eine Kondensatbildung in der Zwischenschicht 12 zu verhindern, ist es zweckmäßig, einen Lufttrockner 31 vorzusehen. Dieser kann beispielsweise als ein Sikkativ oder ein Peltierelement ausgebildet sein. Bei einem Kreis-

laufsystem in der Zwischenschicht 12 und damit einem geringen Luftdurchsatz verringert sich auch der Aufwand für die Lufttrocknung.

Die Pumpe 33 kann auch mit einem Windkessel verbunden sein. Dieser dient zur Aufnahme einer bestimmten Luftmenge, aus der dann die Luft abströmt. Hierdurch wird ein ständiges Arbeiten der Pumpe 33 vermieden.

Um einen sicheren Luftkreislauf zu gewährleisten, ist das Rückschlagventil 34 vorgesehen, welches ein Ausströmen der Luft bei ausgeschalteter Pumpe 33 verhindert. Über den Druckbegrenzer 35 ist die Einstellung des gewünschten Druckes in der luftführenden Zwischenschicht 12 möglich. Dabei kann insbesondere das Entstehen eines zu hohen Überdruckes vermieden werden.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird das Eindringen schädlicher Gase, insbesondere von Radon, aus dem Baugrund 1 in Bauwerke 2 vermieden.

Damit werden gesundheitsgefährdende Konzentrationen dieser Stoffe in Gebäuden vermieden. Der mögliche wirtschaftliche Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht damit die großflächige Sanierung derartiger umweltbelasteter Gebiete.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz von Bauwerken gegen Eindringen gefährlicher Gase, insbesondere Radon, aus dem Baugrund, wobei zwischen dem Baugrund und dem Innenraum des Bauwerkes ein aus mehreren horizontalen Schichten bestehendes Sperrsystem aufgebaut wird, welches seitlich durch vertikale Wände des Bauwerkes begrenzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in eine, zwischen den Durchtritt von Luft und Gasen hemmenden Schichten liegende Zwischenschicht Luft eingeführt und ein, zum Umgebungsdruck unterschiedlicher Luftdruck aufgebaut wird, wobei die eingeführte Luft die Zwischenschicht durchströmt und aus dieser wieder austritt und dabei in diese Zwischenschicht eingedrungene schädliche Gase aus dem Bauwerk (2) herausgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdruck in der Zwischenschicht als ein Überdruck aufgebaut wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdruck in der Zwischenschicht als ein Unterdruck aufgebaut wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Zwischenschicht durchströmende Luft die aus dem Bauwerk (2) in die

Zwischenschicht eingedrungenen schädlichen Gase aus dem Bauwerk (2) mit herausführt.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrsystem (3) aus einem oder mehreren Sperrschichten besteht, wobei in einer Sperrschicht zwischen zwei, den Luft- und Gasdurchtritt hemmenden Schichten (9; 10) eine, einen zum Umgebungsdruck unterschiedlichen Luftdruck aufweisende, luftführende Zwischenschicht (12) angeordnet ist, die wenigstens mit einer druckregulierbaren Luftleitung (13) verbunden ist. 5
10
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß über die Luftleitung (13) ein Überdruck oder Unterdruck in der Zwischenschicht (12) erzeugbar ist. 15
20
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftleitung (13) als eine Überdruckleitung ausgebildet und in der Zwischenschicht (12) eine Abluftleitung (14) angeordnet ist, welche die Zwischenschicht (12) mit dem Raum außerhalb des Gebäudes verbindet und dabei einen höheren Luftwiderstand als die, die Luft zuführende Luftleitung (13) aufweist. 25
30
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftleitung (13) mit einer, mit Öffnungen versehenen und innerhalb der Zwischenschicht (12) entlang geführten Rohrleitung (15) verbunden ist, wobei in der Rohrleitung (15) Luftaustrittsöffnungen angeordnet sind. 35
40
9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der luftführenden Zwischenschicht (12) die luft- und gasdurchtrittshemmenden Schichten (9; 10) mit einander verbindenden Stegen (16), welche der Luftzirkulation dienende Unterbrechungen aufweisen, angeordnet sind. 45
50
10. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die untere, den Luft- und Gasdurchtritt hemmende Schicht (9), als auf dem Baugrund aufliegende Sauberkeitsschicht und die obere Schicht (10) als der unterste Fußboden im Bauwerk (2) ausgebildet sind. 55
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung von mehreren Sperrschichten zwischen der Sauberkeitsschicht und der Fußbodenschicht weitere Schichten (11) angeordnet sind, die jeweils

