

(19)



(11)

EP 3 670 095 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(51) Int Cl.:
B25D 11/06 (2006.01) B25D 11/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18214666.2**

(22) Anmeldetag: **20.12.2018**

(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

- **Pritz, Jürgen**
6830 Rankweil (AT)
- **Wondra, Marcel**
6700 Bludenz (AT)
- **Hoffmann, Carl**
88131 Lindau (DE)
- **Vallaster, Walter**
6811 Göfis (AT)

(71) Anmelder: **Hilti Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
• **Schallert, Christian**
6714 Nueziders (AT)

(54) HANDWERKZEUGMASCHINE

(57) Eine meißelnde Handwerkzeugmaschine (1) hat einen Werkzeughalter (2) zum Haltern eines Werkzeugs (3) auf einer Arbeitsachse (7), einen Elektromotor (8) und ein Schlagwerk (4). Das Schlagwerk hat einen mit dem Motor gekoppelten Erregerkolben (12), einen auf der Arbeitsachse geführten Schläger (13) und eine

von dem Erregerkolben und dem Schläger abgeschlossene pneumatische Kammer (18) zum Ankoppeln einer Bewegung des Schlägers an den Erregerkolben. Die Drehzahl des Elektromotors entspricht dem wenigstens 15-fachen einer Schlagzahl des Schlagwerks.

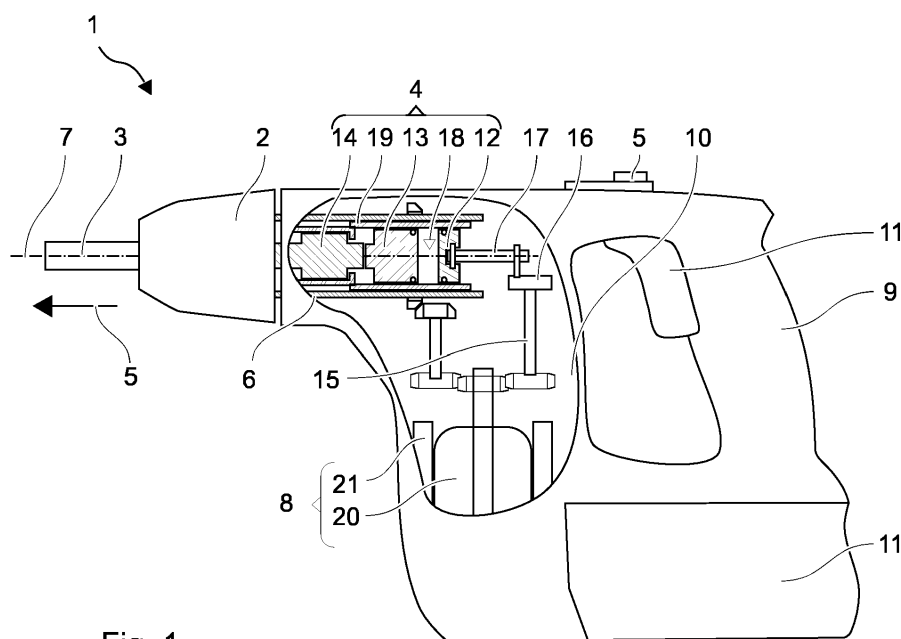


Fig. 1

EP 3 670 095 A1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine meißelnde Handwerkzeugmaschine, z.B. einen Bohrhammer oder einen Elektromeißel.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0002] Eine meißelnde Handwerkzeugmaschine hat einen Werkzeughalter zum Halten eines Werkzeugs auf einer Arbeitsachse, einen Elektromotor und ein Schlagwerk. Das Schlagwerk hat einen mit dem Motor gekoppelten Erregerkolben, einen auf der Arbeitsachse geführten Schläger und eine von dem Erregerkolben und dem Schläger abgeschlossene pneumatische Kammer zum Ankoppeln einer Bewegung des Schlägers an den Erregerkolben. Die Drehzahl des Elektromotors entspricht dem wenigstens 20-fachen einer Schlagzahl des Schlagwerks. Die Drehzahl des Elektromotors ist vorzugsweise größer als 60.000 Umdrehungen pro Minute.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0003] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Bohrhammer

