

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Förderelement für eine Rotationspumpe, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Förderelements, eine Rotationspumpe mit zumindest einem solchen Förderelement und eine Verwendung zumindest eines solchen Förderelements.

[0002] Aus der DE 10 2006 033 337 A1 und der DE 20 2014 106 121 U1 ist jeweils eine Rotationspumpe mit Förderelementen bekannt. Ferner ist bekannt, die Förderelemente einteilig aus einem metallischen Werkstoff zu bilden.

[0003] Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, Kosten für die Rotationspumpe zu reduzieren. Ferner liegt der Erfindung insbesondere die Aufgabe zugrunde, das Herstellverfahren, insbesondere eines Förderelements der Rotationspumpe, robuster und kostengünstiger zu gestalten. Diese Aufgaben werden durch den Anspruch 1, den Anspruch 10, den Anspruch 14 und den Anspruch 15 gelöst. Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0004] Erfindungsgemäß wird ein Förderelement für eine Rotationspumpe vorgeschlagen, das aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist, vorzugsweise einteilig, wobei das Förderelement zumindest eine erste, vorzugsweise metallische, Oberfläche und zumindest eine zweite, vorzugsweise metallische, Oberfläche aufweist, die sich wenigstens bereichsweise in zumindest einer Werkstoffeigenschaft voneinander unterscheiden. Dadurch kann ein Förderelement aus einem metallischen Werkstoff bereitgestellt werden, das zumindest zwei, vorzugsweise metallische, Oberflächen aufweist, die im Vergleich zueinander an unterschiedliche Beanspruchungen oder Funktionen angepasst sind. Die Oberflächen können gezielt auf ihre Funktion und/oder Beanspruchung ausgelegt oder angepasst werden, wodurch insbesondere eine vorteilhafte Reibpaarung bereitgestellt werden kann. Zur Anpassung oder Auslegung der Oberflächen können zur Herstellung des Förderelements vorteilhafte metallische Werkstoffe und/oder vorteilhafte Verfahrensschritte und/oder eine vorteilhafte Reihenfolge der Verfahrensschritte gewählt werden, durch die Herstellkosten eingespart und/oder Herstelltoleranzen reduziert werden können. Durch die Verwendung eines solchen Förderelements in einer Rotationspumpe können die Kosten für die Rotationspumpe reduziert werden. Der Unterschied in zumindest einer Werkstoffeigenschaft ist vorzugsweise bewusst und/oder gezielt hergestellt und/oder eingebracht und resultiert insbesondere nicht durch Herstelltoleranzen.

[0005] Vorzugsweise unterscheiden sich die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche wenigstens bereichsweise zumindest in einer physikalischen Werkstoffeigenschaft voneinander.

[0006] Das Förderelement ist vorzugsweise einteilig ausgebildet. Unter "einteilig" soll insbesondere in einem Stück geformt, wie beispielsweise durch ein Trennen aus einem Rohling oder durch eine Herstellung aus einem

Guss oder einem Metallpulver verstanden werden. Das Förderelement weist vorteilhafterweise keine als Material aufgetragene Beschichtung auf und ist vorteilhafterweise nicht aus mehreren separat gefertigten Teilen gefertigt. Die Begriffe "erste" und "zweite" sollen insbesondere zur Unterscheidung dienen und stellen insbesondere keine Reihenfolge, beispielsweise im Hinblick auf eine Anordnung, einer Größe, einer Belastung, einer Bearbeitung oder dergleichen dar.

[0007] Die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche sind vorzugsweise voneinander separate Flächen. Die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche sind vorzugsweise durch zumindest eine Kante und/oder durch zumindest eine dritte Oberfläche voneinander separiert. Vorzugsweise grenzen die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche direkt aneinander, wenn sie durch genau eine Kante voneinander separiert sind. Die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche sind vorzugsweise winklig zueinander orientiert, insbesondere zumindest im Wesentlichen senkrecht zueinander orientiert, wenn sie direkt aneinander angrenzen. Vorzugsweise grenzen die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche nicht direkt aneinander, wenn sie durch mehr als eine Kante und/oder durch zumindest eine dritte Oberfläche voneinander separiert sind. Die zumindest eine erste Oberfläche und die zumindest eine zweite Oberfläche sind vorzugsweise zumindest im Wesentlichen parallel und beabstandet zueinander orientiert, wenn sie nicht direkt aneinander angrenzen. Unter "vorgesehen" soll insbesondere speziell ausgebildet, ausgelegt, ausgestattet und/oder angeordnet verstanden werden.

[0008] Zur Reduzierung der Herstelltoleranzen wird vorgeschlagen, dass die erste Oberfläche und die zweite Oberfläche sich wenigstens bereichsweise zumindest in einer Härte und/oder in einer Dichte und/oder in einer Druckeigenspannung voneinander unterscheiden. Die zumindest zwei Oberflächen können sich in der Härte und/oder der Dichte und/oder der Druckeigenspannung insbesondere um zumindest 20%, vorteilhaft um zumindest 30% und besonders vorteilhaft um zumindest 40% voneinander unterscheiden. Vorzugsweise beträgt der Härteunterschied und/oder der Dichteunterschied und/oder der Druckeigenspannungsunterschied maximal 50%.

[0009] Unterscheiden sich die Oberflächen in der Härte, ist vorzugsweise die härtere Oberfläche der zumindest zwei Oberflächen im Vergleich zu der weicheren Oberfläche der zumindest zwei Oberflächen maximal doppelt so hart. Die Härte ist vorzugsweise als eine Vickershärte, insbesondere nach der Norm DIN EN ISO 6507-1:2006-03, ausgebildet. Die härtere Oberfläche weist vorteilhaft eine Vickershärte von mindestens 600HV10 auf. Die weichere Oberfläche weist vorteilhaft eine Vickershärte von mindestens 300HV10 auf.

[0010] Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfah-

rensschritt die Härte und/oder die Dichte und/oder die Druckeigenspannung zumindest einer der Oberflächen, insbesondere nachträglich, d.h. vorzugsweise nach einem vorherigen Verfahrensschritt, in dem die Härte und/oder die Dichte und/oder die Druckeigenspannung erhöht wird, reduziert. Zur Reduzierung der Härte und/oder der Dichte und/oder der Druckeigenspannung kann ein Verfahrensschritt gewählt werden, der zudem Ungenauigkeiten und/oder Unregelmäßigkeiten an der Oberfläche reduziert, wodurch kostengünstig die Härte und/oder die Dichte und/oder die Druckeigenspannung und die Herstelltoleranzen reduziert werden können.

