



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 992 536 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.05.2022 Patentblatt 2022/18**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F24F 11/00 (2018.01) F24F 11/48 (2018.01)**  
**F24F 11/74 (2018.01) F24F 110/30 (2018.01)**  
**F24F 110/40 (2018.01)**

(21) Anmeldenummer: **20204721.3**

(22) Anmeldetag: **29.10.2020**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F24F 11/0001; F24F 11/48; F24F 11/74;**  
**F24F 2110/30; F24F 2110/40**

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA ME**

Benannte Validierungsstaaten:

**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Siemens AG Österreich**  
**1210 Wien (AT)**

(72) Erfinder:  

- Nußbaumer, Lisa Maria  
**1070 Wien (AT)**
- Engelbrecht, Gerhard  
**1050 Wien (AT)**

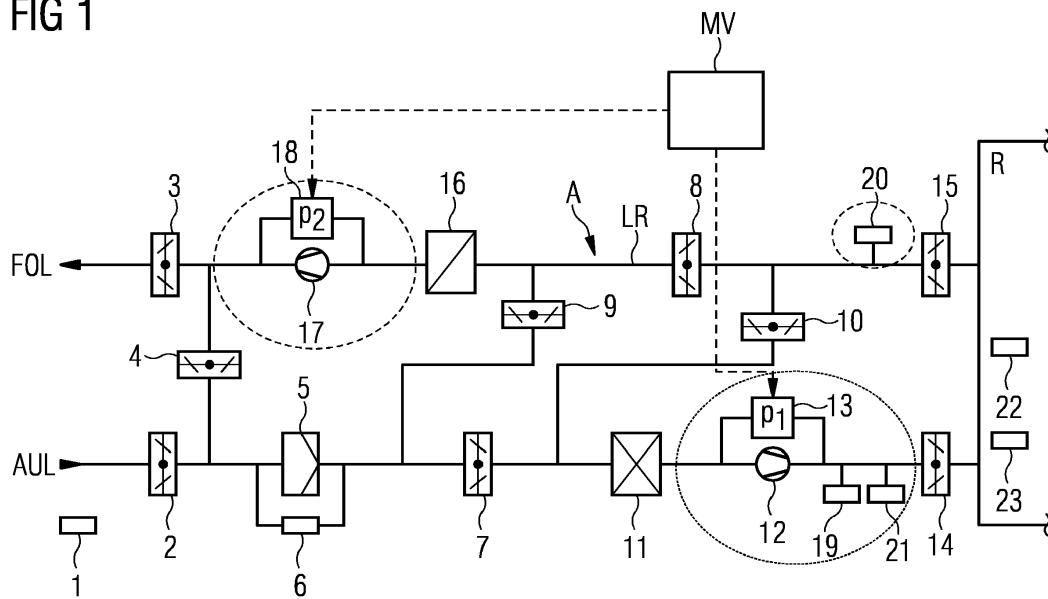
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**  
**Siemens AG**  
**T IP TLI**  
**Otto-Hahn-Ring 6**  
**81739 München (DE)**

### (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERMITTlung DES LUFT-FLUSSVOLUMENS DURCH EIN LÜFTUNGSROHR EINER BELÜFTUNGSANLAGE

(57) Verfahren zur Ermittlung des Luft-Flussvolumens (Q) durch ein Lüftungsrohr (LR) einer Belüftungsanlage, wobei das Lüftungsrohr einen Querschnitt (A) aufweist und zwischen einem Luftzulauf (AUL) und einem Luftablauf (FOL) angeordnet ist und wobei eine Anlagen-Druck-Differenz ( $\Delta p$ ) zwischen dem Luftzulauf (AUL) und dem Luftablauf (FOL) gemessen wird, und mithilfe einer Luftdichte ( $\rho_0$ ) das Flussvolumen (Q) nach dem Zusammenhang

ermittelt wird.

**FIG 1**



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Messvorrichtung zur Ermittlung des Luft-Flussvolumens durch ein Lüftungsrohr einer Belüftungsanlage, wobei das Lüftungsrohr einen Querschnitt aufweist und zwischen einem Luftzulauf und einem Luftablauf angeordnet ist

[0002] In der Gebäudetechnik ist die Belüftung ein sehr wichtiges System, dessen Dimensionierung nicht immer einfach ist.

[0003] Abhängig von verschiedenen Parametern, wie beispielsweise aufgrund der Art des installierten Lüftungssystems, des Verteilungssystems, der Größe der Räume und der Anzahl der Personen, die mit Frischluft versorgt werden sollen, gibt es verschiedene Methoden zur Messung des Luftstroms in oder zwischen Gebäudezonen.

[0004] Zu Feststellung und Überprüfung der optimalen Auslegung eines solchen Systems werden häufig aufwändige Verfahren angewandt, wie der Gebläse-Tür-Test oder der Gas-Spuren-Test.

[0005] Der Gebläse-Tür-Test (engl. "blower-door-test") umfasst einen kalibrierten Lüfter, ein Türverkleidungssystem und ein Druckmessgerät. Das Messgerät vergleicht den Druck im Gebäude oder im Raum mit dem Außendruck und wandelt die Druckdifferenz in eine Luftströmungsrate um.

[0006] Im Gas-Spuren-Test "(engl. "tracer-gas-test") wird ein gasförmiges Markierungsmittel (Tracer) in einem Raum oder Gebäude verteilt und durch Verfolgen der Bewegung beziehungsweise der Konzentration des Tracer-Gases kann der Luftstrom bestimmt werden.

