



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 354 437 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.08.2018 Patentblatt 2018/31**

(21) Anmeldenummer: **17153052.0**

(22) Anmeldetag: **25.01.2017**

(51) Int Cl.:

**B29C 45/00** (2006.01)      **F02M 59/36** (2006.01)  
**F02M 51/06** (2006.01)      **F02M 63/00** (2006.01)  
**H01F 1/42** (2006.01)      **H01F 1/37** (2006.01)  
**H01F 7/16** (2006.01)

(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:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Continental Automotive GmbH  
30165 Hannover (DE)**

(72) Erfinder:

- **Bias, Stephan  
93059 Regensburg (DE)**
- **Bohmann, Jürgen  
93437 Furth i. Wald (DE)**
- **Dagdelen, Burhan  
93194 Waldenbach (DE)**
- **Gugel, Bernd  
93049 Regensburg (DE)**
- **Mühlbauer, Andreas  
93170 Bernhardswald (DE)**
- **Veit, Valentin  
93051 Regensburg (DE)**

### (54) ELEKTROMAGNETISCHES SCHALTVENTIL SOWIE KRAFTSTOFFHOCHDRUCKPUMPE

(57) Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltventil (30) mit einem elektromagnetischen Aktuatorbereich (38), der mehrere magnetisierbare Bauteile (64, 66) zum Führen eines induzierten Magnetfeldes aufweist, wobei wenigstens eines der magnetisierbaren

Bauteile (64, 66) mit einem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist. Weiter betrifft die Erfindung eine Kraftstoffhochdruckpumpe (18), die ein solches Schaltventil (30) aufweist.

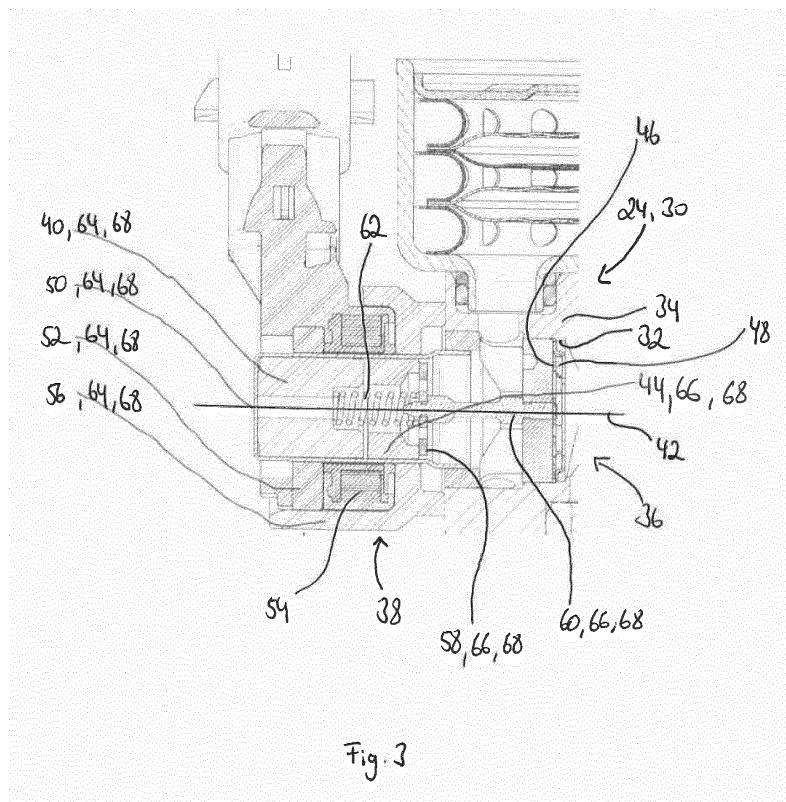


Fig. 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltventil für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, sowie eine Kraftstoffhochdruckpumpe, die ein solches elektromagnetisches Schaltventil aufweist.

**[0002]** Kraftstoffhochdruckpumpen in Kraftstoffeinspritzsystemen in Brennkraftmaschinen werden dazu verwendet, einen Kraftstoff mit einem hohen Druck zu beaufschlagen, wobei der Druck beispielsweise bei Benzin-Brennkraftmaschinen in einem Bereich von 150 bar bis 400 bar und bei Diesel-Brennkraftmaschinen in einem Bereich von 1500 bar bis 2500 bar liegt. Je höher der Druck, der in dem jeweiligen Kraftstoff erzeugt werden kann, desto geringer sind Emissionen, die während der Verbrennung des Kraftstoffes in einer Brennkammer entstehen, was insbesondere vor dem Hintergrund vorteilhaft ist, dass eine Verringerung von Emissionen immer stärker gewünscht wird.

**[0003]** In einem Kraftstoffeinspritzsystem können an verschiedenen Positionen des Weges, den der Kraftstoff von einem Tank zu der jeweiligen Brennkammer nimmt, Ventilanordnungen vorgesehen sein, beispielsweise als Einlassventil an einer Kraftstoffhochdruckpumpe, die den Kraftstoff mit Druck beaufschlägt, aber auch beispielsweise als Entlastungsventil an verschiedenen Positionen des Kraftstoffeinspritzsystems, beispielsweise an einem Common-Rail, das den druckbeaufschlagten Kraftstoff vor der Einspritzung in die Brennkammer speichert.

