

(19)



(11)

**EP 4 491 931 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.01.2025 Patentblatt 2025/03**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F17C 1/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **24187630.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F17C 1/005**; F17C 2201/0119; F17C 2201/054;  
F17C 2201/056; F17C 2203/0604; F17C 2203/0619;  
F17C 2203/0621; F17C 2203/0636;  
F17C 2203/0646; F17C 2203/066; F17C 2203/0675;  
F17C 2209/21; F17C 2221/012; F17C 2221/033;  
F17C 2223/0123; (Forts.)

(22) Anmeldetag: **10.07.2024**

(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**

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

(30) Priorität: **14.07.2023 DE 102023118741**

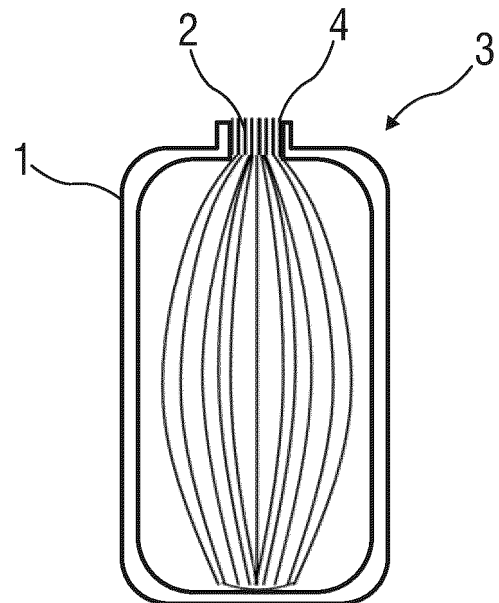
(72) Erfinder:  
• **STAPS, Katrin  
07646 Tröbnitz (DE)**  
• **WYRWA, Ralf  
07751 Rothenstein (DE)**  
• **HOYER, Thomas  
99438 Bad Berka OT Tannroda (DE)**

(71) Anmelder:  
• **eurocylinder systems AG  
99510 Apolda (DE)**

(74) Vertreter: **Liedtke & Partner Patentanwälte  
Gerhart-Hauptmann-Straße 10/11  
99096 Erfurt (DE)**

### (54) VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG EINER INNENSEITE EINES BEHÄLTERS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung einer Innenseite einer Wandung (1) eines Behälters (3), wobei mindestens eine Schicht in Form eines Ballons (2) aufgebracht wird, wobei der Ballon (2) in gefaltetem Zustand durch eine Öffnung (4) des Behälters (3) eingebracht wird, wobei der Ballon (2) anschließend aufgeblasen wird, so dass er sich von Innen an die Wandung (1) des Behälters (3) anlegt.



**FIG 4**

**EP 4 491 931 A1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)  
F17C 2223/036; F17C 2260/011; F17C 2260/012;  
F17C 2270/0168; F17C 2270/0171;  
F17C 2270/0173

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung einer Innenwand eines Behälters.

**[0002]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zur Beschichtung einer Innenseite einer Wandung eines Behälters anzugeben.

**[0003]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0004]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0005]** Zur Beschichtung einer Innenseite einer Wandung eines Behälters wird ein Verfahren vorgeschlagen, wobei mindestens eine Schicht in Form eines Ballons aufgebracht wird, wobei der Ballon in gefaltetem Zustand durch eine Öffnung des Behälters eingebracht wird, wobei der Ballon anschließend pneumatisch oder hydraulisch expandiert wird, so dass er sich von Innen an die Wandung des Behälters anlegt.

**[0006]** Die Öffnung des Behälters kann beispielsweise kleiner als 10 cm sein.

**[0007]** Der Ballon kann beispielsweise selbsttragend sein und weist insbesondere kein Stützgerüst auf.

**[0008]** In einer Ausführungsform wird der Ballon anschließend, gegebenenfalls nach dem Entleeren einer zum Expandieren verwendeten Flüssigkeit, mit kleinen Festkörpern ohne scharfe Kanten, insbesondere Kugeln, gefüllt und der Behälter mit den Festkörpern bewegt, so dass sich der Ballon möglichst vollflächig an die Wandung anlegt, ohne dass Luftblasen zwischen der Wandung und dem Ballon verbleiben.

**[0009]** In einer Ausführungsform weist der Ballon mindestens eine Schicht aus einer Metallfolie, beispielsweise einer Aluminium-, einer Kupfer-, einer Nickel-, einer Silber-, einer Goldfolie oder einer mit einem Metall beschichteten Polymerfolie, beispielsweise einer aluminium-, kupfer- oder goldbeschichteten Polymerfolie, auf.