[0007] Beide oben genannten Techniken sind jedoch mit einem hohen technischen und mechanischen Aufwand verbunden und im Kontext eines großen Gebäudekomplexes nicht einfach durchführbar.

[0008] In modernen Gebäuden werden Lüftungssysteme häufig auf Grundlage von Erfahrungswerten dimensioniert, und die Feinabstimmung des Systems, wie nach der Inbetriebnahme, wird in der Regel vom Facility Management durchgeführt.

[0009] Diese Optimierungsphase beinhaltet häufig das Anpassen von Einstellungen ("Try and Error"), und die Leistung steigt normalerweise mit der Zeit.

[0010] Zusätzliche Faktoren wie eine wechselseitige Abhängigkeit von anderen Systemen, wie eine Heizung, und Anpassungen aufgrund saisonaler Betriebsarten erschweren ebenfalls die Feinabstimmung des Entlüftungssystems.

[0011] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem auf eine einfache Weise ermittelt werden kann, ob das vorliegende Luft-Flussvolumen einer Belüftungsanlage eines Gebäudes ausreicht, um das Gebäude entsprechend zu belüften.

[0012] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Vorrichtung eingangs genannter Art gelöst, indem eine Anlagen-Druck-Differenz zwischen dem Luftzulauf und dem Luftablauf gemessen wird, und mithilfe einer Luftpumpe das Flussvolumen nach dem Zusammenhang

$$Q(A, \Delta p) = A \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_0}}$$

ermittelt wird, mit

$Q$  ... Flussvolumen,

$\Delta p$  ... Anlagen-Druck-Differenz, und

$\rho_0$  ... Luftpumpe.

[0013] Dadurch wird erreicht, dass für die Belüftungsanlage eine hinreichend genaue Abschätzung der vorliegenden Belüftungskapazität bezogen auf eine vorgegebene Belüftungslast unter Berücksichtigung besonders einfach zu erhebender Messwerte ermöglicht wird.

[0014] Es ist lediglich notwendig, Messwerte für die Zuluft und Abluft der Anlage messtechnisch mit entsprechenden Messmitteln zu erfassen.

[0015] Für die Luftpumpe kann ein Normwert angewandt werden, da über einen Erfassungszeitraum von konstanten Umgebungsbedingungen ausgegangen werden kann.

[0016] Die Belüftungslast kann aus einschlägigen Belüftungs-Normen ermittelt werden, insbesondere bei einer vorgegebenen maximalen Raumbelegung, beispielsweise durch Kinder und Erwachsene.

[0017] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Bestimmung der Anlagen-Druck-Differenz

erfolgt, indem eine erste Druck-Differenz vor und nach einem, im Luftzulauf angeordneten, ersten Ventilator durch ein entsprechendes erstes Mittel erfasst wird, und eine zweite Druck-Differenz vor und nach einem, im Luftablauf angeordneten, zweiten Ventilator durch ein entsprechendes zweites Mittel erfasst wird, und die Anlagen-Druck-Differenz aus der ersten und zweiten Differenz gebildet wird.

5 [0018] Unter dem Luftzulauf wird der Bereich zwischen der Schnittstelle zur Außenluft und der Schnittstelle zur Lüftungslast, wie einem Raum oder einem Gebäudebereich verstanden.

[0019] Unter dem Luftablauf wird der Bereich zwischen der Schnittstelle von der Lüftungslast und der Schnittstelle zur Fortluft verstanden.

10 [0020] In den Bereichen des Luftzulaufs und des Luftablaufs können jeweils ein oder mehrere Ventilatoren angeordnet werden, um eine Luftzirkulation zu unterstützen.

[0021] Es können daher Messmittel zum Bestimmen eines Luftdruck-Unterschieds vor und nach dem jeweiligen Ventilator angebracht werden, welche erfindungsgemäß eingesetzt werden können und dabei besonders zuverlässig Messwerte ermitteln können, und darüber hinaus eine besonders einfache Integration in das Belüftungssystem erlauben.

[0022] Dadurch kann auf besonders einfache Weise die Anlagen-Druck-Differenz ermittelt werden.

15 [0023] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Luft-Flussvolumen kontinuierlich über einen Erfassungszeitraum ermittelt wird, und die Lüftungs-Last der Belüftungsanlage durch die Belegung der durch die Belüftungsanlage belüfteten Räume im Erfassungszeitraum erfasst wird, und aus der Lüftungs-Last und dem Luft-Flussvolumen ermittelt wird, ob eine hinreichende Belüftung erfolgt ist.

20 [0024] Dadurch kann auf besonders einfache Weise eine lastabhängige und dynamische Überprüfung beziehungsweise Validierung eines Belüftungssystems durchgeführt werden.

[0025] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch von einer Vorrichtung eingangs genannter Art gelöst, welche das erfindungsgemäße Verfahren ausführt.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

- 25 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung mit einer Gebäudebelüftungsanlage,  
 Fig. 2 ein erstes Diagramm mit einem zeitlichen Verlauf für ein ermitteltes Luft-Flussvolumen in einem ersten Raum,  
 30 Fig. 3 ein zweites Diagramm mit einem zeitlichen Verlauf für ein ermitteltes Luft-Flussvolumen in einem zweiten Raum,  
 Fig. 4 ein drittes Diagramm mit einem zeitlichen Verlauf für ein ermitteltes Luft-Flussvolumen in einem dritten Raum.

[0027] Es ist klar, dass weitere nicht gezeigte Teile für den Betrieb einer Gebäudebelüftungsanlage notwendig sind, wie Montageteile, elektrische Antriebe und Steuerungen. Zum besseren Verständnis werden diese Teile nicht dargestellt und beschrieben.