[0011] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die erste Oberfläche und/oder die zweite Oberfläche durch eine Oberflächenschicht gebildet sind, die härter ist und/oder dichter ist und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweist als ein unter der Oberflächenschicht liegender Kernbereich, wodurch ein Förderelement bereitgestellt werden kann, das im Innern eine hohe Zähigkeit und an den Oberflächen eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist. Das Förderelement ist vorzugsweise lediglich an seiner Oberfläche verdichtet und/oder gehärtet und/oder mit einer höheren Druckeigenspannung versehen. Das Förderelement ist vorzugsweise oberflächengehärtet, vorteilhaft nitriert und besonders vorteilhaft gasnitriert. Alternativ ist das Förderelement oberflächenverdichtet, vorteilhaft oberflächenverformt oder oberflächenverpresst. Beispielsweise kann eine Oberflächenverdichtung durch Nachverdichten eines pulvermetallurgischen Förderelements, indem beispielsweise ein Verformen der Oberfläche erfolgt, erfolgen. In einer weiteren Alternative ist das Förderelement durch Verdichtungsstrahlen (Shot-Peening), insbesondere durch Kugelstrahlen, behandelt. Vorzugsweise werden durch das Verdichtungsstrahlen in die Oberfläche des Förderelements Druckeigenspannungen eingebracht bzw. induziert. Unter einer "Oberflächenschicht" soll insbesondere eine Werkstoffschicht des metallischen Werkstoffs verstanden werden, die durch eine Veränderung der Gitterstruktur und/oder des Gefüges des metallischen Werkstoffs, wie beispielsweise durch Eindiffusion von Stoffen, wie Stickstoff, durch Verdichtung des Werkstoffs, durch Veränderung der Oberflächenspannung und/oder der Gleichen, resultiert. Die Oberflächenschicht ist insbesondere keine Überdeckung des metallischen Werkstoffs und damit keine Beschichtung. Vorzugsweise sind der Kernbereich und die Oberflächenschicht aus demselben metallischen Werkstoff.

[0012] Um zwei Oberflächen, die sich in einer Härte voneinander unterscheiden, bereitzustellen, kann sich das Härteverfahren zum Härten der ersten Oberfläche von dem Härteverfahren zum Härten der zweiten Oberfläche unterscheiden, wie beispielsweise in der Art des Härteverfahrens und/oder durch Parameter des Härteverfahrens. Für pulvermetallurgische Förderelemente kann sich beispielsweise der Pressdruck auf die erste Oberfläche von dem Pressdruck auf die zweite Oberfläche unterscheiden und/oder es kann sich das Aufmass

des Förderementrohrlings gegenüber dem Werkzeug, mit dem die erste Oberfläche verformt wird, von dem Aufmass des Förderementrohrlings gegenüber dem Werkzeug, mit dem die zweite Oberfläche verformt wird, unterscheiden.

[0013] Ferner wird vorgeschlagen, dass die die erste Oberfläche bildende Oberflächenschicht wenigstens bereichsweise härter ist und/oder dichter ist und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweist als die die zweite Oberfläche bildende Oberflächenschicht, wodurch realisiert werden kann, dass die zweite Oberfläche eine geringere Härte und/oder eine geringere Dichte und/oder geringere Druckeigenspannung als die erste Oberfläche und eine höhere Härte und/oder eine höhere Dichte und/oder eine höhere Druckeigenspannung als der Kernbereich aufweist. Dadurch kann eine Oberfläche mit geringen Herstelltoleranzen bereitgestellt werden, die eine ausreichend hohe Verschleißfestigkeit aufweist. Vorzugsweise ist die erste Oberfläche als die härtere und/oder dichtere und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweisende Oberfläche und die zweite Oberfläche als die weichere und/oder eine geringere Dichte und/oder eine geringere Druckeigenspannung aufweisende Oberfläche ausgebildet.

[0014] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die die zweite Oberfläche bildende Oberflächenschicht dünner ist als die die erste Oberfläche bildende Oberflächenschicht, wodurch die Herstellung einer Oberfläche mit geringen Herstelltoleranzen und ausreichend hoher Verschleißfestigkeit vereinfacht werden kann. Vorzugsweise ist die die zweite Oberfläche bildende Oberflächenschicht mechanisch zumindest teilweise abgetragen, wodurch in nur einem Verfahrensschritt die Härte und/oder die Dichte und/oder die Druckeigenspannung und durch einen Härtevorgang und/oder Verdichtungs- und/oder Druckeigenspannunginduzierungsvorgang resultierende Ungenauigkeiten der Oberfläche verringert werden können.

[0015] Vorzugsweise weist das Förderelement an der zweiten Oberfläche im Vergleich zur ersten Oberfläche eine kleinere Nitrierhärte (Nht) auf. Die erste Oberfläche weist vorteilhaft eine durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) auf. Vorzugsweise fehlt der zweiten Oberfläche eine durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride). Die durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) an der zweiten Oberfläche ist vorzugsweise abgetragen.

[0016] Um Kosten zu reduzieren, kann das Förderelement zumindest eine Oberfläche aufweisen, die gezogen ausgeführt ist, wodurch auf zumindest einen Bearbeitungsschritt, insbesondere einen formgebenden Bearbeitungsschritt, nach einem Ziehvorgang verzichtet werden kann. Vorzugsweise wird bei der Herstellung des Förderelements auf ein Schleifen, insbesondere ein formgebendes Schleifen, einer durch den Ziehvorgang

resultierenden Oberfläche verzichtet, wodurch diese Oberfläche gezogen ausgeführt ist bzw. bleibt. Die gezogen ausgeführte Oberfläche ist vorteilhaft zumindest im Wesentlichen so ausgeführt, insbesondere in ihrer Form und/oder ihren Ausmaßen, wie sie aus dem Ziehvorgang resultiert. Grundsätzlich ist aber eine Bearbeitung, insbesondere ein Gleitschleifen, der gezogen ausgeführten Oberfläche denkbar, wobei dadurch die gezogene Ausführung der Oberfläche zumindest nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Es ist grundsätzlich denkbar, die gezogen ausgeführte Oberfläche zumindest in einem Bearbeitungsschritt nach dem Ziehvorgang zu bearbeiten, in dem die aus dem Ziehvorgang resultierende Form und/oder die aus dem Ziehvorgang resultierenden Ausmaße der gezogen ausgeführten Oberfläche zumindest nicht wesentlich verändert werden. Durch die gezogen ausgeführte Oberfläche kann vorzugsweise eine Oberfläche bereitgestellt oder erhalten werden, die durch den Ziehvorgang verursachte Fehlstellen, die als Schmiertaschen fungieren können, aufweist, wodurch eine Reibung an der Oberfläche gering gehalten werden kann. Durch den Verzicht des Bearbeitens, insbesondere Schleifens, der gezogen ausgeführten Oberfläche kann vorteilhaft verhindert werden, dass durch den Ziehvorgang verursachte taschenförmige Fehlstellen an dieser Oberfläche entfernt oder reduziert werden. Die gezogen ausgeführte Oberfläche ist vorzugsweise als eine Ziehfläche ausgebildet, deren Form und/oder Ausmaße vorteilhaft zumindest im Wesentlichen aus dem Ziehvorgang resultieren. In dem Ziehvorgang wird vorzugsweise ein Förderementrohling durch eine Ziehmatrize, insbesondere eine formgebende Ziehmatrize, oder die Ziehmatrize über den Förderementrohling gezogen. Vorzugsweise resultiert die gezogen ausgeführte Oberfläche, insbesondere die Form und/oder die Ausmaße der gezogen ausgeführten Oberfläche, zumindest hauptsächlich aus einer plastischen Um- oder Verformung.