**[0010]** In einer Ausführungsform weist die Metallfolie oder Polymerfolie eine Dicke von maximal 0,7 mm auf. Dies verhindert, dass die Folie in sich zusammenfällt und das Volumen des Behälters verringert. Außerdem wird das Gewicht des Behälters durch eine möglichst dünne Folie gering gehalten.

**[0011]** In einer Ausführungsform weist der Ballon keine Abstandshalteschicht auf seiner der Wandung des Behälters zugewandten Außenseite auf, insbesondere keine Abstandshalteschicht mit Noppen oder ein luftdurchlässiges Vlies. Eine Abstandshalteschicht hat den Nachteil, dass sich darin im Behälter aufbewahrte Gase, insbesondere versprödende Gase, beispielsweise Wasserstoff oder Methan, sammeln können, sich an der Oberfläche des Behälters (beispielsweise aus Stahl) anlagern, dissoziieren, in die Wandung eindringen und diese verspröden.

**[0012]** In einer Ausführungsform weist der Ballon ferner mindestens eine Polymerschicht und/oder Komposit-schicht auf.

**[0013]** Die Polymerschicht weist beispielsweise ein Polyamid, Polyethylenterephthalat, Polyethylen oder HD-Polyethylen, Polypropylen, Polyamid, Polyimid, Polysulfon, Polyvinylchlorid, Polyvinylfluorid und/oder Polyvinylidendifluorid auf. Ferner kann die Polymerschicht einen Polymerblend aus mehreren Polymeren, insbesondere den oben genannten Polymeren, oder ein Harzsystem, z. B. ein Epoxidharz, aufweisen.

**[0014]** Die mindestens eine Komposit-schicht oder mindestens eine der Komposit-schichten kann aus einem Polymer, Polymerblend oder Harzsystem (insbesondere wie oben zur Polymerschicht beschrieben) und einem Metall oder Halbmetall oder einer Metalllegierung oder Halbmetalllegierung, insbesondere dem in der Metallfolie oder der metallbeschichteten Polymerfolie verwendeten Metall, gebildet sein. Das Metall kann beispielsweise Ag, Al, Au, Ge, Cu, und/oder Ni oder eine Legierung aus mehreren dieser Stoffe sein. Die Komposit-schicht aus Polymer und Metall kann beispielsweise auf einem aluminium-haltigen Lack basieren.

**[0015]** Die mindestens eine Komposit-schicht oder mindestens eine der Komposit-schichten kann aus einem Polymer, Polymerblend oder Harzsystem (insbesondere wie oben zur Polymerschicht beschrieben) und einem oxidischen Material, beispielsweise Glas, Keramik, Metalloxid und/oder Glimmer, gebildet sein. Die Komposit-schicht aus Polymer und oxidischem Material kann beispielsweise ein flexibles Polymer mit eingebetteten blättchenförmigen Oxidpigmenten (z. B. Glimmer) sein.

**[0016]** Die Polymerschicht oder die Komposit-schicht kann beispielsweise durch Einfüllen einer zur Expansion des Ballons verwendeten Flüssigkeit, anschließendes Entleeren und Trocknen (lassen) ausgebildet werden.

**[0017]** Vor dem Einbringen des Ballons in die Öffnung können/kann ein Primer und/oder eine Polymerbeschichtung auf der Innenseite der Wandung aufgebracht werden, um die Haftung des Ballons an der Wandung zu verbessern.

**[0018]** In einer Ausführungsform kann die Wandung oder der Behälter vor dem Expandieren des Ballons im Behälter erwärmt werden, um die Anhaftung des Ballons an der Wandung und/oder am Primer und/oder an der Polymerbeschichtung zu verbessern.

**[0019]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Behälter, beispielsweise mit einer Wandung aus Stahl, vorgeschlagen, der mittels des oben beschriebenen Verfahrens beschichtet ist.

**[0020]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Behälter nicht aus Faserverbundwerkstoffen gebildet ist.

**[0021]** Der Behälter kann beispielsweise zur Aufbewahrung versprödender Gase, beispielsweise Wasserstoff oder Methan, oder Gasgemischen unter Druck, beispielsweise von 300 bar bis 1000 bar, verwendet werden. Es ist bekannt, dass vor allem hohe Wasserstoffdrücke zur Versprödung insbesondere von gehärteten Stählen führen, was zum Bersten des Druckbehälters führen kann. Als ein wahrscheinlicher Mechanismus wird die Diffusion atomaren Wasserstoffs von der Metalloberflä-

che in den Stahl diskutiert. Durch Rekombination zum molekularen Wasserstoff im Metallgitter wird das Metallgefüge gestört und es kommt zur Versprödung.

