

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 864 755 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **F04D 15/00**, F04D 15/02

(21) Anmeldenummer: **98104145.2**

(22) Anmeldetag: **09.03.1998**

(54) **Doppelpumpe mit Einzel- und Synchronbetrieb**

Double pump with sequential or synchronous operation

Double pompe à fonctionnement séquentiel ou synchrone

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **14.03.1997 DE 19710675**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.1998 Patentblatt 1998/38

(73) Patentinhaber: **WILO AG**
44263 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:

- **Resch, Jürgen**
44534 Lünen (DE)
- **Hübner, Jürgen**
44278 Dortmund (DE)

- **Hunnekuhl**
58452 Witten (DE)

(74) Vertreter:
COHAUSZ DAWIDOWICZ HANNIG & PARTNER
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
Schumannstrasse 97-99
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 253 245 **US-A- 3 726 606**
US-A- 3 775 025

- **"Centrifugal Pump Academy. The risks of
parallel operation" WORLD PUMPS, GB, TRADE
AND TECHNICAL PRESS LTD. MORDEN, Bd.
1997, Nr. 364, Seiten 34-37, XP004054355**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 864 755 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Doppelpumpe mit einer ersten Pumpe zur Erzeugung von kleineren Förderströmen Q_{kl} bei vorgebarem Differenzdruck zwischen der Pumpenansaug- und der Pumpenauslaßseite und einer zur ersten Pumpe zuschaltbaren zweiten Pumpe zur Erzeugung von größeren Förderströmen Q_{gr} und einer die beiden Pumpen steuernden Pumpensteuerung.

[0002] Doppelpumpen sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt und werden u.a. in Heizkreisläufen eingesetzt, um Bedarfsspitzen des geförderten Heizungswassers abdecken zu können. Moderne Doppelpumpen werden dabei durch Veränderung der Drehzahl auf konstanten oder vorgegebenen variablen Enddruck geregelt.

[0003] Dabei kommen zwei Steuerungskonzepte für die Doppelpumpen zum Einsatz. Beim ersten Steuerungskonzept werden die beiden Pumpen der Doppelpumpe über den gesamten Regelungsbereich zur Deckung des benötigten Förderstroms synchron, d.h. mit gleicher Drehzahl, betrieben. Beim zweiten Konzept wird dagegen zuerst lediglich eine der beiden Pumpen zur Deckung des geforderten Förderstroms verwendet. Sobald diese Pumpe ihre maximale Drehzahl erreicht hat, wird die zweite Pumpe zugeschaltet und zur Deckung noch größerer Förderströme kontinuierlich hochgeregelt, wobei die erste Pumpe weiterhin mit maximaler Drehzahl läuft.

[0004] Pumpen gemäß dem zweiten Steuerungskonzept sind z.B. aus den Dokumenten US 3,775,025, GB 2 253 245 A und US 3,726,606 bekannt, wobei als Steuerungsgrößen Druck, Motorleistung bzw. benötigter Förderstrom herangezogen werden.

[0005] Nachteilig wirkt sich bei diesen Steuerungskonzepten jedoch der erhöhte Energiebedarf aus. So ist der Wirkungsgrad der Pumpe bekanntlich stark abhängig vom Förderstrom.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad einer herkömmlichen Doppelpumpe zu verbessern ohne den Aufbau der Doppelpumpe zu verändern.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Pumpensteuerung die Drehzahl der ersten Pumpe ausgehend von kleineren Förderströmen bis zum Erreichen eines bestimmten größeren Förderstroms Q^* kontinuierlich erhöht, wobei bis zum Erreichen des bestimmten Förderstroms Q^* die zweite Pumpe ausgeschaltet ist, und daß die Pumpensteuerung bei Erreichen des Förderstroms Q^* die zweite Pumpe zur ersten Pumpe zuschaltet, und für alle Förderströme $Q \geq Q^*$ (Q größer gleich Q^*) beide Pumpen mit annähernd der gleichen Drehzahl fördern.

[0008] Eine derartige Steuerung hat den Vorteil, daß die beiden Pumpen der Doppelpumpe fast im gesamten Förderbereich näher an ihrem jeweiligen Wirkungsgradoptimum fördern, so daß sich hierdurch der Gesamtwirkungsgrad der erfindungsgemäßen Doppelpumpe

erhöht.

[0009] Ein derartiger Betrieb der Doppelpumpe hat weiterhin den Vorteil, daß ohne einen separaten Drucksensor, nur durch Erfassung und Auswertung der pumpeninternen Parameter Drehzahl, Strom und aufgenommene Leistung, eine gute Regelgenauigkeit erreicht werden kann. Diese Regelgenauigkeit ist deshalb gewährleistet, da das Zuschalten der zweiten Pumpe in einem Bereich fällt, in dem die Leistungsaufnahme bei zunehmendem Förderstrom der ersten Pumpe noch steil genug ansteigt, so daß eine Leistungsänderung genügend genau ermittelbar ist und somit bei erreichtem Förderstrom Q^* die zweite Pumpe zugeschaltet werden kann. Dies ist bei bekannten Doppelpumpen, welche mittels des zweiten Steuerungskonzepts betrieben werden nicht gewährleistet, da im Bereich der maximalen Drehzahl die Leistungskurve flach bzw. fallend verläuft und durch die Beobachtung der Leistungsaufnahme der ersten Pumpe der Zuschaltpunkt der zweiten Pumpe nicht hinreichend genau ermittelbar ist.