durch eine Zwischenschicht (12) voneinander getrennt sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß in den übereinanderliegenden Zwischenschichten (12) unterschiedliche Druckverhältnisse bestehen, wobei diese jedoch jeweils einen unterschiedlichen Druck im Vergleich zum Umgebungsdruck aufweisen.
13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der, der Zwischenschicht (12) Luft zuführenden Luftleitung (13) eine Einrichtung zum Trocknen dieser Luft angeordnet ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf der oberen und/oder unteren Seite des luftführenden Abschnittes der Zwischenschicht (12) eine horizontale Begrenzungsschicht (21) erhöhter Dichtigkeit angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (12) als ein Luftkanal (25) ausgebildet ist, dessen obere und untere Seite durch die Begrenzungsschicht (21) gebildet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkanal (25) den oberen Teil der Zwischenschicht (12) bildet und an der oberen, den Luft- und Gasdurchtritt hemmenden Schicht (10) anliegt und der untere Teil der Zwischenschicht (12) als eine Wärmedämmung (19) ausgebildet ist, die an der unteren hemmenden Schicht (9) anliegt.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkanal (25) und die Wärmedämmung (19) einen Abschnitt bilden, wobei in dem Luftkanal (25) wärmedämmendes, luftdurchlässiges Material angeordnet und die obere und untere Begrenzungsschicht (21) an deren Außenseite angeordnet ist.
18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zwischenschicht (12) eine Fußbodenheizung (24) angeordnet ist.
19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zwischenschicht (12) im wesentlichen in vertikaler Richtung Kräfte aufnehmende Stege (16) angeordnet sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung des Luftkanals (25) die Stege (16) mit einer der Begrenzungsschichten (21) oder mit beiden Begrenzungsschichten (21) fest verbunden sind. 5
21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftkanal (25) aus einer oder mehreren ausrollbaren Plastfolien gebildet ist. 10
22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß in dem als Luftkanal (25) ausgebildeten Abschnitt der Zwischenschicht (12) zur Luftführung dienende Leitstege (26) angeordnet sind. 15
23. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungsschichten (21) in die vertikalen Wände des Bauwerkes (2) fortgeführt sind. 20
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungsschichten (21) zwischen Fundament (7) und Mauer (8) als horizontale Sperrschicht angeordnet sind. 25
25. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungsschichten (21) horizontal in die an die Sperrschicht (3) angrenzende Mauer (8) eingebunden sind, wobei eine Distanzschicht (20) vorgesehen ist und ein Sichtschutz in Form einer Fußbodenleiste (29) angeordnet ist. 30
26. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Bauwerk (2), welches mehrere auf dem Baugrund (1) angeordnete sowie durch Mauern (8) getrennte Räume aufweist, mindestens bei zwei Räumen zwischen diesem und dem Baugrund (1) ein Sperrsystem (3) angeordnet ist, wobei bei allen Räumen, die mit der Sperrschicht (3) versehen sind, deren luftleitende Zwischenschichten (12) untereinander über Luftleitungen (13) verbunden sind und eine gemeinsame, zentrale Luftzuführung über eine Luftleitung (13) aufweisen. 35
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbindung der Sperrschichten (3) der einzelnen Räume über die Luftleitung (13) ein Anschlußstutzen aus der Zwischenschicht (12) vertikal nach oben über den Fußboden geleitet ist, eine horizontale Verbindung durch die Mauer (8) erfolgt und dann über einen zweiten Anschlußstutzen die Luftleitung (13) vertikal nach unten in die Zwischen- 40
- schicht (12) der Sperrschicht (3) des nächsten Raumes geführt ist, wobei an dem oberhalb des Fußbodens liegenden Teil der Luftleitung (13) eine Kontrolleinrichtung zur Kontrolle des Gehaltes an gefährlichen Gasen in der Zwischenschicht (12) unter den einzelnen Räumen angeordnet ist. 45
28. Vorrichtung nach Anspruch 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, daß in der luftführenden Zwischenschicht (12) der einzelnen Räume Leitstege (26) angeordnet sind, durch welche die Luft von dem Lufteintritt unter allen Sperrschichten (3) aufweisenden Räumen entlangeleitet sowie über die die Räume untereinander verbindenden Luftleitungen (13) im Kreislauf zum Lufteintritt zurückgeleitet ist. 50
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftleitung (13) am Lufteintritt und im Bereich des im Kreislauf zurückgeführten Abschnittes der Luftleitung eine Steuervorrichtung aufweist, welche einen Lufttrockner (31) für die eintretende Luft, eine Kontrolleinrichtung (32) zur Kontrolle des Gehaltes der im Kreislauf strömenden Luft an gefährlichen Gasen, eine Pumpe (33) mit Druck- oder Saugwirkung für die Luftzirkulation sowie ein Rückschlagventil (34) und einen den Luftaustritt sowie die Pumpe (33) steuernden Druckbegrenzer (35) aufweist. 55
30. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperrsysteme (3) unter den einzelnen Räumen unterschiedlich ausgebildet sind, wobei das Sperrsystem zwischen dem Untergeschoß (5) eines Bauwerkes (2), welches auf dem Baugrund (1) angeordnet ist, den Aufbau eines Fußbodens aufweist, bei dem die untere, den Luft- und Gasaustritt hemmende Schicht (9) als Unterbeton (18) ausgebildet ist und die obere hemmende Schicht (9) den Estrich (22) des Fußbodens bildet, auf dem eine Nutzschicht (23) angeordnet und zwischen den Schichten eine luftführende Zwischenschicht (12) relativ geringer Höhe angeordnet ist und das Sperrsystem (3) bei dem zwischen Untergeschoß (3) und Baugrund (1) ein Keller (4) angeordnet ist, so ausgebildet ist, daß der Fußboden des Kellers (4) die untere hemmende Schicht (9) und die Decke des Kellers (4) die obere hemmende Schicht (10) und der Kellerraum selbst die luftführende Zwischenschicht (12) bildet, wobei die einen unterschiedlichen Aufbau aufweisenden Sperrsysteme (3) durch eine luftführende Verbindung (28) miteinander verbunden sind und der Luftdruck in der Zwischenschicht (12) des als Fußboden

ausgebildeten Sperrsystems (3) höher als in dem als Keller ausgebildeten Sperrsystem (3) ist und der Lufteintritt über die Luftleitung (13) in das als Fußboden ausgebildete Sperrsystem (3) mit höherem Druck erfolgt, so daß die Luft in das Sperrsystem (3) niederen Luftdruckes abströmt und aus diesem austritt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