[0004] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0005] Fig. 1 zeigt als Beispiel einer meißelnden Handwerkzeugmaschine 1 schematisch einen Bohrhammer. Der Bohrhammer hat einen Werkzeughalter 2, in welchen ein Werkzeug 3 eingesetzt und verriegelt werden kann. Die Werkzeuge 3 können beispielsweise Bohrer für die drehmeißelnde Bearbeitung von mineralischen Bauwerkstoffen, wie Beton oder Gestein, oder Meißel für die rein meißelnde Bearbeitung der selben Bauwerkstoffe sein. Der Bohrhammer 1 enthält ein pneumatisches Schlagwerk 4, welches im Betrieb periodisch Schläge in Schlagrichtung 5 auf das Werkzeug 3 ausübt. Zudem kann die Handwerkzeugmaschine 1 eine Abtriebswelle 6 aufweisen, welche im Betrieb den Werkzeughalter 2 und damit das Werkzeug 3 um eine Arbeitsachse 7 dreht. Das Schlagwerk 4 und die Abtriebswelle 6 werden von einem Elektromotor 8, angetrieben. Die Abtriebswelle 6 kann in meißelnden Handwerkzeugmaschinen 1 abschaltbar sein; rein meißelnden Handwerkzeugmaschinen 1 sind ohne Abtriebswelle.

[0006] Die Handwerkzeugmaschine 1 hat einen Handgriff 9, mittels welchem der Anwender die Handwerk-

zeugmaschine 1 im Betrieb halten und führen kann. Der Handgriff 9 ist an einem Maschinengehäuse 10 befestigt. Vorzugsweise ist der Handgriff 9 an einem von der Werkzeughalter 2 entfernten Ende der Handwerkzeugmaschine 1 bzw. des Maschinengehäuses 10 angeordnet. Eine zu der Schlagrichtung 5 parallele und mittig durch den Werkzeughalter 2 verlaufende Arbeitsachse 7 verläuft vorzugsweise durch den Handgriff 9, wenn dieser einhändig zu greifen ist. Der Handgriff 9 kann durch Dämpfungselemente von dem Maschinengehäuse 10 teilweise entkoppelt sein, um Vibrationen des Schlagwerks 4 zu dämpfen.

[0007] Der Anwender kann die Handwerkzeugmaschine 1 mittels eines Tasters 11 in Betrieb nehmen. Das Betätigen des Tasters 11 aktiviert den Motor 8. Der Taster 11 ist vorzugsweise an dem Handgriff 9 angeordnet, wodurch dieser von der Handgriff 9 umgreifenden Hand betätigt werden kann.

[0008] Das Schlagwerk 4 hat einen Erregerkolben 12, einen Schläger 13 und einen Döpper 14. Der Erregerkolben 12, der Schläger 13 und der Döpper 14 sind in Schlagrichtung 5 aufeinanderfolgend auf der Arbeitsachse 7 liegend angeordnet. Der Erregerkolben 12 ist über einen Getriebestrang 15 an den Motor 8 angekoppelt. Der Getriebestrang setzt die Drehbewegung des Motors 8 in eine periodische Vor- und Rückbewegung des Erregerkolbens 12 auf der Arbeitsachse 7 um. Ein beispielhafter Getriebestrang enthält ein Exzenterad 16 und ein Pleuel 17. Der Getriebestrang 15 kann unter anderem ein untersetzendes Getriebe enthalten, welches die Drehzahl des Elektromotors 8 auf Drehzahl des Exzenterads 16 anpasst. Die Drehzahl des Exzenterads 16 entspricht der nominellen Schlagzahl des Schlagwerks 4. Anstelle eines Exzenterads 16 können andere Mechanismen die Rotationsbewegung des Elektromotors 8 in die Translationsbewegung des Erregerkolbens 12 umwandeln, z.B. ein Taumelantrieb.

