



(10) **DE 10 2012 209 552 B4** 2019.07.04

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 209 552.7**
(22) Anmeldetag: **06.06.2012**
(43) Offenlegungstag: **12.12.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.07.2019**

(51) Int Cl.: **F04D 15/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

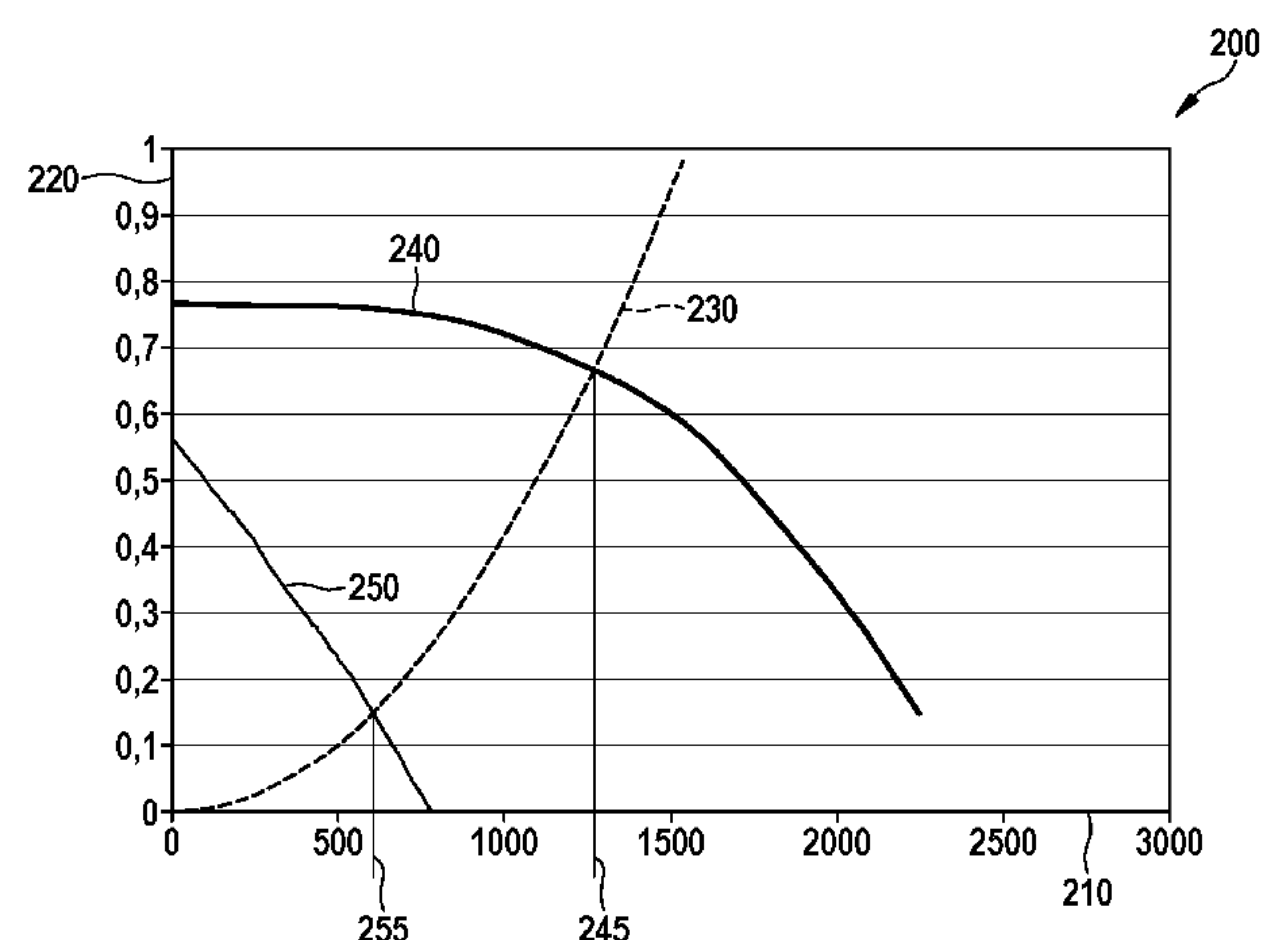
(72) Erfinder:
Jerger, Armin, 76547 Sinzheim, DE; Heier, Christoph, 76473 Iffezheim, DE; Muschelknautz, Claudius, 77815 Bühl, DE; Lojowski, Thomas, 77833 Ottersweier, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 42 014	B4
DE	10 2006 039 714	B3
DE	100 52 584	A1
DE	101 54 091	A1
DE	10 2008 016 811	A1
DE	699 17 125	T2

(54) Bezeichnung: **Pumpe und Verfahren zu ihrem Betrieb**

(57) Hauptanspruch: Verfahren (300) zum Betreiben einer Pumpe (100),
wobei ein Laufrad (130) der Pumpe (100) in einer ersten Drehrichtung betrieben wird, falls eine Soll-Förderleistung (155) oberhalb eines festgelegten Schwellenwerts liegt, wobei das Laufrad (130) der Pumpe (100) in einer zweiten Drehrichtung betrieben wird, falls die Soll-Förderleistung (155) unterhalb des festgelegten Schwellenwerts liegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Pumpe gemäß Patentanspruch 1, sowie eine Pumpe gemäß Patentanspruch 4.