**[0022]** Der Behälter weist durch die erfindungsgemäß aufgebrauchte Innenbeschichtung eine Barrierschicht zur Vermeidung der Stahlversprödung durch Wasserstoff oder andere versprödende Gase (beispielsweise Methan) auf, durch die eine Reduktion der Wandstärke möglich ist. Der Druckbehälter kann in der Wasserstofftechnologie, insbesondere für den Wasserstofftransport sowie als stationärer Wasserstoffspeicher eingesetzt werden, beispielsweise in der Energiewirtschaft oder als Behälter für wasserstoffbetriebene Straßen- oder Schienenfahrzeuge, insbesondere im Lastverkehr.

**[0023]** Der Druckbehälter kann eine Gasflasche oder eine Rohrleitung sein.

**[0024]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

**[0025]** Darin zeigen:

- Figur 1 eine schematische Ansicht eines teilweise entfalteten Ballons,  
 Figur 2 eine schematische Ansicht des zusammengefalteten Ballons,  
 Figur 3 eine schematische Ansicht eines Druckbehälters mit einer Öffnung und dem darin eingebrachten Ballon,  
 Figur 4 eine schematische Ansicht des Druckbehälters mit einer Öffnung und dem darin eingebrachten Ballon, während dieser pneumatisch oder hydraulisch expandiert wird und sich entfaltet, und  
 Figur 5 eine schematische Ansicht des Druckbehälters mit der Öffnung und dem eingebrachten Ballon, wobei dieser vollständig aufgeblasen ist.

**[0026]** Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0027]** **Figur 1** zeigt einen teilweise entfalteten Ballon 2 zum Aufbringen einer Beschichtung auf eine Innenseite einer Wandung 1 eines Behälters 3, beispielsweise eines Druckbehälters 3, insbesondere zur Aufbewahrung von Wasserstoff oder Methan. Der Ballon 2 ist dabei zunächst zusammengefalteter, sodass er durch eine Öffnung 4 des Druckbehälters 3 passt. **Figur 2** ist eine schematische Ansicht des zusammengefalteten Ballons 2.

**[0028]** **Figur 3** ist eine schematische Ansicht des Druckbehälters 3 mit einer Öffnung 4, durch die der Ballon 2 eingebracht wird. **Figur 4** ist eine schematische Ansicht des Druckbehälters 3 mit der Öffnung 4 und dem eingebrachten Ballon 2, während dieser aufgeblasen wird und sich entfaltet. **Figur 5** ist eine schematische Ansicht des Druckbehälters 3 mit der Öffnung 4 und dem eingebrachten Ballon 2, wobei dieser vollständig aufgeblasen ist, so dass er sich von Innen an die Wandung 1 des Druckbehälters 3 anlegt. Optional kann vorgesehen sein, den Ballon 2 anschließend mit kleinen Festkörpern

ohne scharfe Kanten, beispielsweise Kugeln, zu füllen und den Druckbehälter 3 mit den Festkörpern zu bewegen, so dass sich der Ballon 2 möglichst vollflächig an die Wandung 1 anlegt, ohne dass Luftblasen zwischen der Wandung 1 und dem Ballon 2 verbleiben. Der Ballon 2 kann dabei eine oder mehrere Schichten aufweisen. Beispielsweise kann der Ballon 2 aus einer Aluminiumfolie gebildet sein. In einer weiteren Ausführungsform kann der Ballon 2 eine Aluminiumfolie und eine Polymerschicht, oder eine Aluminiumfolie, eine Polymerschicht, eine weitere Aluminiumfolie und eine weitere Polymerschicht aufweisen. In einer Ausführungsform weist der Ballon 2 im aufgeblasenen Zustand eine Form auf, die mit einer inneren Form des Druckbehälters 3 korrespondiert.

**[0029]** Vor dem Einbringen des Ballons 2 in die Öffnung 4 können/kann ein Primer und/oder eine Polymerbeschichtung auf der Innenseite der Wandung 1 aufgebracht werden, um die Haftung des Ballons 2 an der Wandung 1 zu verbessern. Es kann vorgesehen sein, vor dem Aufblasen des Ballons 2 im Behälter 3 die Wandung 1 oder den Behälter 3 zu erwärmen, um die Anhaftung des Ballons 2 an der Wandung 1 und/oder am Primer und/oder an der Polymerbeschichtung zu verbessern.