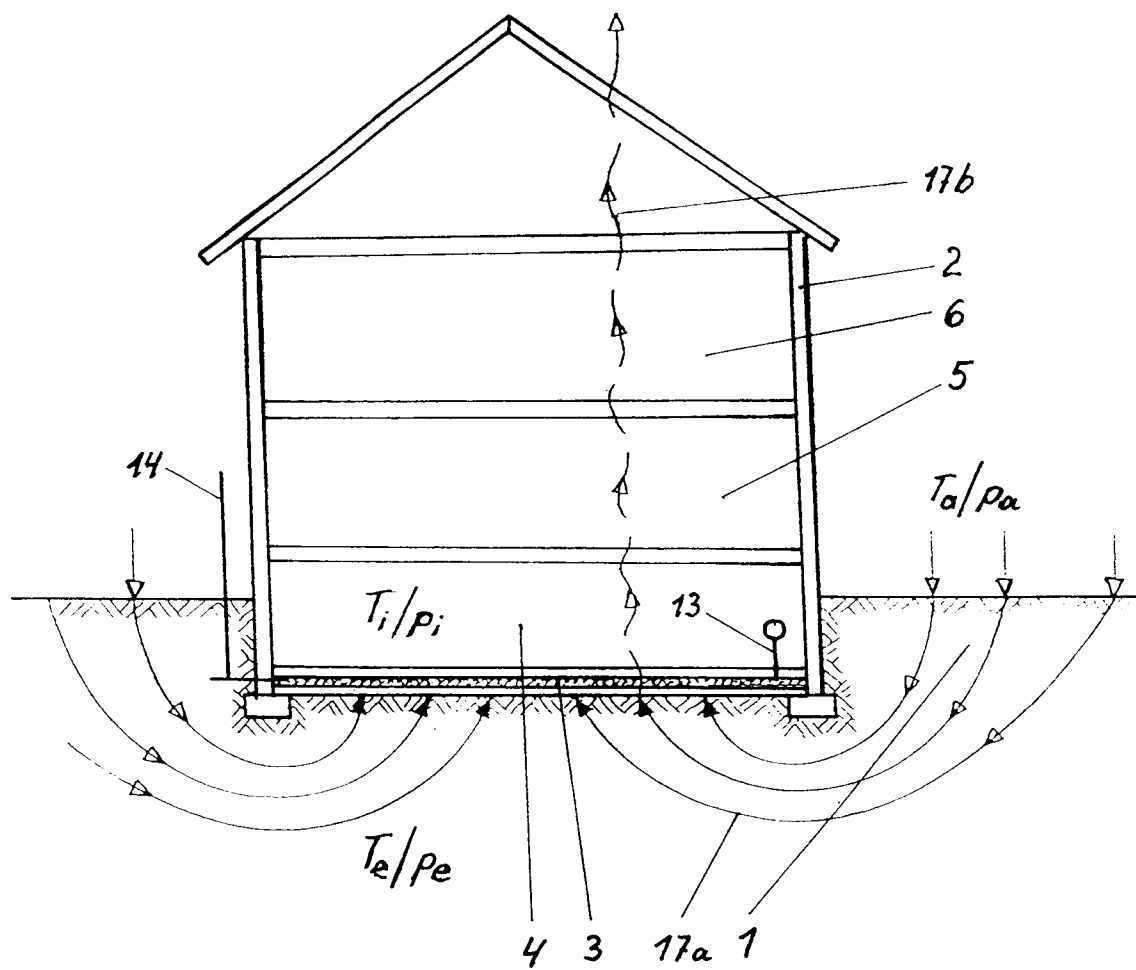


Fig. 1

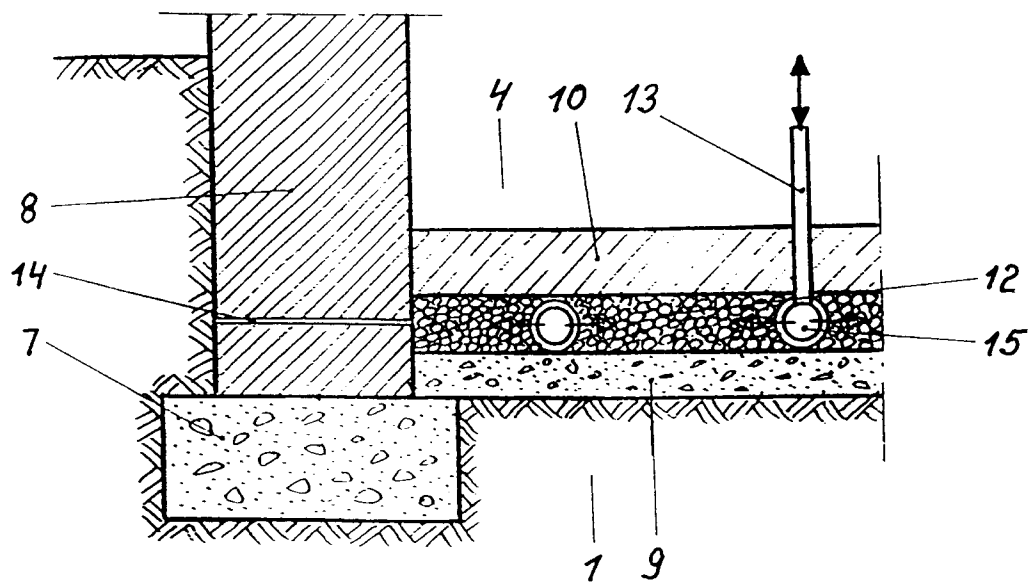


Fig. 2

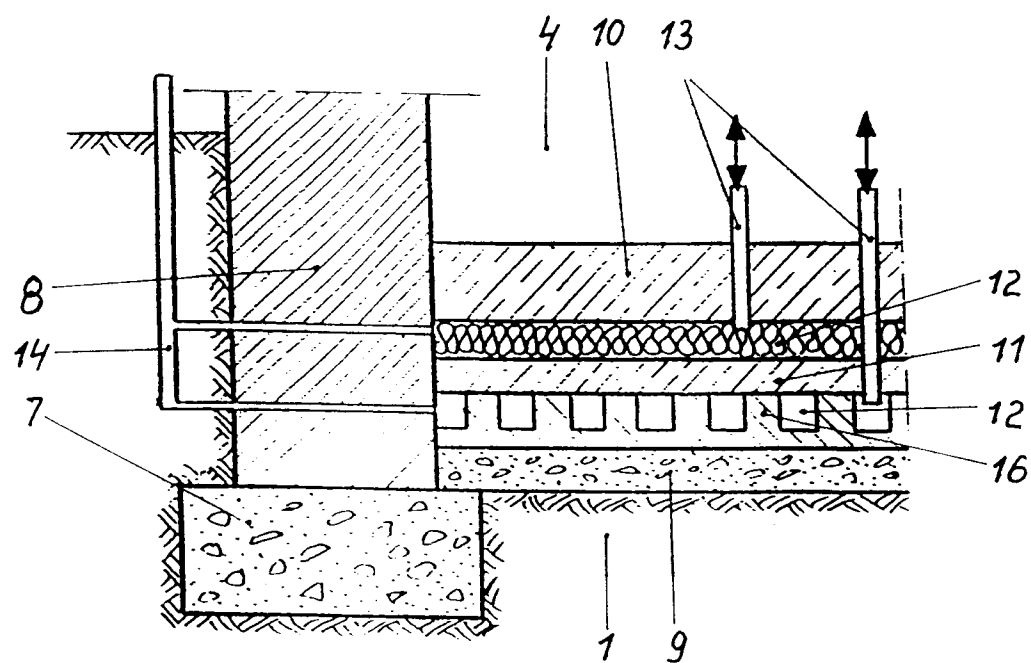


Fig. 3