**[0004]** Häufig werden hier schnellschaltende Magnetventile zur Volumenstrom- und/oder Druckregelung eingesetzt. Solche elektromagnetischen Schaltventile weisen einen Ventilbereich auf, der die Ventilfunktion übernimmt, und der ein Schließelement und einen Ventilsitz umfasst, die zum Schließen des Schaltventils zusammenwirken. Weiter umfasst ein solches Schaltventil einen Aktuatorbereich, der durch eine elektromagnetische Anregung das Schließelement bewegt, sodass es entweder vom Ventilsitz abhebt oder in Schließstellung auf den Ventilsitz zurückkehrt. Um das Schließelement bewegen zu können, weist dieser Aktuatorbereich entsprechend bewegliche Elemente auf, die am Ende einer Bewegung in ihre jeweilige Endlage, beispielsweise in ein anderes Element, einschlagen. Dabei wird ein Impuls induziert, der insbesondere über benachbarte Bauteile weitergeleitet und als Schall von diesen abgestrahlt wird. Der Schall wird dann als Lärm wahrgenommen.

**[0005]** Bisher wurde diesem Problem begegnet, indem ein Bestromungsprofil des elektromagnetischen Schaltventiles derart angepasst wurde, dass ein minimaler Impuls der sich bewegenden Elemente auf die Elemente, in denen sie einschlagen, entsteht.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein elektromagnetisches Schaltventil bereitzustellen, bei dem eine Schallabstrahlung unter Anpassung von Bauteilen des Schaltventils auf ein Minimum reduziert werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird mit einem elektromagnetischen Schaltventil mit der Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Eine Kraftstoffhochdruckpumpe, die ein solches elektromagnetisches Schaltventil aufweist, ist Gegenstand des nebengeordneten Anspruchs.

**[0009]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0010]** Ein elektromagnetisches Schaltventil für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine weist einen Ventilbereich mit einem Schließelement und mit einem Ventilsitz auf, die zum Schließen des Schaltventiles zusammenwirken. Weiter umfasst das elektromagnetische Schaltventil einen elektromagnetischen Aktuatorbereich zum Bewegen des Schließelementes entlang einer Bewegungssachse. Der Aktuatorbereich umfasst mehrere magnetisierbare Bauteile zum Führen eines induzierten Magnetfeldes, wobei wenigstens eines dieser magnetisierbaren Bauteil mit einem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist.

**[0011]** Bekannt ist es, bei schnellschaltenden Magnetventilen wie den elektromagnetischen Schaltventilen zur Volumenstrom- und/oder Druckregelung magnetfeldlinienführende Bauteile zu verwenden, die herkömmlicherweise aus einem ferritischen Metall ausgeführt sind, um gut magnetisierbar und entmagnetisierbar zu sein. Damit wird in der gewünschten Zeit mit der gewünschten Spannung bzw. dem sich einstellenden Strom die gewünschte Kraft bzw. Bewegung des Aktuatorbereiches erreicht. Ferritische Metalle haben jedoch eine hohe Masse, sodass insbesondere bei beweglichen Bauteilen des Schaltventils beim Auftreffen in ihre jeweiligen Endlagen ein relativ großer Impuls erzeugt wird. Die daraus resultierenden Schallemissionen werden über die benachbarten Bauteile abgestrahlt und als Lärm wahrgenommen. Die nicht beweglichen Bauteile des Schaltventiles führen, wenn sie aus Metall gebildet sind, zu einem nicht vernachlässigbaren Beitrag an der Gesamtmasse des Schaltventils.

**[0012]** Daher wird nun vorgeschlagen, bei wenigstens einem der Bauteile des Magnetkreises des Schaltventiles, das gewöhnlich aus Metall gebildet ist, einen Verbundwerkstoff zu verwenden, der magnetisierbar ist. Dadurch kann eine große Gewichtsersparnis erreicht werden, was in einer Reduktion des Impulses und geringeren Schallemissionen resultiert. Insgesamt kann auch das Gesamtgewicht reduziert werden, was insbesondere bei Betrieb eines Fahrzeuges einer CO<sub>2</sub> Einsparung zugutekommt.

**[0013]** Vorzugsweise weist der magnetisierbare Verbundwerkstoff einen nicht magnetisierbaren Kunststoff mit darin eingebetteten magnetisierbaren Partikeln, insbesondere Spänen oder Fasern oder Pulverteilen, auf. Die Magnetisierbarkeit des Verbundwerkstoffes wird so vorteilhaft durch die in dem Kunststoff eingebetteten Partikeln erzielt, während die Verwendung von einfacherem Kunststoff zu einer deutlichen Gewichtersparnis von beispielsweise 20% gegenüber einer vollständigen Aus-

bildung des jeweiligen Bauteiles aus ferritischem Metall erreicht wird.