**[0030]** Der Behälter 3 kann mit einem Restdruckventil versehen sein, um ein Kollabieren des Ballons 2 im Behälter 3 zu verhindern.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### **[0031]**

- 1 Wandung  
 2 Ballon  
 3 Druckbehälter  
 4 Öffnung

### **Patentansprüche**

- Verfahren zur Beschichtung einer Innenseite einer Wandung (1) eines Behälters (3), wobei mindestens eine Schicht in Form eines Ballons (2) aufgebracht wird, wobei der Ballon (2) in gefaltetem Zustand durch eine Öffnung (4) des Behälters (3) eingebracht wird, wobei der Ballon (2) anschließend pneumatisch oder hydraulisch expandiert wird, so dass er sich von Innen an die Wandung (1) des Behälters (3) anlegt.
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Ballon (2) anschließend mit kleinen Festkörpern ohne scharfe Kanten, insbesondere Kugeln, gefüllt und der Behälter (3) mit den Festkörpern bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Ballon (2) mindestens eine Schicht aus einer Metallfolie, insbesondere einer Aluminiumfolie, einer Kupfer-, einer Nickel-, einer Silber-, einer Goldfolie oder aus einer metallbeschichteten Polymerfolie, beispielsweise einer aluminium-, kupfer- oder goldbeschichteten Polymerfolie, aufweist. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Ballon (2) ferner mindestens eine Polymerschicht und/oder Kompositschicht aufweist. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Polymerschicht und/oder Kompositschicht mindestens eines der Polymere Polyamid, Polyethylenterephthalat, Polyethylen oder HD-Polyethylen, Polypropylen, Polyamid, Polyimid, Polysulfon, Polyvinylchlorid, Polyvinylfluorid und/oder Polyvinylidendifluorid, einen Polymerblend aus mehreren der genannten Polymere, oder ein Harzsystem, insbesondere ein Epoxidharz, aufweist. 15  
20
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Kompositschicht ferner ein Metall oder Halbmetall oder eine Metalllegierung oder Halbmetalllegierung und/oder ein oxidisches Material aufweist. 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Polymerschicht oder die Kompositschicht durch Einfüllen einer zur Expansion des Ballons verwendeten Flüssigkeit, anschließendes Entleeren und Trocknen ausgebildet wird. 30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor dem Einbringen des Ballons (2) in die Öffnung (4) ein Primer und/oder eine Polymerbeschichtung auf der Innenseite der Wandung (1) aufgebracht werden/wird. 35
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wandung (1) oder der Behälter (3) vor dem Aufblasen des Ballons (2) im Behälter (3) erwärmt wird. 40
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ballon selbsttragend ist. 45
11. Behälter (3), beschichtet mittels des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 50
12. Behälter (3) nach Anspruch 11, aufweisend eine Wandung (1) aus Stahl mit einer Öffnung (4).
13. Behälter (3) nach Anspruch 12, wobei die Öffnung (4) einen Durchmesser von weniger als 10 cm aufweist. 55
14. Verwendung des Behälters (3) nach einem der Ansprüche 11 bis 13 zur Aufbewahrung von versprödenden Gasen, insbesondere Wasserstoff oder Methan, oder Gasgemischen unter Druck.
15. Verwendung nach Anspruch 14, wobei der Druck im Bereich von 300 bar bis 1000 bar liegt.