Stand der Technik

[0002] Pumpen mit bürstenlosen elektronisch kommutierten Elektromotoren sind aus dem Stand der Technik bekannt. Solche Pumpen werden beispielsweise in Kraftfahrzeugen als Wasserpumpen oder Zusatzwasserpumpen zur Heizungsunterstützung, Ladeluftkühlung, Batteriekühlung, Steuergerätekühlung und für andere Aufgaben eingesetzt. Es ist bekannt, die Elektromotoren derartiger Pumpen sensorlos auszubilden.

[0003] Es ist ferner bekannt, dass bei bestimmten Applikationen von Pumpen, insbesondere von Wasserpumpen, unter bestimmten Betriebsbedingungen eine festgelegte Förderleistung nicht überschritten werden darf. Beispielsweise kann die Anforderung existieren, dass unterhalb einer bestimmten Temperatur eine bestimmte Förderleistung nicht überschritten werden darf.

[0004] Ferner ist bekannt, dass elektronisch kommutierte Motoren, insbesondere sensorlose Motoren, unterhalb einer bauformabhängigen Mindestdrehzahl nicht stabil betrieben werden können. Beispielsweise existieren Pumpen mit Motoren, die erst ab einer Drehzahl von etwa 1200 Umdrehungen pro Minute stabil betrieben werden können. Hierdurch werden bei Pumpen mit solchen Motoren einer Reduzierung der Förderleistung der Pumpe durch eine Reduzierung der Drehzahl des Motors und der Pumpe Grenzen gesetzt.

[0005] DE 100 52 584 A1 offenbart eine Fördereinrichtung zur Förderung von Waschflüssigkeit. DE 101 54 091 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung eines Kühlsystems einer Verbrennungskraftmaschine. DE 102 42 014 B4 offenbart ein Förderaggregat zur Umwälzung einer Flüssigkeit in einem Kreislauf. DE 10 2008 016 811 A1 offenbart ein Verfahren zur Ansteuerung einer schaltbaren Kühlmittelpumpe für ein Kraftfahrzeug. Ferner offenbart DE 699 17 125 T2 ein Steuersystem für ein Kühlsystem und DE 10 2006 039 714 B3 eine Mehrwege-Waschpumpe für Kraftfahrzeuge.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben einer Pumpe anzugeben, das eine Reduzierung einer Förderleistung der Pumpe ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkma-

len des Anspruchs 1 gelöst. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Pumpe bereitzustellen, deren Förderleistung weit abgesenkt werden kann. Diese Aufgabe wird durch eine Pumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Pumpe wird ein Laufrad der Pumpe in einer ersten Drehrichtung betrieben, falls eine Soll-Förderleistung oberhalb eines festgelegten Schwellenwerts liegt. Falls die Soll-Förderleistung unterhalb des festgelegten Schwellenwerts liegt, wird das Laufrad der Pumpe in einer zweiten Drehrichtung betrieben. Vorteilhafterweise kann sich die Förderleistung der Pumpe beim Betreiben des Laufrads der Pumpe in der ersten Drehrichtung von der Förderleistung der Pumpe beim Betreiben des Laufrads der Pumpe in der zweiten Drehrichtung unterscheiden. Dies ermöglicht es, die Förderleistung der Pumpe stark abzusenken, ohne eine Drehzahl des Laufrads der Pumpe unter einen Mindestwert abzusenken. Dadurch braucht auch eine Drehzahl eines das Laufrad der Pumpe antreibenden Motors nicht unter den Mindestwert abgesenkt werden.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Soll-Förderleistung durch ein Pulsweitenmodulationssignal (PWM-Signal) vorgegeben. Vorteilhafterweise kann das Verfahren dann mit herkömmlichen Verfahren zum Betreiben von Pumpen kombiniert werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird eine festgelegte Mindestdrehzahl des Laufrads in der ersten Drehrichtung und in der zweiten Drehrichtung jeweils nicht unterschritten. Vorteilhafterweise wird dadurch ein stabiler Betrieb der Pumpe in beiden Drehrichtungen des Laufrads der Pumpe gewährleistet.