[0028] Die Erfindung ist nicht auf die hier im Detail beschriebenen spezifischen Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Kombinationen und Modifikationen davon, die in den Rahmen der beigefügten Ansprüche fallen.

40 [0029] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung mit einer Gebäudebelüftungsanlage.

[0030] Die Belüftungsanlage weist einen Luftzulauf (AUL) und einem Luftablauf FOL auf.

[0031] Der Luftzulauf AUL ist über ein Lüftungsrohr LR mit einem Querschnitt A mit dem Luftablauf FOL verbunden.

45 [0032] Luftarten kennzeichnen in der Lüftungs- und Klimatechnik die verschiedenen Luftströme hinsichtlich der Verwendung.

[0033] Außenluft als eine der Luftarten in der Lüftungs- und Klimatechnik ist die aus der Umgebung angesaugte Luft. Dies ist die Luft, so wie sie an der Außenseite des Gebäudes vorkommt.

50 [0034] Sie darf jedoch nicht mit Frischluft verwechselt werden. Die Außenluft kann durch zwei Maßnahmen für die Lüftungs- und Klimatechnik verbessert werden: Dies ist zum einen die Wahl des Ansaugortes am Gebäude, an dem die Außenluft am wenigsten belastet ist, wie Sonneneinstrahlung, Autoabgase, Fortluftauslass, etc., zum anderen die Reinigung der Außenluft.

[0035] Der Begriff Raumluft oder Innenraumluft beschreibt die Luft in Räumen. Im Bauwesen wird der Begriff vor allem in der Klima- und Lufttechnik verwendet, um die Luft im inneren von Räumen in Bauwerken von anderen Luftarten, wie zum Beispiel der Zu- und Abluft oder der Außenluft abzugrenzen.

55 [0036] Fortluft ist in der Klimatechnik die ins Freie geblasene Abluft. Damit ist die Luft für die Klimatechnik nicht mehr nutzbar. Zuvor kann der Luft jedoch mit einer Wärme- oder Kälterückgewinnung Energie entzogen werden und diese dem Prozess wieder zugeführt werden.

[0037] Abluft ist ganz allgemein die aus einem Raum frei oder gezwungen abströmende Luft.

- [0038] In der Figur ist ferner ein AUL-Temperaturfühler 1 gezeigt, welcher die Temperatur der Außenluft erfasst.
- [0039] Eine Absperrklappe 2 kann das Lüftungsrohr LR im Bereich des Luftzulaufs AUL versperren.
- [0040] Eine Absperrklappe 3 kann das Lüftungsrohr LR im Bereich des Luftablaufs FOL versperren.
- 5 [0041] Eine Enteisungsklappe 4 kann das Lüftungsrohr LR im Bereich Luftzulaufs AUL mit dem Bereich des Luftablaufs FOL temporär verbinden.
- [0042] Eine Bypass-Klappe 5 kann einen Luft-Rückfluss im Lüftungsrohr LR reduzieren oder verhindern.
- 10 [0043] Einen derartigen Fall kann ein entsprechender Differenzdrucksensor 6 erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- [0044] Verschiedene Absperrklappen 7, 8, 9 und 10 für die Außenluft, die Fortluft und die Umluft können dazu verwendet werden, beispielsweise den Luft-Weg während einer Wartung gezielt umzuleiten.
- 15 [0045] Ein Verdampfer 11 kann zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit im Belüftungssystem in das Lüftungsrohr LR eingefügt werden.
- [0046] Ein ZUL-Ventilator 12 dient dem Ansaugen von Außenluft und dem Zuführen von Zuluft.
- 20 [0047] Ein Differenzdrucksensor 13 im ZUL-Ventilator 12 kann den Druckunterschied vor und nach dem ZUL-Ventilator 12 erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- [0048] Weitere Absperrklappen 14 und 15 für die Zuluft und die Abluft können dazu verwendet werden, beispielsweise den Luft-Weg während einer Wartung gezielt zu verschließen.
- 25 [0049] Ein Kondensator 16 kann zur Reduktion der Luftfeuchtigkeit im Belüftungssystem in das Lüftungsrohr LR eingefügt werden.
- [0050] Ein ABL-Ventilator 17 dient dem Ansaugen von Raumluft und dem Abführen von Fortluft.
- [0051] Ein Differenzdrucksensor 18 im ABL-Ventilator 17 kann den Druckunterschied vor und nach dem ABL-Ventilator 17 erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- 30 [0052] Ein ZUL-Temperaturfühler 19 kann die Temperatur der Zuluft erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- [0053] Ein ABL-Temperaturfühler 20 kann die Temperatur der Abluft erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- [0054] Ein Raum-Temperaturfühler 21 kann die ambiente RaumTemperatur erfassen und einer Steuereinrichtung signalisieren.
- 35 [0055] Mittels eines Raumthermostats 22 kann eine Soll-Temperatur für ein Heizungssystem, welches in das Belüftungssystem integriert sein kann, gesetzt werden.
- [0056] Für das Raumthermostat 22 kann ein ZUL-Temperaturfühler 23 verwendet werden, um einen entsprechenden Temperaturwert anzuzeigen.
- [0057] In der Figur ist außerdem ein Beispiel für die erfindungsgemäße Messvorrichtung MV eingezeichnet, mittels welcher Druckdifferenzen  $p_1$  und  $p_2$  von den Differenzdrucksensoren 13 beziehungsweise 18 erfasst werden, und der Anlagen-Druck-Differenz  $\Delta p$  zwischen dem Luftzulauf AUL und dem Luftablauf FOL gemessen wird, und mithilfe einer Luftdichte  $\rho_0$  das Flussvolumen Q nach dem Zusammenhang

$$Q(A, \Delta p) = A \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_0}}$$

ermittelt wird.