[0009] Der Schläger 13 wird an die Bewegung des Erregerkolbens 12 durch eine pneumatische Kammer 18, auch als Luftfeder bezeichnet, angekoppelt. Die pneumatische Kammer 18 ist längs der Arbeitsachse 7 antriebsseitig durch den Erregerkolben 12 und werkzeugseitig durch den Schläger 13 abgeschlossen. Der Schläger 13 ist dazu als Kolben ausgebildet. In der dargestellten Variante ist die pneumatische Kammer 18 in radialer Richtung durch ein Führungsrohr 19 abgeschlossen. Der Erregerkolben 12 und der Schläger 13 gleiten luftdicht anliegend an der Innenfläche des Führungsrohrs 19. In anderen Ausgestaltung kann der Erregerkolben topfförmig ausgebildet sein. Der Schläger gleitet innerhalb des Erregerkolbens. Analog kann der Schläger topfförmig ausgebildet sein, wobei der Erregerkolben innerhalb des Schlägers gleitet. Der Schläger 13 bewegt sich angekoppelt über die pneumatische Kammer 18 periodisch parallel zu der Schlagrichtung 5 zwischen einem antriebsseitigen Umkehrpunkt und einem werkzeugseitigen Umkehrpunkt. Der werkzeugseitige Umkehrpunkt ist durch den Döpper 14 vorgegeben, auf welchen der Schläger

13 im werkzeugseitigen Umkehrpunkt aufschlägt. Der Döpper **14** überträgt den Schlag auf das in dem Werkzeughalter **2** angeordnete Werkzeug **3**.

[0010] Eine Schlagzahl ist für die Handwerkzeugmaschine **1** mit dem pneumatischen Schlagwerk **4** weitgehend fest. Die Schlagzahl entspricht der Umlaufzeit des Erregerkolbens **12**. Die Umlaufzeit ist an die Flugzeit des Schlägers **13** angepasst, um eine effiziente Energieübertragung zu gewährleisten. Das Schlagwerk **4** zeigt hierbei ein Verhalten wie es typischerweise von resonant angeregten Systemen bekannt ist. Eine optimale Energieübertragung ist bei der nominellen Schlagzahl der Handwerkzeugmaschine **1** gegeben. Abweichungen von mehr als 10 % führen typischerweise bereits zu einer nichttolerierbaren Verringerung der Effizienz. Typische Schlagzahlen liegen in einem Bereich zwischen 10 Schlägen pro Sekunde bis 100 Schlägen pro Sekunde. Meißelhämmer mit einer hohen Schlagenergie oberhalb von 15 J (Joule) haben typischerweise eine geringe Schlagzahl, im Bereich zwischen 10 und 40 Schlägen pro Sekunde. Meißelhämmer und Kombihämmer mit mittleren und geringen Schlagenergien im Bereich zwischen 0,5 J und 15 J haben typische Schlagzahlen im Bereich zwischen 40 und 100 Schlägen pro Sekunde.

[0011] Das pneumatische Schlagwerk **4** hat gewünscht ein stark diskontinuierliches Verhalten bei der Leistungsabgabe. Der Schläger **13** gibt die während eines Umlaufs erhaltene kinetische Energie in sehr kurzer Zeit in Form eines Schlages ab. Dies führt zu einer diskontinuierlichen Leistungsaufnahme des pneumatischen Schlagwerks **4** von dem Elektromotor **8**. Der Schläger **13** wird in weniger als einem Achtel des Umlaufs durch den Erregerkolben **12** in Schlagrichtung **5** beschleunigt. Ansonsten bewegt sich der Schläger **13** nahezu kraftfrei. Dies führt zu erheblichen Lastwechsel für den antreibenden Elektromotor **8**. Gängige Handwerkzeugmaschinen verwenden daher Elektromotoren mit großem Trägheitsmoment des Rotors **20**. Das Trägheitsmoment wirkt quasi als Puffer während der Beschleunigungsphase des Schlägers **13**.