**[0014]** In besonders vorteilhafter Ausgestaltung sind die magnetisierbaren Partikel aus einem ferrimagnetischen Keramikwerkstoff, insbesondere Ferrit, gebildet. Ferrite sind elektrisch schlecht oder nicht leitende ferrimagnetische keramische Werkstoffe aus Eisenoxid, die je nach Zusammensetzung hartmagnetisch oder weichmagnetisch sein können. Um ein schnelles Schalten des Schaltventiles zu erzielen, ist es bevorzugt, ein weichmagnetisches Ferrit in dem Schaltventil zu verwenden. Vorteilhaft wird demnach in dem Schaltventil zum Bilden des magnetisierbaren Bauteiles ein Ferrit-Kunststoff-Verbundwerkstoff verwendet, welcher im Vergleich zu dem bisher verwendeten ferritischem Metall vergleichbare magnetische Eigenschaften aufweist, wie etwa die Koerzitivfeldstärke und das B- bzw. H-Kennfeld u. a. Durch den Einsatz von Ferrit-Kunststoff-Verbundwerkstoffen kann demgemäß die bewegte Masse in dem Schaltventil deutlich reduziert und damit der Impuls und die daraus resultierenden Schallemissionen reduziert werden. Auch die starre Masse von magnetisierbaren Bauteilen der Ventilkonstruktion kann des Weiteren reduziert und eine CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Gewichtsreduktion erreicht werden.

**[0015]** Zusätzlich ergeben sich weitere Vorteile hinsichtlich der Bauteilkosten und der Herstellbarkeit, da Kunststoff als Werkstoff zumeist im Spritzgussverfahren angewandt werden kann, und sich somit Bauteile jeglicher Form herstellen lassen.

**[0016]** In einer möglichen Ausführungsform ist der nicht magnetisierbare Kunststoff kraftstoffbeständig.

**[0017]** In einer alternativen bzw. zusätzlichen Ausführungsform ist das Bauteil in einem kraftstoffbeständigen Material eingekapselt.

**[0018]** Beispielsweise ist das Bauteil mit einem kraftstoffbeständigen Kunststoff umspritzt. Es ist jedoch auch möglich, eine andere kraftstoffbeständige Beschichtung des Bauteiles zu verwenden, um den Verbundwerkstoff gegen negative Einflüsse von Kraftstoff zu schützen. Beispielsweise kann auch eine Metallschicht verwendet werden, die zum Beispiel ebenfalls magnetisierbar sein kann. Je nach Bauteil, das aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist, kann jedoch aber auch eine Chrombeschichtung als Einkapselung verwendet werden, um dann auch gegen ein magnetisches Kleben zu wirken.

**[0019]** Insgesamt ist es bevorzugt, wenn die Einkapselung des Bauteils mit dem kraftstoffbeständigen Material nur durch eine dünne Außenschicht gebildet ist, wobei der magnetisierbare Verbundwerkstoff im Wesentlichen mehr als 90% des infrage stehenden Bauteiles ausmacht.

**[0020]** Vorzugsweise weist der Aktuatorbereich einen entlang der Bewegungssachse beweglichen Anker auf, der zum zumindest mittelbaren Bewegen des Schließelementes ausgebildet ist. Dabei ist der Anker das magnetisierbare Bauteil des Schaltventiles, das mit dem ma-

gneterisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist.

**[0021]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Anker mit einem Betätigungsstift zum Betätigen des Schließelementes gekoppelt, wobei vorteilhaft der Betätigungsstift ebenfalls mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist.

**[0022]** Es ist auch möglich, dass zwischen dem Anker und dem Betätigungsstift zum Koppeln der beiden Elemente eine Scheibe bzw. ein scheibenartiges Element vorgesehen ist, das ebenfalls aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist. Dabei ist es möglich, dass Anker, Scheibe und/oder Betätigungsstift einstückig im Spritzgussverfahren gebildet sind bzw. dass dasjenige Element, das aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist, einfach an die anderen Elemente, die eventuell aus nicht magnetischem Material gebildet sind, angespritzt ist.

**[0023]** Vorzugsweise weist der Aktuatorbereich ein feststehendes Polstück auf, das mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet ist.

**[0024]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung weist der Aktuatorbereich eine feststehende Hülse zum Aufnehmen von Anker und Polstück bzw. eine in einem feststehenden Spulengehäuse aufgenommene Spule zum Induzieren des Magnetfeldes des Schaltventils bzw. ein feststehendes Joch auf. Dabei können auch die Hülse bzw. das Spulengehäuse bzw. das Joch mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet sein.

**[0025]** Es ist demnach möglich, dass sowohl bewegliche Bauteile wie Anker, Betätigungsstift bzw. Scheibe wenigstens teilweise aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet sind, es ist jedoch auch möglich, dass feststehende Bauteile wie das Polstück, die Hülse, das Spulengehäuse oder das Joch aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff gebildet sind.

**[0026]** Dabei ist es möglich, dass beispielsweise die feststehenden Bauteile auch in Paaren zusammengequetscht ausgebildet sind. Es ist auch denkbar, dass an das Spulengehäuse direkt eine Steckerkonstruktion im Spritzgussverfahren angespritzt ist. Hierbei ist es nicht nötig, dass der als Stecker ausgebildete angespritzte Kunststoff ebenfalls magnetisierbar ist, da hier ein einfacher Kunststoff ausreicht.

**[0027]** In besonders vorteilhafter Ausgestaltung sind die feststehenden Bauteile des Aktuatorbereichs einstückig im Spritzgussverfahren gebildet.

**[0028]** Eine Kraftstoffhochdruckpumpe für ein Kraftstofffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine weist ein oben beschriebenes elektromagnetisches Schaltventil auf.

**[0029]** Dabei kann das Schaltventil beispielsweise als Einlassventil für die Kraftstoffhochdruckpumpe oder auch als Auslassventil oder als Druckregelventil ausgebildet sein.