[0017] Zur Reduzierung der Herstellkosten ist es weiter vorteilhaft, wenn das Förderement zumindest eine gewölbte Oberfläche aufweist, deren Wölbung zumindest im Wesentlichen aus einem Ziehvorgang resultiert, wodurch bei der Herstellung des Förderelements auf ein Schleifen, insbesondere ein Radius Schleifen, verzichtet werden kann. Ferner kann dadurch eine Oberfläche bereitgestellt oder erhalten werden, die durch das Ziehen verursachte Fehlstellen, die als Schmiertaschen fungieren können, aufweist, wodurch eine Reibung an der Oberfläche gering gehalten werden kann. Durch den Verzicht des Schleifens, insbesondere des Radius Schleifens, kann verhindert werden, dass durch das Ziehen verursachte taschenförmige Fehlstellen an der Oberfläche entfernt oder reduziert werden.

[0018] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die zweite Oberfläche als eine Gehäusegleitfläche ausgebildet ist, die dazu vorgesehen ist, an einer Förderementlaufläche eines Gehäusebodens der Rotationspumpe oder eines Gehäusedeckels der Rotationspumpe zu gleiten, wodurch eine besonders genaue Gehäusegleitfläche be-

reitgestellt werden kann. Vorzugsweise ist die erste Oberfläche als eine Rotorgleitfläche, die dazu vorgesehen ist, an einer Seitengleitfläche eines Rotorschlitzes zu gleiten, oder als eine Stellelementgleitfläche, die dazu vorgesehen ist, an einer Förderementlaufläche eines Stellelements der Rotationspumpe zu gleiten, ausgebildet.

[0019] Weiter wird vorgeschlagen, dass der metallische Werkstoff ein Vergütungsstahl ist, wodurch ein besonders vorteilhafter Werkstoff für das Förderement gewählt werden kann. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der metallische Werkstoff mit Chrom, Molybdän und Vanadium legiert ist. Der metallische Werkstoff ist vorzugsweise ein mit Chrom, Molybdän und Vanadium legierter Nitrierstahl. Der Nitrierstahl weist vorteilhaft einen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,26-0,34 % auf und weist einen Legierungsanteil von Chrom zwischen 2,3-2,7 %, von Molybdän zwischen 0,15-0,25 % und von Vanadium zwischen 0,1-0,2 % auf.

[0020] Zur Bereitstellung eines pulvermetallurgischen Förderelements, das zumindest zwei Oberflächen aufweist, die sich in ihrer Härte und/oder Dichte voneinander unterscheiden, wird vorgeschlagen, dass lediglich eine der Oberflächen nachverdichtet ist oder die zumindest zwei Oberflächen in unterschiedlichem Maß nachverdichtet sind. Für ein pulvermetallurgisch hergestelltes Förderement wird vorgeschlagen, dass lediglich ausgewählte Oberflächen des pulvermetallurgischen Förderelements nachverdichtet sind oder die Oberflächen des pulvermetallurgischen Förderelements in einem unterschiedlichen Maß nachverdichtet sind. Das pulvermetallurgische Förderement kann somit nachverdichtete Oberflächen und nicht nachverdichtete Oberflächen aufweisen. Die Nachverdichtung kann beispielsweise durch ein Aufmass des Förderementrohlings gegenüber einem Werkzeug erfolgen, das die zu verdichtende Oberfläche beim Durchdrücken verformt und verdichtet. Ferner kann das Nachverdichten auch durch ein Rollieren erfolgen. Das pulvermetallurgische Förderement kann dabei gezogen ausgeführte und/oder geschliffene Oberflächen aufweisen.

[0021] Zur Bereitstellung eines metallischen Förderelements, das zumindest zwei Oberflächen aufweist, die sich in ihrer Druckeigenspannung voneinander unterscheiden, wird vorgeschlagen, dass lediglich eine der Oberflächen durch Verdichtungsstrahlen behandelt ist oder die zumindest zwei Oberflächen in unterschiedlichem Maß durch Verdichtungsstrahlen behandelt sind. Für ein metallisches Förderement wird vorgeschlagen, dass lediglich ausgewählte Oberflächen des Förderelements durch Verdichtungsstrahlen behandelt sind oder die Oberflächen des Förderelements in einem unterschiedlichen Maß durch Verdichtungsstrahlen behandelt sind. Das Förderement kann somit bestrahlte Oberflächen und nicht bestrahlte Oberflächen aufweisen. Um die Oberflächen in einem unterschiedlichen Maß durch Verdichtungsstrahlen zu behandeln, können die Strahlparameter wie Auftreffwinkel, Strahlzeit, Strahl-Ab-

wurfgeschwindigkeit des Strahlmittels, Typ des Strahlmittels und/oder der Flächenüberdeckungsgrad unterschiedlich sein. Das Förderelement kann dabei gezogen ausgeführte und/oder geschliffene Oberflächen aufweisen.

[0022] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Förderelement als ein Flügel für eine Flügelzellenpumpe ausgebildet ist, wodurch eine besonders kostengünstige Flügelzellenpumpe bereitgestellt werden kann. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass das Förderelement als ein Zahnrad für eine Zahnradpumpe, als ein Pendel für eine Pendelschieberpumpe oder dergleichen ausgebildet ist.

[0023] Zur Bereitstellung eines besonders vorteilhaften Förderelements, wird ein Förderelement vorgeschlagen, das zwei geschliffen ausgeführte, harte Oberflächen, zwei gezogen ausgeführte, harte Oberflächen und zwei geschliffen ausgeführte, weiche Oberflächen aufweist. Des Weiteren ist ein Förderelement vorteilhaft, das zwei geschliffen ausgeführte, harte Oberflächen, zwei geschliffen ausgeführte, harte Oberflächen, und zwei geschliffen ausgeführte, weiche Oberflächen aufweist. Unter einer "harten Oberfläche" soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Oberfläche verstanden werden, die härter ist als der Kernbereich und/oder härter ist als die weiche Oberfläche. Unter einer "weichen Oberfläche" soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Oberfläche verstanden werden, die härter ist als oder gleich hart ist wie der Kernbereich und weicher ist als die harte Oberfläche.

[0024] Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung eines Förderelements für eine Rotationspumpe eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines erfindungsgemäßen Förderelements, vorgeschlagen, in dem ein aus einem metallischen Werkstoff gebildeter Förderementrohling zuerst oberflächengehärtet oder oberflächenverdichtet oder oberflächenverfestigt wird und anschließend die gehärtete oder verdichtete oder verfestigte Oberflächenschicht wenigstens an einer Oberfläche des Förderementrohlings zumindest teilweise abgetragen wird. Durch das Abtragen der gehärteten oder verdichteten oder verfestigten Oberflächenschicht können durch die Oberflächenhärtung oder Oberflächenverdichtung oder Oberflächenverfestigung resultierende Ungenauigkeiten an der Oberfläche reduziert werden, wodurch die Herstelltoleranzen verringert und eine ausreichend hohe Verschleißfestigkeit erhalten werden können. Das so hergestellte Förderelement weist dadurch eine Oberfläche mit geringen Herstelltoleranzen auf, die im Vergleich zu zumindest einer weiteren Oberfläche eine geringere Härte und/oder eine geringere Dichte und/oder eine geringere Druckeigenspannung umfasst. Durch die Oberflächenhärtung oder Oberflächenverdichtung oder Oberflächenverfestigung weist das Förderelement eine Oberflächenschicht auf, die härter ist und/oder dichter ist und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweist als ein unter der Oberflächenschicht liegender Kernbereich.