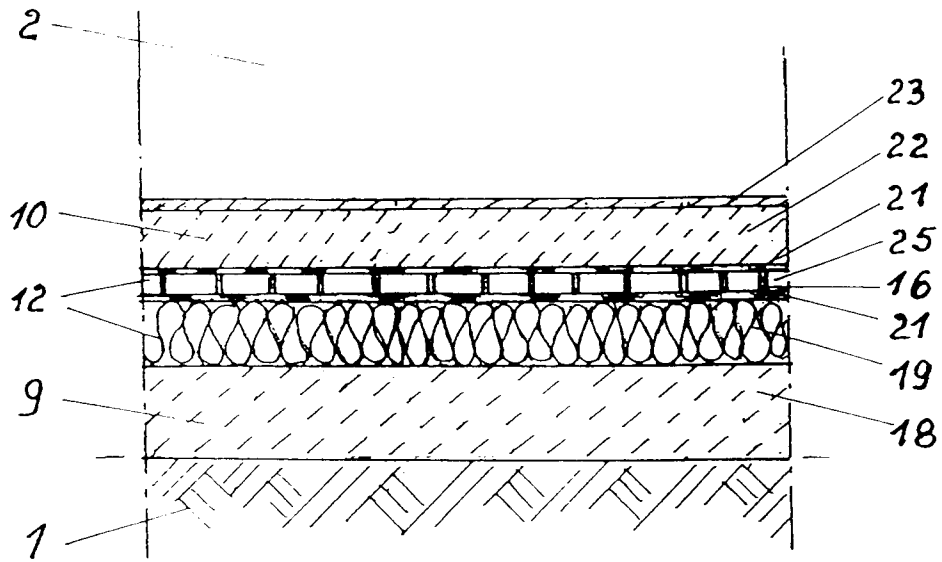


Fig. 4

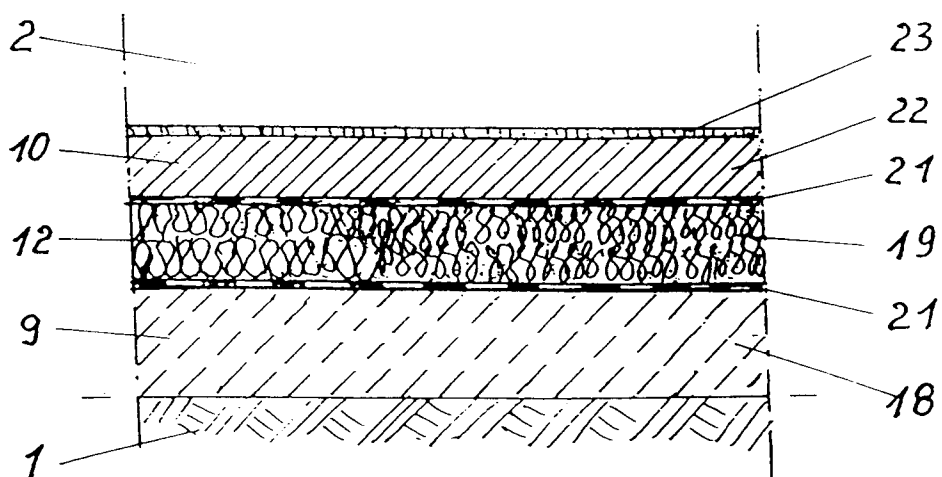


Fig. 5

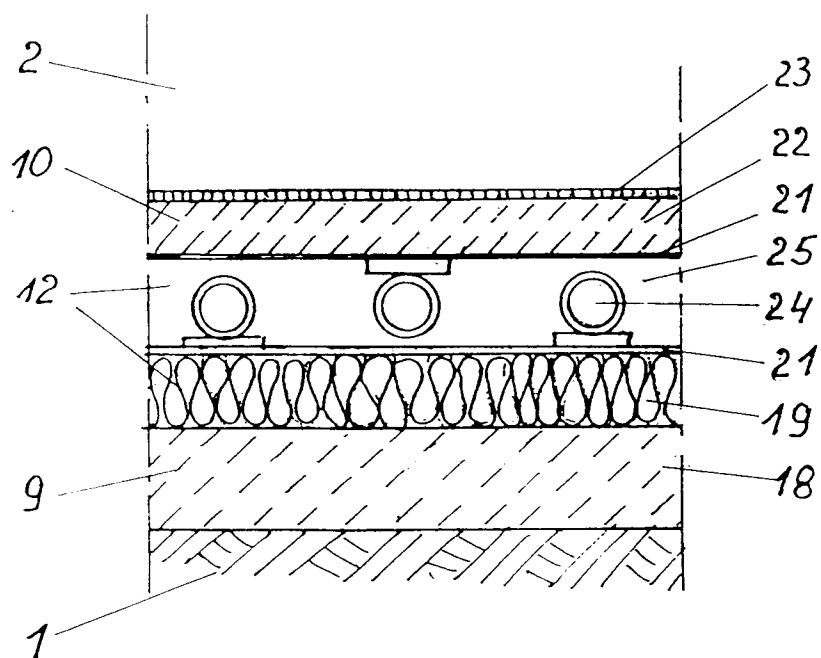


Fig. 6

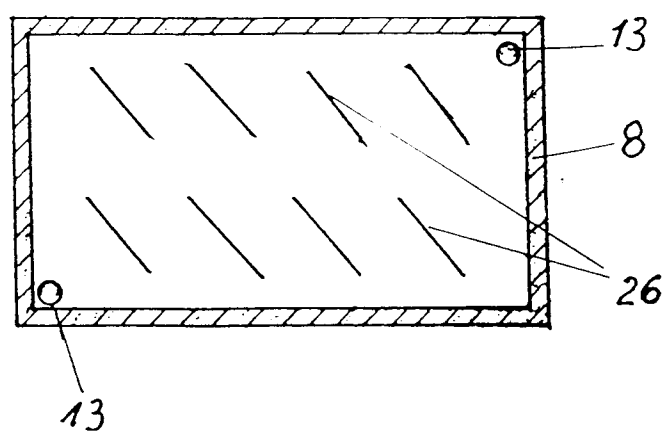