[0010] Eine erfindungsgemäße Pumpe umfasst einen Spiralkanal und ein Laufrad. Dabei ist die Pumpe ausgebildet, nach einem Verfahren der vorgenannten Art betrieben zu werden. Vorteilhafterweise erlaubt diese Pumpe eine starke Reduzierung der Förderleistung der Pumpe, ohne dass ein Betrieb der Pumpe dabei instabil wird.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der Pumpe sind Schaufeln des Laufrads der Pumpe so ausgebildet, dass die Pumpe einen niedrigeren Wirkungsgrad aufweist, wenn das Laufrad in der zweiten Drehrichtung betrieben wird, als wenn das Laufrad in der ersten Drehrichtung betrieben wird. Vorteilhafterweise kann das Laufrad der Pumpe dann zum Absenken der Förderleistung der Pumpe in der zweiten Drehrichtung betrieben werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Pumpe weist diese einen Elektromotor zum Antreiben des Laufrads auf. Vorteilhafterweise kann die Pumpe dann kostengünstig und kompakt ausgebildet sein.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Motor ein elektronisch kommutierter Motor. Insbesondere ist der Motor bevorzugt als sensorloser Motor ausgebildet. Vorteilhafterweise erlaubt es die Pumpe dann, eine Förderleistung der Pumpe stark abzusenken, ohne eine Minstdrehzahl des Motors zu unterschreiten.

[0014] In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Pumpe ist diese als Wasserpumpe ausgebildet. Insbesondere ist die Pumpe bevorzugt als Zusatzwasserpumpe für ein Kraftfahrzeug ausgebildet. Vorteilhafterweise kann die Pumpe dann für eine Heizungsunterstützung, zur Ladeluftkühlung, Batteriekühlung oder zur Steuergerätekühlung in dem Kraftfahrzeug dienen.

[0015] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung einer Pumpe;

Fig. 2 ein Kennliniendiagramm; und

Fig. 3 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben einer Pumpe.

[0016] **Fig. 1** zeigt eine schematische Blockdarstellung einer Pumpe **100**. Die Pumpe **100** dient zum Pumpen eines Mediums. Das Medium kann beispielsweise Wasser sein. In diesem Fall ist die Pumpe **100** als Wasserpumpe ausgebildet. Die Pumpe **100** kann beispielsweise dazu vorgesehen sein, als Zusatzwasserpumpe in einem Kraftfahrzeug verwendet zu werden. Eine solche Zusatzwasserpumpe kann in einem Kraftfahrzeug beispielsweise zur Heizungsunterstützung, zur Ladeluftkühlung, zur Batteriekühlung, zur Steuergerätekühlung oder für andere Zwecke eingesetzt werden.

[0017] Die Pumpe **100** umfasst einen in **Fig. 1** nur schematisch dargestellten Strömungsteil **110** mit einem Kanal **120** und einem in dem Kanal **120** angeordneten Laufrad **130**. Der Kanal **120** kann beispielsweise als Spiralkanal ausgebildet sein. Das Laufrad **130** ist drehbar in dem Kanal **120** angeordnet. Der Strömungsteil **110** der Pumpe **100** ist dazu vorgesehen, von dem durch die Pumpe **100** gepumpten Medium durchströmt zu werden. Die Strömung des Mediums im Strömungsteil **110** wird dabei durch die Drehung des Laufrads **130** im Kanal **120** des Strömungsteils **110** getrieben.

[0018] Das Laufrad **130** weist bevorzugt eine oder eine Mehrzahl unter einem Winkel angeordneter

Schaufeln auf. Eine Drehung des Laufrads **130** im Kanal **120** des Strömungsteils **110** der Pumpe **100** bewirkt, dass das von der Pumpe **100** gepumpte Medium, beispielsweise von der Pumpe **100** gepumptes Wasser, im Kanal **120** nach außen gedrückt wird. Der Kanal **120** ist dabei so ausgebildet, dass eine Bewegung des Mediums nach außen im Kanal **120** gleichzeitig eine Vorwärtsbewegung des Mediums im Kanal **120** in eine festgelegte Förderrichtung der Pumpe **100** bewirkt.

[0019] Die Schaufeln des Laufrads **130** des Strömungsteils **110** der Pumpe **100** sind so ausgebildet, dass eine Drehung des Laufrads **130** in eine festgelegte erste Drehrichtung das durch die Pumpe **100** gepumpte Medium besonders wirksam im Kanal **120** des Strömungsteils **110** nach außen und damit auch in Förderrichtung der Pumpe **100** drängt. Diese erste Drehrichtung ist die gewöhnliche Drehrichtung des Laufrads **130** der Pumpe **100**.