[0010] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die zweite Pumpe bei sinkendem Bedarf nicht bei dem gleichen Förderstrom Q^* abgeschaltet wird, bei dem sie vorher zugeschaltet wurde, damit ein instabiler Betriebszustand vermieden wird. Die so vorgegebene Hysterese verhindert ein dauerndes Zu- und Abschalten der zweiten Pumpe und einen damit einhergehenden schnellen Verschleiß der Doppelpumpe.

[0011] Nachfolgend wird anhand von Diagrammen die Erfindung näher erläutert.

[0012] Es zeigen:

Figur 1 Ein Förderhöhe-Förderstrom-Diagramm für eine Doppelpumpe;

Figur 2 ein Leistungsaufnahme-Diagramm für eine Doppelpumpe im Synchron- sowie im lastabhängigen Zuschaltbetrieb;

Figur 3 ein Förderhöhe-Förderstrom-Diagramm für die erfindungsgemäße Doppelpumpe;

Figur 4 ein Leistungsaufnahme-Förderstrom-Diagramm für eine Pumpe der Doppelpumpe.

[0013] Figur 1 zeigt ein Förderhöhe-Förderstrom-Diagramm mit eingezeichneten Pumpen und Verbraucherkennlinien für die beiden aus dem Stand der Technik bekannten Steuerungskonzepte.

[0014] Figur 2 zeigt für eine bestimmte konstante Förderhöhe die Leistungsaufnahme der beiden aus dem Stand der Technik bekannten und oben erläuterten Steuerungskonzepten für Doppelpumpen. Es ist deutlich zu erkennen, daß die benötigte Leistung zur Erzielung eines bestimmten Förderstroms Q bei kleinen Förderströmen im Synchronbetrieb (erstes Steuerungskonzept) größer ist als beim lastabhängigen Zuschaltbetrieb (zweites Steuerungskonzept), bei dem nach Er-

reichen der maximalen Drehzahl der ersten Pumpe die zweite Pumpe hinzugeschaltet wird. Die Leistungskurven der beiden Steuerungskonzepte schneiden sich bei größer werdenden Förderströmen beim Förderstrom Q^* . Bei Förderströmen Q größer Q^* ist die Leistungsaufnahme des Synchronbetriebs der Doppelpumpe deutlich geringer als die des Zuschaltbetriebes bei Erreichen der maximalen Drehzahl der ersten Pumpe. Die Leistungskurven decken sich konsequenterweise bei sehr großen Förderströmen, wenn beide Pumpen mit maximaler Drehzahl fördern.

[0015] Aus dem Leistungsdiagramm der Figur 2 ist ferner zu entnehmen, daß die Leistungsaufnahme beim Zuschalten der zweiten Pumpe (zweites Steuerungskonzept) sprunghaft steigt.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Zuschalten der zweiten Pumpe bei dem Förderstrom Q^* wird erreicht, daß die Leistungsaufnahme P der Doppelpumpe jeweils dem niedrigsten Kurvenverlauf ober- und unterhalb des Förderstroms Q^* der beiden Steuerungskonzepte entspricht.

[0017] Zur Erzielung des stabilen Betriebszustands erfolgt, wie aus Figur 3 ersichtlich ist, das Zuschalten der zweiten Pumpe nicht beim gleichen Förderstrom wie das Abschalten. Dabei muß der Förderstrom Q_{zu} zur Erzeugung einer Hysterese größer als der Abschaltförderstrom Q_{ab} gewählt werden.

[0018] Figur 4 zeigt die Leistungsaufnahme der ersten Pumpe für eine konstante Drehzahl. Es ist deutlich zu erkennen, daß sich der Kurvenverlauf für Förderströme Q größer Q^* abflacht und bei noch größeren Förderströmen sogar fallend ist. Würde kein externer Drucksensor zur Ermittlung der Druckdifferenz zwischen Pumpenansaug- und Pumpenauslaßseite verwendet, sondern würden ausschließlich die pumpeninternen Parameter Drehzahl, aufgenommene Leistung sowie Stromaufnahme beobachtet, so kann durch den bis zum maximalen Förderstrom flach bzw. abfallenden Kurvenverlauf der Leistungsaufnahme nicht sicher festgestellt werden, wann der maximale Förderstrom der Pumpe erreicht ist.

[0019] Durch das erfindungsgemäße Zuschalten der Pumpe bei dem Förderstrom Q^* , welcher deutlich kleiner ist als der Förderstrom Q bei maximaler Drehzahl der ersten Pumpe, wird erreicht, daß das Zuschalten der zweiten Pumpe in einen Bereich der Leistungsaufnahme-Kurve gem. Figur 4 fällt, bei dem der Kurvenverlauf noch genügend steil ansteigend ist, so daß mit der Beobachtung der pumpeninternen Parameter der Zuschaltpunkt hinreichend genau bestimmbar ist.