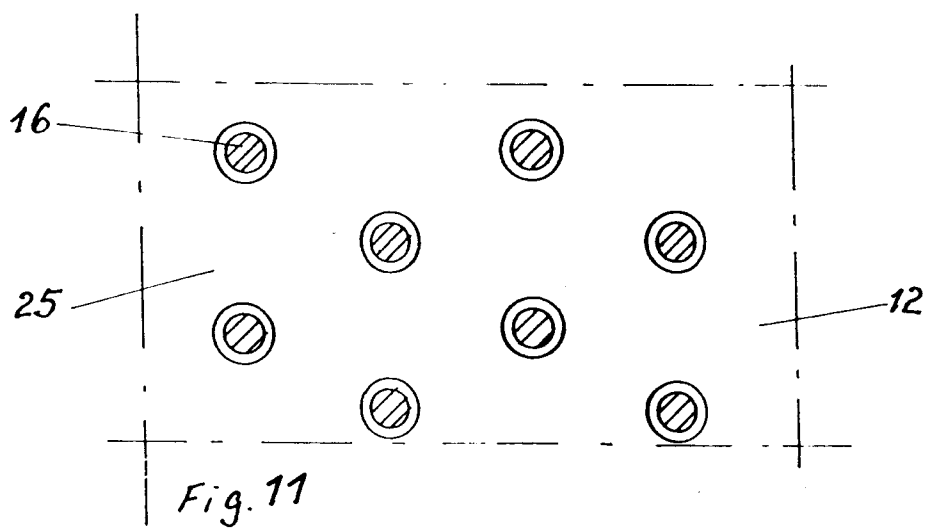
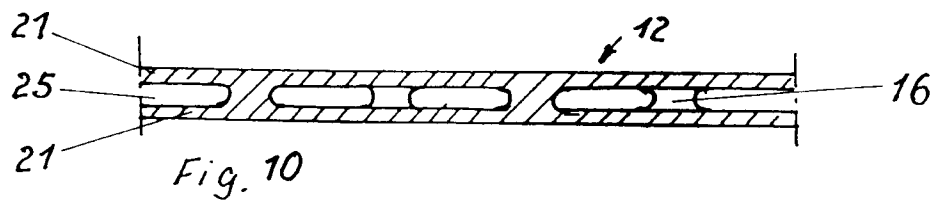
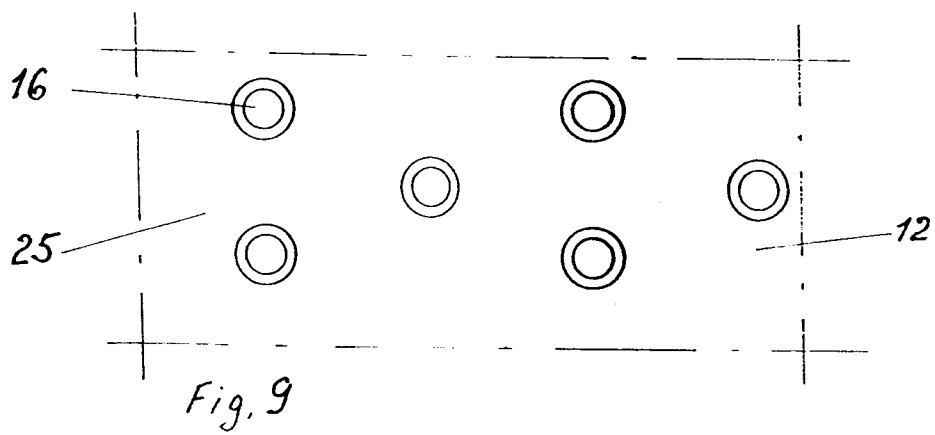
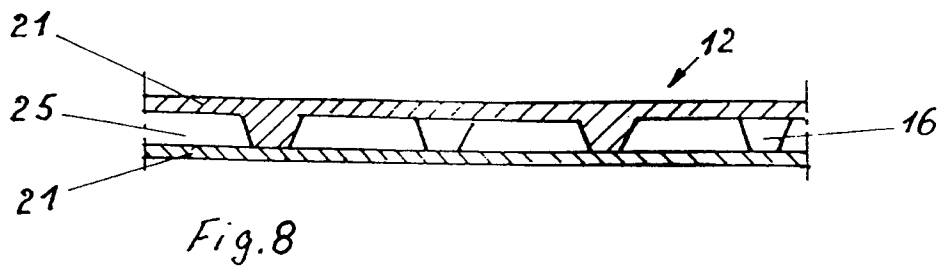