[0020] Wird das Laufrad **130** des Strömungsteils **110** der Pumpe **100** hingegen in eine zweite Drehrichtung gedreht, die der ersten Drehrichtung des Laufrads **130** entgegengesetzt ist, so drängt das Laufrad **130** das durch die Pumpe **100** gepumpte Medium noch immer im Kanal **120** nach außen und damit in Förderrichtung der Pumpe **100**. Die durch das Laufrad **130** bewirkte Förderung des Mediums ist in diesem Fall jedoch weniger wirksam als bei einer Drehung des Laufrads **130** in die erste Drehrichtung. Hierdurch ergibt sich bei einem Betrieb des Laufrads **130** der Pumpe **100** in die zweite Drehrichtung ein gegenüber einem Betrieb des Laufrads **130** der Pumpe **100** in die erste Drehrichtung reduzierter Wirkungsgrad der Pumpe **100** und somit eine reduzierte Förderleistung der Pumpe **100**.

[0021] **Fig. 2** zeigt ein schematisches Kennliniendiagramm **200** zur Erläuterung dieses Zusammenhangs. Auf einer horizontalen Achse des Kennliniendiagramms **200** ist eine Förderleistung **210** aufgetragen. Die Förderleistung **210** kann beispielsweise in Liter pro Stunde als Volumen des durch die Pumpe **100** pro Zeiteinheit geförderten Mediums angegeben werden. Auf einer vertikalen Achse des Kennliniendiagramms **200** ist ein sich in einem Pumpkreislauf einstellender Druck **220** dargestellt. Der Druck **220** ist ein Druck in einem Pumpkreislauf, in dem die Pumpe **100** angeordnet ist. Der Druck kann beispielsweise in bar angegeben sein.

[0022] Eine Anlagekennlinie **230** gibt einen für die Anlage, in der der Pumpkreislauf ausgebildet ist, charakteristischen Zusammenhang zwischen der Förderleistung und dem sich im Pumpkreislauf ergebenden Druck wieder. Die Anlagekennlinie **230** kann beispielsweise einen in etwa quadratischen Verlauf aufweisen.

[0023] Eine erste Pumpenkennlinie **240** gibt eine erste durch die Pumpe **100** erzielbare Förderleistung bei unterschiedlichen Drücken im Pumpenkreislauf an. Bei höherem Druck **220** ist eine höhere Förderleistung **210** erzielbar. Die erste Pumpenkennlinie **240** stellt sich ein, wenn das Laufrad **130** im Strömungsteil **110** der Pumpe **100** mit einer festgelegten Drehzahl in die erste Drehrichtung gedreht wird. Eine Variation der Drehzahl dieser Drehung des Laufrads **130** in die erste Drehrichtung würde eine Parallelverschiebung der ersten Pumpenkennlinie **240** in vertikaler Richtung des Kennliniendiagramms **200** bewirken.

[0024] Je nach der gewählten Drehzahl stellt sich ein erster Betriebspunkt **245** als Schnittpunkt der ersten Pumpenkennlinie **240** mit der Anlagekennlinie **230** ein. Der erste Betriebspunkt **245** gibt somit die sich bei einer Drehung des Laufrads **130** der Pumpe **100** in die erste Drehrichtung mit einer festgelegten Drehzahl ergebenden Werte der Förderleistung **210** und des Drucks **220** im Pumpenkreislauf der Anlage an.

[0025] Eine zweite Pumpenkennlinie **250** gibt eine zweite erzielbare Förderleistung **210** bei unterschiedlichen Drücken **220** an. Bei höherem Druck **220** ist wiederum eine höhere Förderleistung **210** erzielbar. Die zweite Pumpenkennlinie **250** gilt für einen Betrieb des Laufrads **130** im Strömungsteil **110** der Pumpe **100** in die zweite Drehrichtung. Eine Variation der Drehzahl der Drehung des Laufrads **130** in die zweite Drehrichtung bewirkt wiederum eine Verschiebung der zweiten Pumpenkennlinie **250** in vertikale Richtung des Kennliniendiagramms **200**. Ein zweiter Betriebspunkt **255** gibt als Schnittpunkt der zweiten Pumpenkennlinie **250** mit der Anlagekennlinie **230** sich ergebende Werte der Förderleistung **210** und des Drucks **220** im Pumpenkreislauf der Anlage an, wenn das Laufrad **130** der Pumpe **100** mit einer festgelegten Drehzahl in die zweite Drehrichtung gedreht wird.

[0026] Die im Kennliniendiagramm **200** der **Fig. 2** dargestellten Pumpenkennlinien **240**, **250** gelten für Drehungen des Laufrads **130** mit betragsmäßig gleicher Drehzahl, jedoch entgegengesetzten Drehrichtungen. Aus einem Vergleich der zweiten Pumpenkennlinie **250** mit der ersten Pumpenkennlinie **240** ist erkennbar, dass eine Drehung des Laufrads **130** der Pumpe **100** in die zweite Drehrichtung zu einer gegenüber einer Drehung des Laufrads **130** der Pumpe **100** in die erste Drehrichtung deutlich reduzierten Förderleistung **210** führt. Die Förderleistung kann dabei bei konstanter Anlagekennlinie **230** und bei betragsmäßig gleicher Drehzahl des Laufrads **130** bei einer Drehung des Laufrads **130** in die zweite Drehrichtung gegenüber einer Drehung des Laufrads **130** in die erste Drehrichtung auf weniger als 50% abfallen.