[0025] Das Förderelement bzw. der Förderementrohling besteht vorzugsweise aus einem Vergütungs-

stahl. Vorteilhaft ist das Förderelement bzw. der Förderementrohling mit Chrom, Molybdän und Vanadium legiert. Das Förderelement bzw. der Förderementrohling besteht vorzugsweise aus einem mit Chrom, Molybdän und Vanadium legierten Nitrierstahl. Der Nitrierstahl weist vorteilhaft einen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,26-0,34 % auf und weist einen Legierungsanteil von Chrom zwischen 2,3-2,7 %, von Molybdän zwischen 0,15-0,25 % und von Vanadium zwischen 0,1-0,2 % auf.

[0026] Das Förderelement wird vorteilhaft durch ein Nitrieren, insbesondere Gasnitrieren, oberflächengehärtet. Vorzugsweise wird durch das Abtragen der gehärteten Oberflächenschicht die Nitrierhärte (Nht) reduziert. Durch das Abtragen der gehärteten Oberflächenschicht wird vorteilhaft eine durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) zumindest teilweise abgetragen.

[0027] Für das Verfahren ist es insbesondere vorteilhaft, wenn der Förderementrohling zum Abtragen der gehärteten und/oder verdichteten und/oder verfestigten Oberflächenschicht, insbesondere nach dem Härtevorgang, und damit nach der Oberflächenhärtung oder Oberflächenverdichtung oder Oberflächenverfestigung, geschliffen wird, wodurch die gehärtete und/oder verdichtete und/oder verfestigte Oberflächenschicht kostengünstig abgetragen werden kann. Vorzugsweise wird der Förderementrohling zum Abtragen der gehärteten und/oder verdichteten und/oder verfestigten Oberflächenschicht an seinen Hauptstreckung definierenden Oberflächen geschliffen, wodurch realisiert werden kann, dass das Förderelement in seiner Hauptstreckung besonders geringe Herstelltoleranzen aufweist. Die Hauptstreckung des montierten Förderelements ist vorzugsweise parallel zu einer Rotationsachse eines Förderrotors der Rotationspumpe orientiert.

[0028] Um Herstellkosten zu sparen, wird für das Verfahren vorgeschlagen, dass der Förderementrohling zur Bereitstellung zumindest einer gezogen ausgeführten Oberfläche vor dem Härtevorgang in einem Ziehvorgang, insbesondere plastisch, verformt wird, wobei auf ein nachträgliches Schleifen der gezogen ausgeführten Oberfläche verzichtet wird. Vorzugsweise wird auf ein formgebendes Schleifen der gezogen ausgeführten Oberfläche verzichtet. Der Förderementrohling wird mit der zumindest einen gezogen ausgeführten Oberfläche, deren Form und/oder Ausmaße, und insbesondere deren Radius, zumindest hauptsächlich aus dem Ziehvorgang resultiert und vorteilhaft durch Bearbeitung zumindest wesentlich nicht verändert wird, als das Förderelement verwendet. Grundsätzlich ist es denkbar, dass die gezogen ausgeführte Oberfläche gleitgeschliffen und/oder entmagnetisiert wird. Weiter ist für das Verfahren vorteilhaft, wenn auf ein Schleifen, insbesondere ein Radiusschleifen, einer gewölbten Oberfläche des Förderementrohlings verzichtet wird.

[0029] Weiter ist für das Verfahren vorteilhaft, wenn auf ein Schleifen, insbesondere ein Radiusschleifen, einer gewölbten Oberfläche des Förderementrohlings

verzichtet wird. Durch den Verzicht des Schleifens, insbesondere des Radiusschleifens, resultiert die Wölbung einer gewölbten Oberfläche zumindest im Wesentlichen durch einen Ziehvorgang.

[0030] Ferner wird eine Rotationspumpe für ein Kraftfahrzeug, insbesondere eine Flügelzellenpumpe, mit zumindest einem erfindungsgemäßen Förderelement vorgeschlagen, wodurch die Kosten für die Rotationspumpe reduziert werden können. Die Rotationspumpe ist vorzugsweise als eine Schmierölpumpe eines Kraftfahrzeugmotors oder eines Kraftfahrzeuggetriebes ausgebildet.

[0031] Außerdem wird eine Verwendung des erfindungsgemäßen Förderelements in einer Rotationspumpe, insbesondere einer Flügelzellenpumpe, eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen.

[0032] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den Figuren ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0033] Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine Rotationspumpe mit demontiertem Gehäusedeckel, die mehrere erfindungsgemäße Förderelemente aufweist,
- Fig. 2 eines der erfindungsgemäßen Förderelemente und
- Fig. 3 schematisch einen Verfahrensablauf zur Herstellung des erfindungsgemäßen Förderelements.

[0034] Die Figur 1 zeigt eine Rotationspumpe 2 eines Kraftfahrzeugs. Die Rotationspumpe 2 ist dazu vorgesehen ein Betriebsfluid zu fördern. Das Betriebsfluid ist als ein Schmier- und/oder Kühlmittel ausgebildet. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Betriebsfluid als ein Motorschmieröl ausgebildet. Die Rotationspumpe 2 ist einer Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs zugeordnet. Die Rotationspumpe 2 ist als eine Flügelzellenpumpe ausgebildet. Grundsätzlich kann das Betriebsfluid auch als ein Betätigungsmittel ausgebildet sein. Die Rotationspumpe 2 kann grundsätzlich einem Getriebe des Kraftfahrzeugs zugeordnet sein.

[0035] Zur Förderung des Betriebsfluids weist die Rotationspumpe 2 einen Förderrotor 9 auf, der in einem Betrieb der Rotationspumpe 2 um eine Rotationsachse 10 rotiert. Der Förderrotor 9 weist eine bezüglich der Rotationsachse 10 zentrale Rotorstruktur 11 und über den Umfang der Rotorstruktur 11 verteilt angeordnete Förderelemente 1 auf. Die Rotorstruktur 11 weist zur verschieblichen Aufnahme der Förderelemente 1 mehrere Rotorschlitze auf. In jedem Rotorschlitz ist jeweils ein Förderelement 1 verschieblich angeordnet.

[0036] Um eine Fördermenge an Betriebsfluid wäh-

rend dem Betrieb der Rotationspumpe 2 zu verstellen, weist die Rotationspumpe 2 ein verstellbares Stellelement 12 auf. Das Stellelement 12 umgibt den Förderrotor 9. Das Stellelement 12 weist eine dem Förderrotor 9 zugewandte Förderelementlauffläche 16 auf. Die Förderelemente 1 kontaktieren die Förderelementlauffläche 16 gleitend. Der Förderrotor 9 und das Stellelement 12 sind exzentrisch zueinander angeordnet. Zur Verstellung der Exzentrizität und damit der Fördermenge ist das Stellelement 12 schwenkbar angeordnet. Das Stellelement 12 ist als ein Stellring ausgebildet. Grundsätzlich kann das Stellelement 12 zur Verstellung der Exzentrizität und damit der Fördermenge axial verschiebbar angeordnet sein. Das Stellelement 12 kann grundsätzlich als ein Stellkolben ausgebildet sein.

