

(19)



(11)

**EP 4 549 833 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.05.2025 Patentblatt 2025/19**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F24F 11/80<sup>(2018.01)</sup> F24F 12/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **24208285.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F24F 12/006; F24F 11/80; F24F 2221/22**

(22) Anmeldetag: **23.10.2024**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Stiebel Eltron GmbH & Co. KG**  
**37603 Holzminden (DE)**

(72) Erfinder:

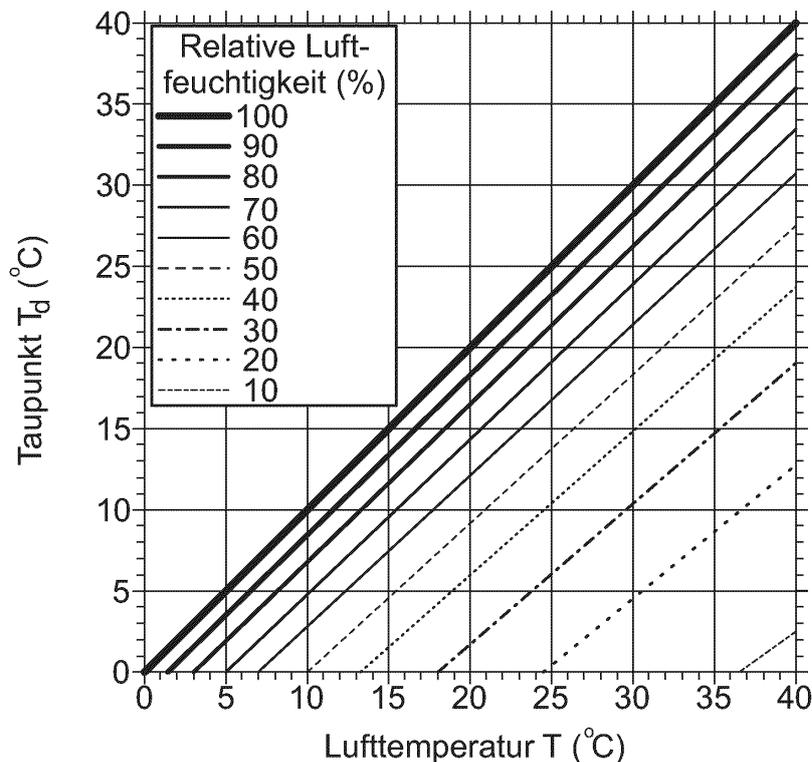
- **Otte, Markus**  
**37688 Beverungen (DE)**
- **Pistorius, Benjamin**  
**37603 Holzminden (DE)**

(30) Priorität: **02.11.2023 DE 102023130323**

### (54) REINIGUNG VON LUFTWÄRMETAUSCHERN MIT HILFE EINER GEZIELTEN KONDENSATIONSREGELUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Luftwärmetauschers, dem ein Luftvolumenstrom zugeführt wird, durch Kondensat, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des dem Luftwärmetauscher zugeführten Luftvolumenstroms

auf seine Taupunkttemperatur geregelt wird, damit die Feuchtigkeit im Luftvolumenstrom auf die Oberfläche des Luftwärmetauschers in einer Menge kondensiert wird, die hinreicht, diese Oberfläche zu reinigen.



**Fig. 2**

**EP 4 549 833 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Luftwärmetauschers, dem ein Luftvolumenstrom zugeführt wird, durch Kondensat und ein zugehöriges Haustechnikgerät mit Luftwärmetauscher.

**[0002]** Luftwärmetauscher wie Gegenstrom- oder Kreuzstromtauscher müssen in regelmäßigen Wartungsintervallen gereinigt werden, insbesondere mit Wasser gereinigt werden, um eine hohe Effizienz beizubehalten.

**[0003]** Luftwärmetauscher wie Gegenstrom- oder Kreuzstromtauscher verschmutzen trotz vorgelagerter Filter schnell durch Sand, Staub, Pollen und sonstige in der Umwelt befindliche Schwebstoffe. Die Verschmutzungen bilden eine Isolierschicht auf der Oberfläche des Luftwärmetauschers. Das reduziert die Energieeffizienz erheblich. Die Energiekosten steigen dadurch schnell um 10-20% und mehr. Zusätzlich führt die durch die Verschmutzungen entstehende Korrosion zu einer Verringerung der Betriebslaufzeit der Geräte. Luftwärmetauscher müssen deshalb beispielsweise manuell mit Spülverfahren in regelmäßigen Wartungsintervallen mit Wasser gereinigt werden, um eine hohe Effizienz beizubehalten. Diese Vorgehensweise ist zeit- und personalaufwändig und damit wenig wirtschaftlich.