[0027] **Fig. 1** zeigt weiter, dass die Pumpe **100** einen Motor **140** und eine Ansteuerschaltung **150** aufweist. Der Motor **140** ist in der Regel als bürstenloser elektronisch kommutierter Elektromotor ausgebildet. Insbesondere kann der Motor **140** ein sensorloser Motor sein. Der Motor **140** dient zum Drehen des Laufrads **130** im Strömungsteil **110** der Pumpe **100**. Der Motor **140** kann das Laufrad **130** sowohl in die erste Drehrichtung des Laufrads **130** als auch in die zweite Drehrichtung des Laufrads **130** drehen.

[0028] Die Ansteuerschaltung **150** dient zum Ansteuern des Motors **140**. Hierzu erzeugt die Ansteuerschaltung **150** ein Ansteuersignal **145**. Die Ansteuerschaltung **150** kann sowohl eine Drehzahl als auch eine Drehrichtung des Motors **140** und somit auch die Drehzahl und Drehrichtung des Laufrads **130** steuern. Die Ansteuerschaltung **150** empfängt ein Signal, das eine Soll-Förderleistung **155** der Pumpe **100** angibt. Die Soll-Förderleistung **155** kann der Ansteuerschaltung **150** beispielsweise als Pulsweitenmodulationssignal (PWM-Signal) vorgegeben werden.

[0029] In Abhängigkeit von der der Ansteuerschaltung **150** vorgegebenen Soll-Förderleistung **155** der Pumpe **100** variiert die Ansteuerschaltung **150** mittels des Ansteuersignals **145** die Drehzahl des Motors **140** und somit auch die Drehzahl des Laufrads **130** im Strömungsteil **110** der Pumpe **100**. Bei einer geringeren Soll-Förderleistung **155** wählt die Ansteuerschaltung **150** eine niedrigere Drehzahl des Motors **140** und des Laufrads **130**. Bei einer höheren Soll-Förderleistung **155** wählt die Ansteuerschaltung **150** eine höhere Drehzahl des Motors **140** und des Laufrads **130**.

[0030] Die Drehzahl des Motors **140** kann jedoch nicht beliebig weit abgesenkt werden, ohne dass der Betrieb des Motors **140** instabil wird. Dies gilt insbesondere, wenn der Motor **140** ein sensorloser Motor ist. Beispielsweise kann der Motor **140** so ausgebildet sein, dass seine Drehzahl einen Wert von 1200 Umdrehungen pro Minute nicht unterschreiten darf. Dies hat zur Folge, dass die von der Pumpe **100** erzielte Förderleistung alleine durch Absenken der Drehzahl des Motors **140** und des Laufrads **130** nicht beliebig weit reduziert werden kann.

[0031] Anhand des Kennliniendiagramms **200** der **Fig. 2** wurde jedoch erläutert, dass die Förderleistung der Pumpe **100** auch durch eine Umkehr der Drehrichtung des Laufrads **130** stark reduziert werden kann. Dies nutzt die Ansteuerschaltung **150** bei einem durch die Ansteuerschaltung **150** ausgeführten Verfahren **300** zum Betreiben der Pumpe **100**. Das Verfahren **300** ist im schematischen Ablaufdiagramm der **Fig. 3** dargestellt.

[0032] In einem ersten Verfahrensschritt **310** empfängt die Ansteuerschaltung **150** ein Signal, dass die

Soll-Förderleistung **155** angibt. Die Soll-Förderleistung **155** wird bevorzugt als Pulsweitenmodulationssignal (PWM-Signal) vorgegeben.

[0033] In einem zweiten Verfahrensschritt **320** vergleicht die Ansteuerschaltung **150** die Soll-Förderleistung **155** mit einem festgelegten Schwellenwert. Der Schwellenwert ist dabei abhängig von den Spezifikationen der Pumpe **100** und des Motors **140** gewählt.

[0034] Liegt die Soll-Förderleistung **155** oberhalb des festgelegten Schwellenwerts, so betreibt die Ansteuerschaltung **150** die Pumpe **100** in einem dritten Verfahrensschritt **330** in der ersten Drehrichtung. Die Ansteuerschaltung **150** steuert den Motor **140** mittels des Ansteuersignals **145** dabei so an, dass das Laufrad **130** in die erste Drehrichtung gedreht wird. Die Drehzahl des Motors **140** und des Laufrads **130** wählt die Ansteuerschaltung **150** dabei in Abhängigkeit von der Soll-Förderleistung **155**.