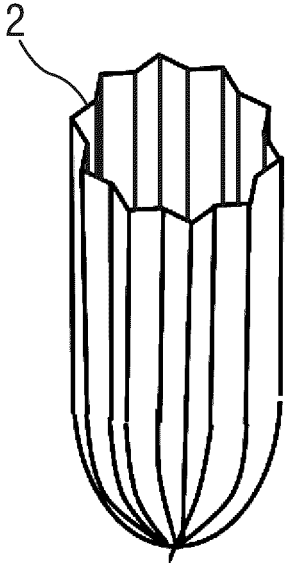


FIG 1

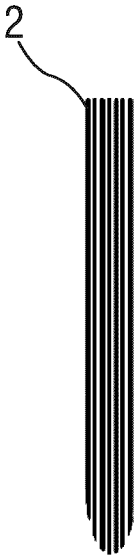


FIG 2

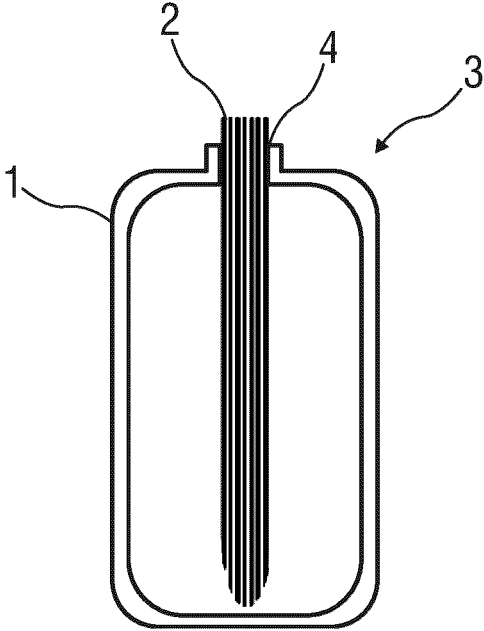


FIG 3

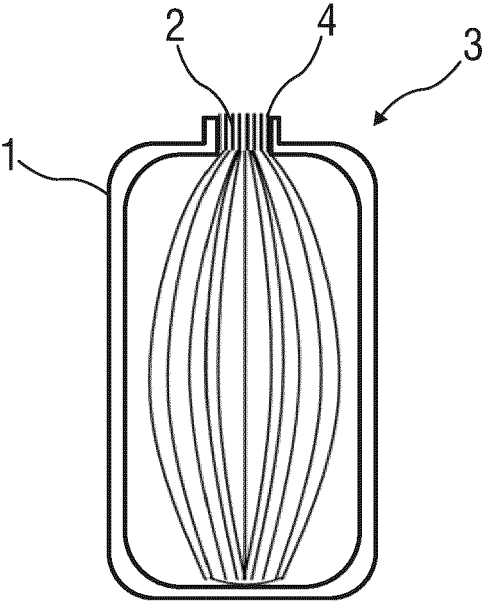


FIG 4

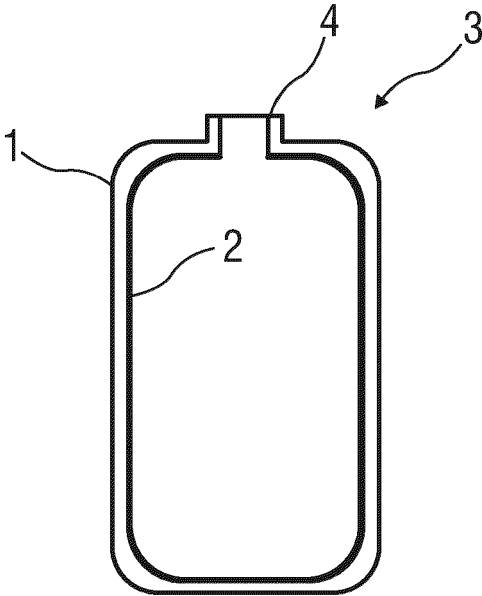


FIG 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 24 18 7630

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2018/299067 A1 (SWAN STUART GRAVES [ZA] ET AL) 18. Oktober 2018 (2018-10-18)	1, 8-11, 14, 15	INV. F17C1/00
Y	* das ganze Dokument *	3-6, 12, 13	
A		2, 7	
-----			
X	DE 20 2022 000702 U1 (FENOTEC PROTEC GMBH [DE]) 3. Juli 2023 (2023-07-03)	1, 11, 14, 15	
Y	* das ganze Dokument *	3-6, 12, 13	
A		2, 7	
-----			
X	US 2014/272670 A1 (STRACK LUDGER [DE] ET AL) 18. September 2014 (2014-09-18)	11, 14, 15	
Y	* Absätze [0030] - [0036]; Ansprüche	3-6, 13	
A	6, 7, 12; Abbildung 3B *	2, 7	
-----			
X	US 2012/138616 A1 (LINDNER MARKUS [DE] ET AL) 7. Juni 2012 (2012-06-07)	11, 12, 14, 15	
Y	* das ganze Dokument *	13	
A		2, 7	
-----			
Y	US 2021/131610 A1 (KIM SOO [US] ET AL) 6. Mai 2021 (2021-05-06)	12	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)  F17C
	* Absätze [0021] - [0025]; Abbildung 1 *		
-----			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>31. Oktober 2024</b>	Prüfer <b>Gutiérrez Royo, M</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	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 24 18 7630

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.

31-10-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018299067 A1	18-10-2018	US 2018299067 A1 WO 2017060829 A1 ZA 201802402 B	18-10-2018 13-04-2017 30-01-2019
-----			
DE 202022000702 U1	03-07-2023	KEINE	
-----			
US 2014272670 A1	18-09-2014	KEINE	
-----			
US 2012138616 A1	07-06-2012	CN 102537653 A DE 102011119771 A1 US 2012138616 A1	04-07-2012 06-06-2012 07-06-2012
-----			
US 2021131610 A1	06-05-2021	CN 112768729 A DE 102020213791 A1 KR 20210056253 A US 2021131610 A1	07-05-2021 06-05-2021 18-05-2021 06-05-2021
-----			

EPO FORM P0461

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