- 45 [0058] Aus dem Rohrdurchmesser des Lüftungsrohres LR von 50 cm ergibt sich der Querschnitt A der Lüftungsrohres LR von etwa  $0,2 \text{ m}^2$ , woraus sich ein idealer durchschnittlicher Luftfluss von etwa  $15,000 \text{ m}^3/\text{h}$  ergibt.
- [0059] Aufgrund der Komplexität des Entlüftungssystems der Schule leiten wir diese Standardmaßnahmen für alle in Frage kommenden Rohre im Entlüftungssystem des Klassenzimmers ab. Diese Annahme kann jedoch leicht an die Realitäten eines Betongebäudes angepasst werden. Zweitens ist
- 50 [0060] Die Temperatur der Zu- und Abluft ist keinen größeren Schwankungen ausgesetzt.
- [0061] Der Jahresdurchschnitt liegt meist bei  $20^\circ\text{C}$  bis  $25^\circ\text{C}$ .
- [0062] Für die Luftdichte  $\rho_0$  kann daher vereinfacht ein konstanter Normwert von  $1.21 \text{ km/m}^3$  bei  $20^\circ\text{C}$  angewandt werden.
- 55 [0063] Die Bestimmung der Anlagen-Druck-Differenz ( $\Delta p$ ) erfolgt, indem zunächst eine erste Druck-Differenz  $p_1$  vor und nach dem, im Luftzulauf AUL angeordneten, ersten Ventilator 12 durch ein entsprechendes erstes Mittel 13 erfasst wird.
- [0064] Ferner wird eine zweite Druck-Differenz  $p_2$  vor und nach dem, im Luftablauf FOL angeordneten, zweiten Ventilator 17 durch ein entsprechendes zweites Mittel 18 erfasst.

- [0065] Die Anlagen-Druck-Different  $\Delta p$  wird aus der ersten und zweiten Differenz  $p_1, p_2$  gebildet.
- [0066] Das Luft-Flussvolumen Q wird kontinuierlich über die Zeit t über einen Erfassungszeitraum ermittelt.
- [0067] Die Lüftungs-Last der Belüftungsanlage wird durch die Belegung eines durch die Belüftungsanlage belüfteten Raums R im Erfassungszeitraum erfasst.
- 5 [0068] Aus der Lüftungs-Last und dem Luft-Flussvolumen Q wird ermittelt, ob eine hinreichende Belüftung vorliegt.
- [0069] Faktoren hinsichtlich einer Lüftungskanalkonfiguration oder eine Montage des Lüftungsrohres LR, eine Rohrlänge, ein Rohreibungskoeffizient sowie Änderungen in der Geometrie oder im Material können zu Strömungsverlusten führen.
- 10 [0070] Die Einbeziehung dieser Faktoren würde jedoch die Abschätzung der Belüftungsfunktion komplexer machen.
- [0071] Die Erfindung soll jedoch eine sehr einfache Form der Abschätzung unter Berücksichtigung besonders einfach zu erhebender Messwerte ermöglichen, ohne dass eine grundsätzliche Aussagequalität der Schätzung eingeschränkt wird.
- 15 [0072] Aus der genannten Formel lässt sich nicht nur das Luft-Flussvolumen Q ermitteln, sondern auf einfache Weise der Luftfluss pro Sekunde oder pro Stunde ableiten.
- [0073] Für weitere Betrachtungen muss die Last des Belüftungssystem einbezogen werden, welche sich auf der Belegung des Raumes R ergeben kann.
- 20 [0074] Beispielsweise kann für eine Schulklasse als Raum R eine maximale Belegung von 25 Kinder sowie zwei Erwachsene angenommen werden.
- [0075] Alternativ kann für eine Kleingruppenraum als Raum R eine maximale Belegung von zehn Kinder sowie einem Erwachsenen angenommen werden.
- [0076] Mithilfe des ANSI/ASHRAE Standards 62.1-2019 (American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers, 2019, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality) kann eine benötigter Luft-Flussvolumen Q beziehungsweise ein entsprechender Luftfluss ermittelt werden.
- 25 [0077] Der ASHRAE-Standard schlägt  $0,283 \text{ m}^3/\text{min}$  pro Kind (9-10 Jahre) und  $0,43 \text{ m}^3/\text{min}$  pro Erwachsenen als ideale Belüftung für eine akzeptable Raumluftqualität vor.
- [0078] Fig. 2 zeigt das Luft-Flussvolumen Q über einen Erfassungszeitraum t in einem ersten Raum mit einer ersten Raumgröße.
- 30 [0079] Fig. 3 zeigt das Luft-Flussvolumen Q über einen Erfassungszeitraum t in einem zweiten Raum mit einer zweiten Raumgröße.
- [0080] Fig. 4 zeigt das Luft-Flussvolumen Q über einen Erfassungszeitraum t in einem dritten Raum mit einer dritten Raumgröße.
- [0081] In den in Fig. 2 bis Fig. 4 dargestellten zeitlichen Verläufen von Luft-Flussvolumen Q ist sowohl der Luftzufluss als auch Abfluss dargestellt.
- 35 [0082] Ferner sind die aus der Norm ASHRAE 62.1-2019 vorgegebenen Grenzwerte für eine optimale Belüftung mit unterschiedlicher Raumbelegung erkennbar.
- [0083] Die Linie L11 bezeichnet eine 100% Belegung des ersten Raums, die Linie L12 eine 80% Belegung, die Linie L13 eine 60% Belegung, die Linie L14 eine 40% Belegung und die Linie L15 eine 20% Belegung des ersten Raums.
- 40 [0084] Es ist aus der Figur erkennbar, dass das Lüftungssystem mit großen Reserven eine 100% Belegung beherrschen kann und das Lüftungssystem daher optimal dimensioniert ist.
- [0085] Dadurch wird klar, dass das erfindungsgemäße Verfahren auf einfache und effiziente Weise eine Validierung eines Lüftungssystems erlaubt, bei welcher nur die Luftdruckverhältnisse an den Ventilatoren im Zuluft- und Abluft-Bereich des Lüftungsrohres ermittelt werden müssen.
- [0086] Mit anderen Worten zeigen die Fig. 2-4, dass die Lüftungssysteme in den jeweiligen Räumen im Beispielgebäude unter idealen Bedingungen dem Luftbedarfsprofil dieser Gebäudezonen zu entsprechen scheinen.
- 45 [0087] Beim Vergleich eines berechneten Luftstromvolumens für Zu- und Abluft mit dem idealen Belüftungsvolumen gemäß ASHRAE-Standard 62.1-2019 bei unterschiedlichen Belegungszuständen, welche durch die Grenzwertlinien L11-L15, L21-L24, L31-L34 dargestellt sind, wird genügend Luft durch die Belüftung der Schule bewegt System zur Aufrechterhaltung eines akzeptablen Raumklimas für die Insassen.
- [0088] Daher kann eine Unterdimensionierung des Lüftungssystems nicht bestätigt werden.
- 50 [0089] Die Ausführungen gelten für Fig. 3 und Fig. 4 dementsprechend.