**[0030]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Übersichtsdarstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems einer Brennkraftmaschine, das an verschiedenen Positionen ein elektromagnetische Schaltventil aufweisen kann;
- Fig. 2 eine Längsschnittdarstellung einer Kraftstoffhochdruckpumpe in dem Kraftstoffeinspritzsystem aus Fig. 1, die ein elektromagnetisches Schaltventil als Einlassventil aufweist; und
- Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung des elektromagnetischen Schaltventils aus Fig. 2.

**[0031]** Fig. 1 zeigt eine schematische Übersichtsdarstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems 10 einer Brennkraftmaschine, das einen Kraftstoff 12 aus einem Tank 14 über eine Vorförderpumpe 16, eine Kraftstoffhochdruckpumpe 18 und einen Kraftstoffhochdruckspeicher 20 zu Injektoren 22 fördert, die den Kraftstoff 12 dann in Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen.

**[0032]** Der Kraftstoff 12 wird über ein Einlassventil 24 in die Kraftstoffhochdruckpumpe 18 eingebracht, über ein Auslassventil 26 druckbeaufschlagt aus der Kraftstoffhochdruckpumpe 18 herausgelassen, und dann dem Kraftstoffhochdruckspeicher 20 zugeführt. An dem Kraftstoffhochdruckspeicher 20 ist ein Druckregelventil 28 angeordnet, um den Druck des Kraftstoffes 12 in dem Kraftstoffhochdruckspeicher 20 regeln zu können.

**[0033]** Sowohl das Einlassventil 24 als auch das Auslassventil 26 als auch das Druckregelventil 28 können als elektromagnetisches Schaltventil 30 ausgebildet sein, und daher aktiv betrieben werden.

**[0034]** Fig. 2 zeigt eine Längsschnittdarstellung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 18 aus Fig. 1 mit einem als elektromagnetisches Schaltventil 30 ausgebildeten Einlassventil 24 als Beispiel für eine Position, an der das elektromagnetische Schaltventil 30 angebracht sein kann. Es ist jedoch auch denkbar, dass ein solches Schaltventil 30, das im Folgenden beschrieben wird, an den anderen genannten Positionen, nämlich als Auslassventil 26 oder als Druckregelventil 28, in dem Kraftstoffeinspritzsystem 10 angeordnet ist.

**[0035]** In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel als Einlassventil 24 ist das elektromagnetische Schaltventil 30 in einer Gehäusebohrung 32 eines Gehäuses 34 der Kraftstoffhochdruckpumpe 18 angeordnet. Das elektromagnetische Schaltventil 30 weist einen Ventilbereich 36 und einen Aktuatorbereich 38 auf, wobei der Aktuatorbereich 38 ein feststehendes Polstück 40 und einen entlang einer Bewegungssachse 42 beweglichen Anker 44 aufweist. Der Ventilbereich 36 umfasst einen Ventilsitz 46 und ein Schließelement 48, die zum Schließen des elektromagnetischen Schaltventiles 30 zusammenwirken.

**[0036]** Das elektromagnetische Schaltventil 30 ist in größerem Detail in Fig. 3 gezeigt.

**[0037]** Wie aus Fig. 3 hervorgeht, sind das Polstück

40 und der Anker 44 in einer Hülse 50 angeordnet, wobei ein Joch 52 über die Hülse 50 geschoben ist. Außerdem ist eine Spule 54 in einem Spulengehäuse 56 durch Aufschieben auf die Hülse 50 feststehend an der Hülse 50 befestigt.

**[0038]** Der Anker 44 ist über eine Scheibe 58 mit einem Betätigungsstift 60 gekoppelt.

**[0039]** Zwischen Anker 44 und Polstück 40 ist eine Feder 62 angeordnet, die im unbestromten Zustand der Spule 54 den Anker 44 beabstandet zu dem Polstück 40 hält.

**[0040]** Wird nun die Spule 54 bestromt, wirkt eine magnetische Anziehungskraft zwischen Anker 44 und Polstück 40, und der Anker 44 bewegt sich entlang der Bewegungssachse 42 auf das Polstück 40 zu. Da der Anker 44 über die Scheibe 58 mit dem Betätigungsstift 60 gekoppelt ist, zieht er den Betätigungsstift 60 ebenfalls entlang der Bewegungssachse 42 in Richtung auf das Polstück 40 mit.

**[0041]** Im unbestromten Zustand drückt der Betätigungsstift 60 das Schließelement 48 von dem Ventilsitz 46 weg. Wird nun der Betätigungsstift 60 vom Anker 44 mitgezogen, verliert er den Kontakt zu dem Schließelement 48, und das Schließelement 48 kann sich, wenn von der gegenüberliegenden Seite eine Kraft wirkt, auf den Ventilsitz 46 zubewegen und somit das Schaltventil 30 schließen.

**[0042]** Der Aktuatorbereich 38 des elektromagnetischen Schaltventiles 30 weist demnach einerseits feststehende Bauteile 64, wie das Spulengehäuse 56, das Joch 52, die Hülse 50 und das Polstück 40, aber auch bewegliche Bauteile 66, wie den Anker 44, den Betätigungsstift 60 und die Scheibe 58, auf.