[0012] Die Ausführungsform der Handwerkzeugmaschine **1** verfolgt einen anderen Ansatz. Der Elektromotor **8** ist ausgelegt auf den dynamischen Lastwechsel der Schlagwerks **4** unmittelbar reagieren zu können. Dazu hat der Elektromotor **8** eine verglichen zu der Schlagzahl des pneumatischen Schlagwerks **4** hohen Drehzahl. Die Drehzahl beträgt das wenigstens 15-fache, vorzugsweise wenigstens 20-fache, vorzugsweise wenigstens 30-fache, der Schlagzahl. In anderen Worten, im Betrieb dreht sich der Rotor des Elektromotors **8** wenigstens 15 mal pro Schlag und damit pro Umlauf des Schlägers **13**. Der Elektromotor **8** dreht sich während der kurzen Beschleunigungsphase des Schlägers **13** wenigstens zweibis dreimal. Vorzugsweise ist die Energieabgabe pro Umdrehung des Rotors **20** geringer als 1 Joule.

[0013] Der Getriebestrang **15** hat ein Untersetzungsverhältnis von wenigstens 15 zu 1, vorzugsweise wenigstens 20 zu 1, vorzugsweise wenigstens 30 zu 1. Eine

obere Grenze für das Untersetzungsverhältnis wird bei 80 zu 1 vermutet. Die hohe Untersetzung erfordert mehrere in Serie geschaltete Stufen. Zunächst erhöht jede Getriebestufe das Trägheitsmoment, welche die Dynamik reduziert. Zudem ergeben sich Verluste durch Reibung. Und die mehreren Stufen benötigen Volumen, welches der Tendenz die Handwerkzeugmaschinen **1** kompakt aufzubauen zuwiderläuft.

[0014] Der Elektromotor **8** hat eine hohe nominelle Drehzahl. Die nominelle Drehzahl ist größer als 60.000 Umdrehungen pro Minute, vorzugsweise größer als 80.000 Umdrehungen pro Minute. Bei der nominellen Drehzahl des Elektromotors **8** schlägt das Schlagwerk **4** mit der nominellen Schlagzahl, d.h. das Schlagwerk **4** arbeitet mit der optimalen Effizienz. Die Drehzahl des Elektromotors **8** ist vorzugsweise geringer als 200.000 Umdrehungen pro Minute. Elektromotoren mit höheren Drehzahlen dürften einen filigranen Aufbau des Rotors **20** benötigen, welcher die Lastwechsel und einhergehenden Drehmomentänderungen nicht dauerhaft übersteht.

[0015] Der Elektromotor **8** hat bei der nominellen Drehzahl eine Leistungsabgabe von wenigstens 250 W (Watt). Für größere Kombihämmer oder Meißelhämmer ist ein Elektromotor **8** mit einer Leistungsabgabe von wenigstens 500 W bis zu 3.000 W notwendig.

[0016] Der Elektromotor **8** ist vorzugsweise ein bürstenloser Elektromotor **8**. Der bürstenlose Elektromotor **8** hat einen Stator **21** und einen Rotor **20**. Der Stator **21** erzeugt ein umlaufendes Magnetfeld, welches die Drehzahl des Rotors **20** vorgibt. Der Rotor **20** kann Permanentmagnete enthalten, die mit dem umlaufenden Magnetfeld interagieren. In einer anderen Ausgestaltung kann der bürstenlose Elektromotor **8** als Reluktanzmotor ausgebildet sein, dessen Rotor **20** aus einem weichmagnetischen Material besteht.