[0035] Liegt die Soll-Förderleistung **155** jedoch unterhalb des festgelegten Schwellenwerts, so betreibt die Ansteuerschaltung **150** die Pumpe **100** in einem vierten Verfahrensschritt **340** hingegen in der zweiten Drehrichtung. Die Ansteuerschaltung **150** steuert den Motor **140** dabei mittels des Ansteuersignals **145** so an, dass das Laufrad **130** im Strömungsteil **110** der Pumpe **100** in die zweite Drehrichtung gedreht wird. Die Drehzahl wählt die Ansteuerschaltung **150** dabei wieder in Abhängigkeit von der Soll-Förderleistung **155**.

[0036] Das Verfahren **300** wird durch die Ansteuerschaltung **150** bevorzugt kontinuierlich ausgeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren (300) zum Betreiben einer Pumpe (100),
wobei ein Laufrad (130) der Pumpe (100) in einer ersten Drehrichtung betrieben wird, falls eine Soll-Förderleistung (155) oberhalb eines festgelegten Schwellenwerts liegt,
wobei das Laufrad (130) der Pumpe (100) in einer zweiten Drehrichtung betrieben wird, falls die Soll-Förderleistung (155) unterhalb des festgelegten Schwellenwerts liegt.

2. Verfahren (300) gemäß Anspruch 1, wobei die Soll-Förderleistung (155) durch ein PWM-Signal vorgegeben wird.

3. Verfahren (300) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine festgelegte Mindestdrehzahl des Laufrads (130) in der ersten Drehrichtung und in der zweiten Drehrichtung nicht unterschritten wird.

4. Pumpe (100)
mit einem Spiralkanal (120) und einem Laufrad (130),
wobei die Pumpe (100) ausgebildet ist, nach einem Verfahren (300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 betrieben zu werden.

5. Pumpe (100) gemäß Anspruch 4, wobei Schaufeln des Laufrads (130) der Pumpe (100) so ausgebildet sind, dass die Pumpe (100) einen niedrigeren Wirkungsgrad aufweist, wenn das Laufrad (130) in der zweiten Drehrichtung betrieben wird, als wenn das Laufrad (130) in der ersten Drehrichtung betrieben wird.

6. Pumpe (100) gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei die Pumpe (100) einen Elektromotor (140) zum Antreiben des Laufrads (130) umfasst.

7. Pumpe (100) gemäß Anspruch 6, wobei der Motor (140) ein elektronisch kommutierter Motor ist.

8. Pumpe (100) gemäß einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei der Motor (140) als sensorloser Motor ausgebildet ist

9. Pumpe (100) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei die Pumpe (100) eine Wasserpumpe ist.

10. Pumpe (100) gemäß Anspruch 9, wobei die Pumpe (100) eine Zusatzwasserpumpe für ein Kraftfahrzeug ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