**[0004]** Es besteht deshalb ein Bedarf an einem Verfahren zum Reinigen der Oberfläche von Luftwärmetauschern, dass wirtschaftlicher als bisherige Verfahren ist, und das insbesondere ohne Personaleinsatz durchführbar ist.

**[0005]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche von Luftwärmetauschern zu schaffen, das wirtschaftlicher als bisherige Verfahren ist, und das insbesondere ohne Personaleinsatz durchführbar ist.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Die rückbezogenen Ansprüche betreffen zweckmäßige und erfinderische Weiterbildungen dieser Erfindung.

**[0007]** Erfindungsgemäß vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Luftwärmetauschers, dem ein Luftvolumenstrom zugeführt wird, durch Kondensat. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Temperatur des dem Luftwärmetauscher zugeführten Luftvolumenstroms zur Taupunkttemperatur geregelt wird, damit die Feuchtigkeit im Luftvolumenstrom auf die Oberfläche des Luftwärmetauschers in einer Menge kondensiert wird, die hinreicht, diese Oberfläche zu reinigen.

**[0008]** Ohne zusätzliche Beheizung oder Abkühlung kann demgemäß die bereits aus den Umgebungsbedingungen bestehende unterschiedliche Temperaturdifferenz zwischen angesaugtem Luftvolumenstrom und der Oberflächentemperatur des Wärmetauschers in sich ergebenden Taupunktbedingungen ausgenutzt werden.

**[0009]** Verdunstete Wassermoleküle können unter be-

stimmten Voraussetzungen an Oberflächen kondensieren. Die Kondensationsrate hängt von der Dichte der Wassermoleküle in der Luft ab. Vier Faktoren beeinflussen den Stoffaustausch: Oberflächengröße, Wassertemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Die Sättigungskonzentration der Wassermoleküle in der Luft hängt von der Temperatur ab, da höhere Temperaturen eine höhere Sättigungskonzentration erfordern. Überschreitet nun die absolute Feuchte die maximale Aufnahmefähigkeit, den Taupunkt entsprechend der Taupunkttemperatur oder wird dabei die Lufttemperatur abgesenkt bzw. trifft die Luft auf ein kaltes Bauteil, reduziert sich die maximale Wasseraufnahmefähigkeit und das überschüssige Wasser kondensiert. Diesen Vorgang nutzt die Erfindung, um gezielt Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Luftwärmetauschers zu kondensieren bzw., dort Wasser abzuscheiden, und um diese Oberfläche zu reinigen.

**[0010]** Die Regelung des Luftvolumenstroms zur Taupunkttemperatur zur Kondensation des Wassers erfolgt vorzugsweise dann, wenn ein Reinigungsbedarf des Luftwärmetauschers festgestellt wird. Dann läuft ein Reinigungszyklus ab, bei dem das auf der Oberfläche des Luftwärmetauschers kondensierte Wasser reinigend auf diese einwirkt.

**[0011]** Während dieses Reinigungszyklus wird der Luftvolumenstrom vorzugsweise kontinuierlich zur Taupunkttemperatur geregelt, um die Kondensation am Laufen zu halten.

**[0012]** Der Reinigungszyklus kann beispielsweise computerunterstützt zeitgesteuert ablaufen und auch zeitgesteuert initiiert und wieder beendet werden, so dass ein Eingriff durch Wartungspersonal in der Regel entfällt. Weiterhin kann auch bei sich durch die Ansaugtemperatur und Luftfeuchtigkeit günstigen Taupunktbedingungen ein vorrausschauendes Reinigen erfolgen, wenn der nächste Reinigungszeitpunkt in Kürze ansteht oder die Umgebungsbedingungen dieses erforderlich machen.

**[0013]** Nach Ablauf des Reinigungszyklus wird der normale Betrieb des Luftwärmetauschers wieder aufgenommen, bei dem die Temperatur des dem Luftwärmetauscher zugeführten Luftvolumenstroms zugunsten einer Kondensation von in der Luft enthaltener Feuchtigkeit auf seine Taupunkttemperatur nicht weiterhin gezielt geregelt wird.

**[0014]** Beispielsweise kann der Reinigungszyklus mit einem vorgebbaren Wiederholungsrythmus regelmäßig wiederholt werden. Beispielsweise kann die Reinigung monatlich, vierteljährlich etc. oder nach einer definierten Anzahl an Betriebsstunden durchgeführt werden. Der Wiederholungsrythmus kann auch vorzugsweise anhand des Einsatzgebietes, beispielsweise der Jahreszeit und/oder einer meteorologisch online verfügbaren Luftqualität am Aufstellort des Haustechnikgeräts eingestellt werden.