[0017] Der Elektromotor **8** hat vorzugsweise einen Rotor **20** mit geringem Trägheitsmoment, damit der Elektromotor **8** dynamisch auf die Lastwechsel reagieren kann. Ein Trägheitsmoment des Rotors **20** ist vorzugsweise geringer als 10 g cm² (Gramm mal Quadratzentimeter). Der Elektromotor **8** ermöglicht eine hohe Beschleunigung, eine Masse des Elektromotors **8** zu seiner nominellen Leistung ist vorzugsweise geringer als 0,2 g / W (Gramm pro Watt). Eine untere Grenze liegt bei 0,03 g / W. Der Rotor **20** hat dazu vorzugsweise einen länglichen Aufbau. Eine Länge des Rotors **20** ist deutlich größer als der Durchmesser des Rotors **20**, vorzugsweise wenigstens 3-fach so lang.

Patentansprüche

1. Meißelnde Handwerkzeugmaschine (1) mit einem Werkzeughalter (2) zum Haltern eines Werkzeugs (3) auf einer Arbeitsachse (7), einem Elektromotor (8), einem Schlagwerk (4), das einen mit dem Motor (8)

gekoppelten Erregerkolben (12), einen auf der Arbeitsachse (7) geführten Schläger (13), eine von dem Erregerkolben (12) und dem Schläger (13) abgeschlossene pneumatische Kammer (18) zum Ankoppeln einer Bewegung des Schlägers (13) an den Erregerkolben (12) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehzahl des Elektromotors (8) dem wenigstens 15-fachen einer Schlagzahl des Schlagwerks (4) entspricht.

2. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehzahl des Elektromotors (8) größer als 60.000 Umdrehungen pro Minute ist.
3. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schlagwerk (4) pro Umlauf des Elektromotors (8) nicht mehr als 1 Joule zugeführt wird.
4. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Trägheitsmoment des Rotors (20) des Elektromotors (8) geringer als 50 g cm² ist.
5. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis der Masse des Elektromotors (8) zu der Nennleistung des Elektromotors (8) geringer als 0,2 g / W ist.