#### Bezugszeichen:

[0090]

- 55 1 AUL-Temperaturfühler  
2 Absperrklappe AUL  
3 Absperrklappe FOL

4	Enteisungsklappe
5	Bypass-Klappe
6	Differenzdrucksensor
7	AUL-Klappe
5	FOL-Klappe
8	UML-Klappe
9, 10	Verdampfer
11	ZUL-Ventilator
12	Differenzdrucksensor ZUL-Ventilator
13	Absperrklappe ZUL
10	Absperrklappe ABL
14	Kondensator
15	ABL-Ventilator
16	Differenzdrucksensor ABL-Ventilator
17	ZUL-Temperaturfühler
18	ABL-Temperaturfühler
15	ZUL-Temperaturfühler zur Anzeige
20	Raumtemperaturfühler
21	Raumthermostat, Notthermostat
22	Querschnitt des Lüftungsrohrs
23	Abluft
20	Außenluft
24	Fortluft
25	Umluft
25	Zuluft
MV	Messvorrichtung
LR	Lüftungsrohr
L11-L15, L21-L24, L31-L34	Linie für Norm-Grenzwert
$\Delta p$	Anlagen-Druck-Differenz
30	Luft-Flussvolumen
Q	ABL-Luft-Flussvolumen
Q1	ZUL-Luft-Flussvolumen
Q2	Raum
R	Luftdichte
$\rho_0$	Zeit
35	

**Patentansprüche**

- 40 1. Verfahren zur Ermittlung des Luft-Flussvolumens (Q) durch ein Lüftungsrohr (LR) einer Belüftungsanlage, wobei das Lüftungsrohr einen Querschnitt (A) aufweist und zwischen einem Luftzulauf (AUL) und einem Luftablauf (FOL) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anlagen-Druck-Differenz ( $\Delta p$ ) zwischen dem Luftzulauf (AUL) und dem Luftablauf (FOL) gemessen wird, und mithilfe einer Luftdichte ( $\rho_0$ ) das Flussvolumen (Q) nach dem Zusammenhang

45

$$Q(A, \Delta p) = A \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho_0}}$$

50

ermittelt wird.

- 55 2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bestimmung der Anlagen-Druck-Differenz ( $\Delta p$ ) erfolgt, indem eine erste Druck-Differenz ( $p_1$ ) vor und nach einem, im Luftzulauf (AUL) angeordneten, ersten Ventilator (12) durch ein entsprechendes erstes Mittel (13) erfasst wird, und eine zweite Druck-Differenz ( $p_2$ ) vor und nach einem, im Luftablauf (FOL) angeordneten, zweiten Ventilator (17) durch ein entsprechendes zweites Mittel (18) erfasst wird, und die Anlagen-Druck-Differenz ( $\Delta p$ ) aus der ersten und zweiten Differenz ( $p_1, p_2$ ) gebildet wird.

**EP 3 992 536 A1**

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Luft-Flussvolumen (Q) kontinuierlich über einen Erfassungszeitraum (t) ermittelt wird, und die Lüftungs-Last (VR) der Belüftungsanlage durch die Belegung der durch die Belüftungsanlage belüfteten Räume (R) im Erfassungszeitraum erfasst wird, und aus der Lüftungs-Last (VR) und dem Luft-Flussvolumen (Q) ermittelt wird, ob eine hinreichende Belüftung erfolgt ist.