**[0015]** Die Dauer eines Reinigungszyklus ist derart gewählt, dass während der Zeitdauer des Reinigungs-

zyklus eine für den jeweiligen Luftwärmetauscher benötigte Menge an Reinigungswasser in Form von Kondensat anfällt. Die Menge des anfallenden Kondensats, die letztlich auch der Menge an Reinigungswasser entspricht, lässt sich über bekannte Formeln anhand der bekannten Parameter, insbesondere Luftdruck und Taupunkt, bestimmen.

**[0016]** Um eine Schmutzablagerung auf der Oberfläche des Luftwärmetauschers (auch aber nicht nur) während des Reinigungszyklus zu vermeiden, wird der Luftvolumenstrom, aus dem Feuchtigkeit zu Reinigungszwecken kondensiert wird, üblicherweise durch einen Partikelfilter geleitet, wodurch der Oberfläche des Luftwärmetauschers partikelfreie Feuchtigkeit zugeführt wird.

**[0017]** Die Taupunkttemperatur kann hygrometrisch indirekt oder alternativ mit einem Taupunktspiegelhygrometer direkt ermittelt werden

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Anwendung auf jede bekannte Bauart des Luftwärmetauschers, wie etwa auf einen Gegenstrom-Luftwärmetauscher oder einen Kreuzstrom-Luftwärmetauscher.

**[0019]** Im Folgenden wird ein Beispiel für eine gezielte Kondensation von Feuchtigkeit auf die Oberfläche des Luftwärmetauschers zu Reinigungszwecken durch gezielte Regelung deren Temperatur des dem Luftwärmetauscher zugeführten Luftvolumenstroms auf seine Taupunkttemperatur erläutert.

**[0020]** Die spezifische Luftfeuchtigkeit ist ein Maß für den Wasserdampfgehalt von Luft. Sie ist definiert als die Wasserdampfmenge (in g), die in 1 kg feuchter Luft enthalten ist. Über den Dampfdruck  $e$  und den Luftdruck  $p$  lässt sich die spezifische Feuchte  $s$  bestimmen:  $s=0,622e/p$ .

Beispiel:

**[0021]** Bei einer Temperatur von 25°C, einem Luftdruck von 1013hPa und einer relativen Feuchte von 70%, befinden sich ca. 13 g/m<sup>3</sup> Feuchtigkeit in der Luft.

**[0022]** Eine Lüftungsanlage mit einem Volumenstrom von 500m<sup>3</sup>/h transportiert somit etwa 6,8 kg Feuchtigkeit pro Stunde durch den Luftwärmetauscher. Von diesem Volumenstrom kann gezielt mit entsprechender Lüfterregelung ein großer Anteil kondensiert werden, wenn in diesem Fall auf der Gegenseite eine entsprechende Taupunkttemperatur von ca. 15°C herrscht.

**[0023]** Für die Taupunktregelung des Luftvolumenstroms muss der Taupunkt ermittelt bzw. gemessen werden.

**[0024]** Eine direkte Messung des Taupunkts kann mithilfe eines Taupunktspiegelhygrometers erfolgen. Dieses enthält einen temperierbaren Spiegel. Wenn der Spiegel bei absinkender Spiegeltemperatur die Taupunkttemperatur erreicht bzw. unterschreitet, beschlägt er. Dadurch verändern sich seine optischen Eigenschaften, vor allem sein Reflexionsvermögen. Eine Messoptik stellt auf diese Weise den Taupunkt fest.

**[0025]** Eine indirekte Messung des Taupunkts kombi-

niert die Messung der Raumtemperatur mit der der relativen Luftfeuchtigkeit. Aus diesen beiden Daten wird die absolute Luftfeuchtigkeit errechnet und daraus kann die Temperatur ermittelt werden, bei der die relative Luftfeuchtigkeit den Wert von 100% erreicht. In modernen Messgeräten erfolgt diese Berechnung intern durch einen Mikroprozessor, angezeigt wird in der Regel die gemessene Raumtemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie die Taupunkttemperatur.

**[0026]** Der Zusammenhang zwischen Wasserdampfgehalt von Luft in Abhängigkeit der Lufttemperatur ist im Diagramm von Fig. 1 dargestellt, wobei die Lufttemperatur in Grad Celsius auf der x-Achse und der Wasserdampfgehalt in g/m<sup>3</sup> auf der y-Achse aufgetragen ist.