**[0043]** Um einen effektiven Magnetfluss durch die Einzelteile des Aktuatorbereichs 38 zu realisieren, ist es wichtig, insbesondere für das Joch 52, das Polstück 40 und den Anker 44, Materialien zu verwenden, die magnetisierbar sind, um so den Magnetkreis in dem elektromagnetischen Schaltventil 30 schließen zu können.

**[0044]** Bislang war es bekannt, hierfür metallische Materialien, insbesondere ferritisches Metall, zu verwenden. Dies hat allerdings zur Folge, dass die Bauteile aus ferritischem Metall eine relative hohe Masse haben, was bei beweglichen Bauteilen 66 dazu führt, dass sie beim Einschlagen in der Endlage einen recht großen Impuls erzeugen, was zu einer Schallabstrahlung führt, und bei den feststehenden Bauteilen 64 zu einer Erhöhung der Masse des Schaltventiles 30 führt.

**[0045]** Daher wird vorliegend nun vorgeschlagen, wenigstens eines der Bauteile 64, 66 des Schaltaktuatorbereiches 38 des Schaltventiles 30 aus einem magnetisierbaren Verbundwerkstoff 68 zu fertigen.

**[0046]** Dabei kann der magnetisierbare Verbundwerkstoff 68 aufgebaut sein aus einer Matrix aus Kunststoff, in dem magnetisierbare Partikel wie beispielsweise Späne, Fasern oder Pulverteilen, eingebettet sind. Diese Partikel sind vorzugsweise aus einem ferrimagnetischen keramischen Werkstoff, beispielsweise Ferrit, gebildet.

**[0047]** Der Kunststoff kann dabei kraftstoffbeständig sein, es ist jedoch auch möglich, als Matrix einen Kunststoff zu verwenden, der nicht kraftstoffbeständig ist, und dann das jeweilige Bauteil 64, 66 in einem kraftstoffbeständigen Material einzukapseln.

**[0048]** Die Verwendung einer Kunststoffmatrix mit darin eingebetteten magnetisierbaren Partikeln ermöglicht es, die Herstellung der einzelnen Bauteile 64, 66 im Spritzgussverfahren zu ermöglichen, wobei es sogar möglich ist, einzelne Bauteile einstückig miteinander zu bilden. So können beispielsweise die feststehenden Bauteile 64 - Polstück 40, Hülse 50, Joch 52, Spulengehäuse 56 - einstückig ausgebildet sein, es ist aber auch möglich, die beweglichen Bauteile 66 - Anker 44, Scheibe 58, Betätigungsstift 60 - einstückig im Spritzgussverfahren zu bilden.

**[0049]** Es ist dabei denkbar, auch nur Einzelbereiche des Aktuatorbereichs 38 aus dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff 68 zu bilden.

**[0050]** Insgesamt kann daher die bewegte Masse des elektromagnetischen Schaltventils 30 deutlich reduziert werden, womit der Einschlagimpuls und die daraus resultierende Schallemission reduziert werden kann, und auch insgesamt durch eine Reduktion der Masse eine CO<sub>2</sub>-Einsparung in einem Kraftstofffeinspritzsystem 10 möglich ist.

## Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Schaltventil (30) für ein Kraftstofffeinspritzsystem (10) einer Brennkraftmaschine, aufweisend:

- einen Ventilbereich (36) mit einem Schließelement (48) und mit einem Ventilsitz (46), die zum Schließen des Schaltventiles (30) zusammenwirken;
- einen elektromagnetischen Aktuatorbereich (38) zum Bewegen des Schließelementes (48) entlang einer Bewegungssachse (42),

wobei der Aktuatorbereich (38) mehrere magnetisierbare Bauteile (64, 66) zum Führen eines induzierten Magnetfeldes aufweist, wobei wenigstens eines der magnetisierbaren Bauteile (64, 66) mit einem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist.

2. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der magnetisierbare Verbundwerkstoff (68) einen nicht magnetisierbaren Kunststoff mit darin eingebetteten magnetisierbaren Partikeln, insbesondere Spänen oder Fasern oder Pulverteilchen, aufweist.

3. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach An-

spruch 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetisierbaren Partikel aus einem ferrimagnetischen Keramikwerkstoff, insbesondere Ferrit, gebildet sind.

4. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der nicht magnetisierbare Kunststoff kraftstoffbeständig ist.

5. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (64, 66) in einem kraftstoffbeständigen Material eingeschlossen ist, wobei es insbesondere mit einem kraftstoffbeständigen Kunststoff umspritzt ist.

6. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuatorbereich (38) einen entlang der Bewegungssachse (42) beweglichen Anker (44) aufweist, der zum zumindest mittelbaren Bewegen des Schließelementes (48) ausgebildet ist, wobei der Anker (44) mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist, wobei der Anker (44) insbesondere mit einem Betätigungsstift (60) zum Betätigen des Schließelementes (48) gekoppelt ist, wobei der Betätigungsstift (60) mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist.

7. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuatorbereich (38) ein feststehendes Polstück (40) aufweist, das mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist.

8. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuatorbereich (38) eine feststehende Hülse (50) zum Aufnehmen eines Ankers (44) und eines Polstückes (40) und/oder eine in einem feststehenden Spulengehäuse (56) aufgenommene Spule (54) zum Induzieren des Magnetfeldes und/oder ein feststehendes Joch (52) aufweist, wobei die Hülse (50) und/oder das Spulengehäuse (56) und/oder das Joch (52) mit dem magnetisierbaren Verbundwerkstoff (68) gebildet ist.

9. Elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die feststehenden Bauteile (64) des Aktuatorbereichs (38) einstückig im Spritzgussverfahren gebildet sind.

10. Kraftstoffhochdruckpumpe (18) für ein Kraftstofffein-

spritzsystem (10) einer Brennkraftmaschine, aufweisend ein elektromagnetisches Schaltventil (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

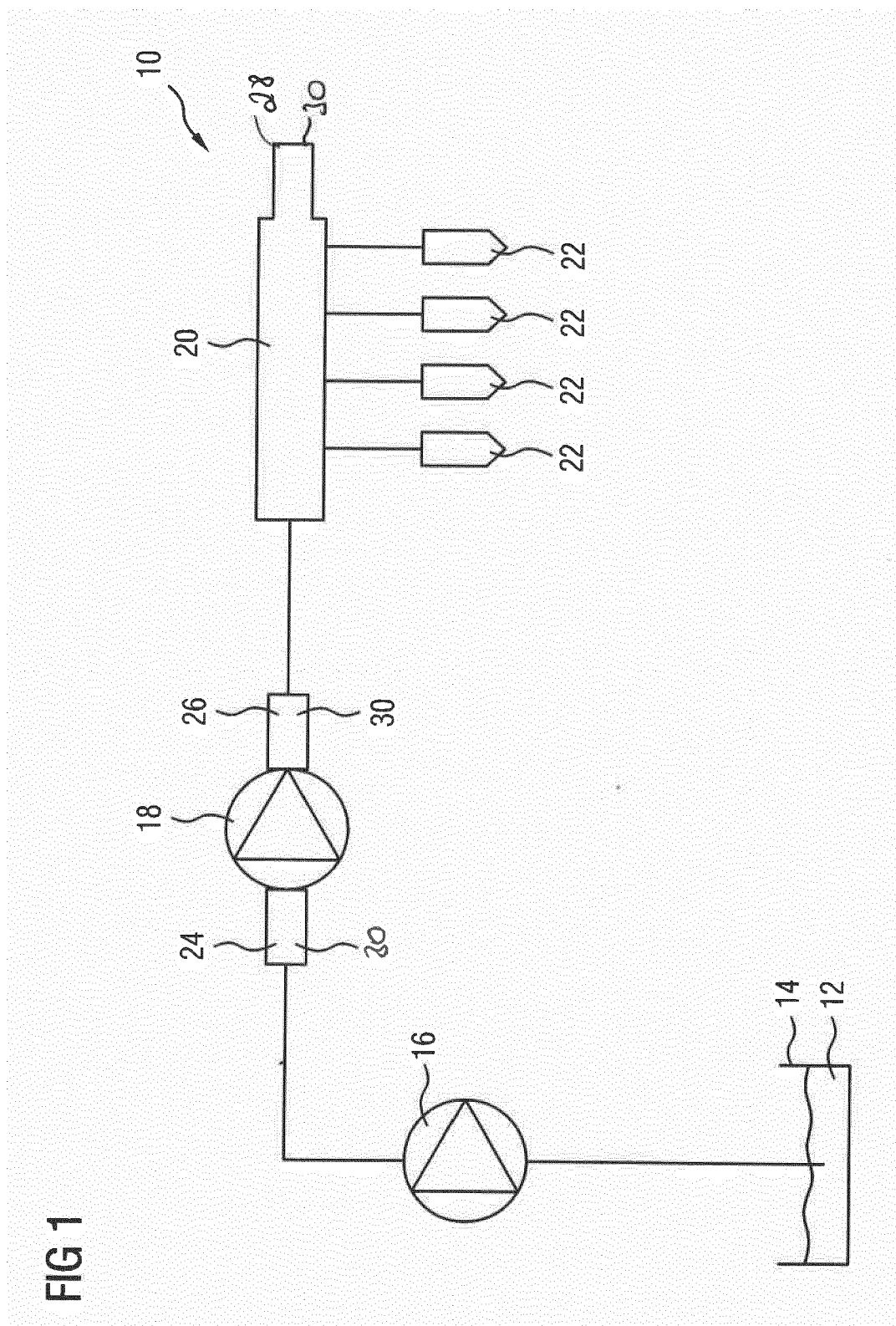
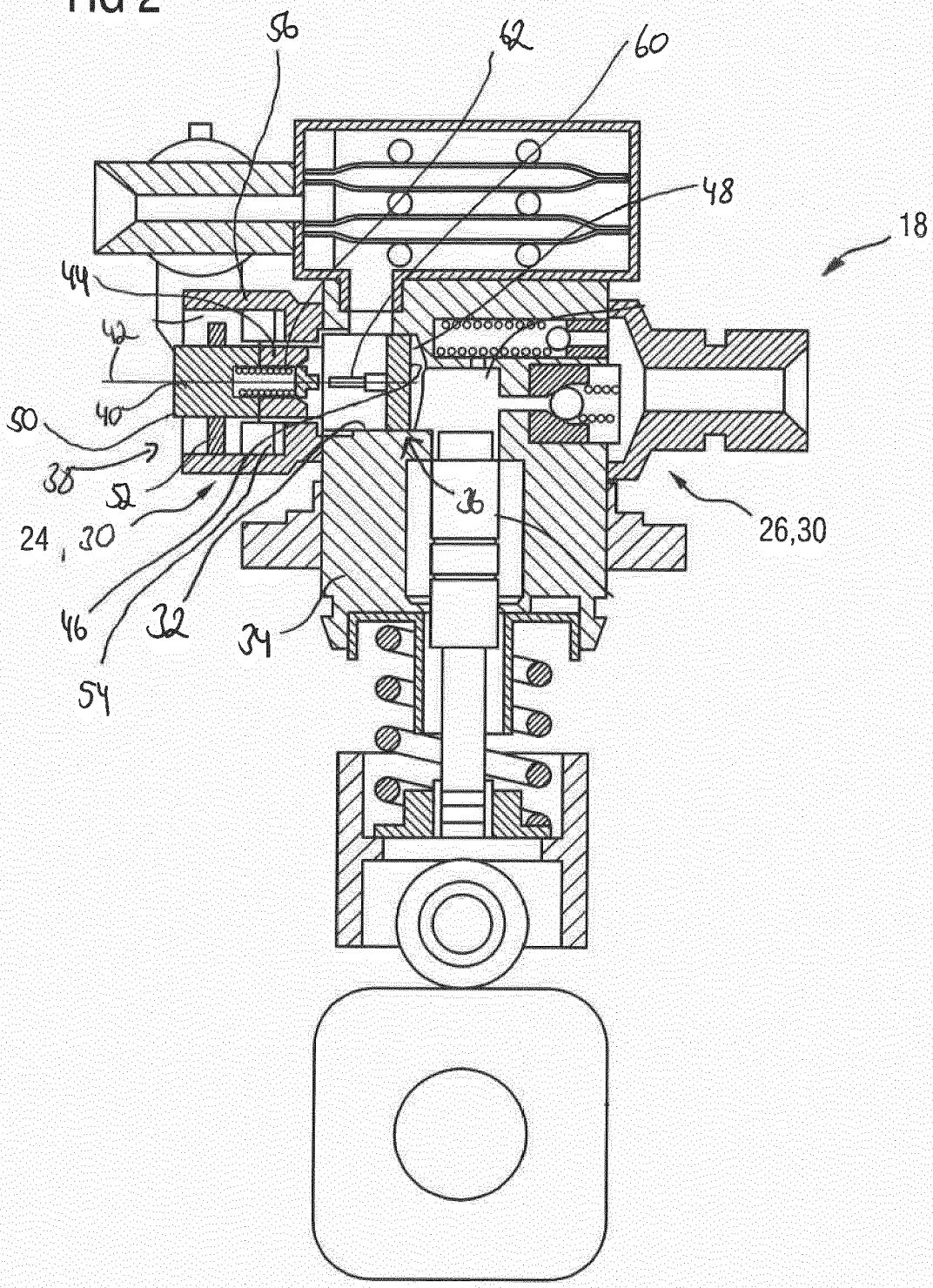
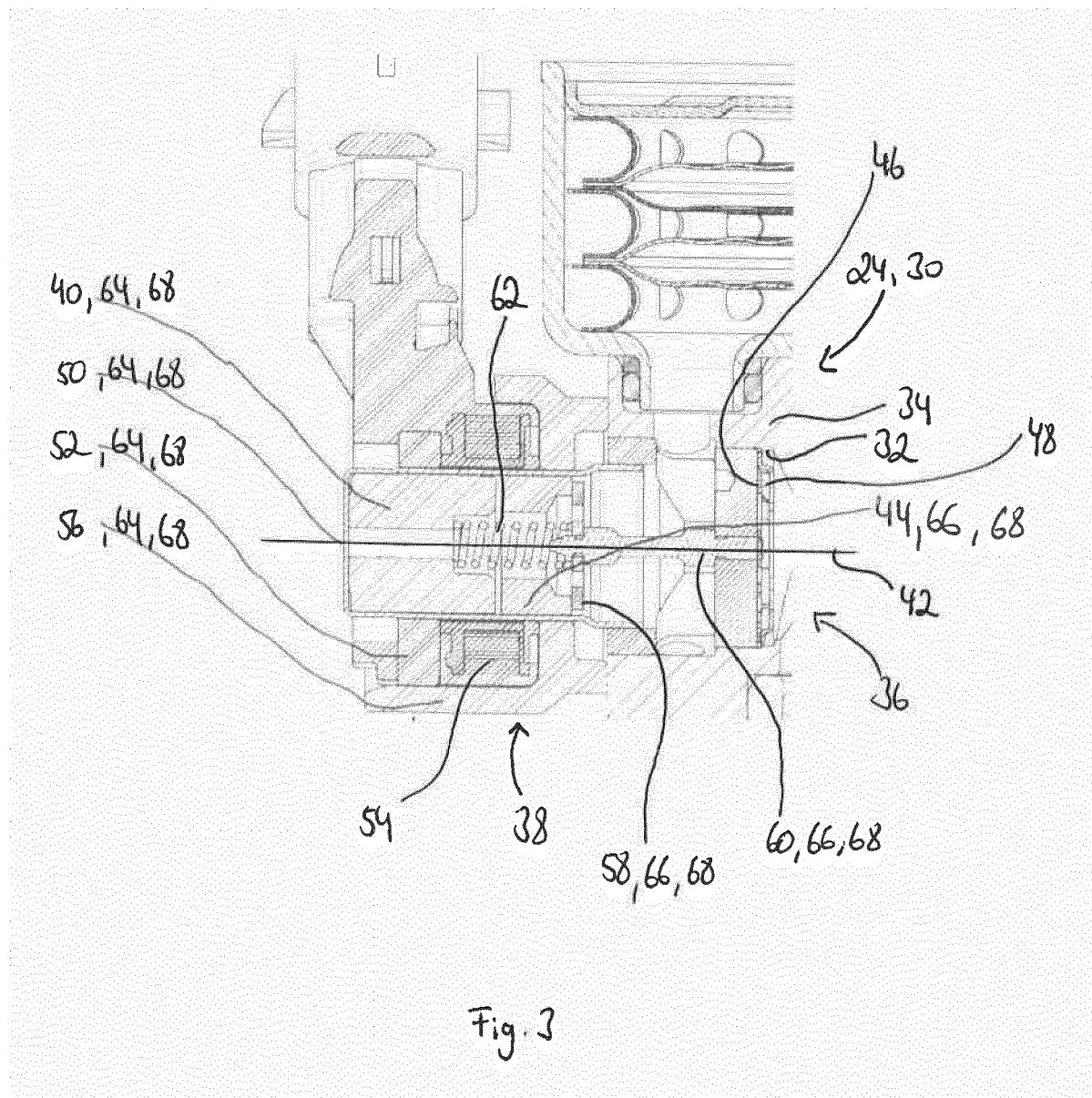