5

4. Messvorrichtung (MV) mit einem Prozessor und einem Speicher zur Ermittlung des Luft-Flussvolumens (Q) durch ein Lüftungsrohr (LR) einer Belüftungsanlage, welches Lüftungsrohr (LR) einen Querschnitt (A) zwischen einem Luftzulauf (AUL) und einem Luftablauf (FOL) aufweist, und bei dem Luftzulauf (AUL) und dem Luftablauf (FOL) jeweils Mittel (13, 18) zum Messen eines jeweiligen Luftdrucks vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messvorrichtung (MV) dazu eingerichtet ist, das Verfahren der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

10

15

20

25

30

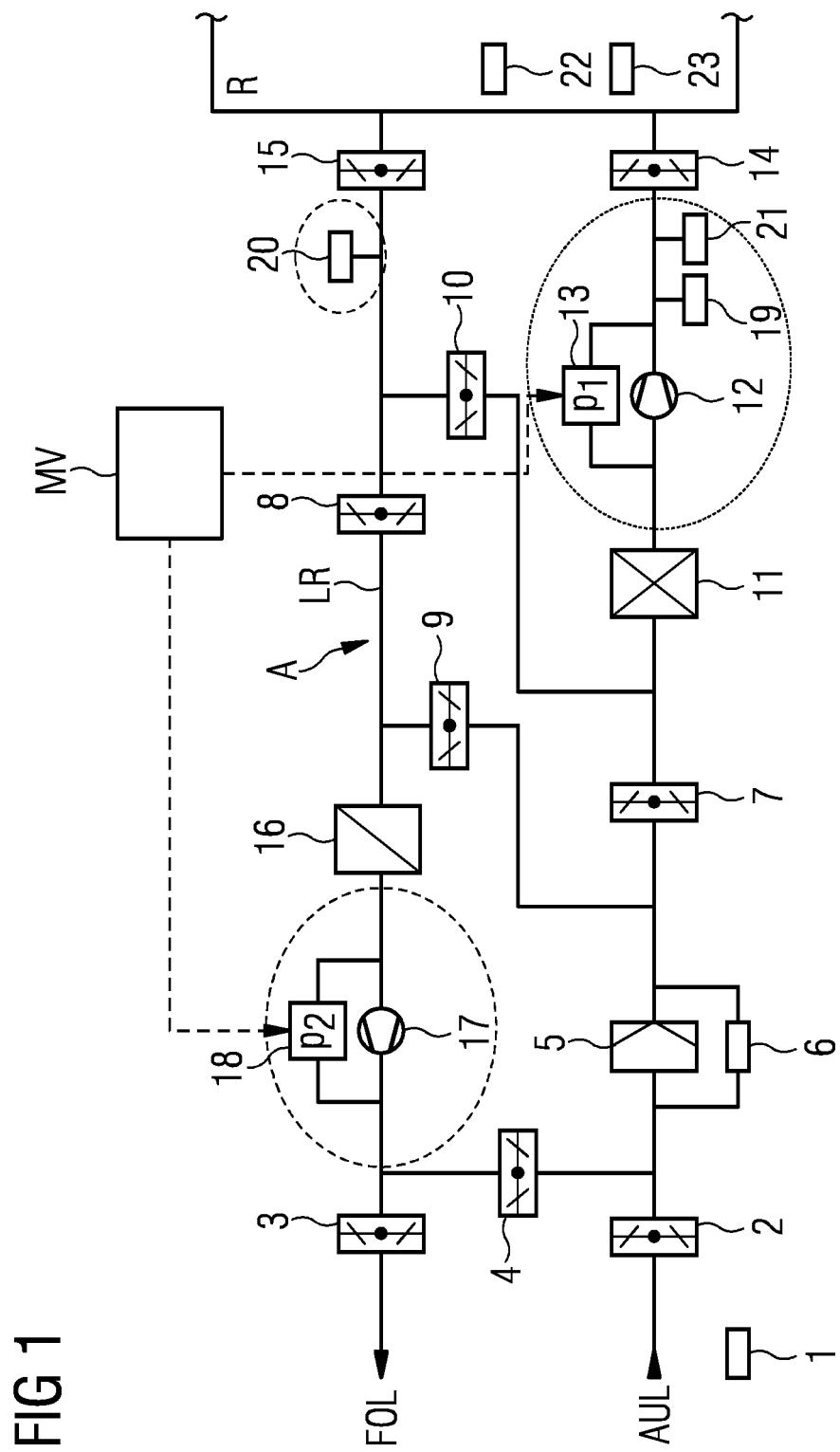
35

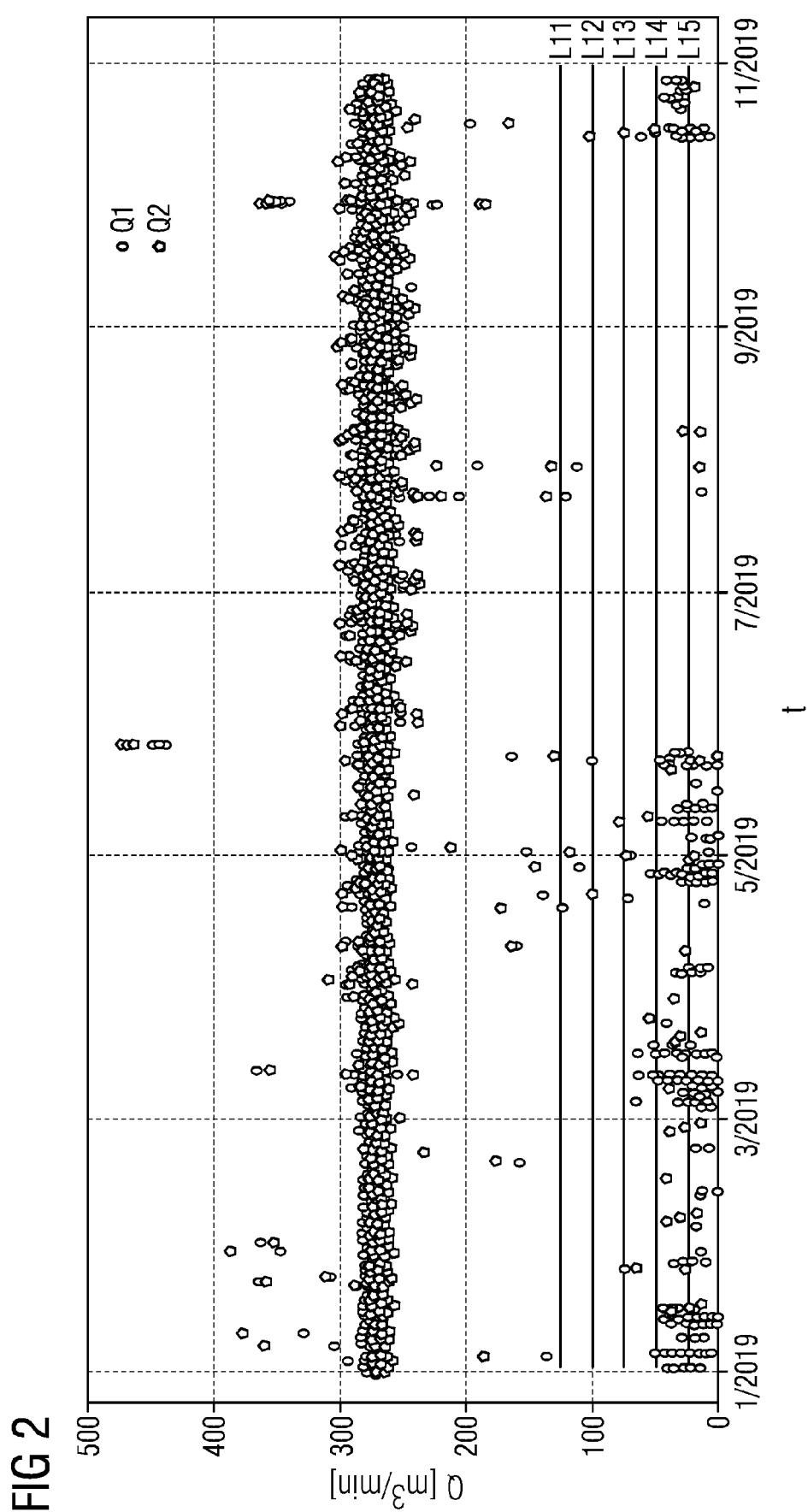
40

45

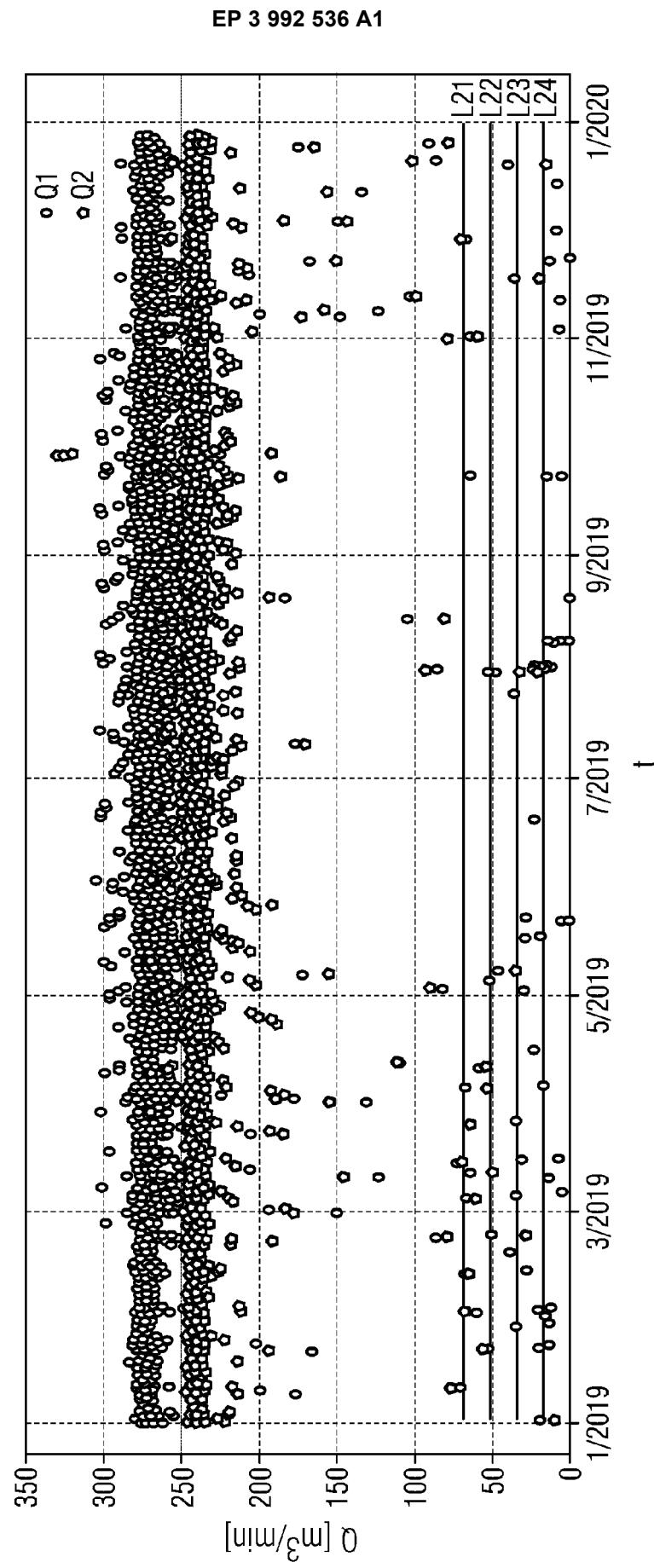
50

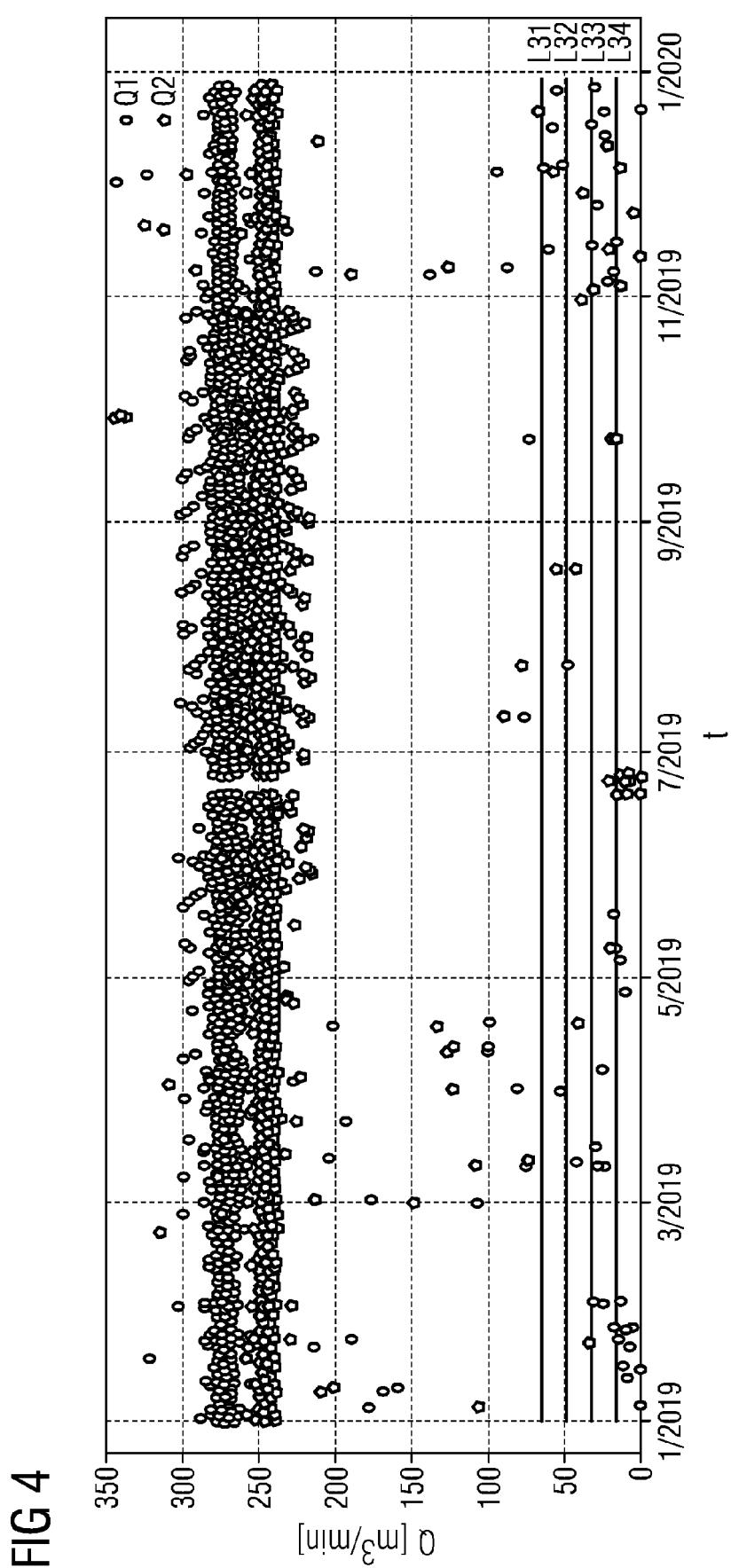
55





**FIG 3**







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 20 4721

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)						