**[0027]** Der Zusammenhang zwischen dem Taupunkt und der Lufttemperatur ist im Diagramm von Fig. 2 für unterschiedliche relative Luftfeuchtigkeiten dargestellt, wobei die Temperatur in Grad Celsius auf der x-Achse und der Taupunkt auf der y-Achse ebenfalls in Grad Celsius aufgetragen ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen der Oberfläche eines Luftwärmetauschers, dem ein Luftvolumenstrom zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des dem Luftwärmetauscher zugeführten Luftvolumenstroms zur Taupunkttemperatur geregelt wird, damit die Feuchtigkeit im Luftvolumenstrom auf die Oberfläche des Luftwärmetauschers in einer Menge kondensiert wird, die hinreicht, diese Oberfläche zu reinigen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Luftvolumenstrom kontinuierlich auf seine Taupunkttemperatur geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Regelung des Luftvolumenstroms auf seine Taupunkttemperatur zur Kondensation des Wassers dann erfolgt, wenn ein Reinigungsbedarf des Luftwärmetauschers festgestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Luftvolumenstrom, aus dem Feuchtigkeit zu Reinigungszwecken kondensiert wird, im Regelungsfall durch einen Partikelfilter geleitet wird, um der Oberfläche des Luftwärmetauschers partikelfreie Feuchtigkeit zuzuführen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Taupunkttemperatur hygrometrisch indirekt ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Taupunkttemperatur mit einem Taupunktspiegelhygrometer direkt ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Anwendung auf einen Gegenstrom- Luftwärmetauscher.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Anwendung auf einen Kreuzstrom-Luftwärmetauscher. 5
9. Verfahren zum zweistufigen Betreiben eines Luftwärmetauschers, bei dem die erste Stufe der Normalbetrieb des Luftwärmetauschers zum Zweck des Wärmetauschs ist, während die zweite Stufe anstelle des Normalbetriebs einen Reinigungsbetrieb bzw. einen Reinigungszyklus gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst, wobei eine Dauer des Betriebs in der zweiten Stufe insbesondere weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 1% und besonders bevorzugt weniger als 0,1% der Dauer des Betriebs in der ersten Stufe beträgt. 10  
15  
20
10. Haustechnikgerät, insbesondere Wärmepumpe oder Lüftungsgerät, mit einem Luftwärmetauscher und einer Steuerung, wobei die Steuerung dazu ausgebildet ist, den Luftwärmetauscher gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zu reinigen und/oder gemäß einem Verfahren nach Anspruch 9 zu Betreiben. 25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