FIG 2







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 17 15 3052

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X JP 2000 170620 A (KEIHIN CORP) 20. Juni 2000 (2000-06-20) Y * Zusammenfassung * A * Ansprüche 1,2,3,4 * * Absatz [0031] * * Absatz [0025] * * Absatz [0034] * * Absatz [0036] * * Absatz [0040] * * Absatz [0010] * * Absatz [0006] * * Absatz [0016] - Absatz [0018] * * Absatz [0019] * -----	1,2,4,5, 7-9 3 10	INV. B29C45/00 F02M59/36 F02M51/06 F02M63/00 H01F1/42 H01F1/37  ADD. H01F7/16
15	X US 2009/297375 A1 (INOUE HIROSHI [JP]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,4 * * Ansprüche 1,5,6,7 * * Absatz [0049] - Absatz [0050] * * Absatz [0044] * * Absatz [0047] *	1,7,9,10	
20	X DE 195 16 513 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. November 1996 (1996-11-07) * Zusammenfassung; Abbildung 3 * * Spalte 6, Zeile 56 - Spalte 7, Zeile 14 * * Spalte 6, Zeile 23 - Zeile 37 * -----	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
25	X US 2001/048091 A1 (ENOMOTO SHIGEIKU [JP] ET AL) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) * Zusammenfassung; Abbildung 4 * * Ansprüche 1,3,17 * * Absatz [0087] * * Absatz [0048] - Absatz [0049] * * Absatz [0007] - Absatz [0008] * * Absatz [0107] - Absatz [0109] *	1,6,10	B29C F02M H01F
30	X ----- -----		
35	X ----- -----		
40	X ----- -----		
45	X ----- -----		
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
50	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2017	Prüfer Barunovic, Robert
	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 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 ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
55	EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)		



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 3052

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	DE 196 39 117 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. März 1998 (1998-03-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Ansprüche 1,2 * * Seite 7, Zeile 21 - Zeile 48 * * Seite 6, Zeile 52 - Seite 7, Zeile 20 * -----	1,5	
15	X	JP S59 170580 A (MOLTEN RUBBER IND) 26. September 1984 (1984-09-26) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1	
20	Y	WO 03/105161 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; OKUMUS ADNAN [DE]; DRAXLER WALDEMAR [DE]) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) * 2. Absatz; Seite 1 * * 2. Absatz; Seite 2 * * 4. Absatz; Seite 4 *	3	
25		-----		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30				
35				
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2017	Prüfer Barunovic, Robert
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
		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		

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

EP 17 15 3052

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

14-07-2017

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
10	JP 2000170620 A	20-06-2000	KEINE	
15	US 2009297375 A1	03-12-2009	JP 2009287733 A US 2009297375 A1	10-12-2009 03-12-2009
20	DE 19516513 A1	07-11-1996	KEINE	
25	US 2001048091 A1	06-12-2001	DE 10136705 A1 US 2001048091 A1	07-03-2002 06-12-2001
30	DE 19639117 A1	26-03-1998	DE 19639117 A1 EP 0862781 A1 JP 20000501570 A RU 2193685 C2 US 6244526 B1 WO 9813837 A1	26-03-1998 09-09-1998 08-02-2000 27-11-2002 12-06-2001 02-04-1998
35	JP S59170580 A	26-09-1984	JP S6153589 B2 JP S59170580 A	18-11-1986 26-09-1984
40	WO 03105161 A1	18-12-2003	AT 429020 T AU 2003206641 A1 CN 1656575 A DE 10225154 A1 EP 1514282 A1 JP 2005536036 A US 2005217759 A1 WO 03105161 A1	15-05-2009 22-12-2003 17-08-2005 15-01-2004 16-03-2005 24-11-2005 06-10-2005 18-12-2003
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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