Fig. 7



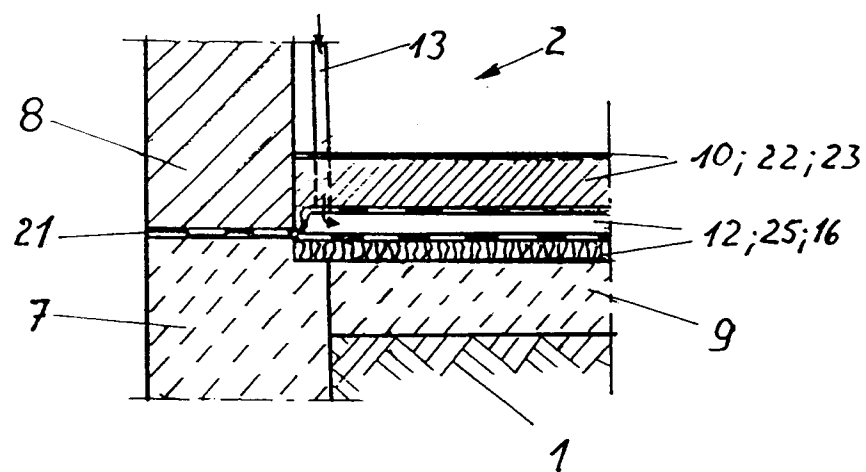
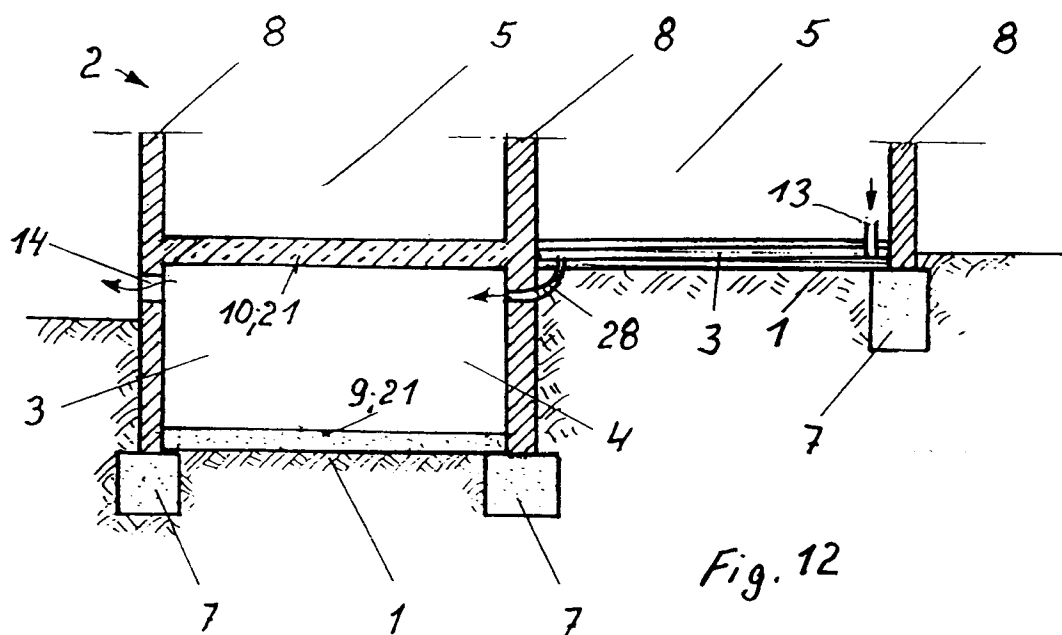