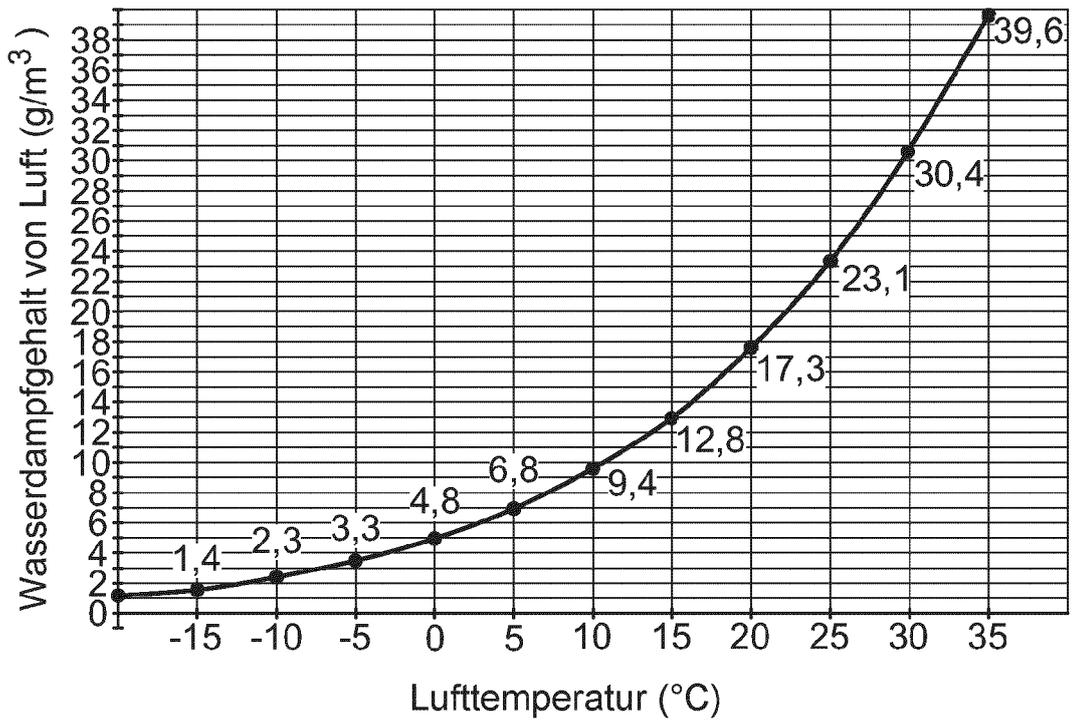


Fig. 1

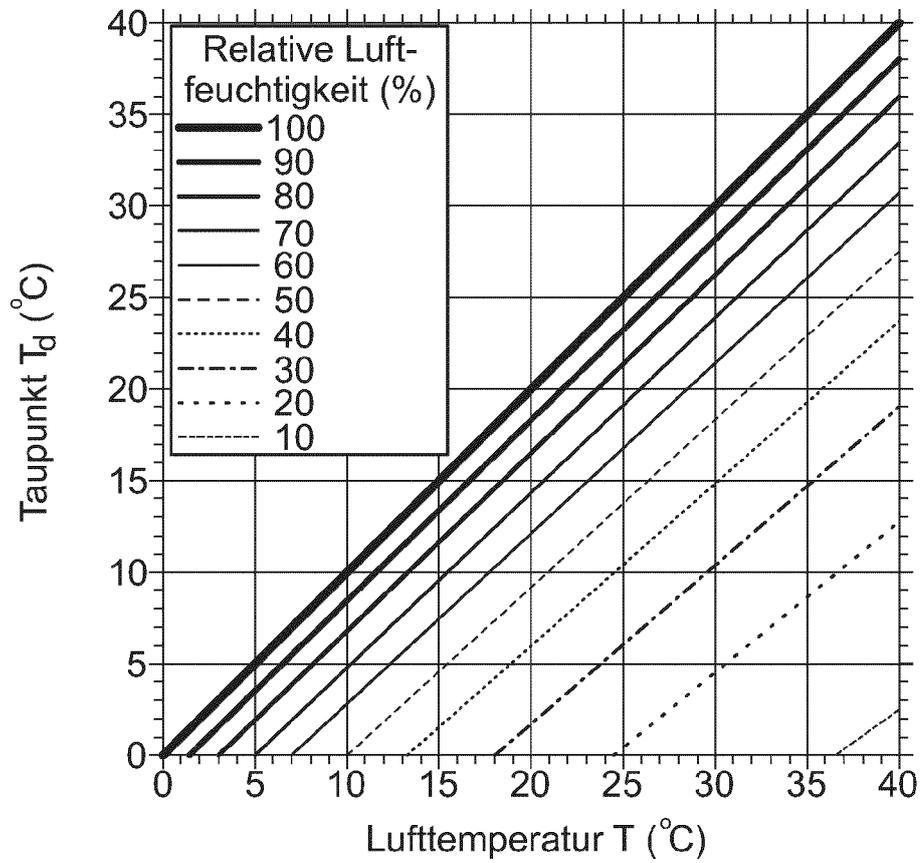


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 24 20 8285

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 021 698 B1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 29. Juli 2015 (2015-07-29) * das ganze Dokument *	1-10	INV. F24F11/80 F24F12/00
X	EP 3 862 643 A1 (HITACHI JOHNSON CONTROLS AIR CONDITIONING INC [JP]) 11. August 2021 (2021-08-11) * das ganze Dokument *	1-10	
X	CN 113 669 838 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC ZHUHAI) 19. November 2021 (2021-11-19) * das ganze Dokument *	1	
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</b>
			F24F F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. Februar 2025</b>	Prüfer <b>Decking, Oliver</b>
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	

1  
EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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

EP 24 20 8285

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.

27 - 02 - 2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2021698 B1	29-07-2015	EP 2021698 A1	11-02-2009
		ES 2319478 A1	07-05-2009
		PL 2021698 T3	31-12-2015
		WO 2007131981 A1	22-11-2007
-----			
EP 3862643 A1	11-08-2021	CN 111279134 A	12-06-2020
		EP 3862643 A1	11-08-2021
		JP 6498374 B1	10-04-2019
		JP WO2020070891 A1	15-02-2021
		MY 201435 A	21-02-2024
		TW 202014649 A	16-04-2020
WO 2020070891 A1	09-04-2020		
-----			
CN 113669838 A	19-11-2021	KEINE	
-----			

EPO FORM P0461

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