[0037] Zur drehpositionsabhängigen Verschiebung der Förderelemente 1 senkrecht zur Rotationsachse 10 aus dem Rotorschlitz weist die Rotationspumpe 2 ein Stützelement 15 auf, das die Förderelemente 1 direkt kontaktiert. Das Stützelement 15 ist dazu vorgesehen, die Förderelemente 1 gegen die Förderelementlauffläche 16 des Stellelements 12 zu drücken. Das Stützelement 15 ist als ein Stützring ausgebildet.

[0038] Die Rotationspumpe 2 weist ferner ein Gehäuse 13 auf. Der Förderrotor 9 und das Stellelement 12 sind innerhalb des Gehäuses 13 angeordnet. Das Gehäuse 13 weist einen Gehäuseboden und einen Gehäusedeckel auf. Aus dem Gehäuseboden ragen einteilig in Richtung des Gehäusedeckels bezüglich der Rotationsachse 10 axial Seitenwände heraus. In der Figur 1 ist der Gehäusedeckel nicht dargestellt, so dass die Funktionskomponenten der Rotationspumpe 2 sichtbar sind. Der Gehäuseboden und der Gehäusedeckel weisen jeweils eine dem Förderrotor 9 zugewandte Förderelementlauffläche auf. Die Förderelemente 1 kontaktieren die Förderelementlauffläche des Gehäusebodens und die Förderelementlauffläche des Gehäusedeckels gleitend. Der Gehäuseboden, der Gehäusedeckel und das Stellelement 12 schließen innerhalb des Stellelements 12 eine Förderkammer ein, in der während einem Betrieb der Rotationspumpe 2 das Betriebsfluid durch die Förderelemente 1 von einer Saugseite zu einer Druckseite gefördert wird.

[0039] Das Gehäuse 13 und das Stellelement 12 schließen außerhalb des Stellelements 12 zumindest eine hydraulische Stellkammer 17 ein. In der zumindest einen Stellkammer 17 ist während dem Betrieb der Rotationspumpe 2 ein hydraulischer Druck aufbaubar, der zur Verstellung der Exzentrizität und damit der Fördermenge auf das Stellelement 12 wirkt. Der Druck in der zumindest einen Stellkammer 17 wirkt in Richtung geringere Exzentrizität und damit in Richtung geringere Fördermenge.

[0040] Zur Rückstellung des Stellelements 12 weist die Rotationspumpe 2 ein Federelement 14 auf, das wirkungsmäßig mit dem Stellelement 12 verbunden ist. Das Federelement 14 wirkt dem hydraulischen Druck in der zumindest einen Stellkammer 17 und damit einer auf das

Stellelement 12 wirkenden und durch den Druck in der zumindest einem Stellkammer 17 resultierenden Stellkraft entgegen. Das Federelement 14 ist als eine Rückstellfeder oder eine Regelfeder ausgebildet. Es wirkt als Druckfeder. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Federelement 14 als eine Schraubenfeder ausgebildet.

[0041] Die Fördererelemente 1 sind als einteilige Flügel ausgebildet. Die Fördererelemente 1 sind gänzlich aus einem metallischen Werkstoff gebildet. Die Fördererelemente sind aus einem einzigen metallischen Werkstoff gefertigt. Sie sind aus einem Vergütungsstahl gebildet. Der Werkstoff der Fördererelemente 1 ist ein mit Chrom, Molybdän und Vanadium legierter Nitrierstahl. Das Fördererelement 1 ist in diesem Ausführungsbeispiel aus dem Werkstoff 31CrMoV9. Die Fördererelemente 1 sind analog zueinander ausgebildet, weswegen im Folgenden lediglich eines der Fördererelemente 1 näher beschrieben wird. Die Fördererelemente 1 weisen keine durch Auftragen erzeugte Beschichtung auf und sind in diesem Sinne unbeschichtet.

[0042] Das Fördererelement 1 ist in der Figur 2 perspektivisch dargestellt. Das Fördererelement 1 weist sechs Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 auf. Jeweils zwei der Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 sind parallel zueinander orientiert. Die zwei parallel zueinander orientierten Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 sind jeweils einander abgewandt. Die zwei parallel zueinander orientierten Oberflächen 3, 4 weisen im Vergleich zu den anderen Oberflächen 5, 6, 7, 8 die größte Fläche auf. Die zwei parallel zueinander orientierten Oberflächen 5, 6 sind als gewölbte Oberflächen ausgebildet. Die zwei Oberflächen 5, 6 sind konvex. Die Wölbung der Oberflächen 5, 6 resultiert im Wesentlichen aus einem Ziehvorgang. Im Ziehvorgang kann das Fördererelement 1 plastisch verformt werden, wodurch die gezogen ausgeführten Oberflächen 5, 6 entstehen. Die zwei parallel zueinander orientierten Oberflächen 7, 8 sind als Stirnflächen ausgebildet. Das Fördererelement 1 weist eine Haupterstreckung 19 auf, die in einem in der Rotationspumpe 2 montierten Zustand des Fördererelements 1 parallel zur Rotationsachse 10 orientiert ist. Die Haupterstreckung 19 ist die größte Erstreckung des Fördererelements 1. Die zwei Oberflächen 7, 8 definieren die Haupterstreckung 19 des Fördererelements 1. Ein Abstand zwischen den zwei parallel zueinander orientierten Oberflächen 7, 8 entspricht der Haupterstreckung 19. Die vier Oberflächen 3, 4, 5, 6 bilden zusammen eine Mantelfläche des Fördererelements 1. Die Mantelfläche verläuft um eine parallel zur Haupterstreckung 19 orientierte Mittelachse 18 des Fördererelements 1. Die zwei Oberflächen 7, 8 bilden eine Grund- bzw. Deckfläche. Die Grund- und Deckfläche sind senkrecht zur Mittelachse 18 orientiert. Die Oberflächen 3, 4, 5, 6 sind jeweils parallel zur Haupterstreckung 19 orientiert. Die Oberflächen 7, 8 sind jeweils senkrecht zur Haupterstreckung 19 orientiert. Das Fördererelement 1 ist als ein Quader ausgebildet.

[0043] Die Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 sind jeweils als eine Reibfläche oder Gleitfläche ausgebildet. Die zwei Oberflächen 3, 4 sind jeweils als eine Rotorgleitfläche

ausgebildet. Sie sind dazu vorgesehen, in einem im Rotorschlitz der Rotorstruktur 11 angeordneten Zustand an einer Seitengleitfläche des Rotorschlitzes zu gleiten. In dem montierten Zustand des Fördererelements 1 sind die zwei Oberflächen 3, 4 in Umfangsrichtung der Rotorstruktur 11 gerichtet.

[0044] Die Oberfläche 5 ist als eine Stützfläche ausgebildet. Sie kontaktiert in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 das Stützelement 15. Das Fördererelement 1 stützt sich mit der Oberfläche 5 an dem Stützelement 15 ab. In dem montierten Zustand des Fördererelements 1 ist die Oberfläche 5 in Radialrichtung der Rotorstruktur 11 gerichtet. Die Oberfläche 5 ist in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 senkrecht zur Rotationsachse 10 gerichtet. Sie ist der Rotationsachse 10 zugewandt.