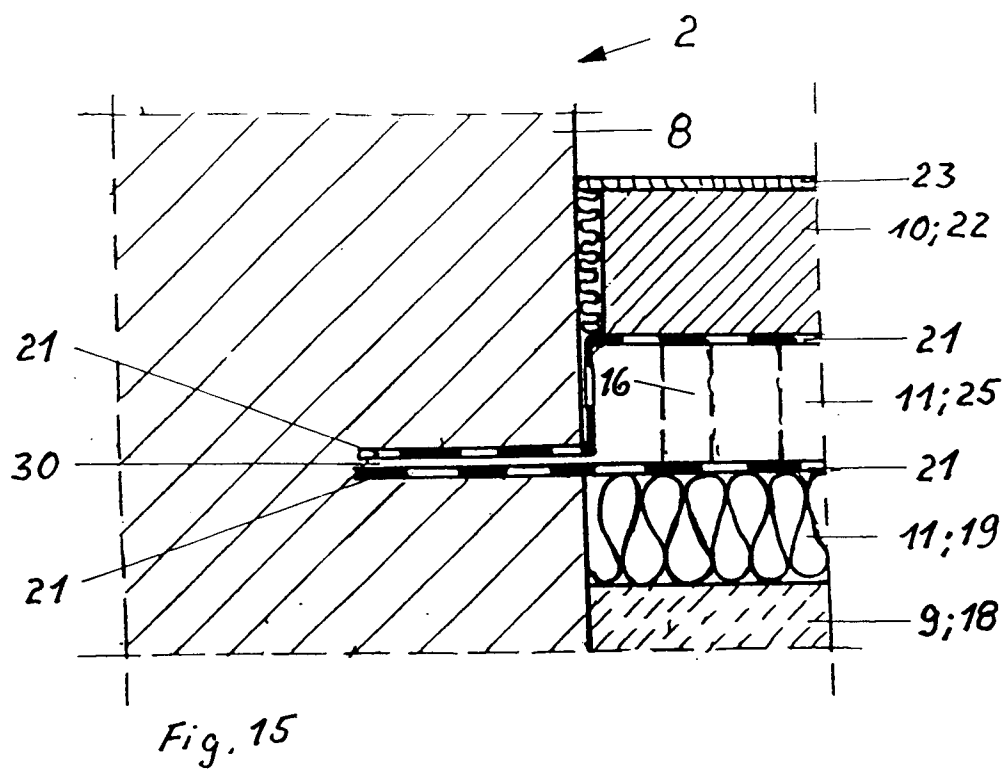
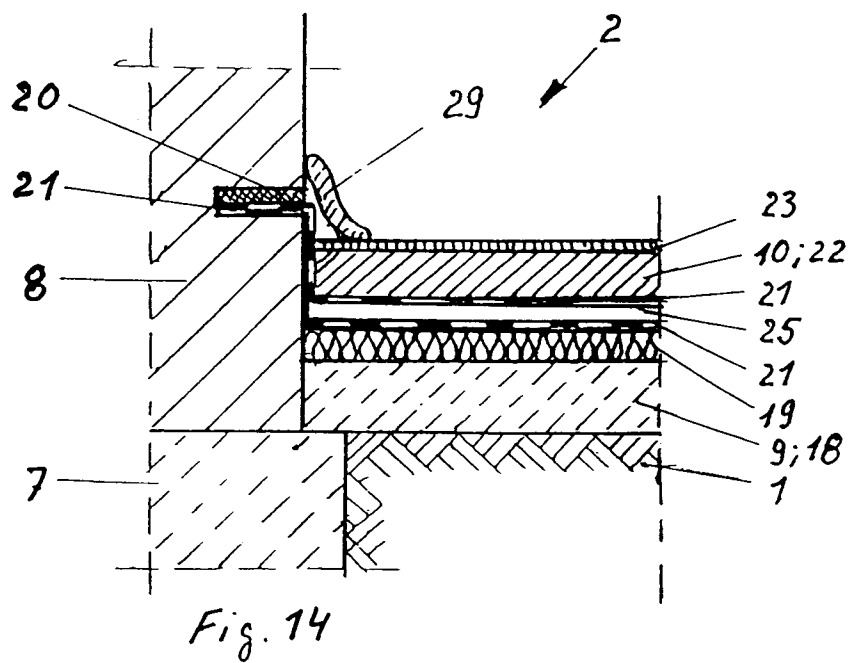