10 X	CN 111 380 145 A (CHINA ACADEMY OF BUILDING RES) 7. Juli 2020 (2020-07-07) * Absätze [0002] - [0005], [0026] - [0039]; Abbildungen 1, 2 * -----	1-4	INV. F24F11/00 F24F11/48 F24F11/74						
15 A	KR 100 966 077 B1 (KOREA INST CONSTRUCTION TECH [KR]; SONG DOO SAM [KR]) 25. Juni 2010 (2010-06-25) * das ganze Dokument *	1-4	ADD. F24F110/30 F24F110/40						
20 A	CN 111 306 689 B (PLA ROCKET FORCE ENGINEERING DESIGN RES INSTITUTE) 27. Oktober 2020 (2020-10-27) * das ganze Dokument *	1-4							
25 A	EP 3 002 525 A1 (GEA AIR TREATMENT GMBH [DE]) 6. April 2016 (2016-04-06) * das ganze Dokument *	1-4							
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)						
			F24F						
35									
40									
45									
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt								
55	<table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>22. März 2021</td> <td>Schwaiger, Bernd</td> </tr> </table>	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	22. März 2021	Schwaiger, Bernd		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
München	22. März 2021	Schwaiger, Bernd							
	<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p>	<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>							

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

EP 20 20 4721

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

22-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendifikument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 111380145 A	07-07-2020	KEINE	
15	KR 100966077 B1	25-06-2010	KEINE	
	CN 111306689 B	27-10-2020	KEINE	
20	EP 3002525 A1	06-04-2016	DE 102014014107 A1 EP 3002525 A1	31-03-2016 06-04-2016
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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