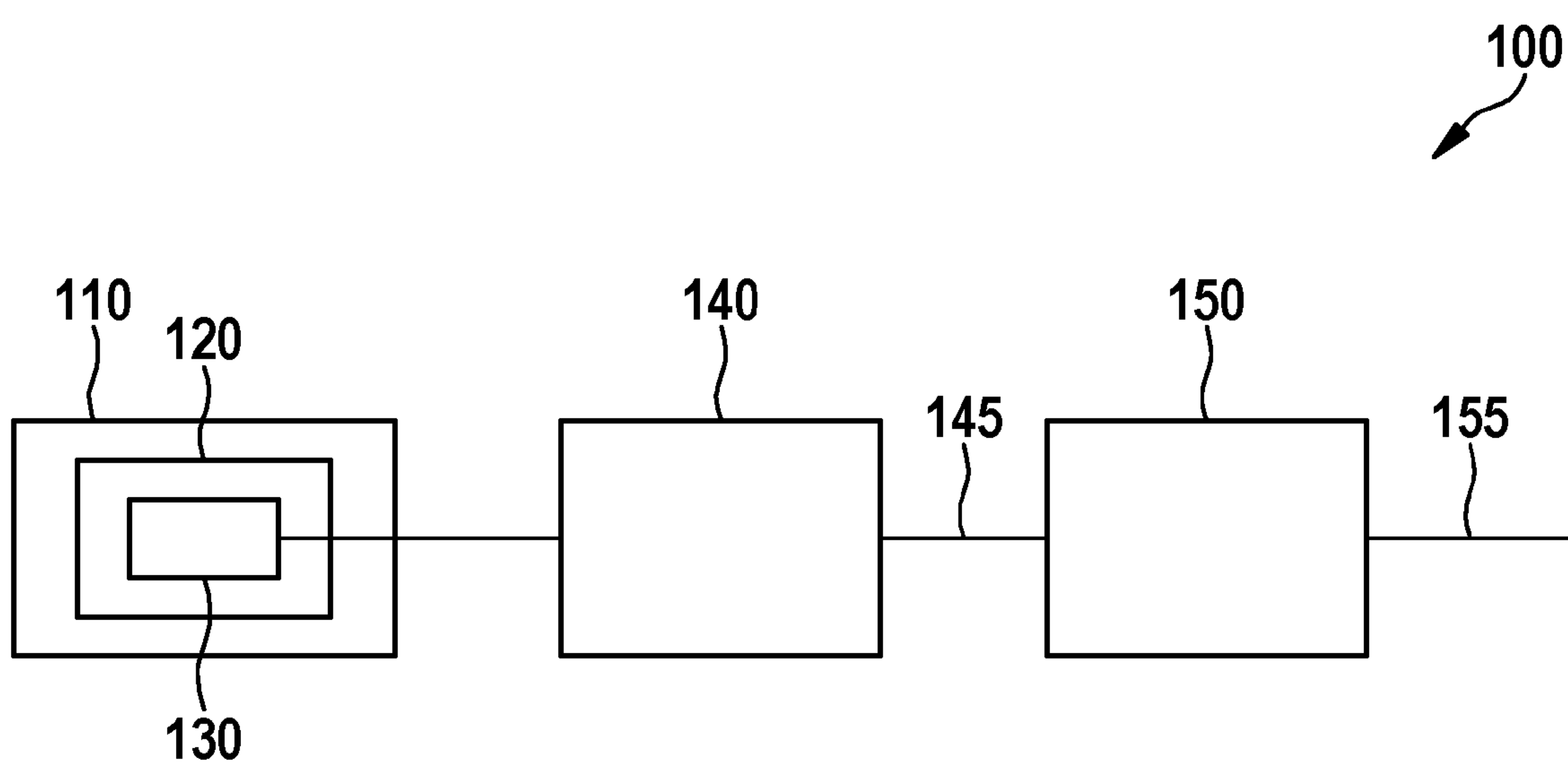
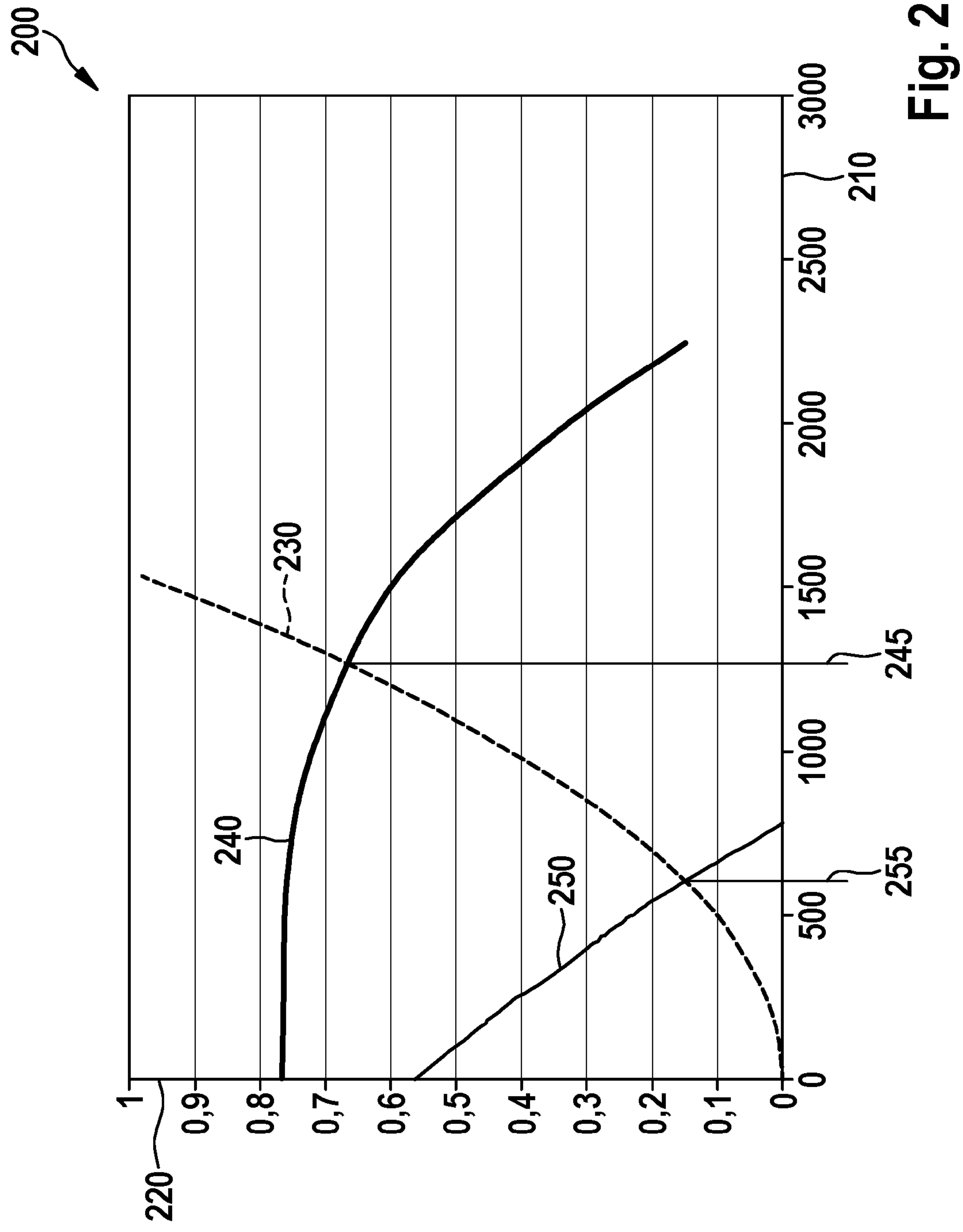