[0045] Die Oberfläche 6 ist als eine Stellelementgleitfläche ausgebildet. Sie kontaktiert in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 das Stellelement 12. Die Oberfläche 6 ist dazu vorgesehen, in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 an der Fördererelementlauffläche 16 des Stellelements 12 zu gleiten. In dem montierten Zustand des Fördererelements 1 ist die Oberfläche 6 in Radialrichtung der Rotorstruktur 11 gerichtet. Die Oberfläche 6 ist in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 senkrecht zur Rotationsachse 10 gerichtet. Sie ist der Rotationsachse 10 abgewandt.

[0046] Die zwei Oberflächen 7, 8 sind jeweils als eine Gehäusegleitfläche ausgebildet. Die Oberfläche 7 kontaktiert in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 den Gehäusedeckel. Sie ist dazu vorgesehen, in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 an der Fördererelementlauffläche des Gehäusedeckels zu gleiten. In dem montierten Zustand des Fördererelements 1 ist die Oberfläche 7 in Axialrichtung der Rotorstruktur 11 gerichtet. Die Oberfläche 7 ist in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 parallel zur Rotationsachse 10 gerichtet. Sie ist dem Gehäusedeckel zugewandt.

[0047] Die Oberfläche 8 kontaktiert in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 den Gehäuseboden. Sie ist dazu vorgesehen, in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 an der Fördererelementlauffläche des Gehäusebodens zu gleiten. In dem montierten Zustand des Fördererelements 1 ist die Oberfläche 8 in Axialrichtung der Rotorstruktur 11 gerichtet. Die Oberfläche 8 ist in dem montierten Zustand des Fördererelements 1 parallel zur Rotationsachse 10 gerichtet. Sie ist dem Gehäuseboden zugewandt.

[0048] Das Fördererelement 1 ist oberflächengehärtet. Das Fördererelement 1 ist an den Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 härter als im Kern. Die Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 sind jeweils durch eine Oberflächenschicht gebildet, die härter ist als ein unter der Oberflächenschicht liegender Kernbereich des Fördererelements 1. Das Fördererelement 1 ist nitriert. Es ist gasnitriert.

Die Oberflächen 3, 4, 5, 6 unterscheiden sich von den Oberflächen 7, 8 in einer physikalischen Werkstoffeigenschaft. Die physikalische Werkstoffeigenschaft, durch

die sich die Oberflächen 3, 4, 5, 6 von den Oberflächen 7, 8 unterscheiden, ist als eine Härte, insbesondere eine Vickershärte, ausgebildet. Die Oberflächen 3, 4, 5, 6 sind härter als die Oberflächen 7, 8. Die Mantelfläche des Förderelements 1 ist härter als die Grund- bzw. Deckfläche des Förderelements 1. Die Oberflächen 3, 4, 5, 6 weisen eine Vickershärte HV10 von größer als 600 auf. Die Oberflächen 7, 8 weisen eine Vickershärte HV10 von größer als 300 auf. Die Vickershärte HV10 der Oberflächen 7, 8 ist kleiner als 600, insbesondere kleiner als 500. Der Kern und die Oberflächenschichten sind aus demselben metallischen Werkstoff. Das Förderelement 1 kann auch oberflächenverdichtet sein, insbesondere dann, wenn das Förderelement 1 pulvermetallurgisch ausgebildet ist. Ferner ist es auch denkbar, dass das Förderelement 1 an zumindest einer der Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 induzierte Druckeigenspannungen aufweist, wodurch die Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 im Vergleich zum Kern höhere Druckeigenspannungen aufweisen.

[0049] Die die Oberfläche 3, 4, 5, 6 bildende Oberflächenschicht ist härter als die die Oberflächen 7, 8 bildende Oberflächenschicht. Die die Oberflächen 7, 8 bildende Oberflächenschicht ist teilweise abgetragen. Die die Oberflächen 7, 8 bildende Oberflächenschicht ist dünner als die die Oberflächen 3, 4, 5, 6 bildende Oberflächenschicht.

[0050] Die Nitrierhärte (Nht) an den Oberflächen 7, 8 ist jeweils kleiner als die Nitrierhärte (Nht) an den Oberflächen 3, 4, 5, 6. Die Oberflächen 3, 4, 5, 6 weisen jeweils eine durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) auf. Den Oberflächen 7, 8 fehlt eine solche durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride). Die durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) an den Oberflächen 7, 8 ist mechanisch abgetragen.

[0051] In der Figur 3 ist schematisch ein Verfahrensablauf zur Herstellung des Förderelements 1 dargestellt. Das Verfahren zur Herstellung des Förderelements 1 umfasst wenigstens drei Verfahrensschritte 20, 26, 27. Vorteilhaft weist das Verfahren mindestens einen weiteren Verfahrensschritt 21, 22, 23, 24, 25 auf. Der mindestens eine Verfahrensschritt 21, 22, 23, 24, 25 erfolgt nach dem Verfahrensschritt 20 und vor den Verfahrensschritten 26, 27. In diesem Ausführungsbeispiel weist das Verfahren zur Herstellung des Förderelements 1 mehrere Verfahrensschritte 21, 22, 23, 24, 25 zwischen den Verfahrensschritten 20, 26, 27 auf. Es weist mindestens fünf Verfahrensschritte 21, 22, 23, 24, 25 zwischen den Verfahrensschritten 20, 26, 27 auf.

[0052] In dem Verfahrensschritt 20 wird durch einen Trennvorgang ein Förderementrohling an den Oberflächen 7, 8 aus einem metallischen Werkstoffprofil getrennt. Der Trennvorgang in dem Verfahrensschritt 20 ist als ein adiabatisches Trennen ausgebildet. Nach dem Verfahrensschritt 20 erfolgt in dem Verfahrensschritt 21 ein Gleitschleifen des Förderementrohlings. Nach dem

Verfahrensschritt 21 wird der Förderementrohling in dem Verfahrensschritt 22 vergütet. Nach dem Verfahrensschritt 22 wird der Förderementrohling in dem Verfahrensschritt 23 an den Oberflächen 3, 4 geschliffen.

5 Nach dem Verfahrensschritt 23 erfolgen in dem Verfahrensschritt 24 ein Gleitschleifen und eine Entmagnetisierung des Förderementrohlings. Nach dem Verfahrensschritt 24 wird der Förderementrohling in dem Verfahrensschritt 25 gewaschen.

10 **[0053]** Nach dem Verfahrensschritt 25 wird der Förderementrohling in dem Verfahrensschritt 26 oberflächengehärtet, wodurch an den Oberflächen 3, 4, 5, 6, 7, 8 eine gehärtete Oberflächenschicht entsteht. Unterhalb der gehärteten Oberflächenschicht weist der Förderementrohling einen im Vergleich zur Oberflächenschicht weiche Kernbereich auf. In dem Verfahrensschritt 26 erfolgt zur Oberflächenhärtung ein Gasnitrieren bzw. Gasnitridieren des Förderementrohlings.

15 **[0054]** Nach dem Verfahrensschritt 26 wird in dem Verfahrensschritt 27 die gehärtete Oberflächenschicht lediglich an den zwei Oberflächen 7, 8 mechanisch teilweise abgetragen. In dem Verfahrensschritt 27 wird der gehärtete Förderementrohling zum Abtragen der gehärteten Oberflächenschicht an den Oberflächen 7, 8 geschliffen.