35

40

45

50

55

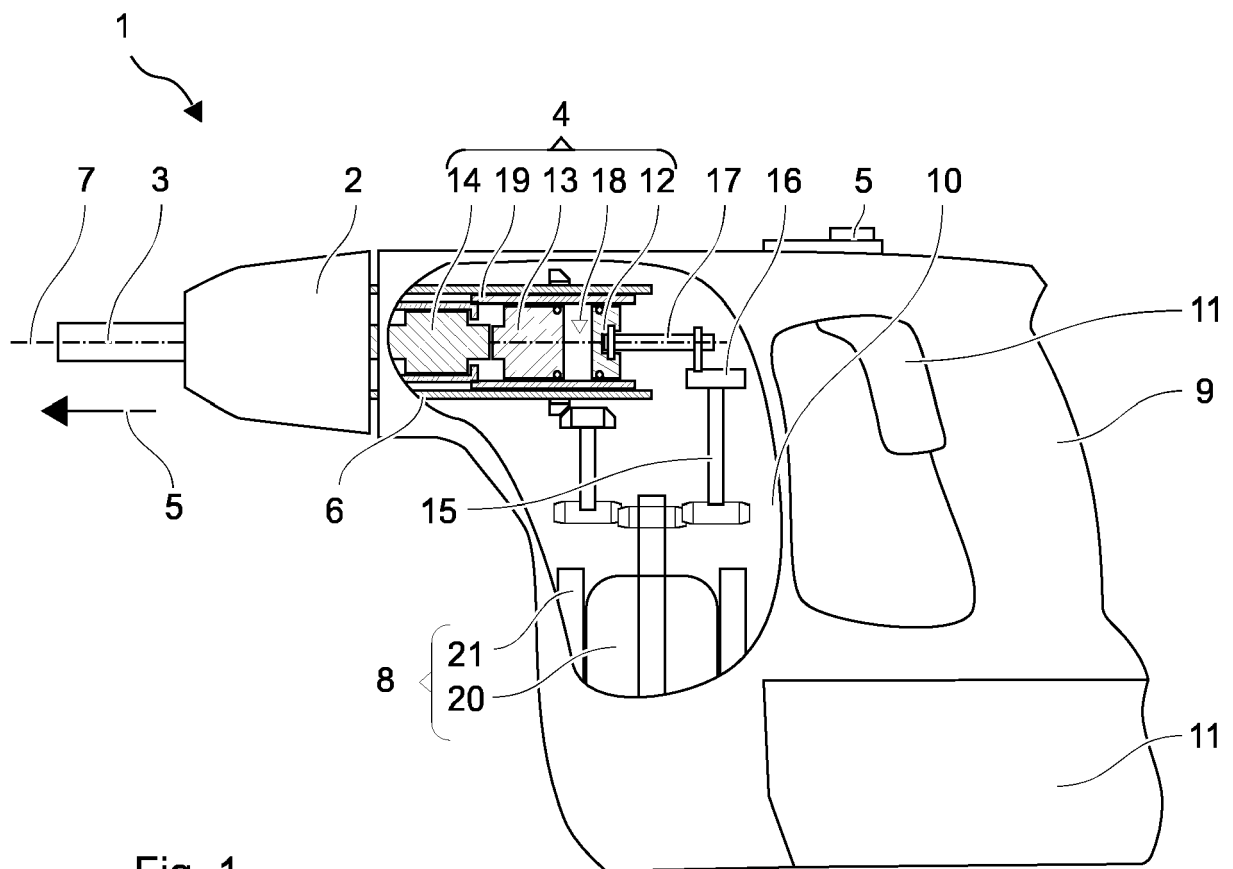


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 4666

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	WO 2008/071489 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; MEIXNER GERHARD [DE]) 19. Juni 2008 (2008-06-19) * Seite 6, Zeilen 15-28 * * Seite 4, Zeile 20 - Seite 7, Zeile 6; Abbildung 1 *	1-5	INV. B25D11/06 B25D11/12
X	US 4 095 654 A (ROSS FREDERICK W) 20. Juni 1978 (1978-06-20) * Spalte 8, Zeilen 53-60 * * Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 30; Abbildung 1 *	1-5	
X	GB 1 210 006 A (HILTI AG [LI]) 28. Oktober 1970 (1970-10-28) * Seite 1, Zeilen 37-52 * * Seite 2, Zeilen 29-120; Abbildung 1 *	1-5	
A	US 3 587 754 A (LAATSCH WALTER R) 28. Juni 1971 (1971-06-28) * Spalte 4, Zeilen 5-16 * * Spalte 1, Zeile 71 - Spalte 4, Zeile 36; Abbildungen 1-4 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25D
A	GB 819 055 A (PEUGEOT & CIE) 26. August 1959 (1959-08-26) * Seite 3, Zeilen 54-60; Abbildung 1 *	1	
A	EP 1 431 005 A2 (HILTI AG [LI]) 23. Juni 2004 (2004-06-23) * Absatz [0014]; Abbildung 1 *	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Juni 2019	Prüfer Rilliard, Arnaud
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 Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 21 4666

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.

05-06-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2008071489 A1	19-06-2008	CN 101557906 A DE 102006059076 A1 EP 2101956 A1 RU 2009126620 A US 2010012337 A1 WO 2008071489 A1	14-10-2009 19-06-2008 23-09-2009 20-01-2011 21-01-2010 19-06-2008
20	US 4095654 A	20-06-1978	KEINE	
25	GB 1210006 A	28-10-1970	GB 1210006 A US 3521497 A YU 160768 A	28-10-1970 21-07-1970 30-04-1973
30	US 3587754 A	28-06-1971	KEINE	
35	GB 819055 A	26-08-1959	KEINE	
40	EP 1431005 A2	23-06-2004	CN 1507988 A DE 10259566 A1 EP 1431005 A2 JP 4648624 B2 JP 2004195648 A PL 364131 A1 US 2004182589 A1	30-06-2004 01-07-2004 23-06-2004 09-03-2011 15-07-2004 28-06-2004 23-09-2004
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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