Fig. 1



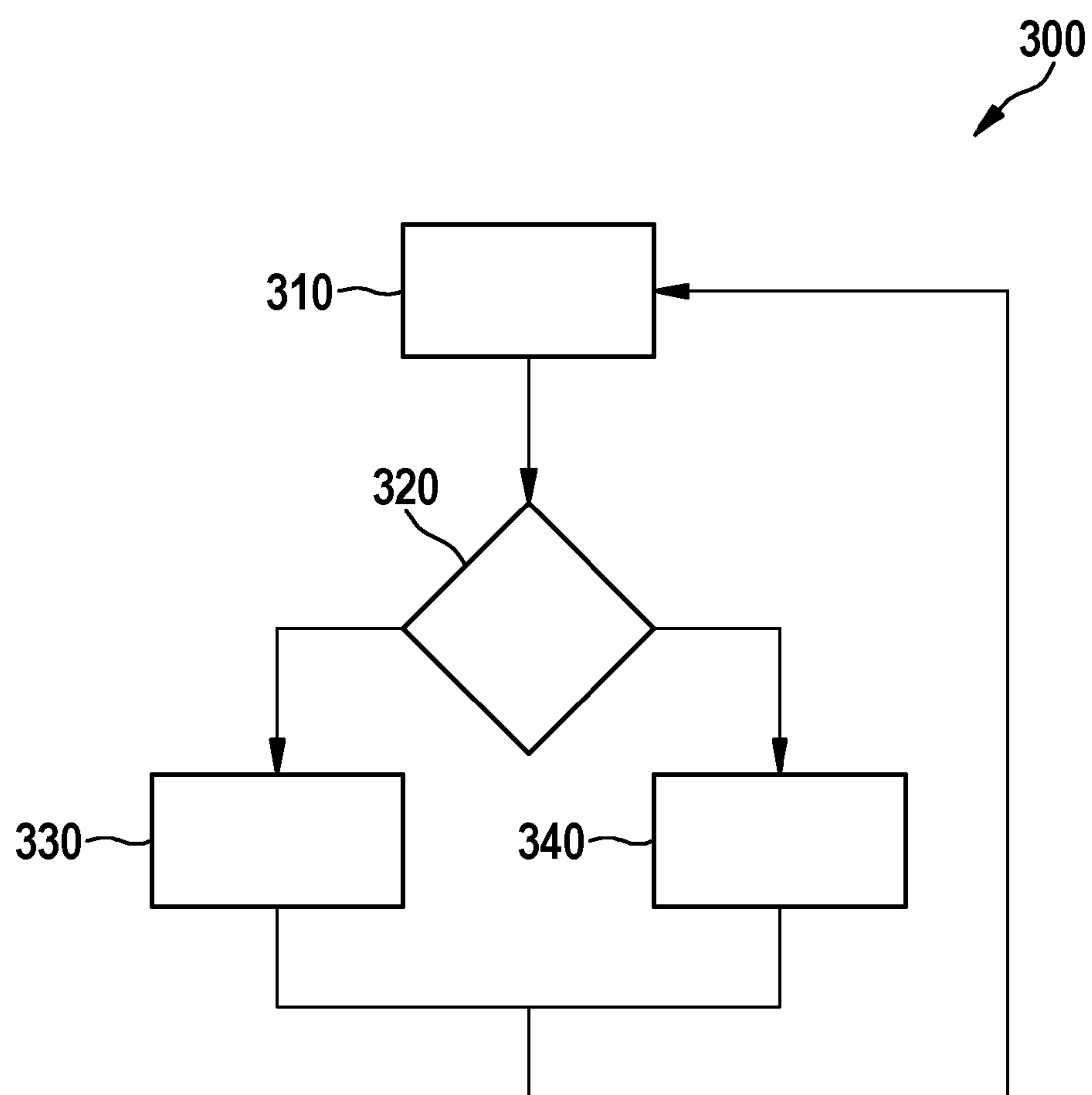


Fig. 3