Fig. 13



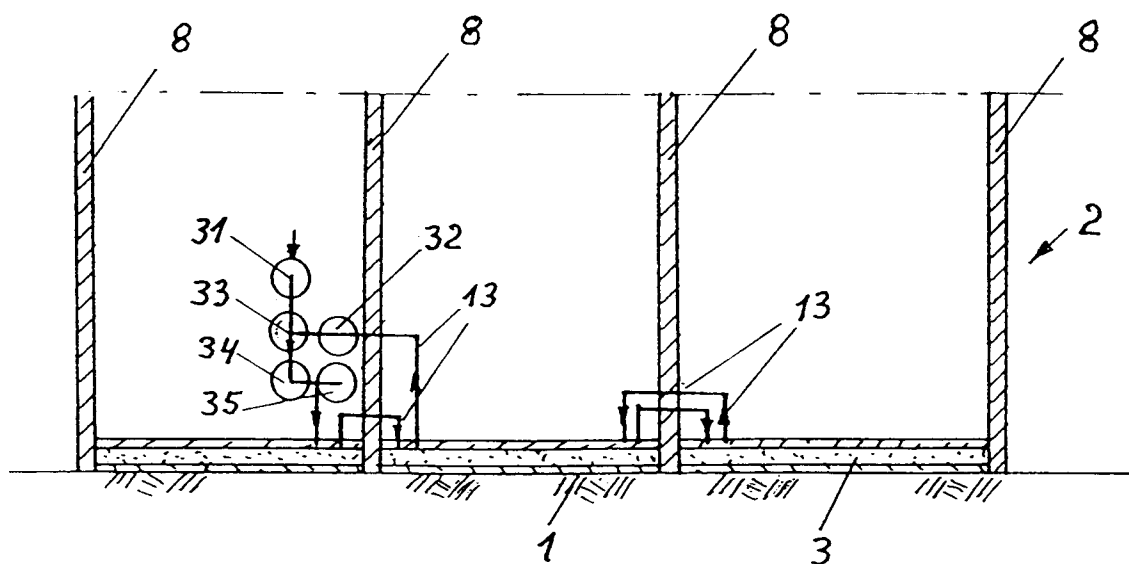


Fig. 16

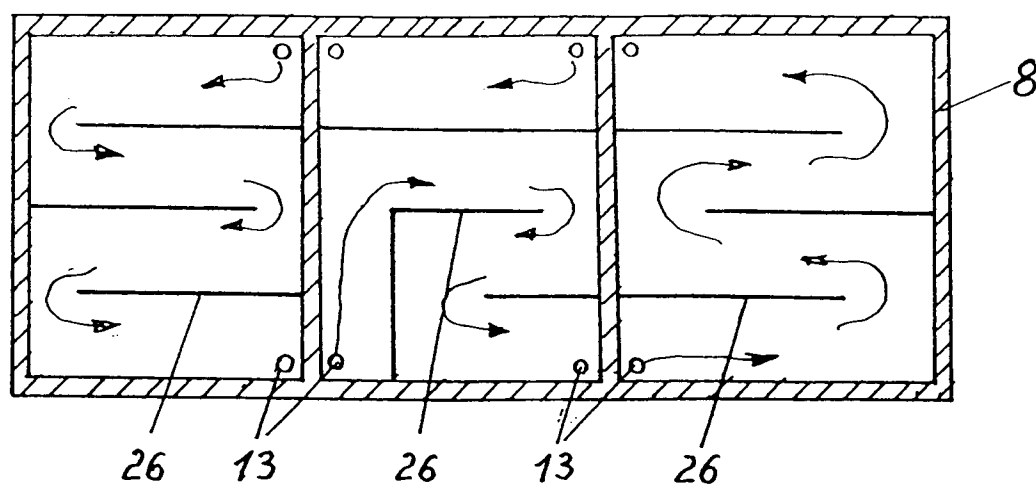


Fig. 17



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 25 0185

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	DD-A-281 843 (VEB BERGSICHERUNG)	1-11, 14, 15	E04B1/92 E02D31/06 G21F7/005 E02D27/32
Y	* Seite 2, Zeile 8 - Zeile 32; Ansprüche 1-4 *	23, 24	
A		16-20, 22, 26, 27, 30	
Y	GB-A-2 236 127 (SHILLABEER) * Seite 1, Zeile 14 - Zeile 21; Abbildung 1 *	23, 24	
A	US-A-4 915 020 (DUMBECK) * Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen 1, 2 *	13, 29	
A	WO-A-8 502 877 (INGESTROM) * das ganze Dokument *	16-20	
A	US-A-4 953 450 (REMONDINO) * Spalte 1, Zeile 37 - Zeile 44; Abbildung 1 *	30	
A	US-A-4 878 421 (GLASSER)		E02D E04B G21F F24F
A	US-A-4 957 394 (JARNAGIN)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29 OKTOBER 1992	Prüfer BELLINGACCI F.
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			