20 Der gehärtete Förderementrohling wird in dem Verfahrensschritt 27 an seinen seine Haupterstreckung 19 definierenden Oberflächen 7, 8 geschliffen, wodurch die gehärtete Oberflächenschicht an den Oberflächen 7, 8 teilweise abgetragen wird. In dem Verfahrensschritt 27 wird durch das Abtragen der gehärteten Oberflächenschicht die Nitrierhärte (Nht) an den Oberflächen 7, 8 reduziert. Durch das Abtragen der gehärteten Oberflächenschicht wird in dem Verfahrensschritt 27 eine durch Eindiffusion von Stickstoff oder Kohlenstoff gebildete Verbindungsschicht (ϵ - und γ' -Eisennitride) an den Oberflächen 7, 8 mechanisch abgetragen.

25 **[0055]** Nach dem Verfahrensschritt 27 ist das Förderelement 1 grundsätzlich einsatzbereit. Auf ein Schleifen, insbesondere Radiusschleifen, der gewölbten Oberflächen 5, 6 des Förderementrohlings wird verzichtet. Grundsätzlich kann nach dem Verfahrensschritt 27 zumindest ein weiterer Verfahrensschritt folgen, wie beispielsweise ein Vermessen.

45 Bezugszeichenliste

[0056]

- | | |
|----|----------------|
| 1 | Förderelement |
| 2 | Rotationspumpe |
| 3 | Oberfläche |
| 4 | Oberfläche |
| 5 | Oberfläche |
| 6 | Oberfläche |
| 7 | Oberfläche |
| 8 | Oberfläche |
| 9 | Förderrotor |
| 10 | Rotationsachse |

- 11 Rotorstruktur
- 12 Stellelement
- 13 Gehäuse
- 14 Federelement
- 15 Stützelement
- 16 Förderelementlaufläche
- 17 Stellkammer
- 18 Mittelachse
- 19 Haupterstreckung
- 20 Verfahrensschritt
- 21 Verfahrensschritt
- 22 Verfahrensschritt
- 23 Verfahrensschritt
- 24 Verfahrensschritt
- 25 Verfahrensschritt
- 26 Verfahrensschritt
- 27 Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Förderelement für eine Rotationspumpe (2), vorzugsweise Flügelzellenpumpe, das aus einem metallischen Werkstoff gebildet ist, wobei das Förderelement (1) zumindest eine erste Oberfläche (3, 4, 5, 6) und zumindest eine zweite Oberfläche (7, 8) aufweist, die sich wenigstens bereichsweise in zumindest einer Werkstoffeigenschaft voneinander unterscheiden.
2. Förderelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Oberfläche (3, 4, 5, 6) und die zweite Oberfläche (7, 8) sich wenigstens bereichsweise zumindest in einer Härte und/oder in einer Dichte und/oder in einer Druckeigenspannung voneinander unterscheiden.
3. Förderelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Oberfläche (3, 4, 5, 6) und/oder die zweite Oberfläche (7, 8) durch eine Oberflächenschicht gebildet sind, die härter ist und/oder dichter ist und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweist als ein unter der Oberflächenschicht liegender Kernbereich.
4. Förderelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die erste Oberfläche (3, 4, 5, 6) bildende Oberflächenschicht wenigstens bereichsweise härter ist und/oder dichter ist und/oder eine höhere Druckeigenspannung aufweist als die die zweite Oberfläche (7, 8) bildende Oberflächenschicht.
5. Förderelement nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die zweite Oberfläche (7, 8) bildende Oberflä-

chenschicht dünner ist als die die erste Oberfläche (3, 4, 5, 6) bildende Oberflächenschicht.

- 5 6. Förderelement nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die zweite Oberfläche (7, 8) bildende Oberflächenschicht zumindest teilweise abgetragen ist.
- 10 7. Förderelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest eine gewölbte Oberfläche (5, 6), deren Wölbung zumindest im Wesentlichen aus einem Ziehvorgang resultiert.
- 15 8. Förderelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Oberfläche (7,8) als eine Gehäusegleitfläche ausgebildet ist, die dazu vorgesehen ist, an einer Förderelementlaufläche eines Gehäusebodens der Rotationspumpe oder eines Gehäusedeckels der Rotationspumpe zu gleiten.
- 20 9. Förderelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der metallische Werkstoff ein Vergütungsstahl ist, wobei der metallische Werkstoff vorzugsweise mit Chrom, Molybdän und Vanadium legiert ist.
- 30 10. Verfahren zur Herstellung eines Förderelements (1) für eine Rotationspumpe (2) eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Förderelements (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein aus einem metallischen Werkstoff gebildeter Förderelementrohling oberflächengehärtet und/oder oberflächenverdichtet und/oder oberflächenverfestigt wird und anschließend die gehärtete und/oder verdichtete oder verfestigte Oberflächenschicht wenigstens an einer Oberfläche (7, 8) des Förderelementrohlings zumindest teilweise abgetragen wird.
- 35 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Förderelementrohling zum Abtragen der gehärteten und/oder verdichteten und/oder verfestigten Oberflächenschicht geschliffen wird.
- 40 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Förderelementrohling zum Abtragen der gehärteten und/oder verdichteten und/oder verfestigten Oberflächenschicht an seinen seine Haupterstreckung (19) definierenden Oberflächen (7, 8) geschliffen wird.
- 45 50 55

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf ein Schleifen einer gewölbten Oberfläche (5, 6)
des Förderementrohrlings verzichtet wird. 5
14. Rotationspumpe für ein Kraftfahrzeug, insbesondere
Flügelzellenpumpe, mit zumindest einem Förder-
element (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9. 10
15. Verwendung zumindest eines Förderelements (1) 10
nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder eines durch
ein Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13
hergestellten Förderelements (1) in einer Rotations-
pumpe (2), insbesondere einer Flügelzellenpumpe,
eines Kraftfahrzeugs. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

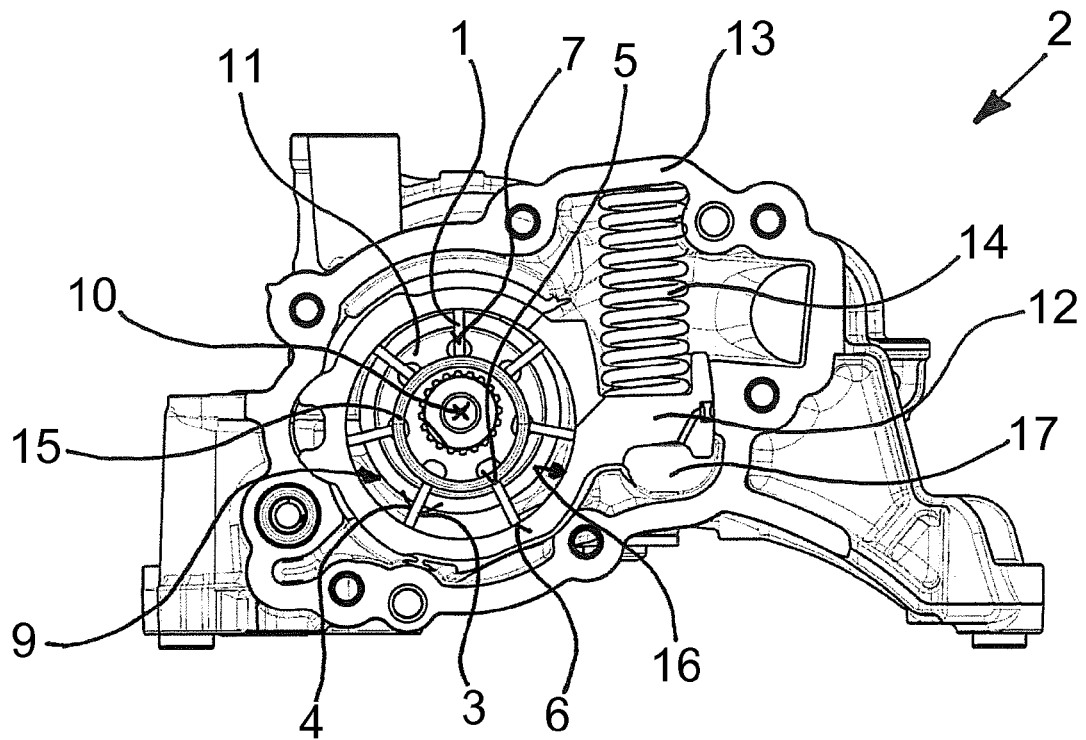


Figure 1

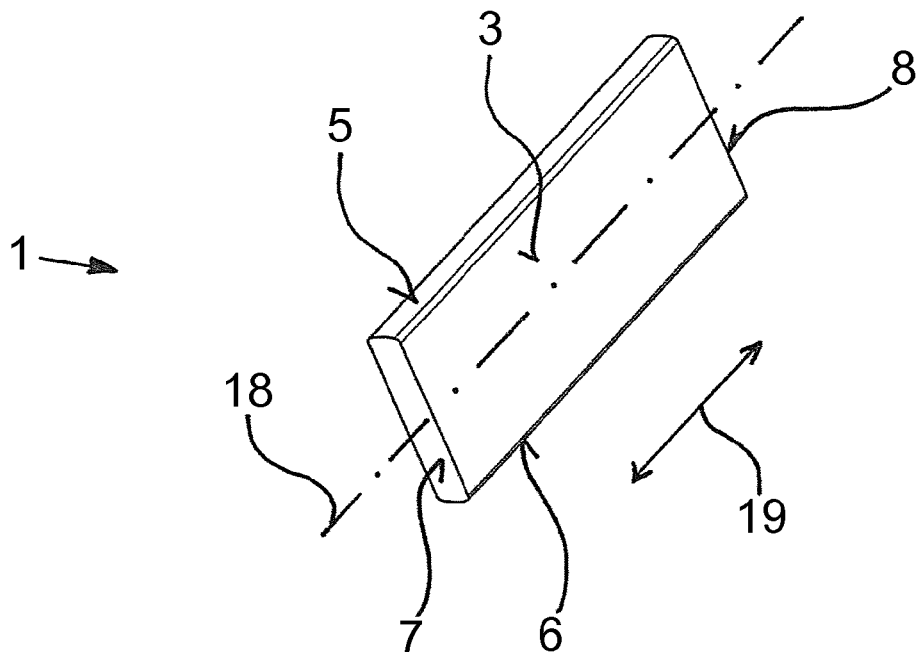
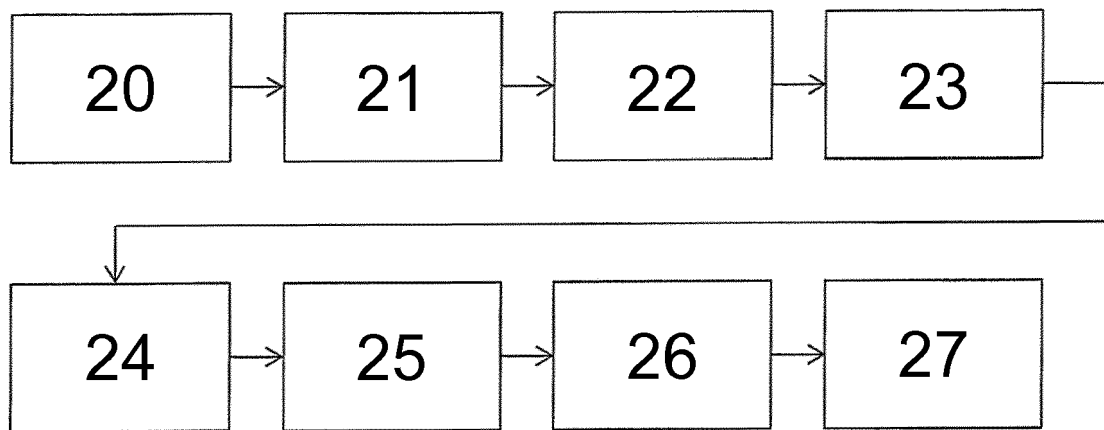


Figure 2



Figur 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 16 1121

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 3 044 687 A (DAVEY PAUL H) 17. Juli 1962 (1962-07-17) * Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 44; Abbildungen 1-4 *	1-15	INV. F01C21/08 F04C2/344
X	WO 2015/045433 A1 (FUJITSU GENERAL LTD [JP]) 2. April 2015 (2015-04-02) * see highlight in translated document; Abbildung 3 *	1-15	
X	US 6 142 756 A (HASHIMOTO TAKESHI [JP] ET AL) 7. November 2000 (2000-11-07) * Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 51; Abbildungen 1-2 *	1-15	
X	WO 96/00852 A1 (EDWARDS THOMAS C [US]) 11. Januar 1996 (1996-01-11) * Seite 12, Zeile 25 - Zeile 38; Abbildungen 17-20 *	1-15	
X	DE 101 04 222 A1 (DENSO CORP [JP]) 9. August 2001 (2001-08-09) * Spalte 6, Zeile 55 - Spalte 7, Zeile 6; Abbildungen 2a-2b *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01C F04C
X	US 2013/287616 A1 (GUIDRY JR MICHAEL J [US]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) * Absatz [0024]; Abbildung 8 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. September 2017	Prüfer Alquezar Getan, M
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 03.92 (P04C03)

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

EP 17 16 1121

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.

08-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3044687 A	17-07-1962	DE 1403025 A1 US 3044687 A	03-10-1968 17-07-1962
WO 2015045433 A1	02-04-2015	AU 2014325844 A1 CN 105164421 A EP 3054163 A1 JP 5652527 B1 JP 2015068324 A US 2016138593 A1 WO 2015045433 A1	17-12-2015 16-12-2015 10-08-2016 14-01-2015 13-04-2015 19-05-2016 02-04-2015
US 6142756 A	07-11-2000	CN 1239190 A JP H11351174 A MY 118524 A US 6142756 A	22-12-1999 21-12-1999 30-11-2004 07-11-2000
WO 9600852 A1	11-01-1996	US 5536153 A WO 9600852 A1	16-07-1996 11-01-1996
DE 10104222 A1	09-08-2001	DE 10104222 A1 JP 3937717 B2 JP 2001287638 A	09-08-2001 27-06-2007 16-10-2001
US 2013287616 A1	31-10-2013	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006033337 A1 [0002]
- DE 202014106121 U1 [0002]