[0020] Die Ermittlung des Differenzdrucks bzw. des momentan geförderten Förderstroms Q einer Pumpe mit Hilfe der pumpeninternen Parameter ist Stand der Technik und soll hier nicht weiter erläutert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Doppelpumpe mit einer ersten Pumpe zur Erzeugung von kleineren Förderströmen Q_{kl} bei vorgebbarem Differenzdruck zwischen der Pumpenansaug- und der Pumpenauslaßseite und einer zur ersten Pumpe zuschaltbaren zweiten Pumpe zur Erzeugung von größeren Förderströmen Q_{gr} , und einer die beiden Pumpen steuernden Pumpensteuerung, **dadurch gekennzeichnet, daß**
 - die Pumpensteuerung die Drehzahl der ersten Pumpe bis zum Erreichen eines bestimmten Förderstroms Q^* kontinuierlich erhöht, wobei bis zum Erreichen des bestimmten Förderstroms Q^* die zweite Pumpe ausgeschaltet ist, und
 - daß die Pumpensteuerung bei Erreichen des Förderstroms Q^* die zweite Pumpe zur ersten Pumpe zuschaltet, und für alle Förderströme $Q \geq Q^*$ (Q größer gleich Q^*) beide Pumpen mit der gleichen Drehzahl fördern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ausgehend von einem Förderstrom $Q > Q^*$ (Q größer Q^*), bei sinkendem Bedarf die Pumpensteuerung die zweite Pumpe abschaltet, sobald der von beiden Pumpen erzeugte Förderstrom Q ungefähr gleich Q^* ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Pumpe bei einem Förderstrom Q^*_{zu} zugeschaltet und bei einem Förderstrom Q^*_{ab} abgeschaltet wird, wobei $Q^*_{zu} > Q^*_{ab}$ ist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Zuschalten die Pumpensteuerung die Drehzahl der ersten Pumpe auf die Drehzahl der zweiten Pumpe absenkt, derart, daß der vor dem Zuschalten der zweiten Pumpe von der ersten Pumpe allein geförderte Förderstrom Q^*_{zu} nach dem Zuschalten von beiden Pumpen gemeinsam zu gleichen Teilen gefördert wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Abschalten der zweiten Pumpe die Pumpensteuerung die Drehzahl der ersten Pumpe erhöht, derart, daß der von der ersten Pumpe geförderte Förderstrom gleich dem vor dem Abschalten der zweiten Pumpe von beiden Pumpen gemeinsam geförderte Förderstrom ist.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der von der Doppelpumpe geförderte Förderstrom Q mittels der pumpeninternen Parameter Drehzahl, Stromaufnahme und verbrauchte Leistung ermittelbar ist.

Claims

1. Procedure for operating a double pump with a first pump to produce small supply flows Q_{kl} at a specifiable differential pressure between the pump intake side and the pump output side and a second pump which can be synchronised with the first pump to produce larger supply flows Q_{gr} , and a pump control controlling one of the two pumps, **characterised in that**
 - the pump control continually increases the speed of the first pump until the specified supply flow Q^* is obtained, in which the second pump is switched off until the specified supply flow Q^* is reached, and
 - when the supply flow Q^* is reached, the pump control synchronises the second pump with the first pump and both pumps feed at the same speed for all supply flows $Q \geq Q^*$ (Q is greater than or equal to Q^*).
2. Procedure in accordance with claim 1, **characterised in that**, starting from a supply flow of $Q > Q^*$ (Q is greater than Q^*), the pump control switches off the second pump in the event of falling demand as soon as the supply flow Q produced by both pumps is approximately equal to Q^* .
3. Procedure in accordance with claim 1 or 2, **characterised in that** the second pump is synchronised at a supply flow of Q^*_{zu} and switched off at a supply flow of Q^*_{ab} , in which $Q^*_{zu} > Q^*_{ab}$.
4. Procedure in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** on synchronisation, the pump control decreases the speed of the first pump to the speed of the second pump in such a manner that the supply flow Q^*_{zu} that is produced solely by the first pump prior to the synchronisation of the second pump, is produced in identical parts conjointly by both pumps after synchronisation.
5. Procedure in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that**, when the second pump is switched off, the pump control increases the speed of the first pump in such a manner that the supply flow produced by the first pump is identical to the supply flow produced conjointly by both pumps prior to the second pump being switched off.

6. Procedure in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** the supply flow Q produced by the twin pump can be determined by means of the pumps' internal parameters of speed, electricity input and output consumed.

Revendications

1. Procédé d'exploitation d'une pompe double avec une première pompe pour engendrer des écoulements de refoulement Q_{kl} plus faibles pour une pression différentielle prédéfinissable entre le côté d'aspiration de la pompe et le côté de sortie de la pompe et une seconde pompe pouvant être raccordée à la première pompe pour engendrer des écoulements de refoulement Q_{gr} plus grands et une commande de pompes commandant les deux pompes, **caractérisé en ce que**
 - la commande de pompes augmente continuellement la vitesse de rotation de la première pompe jusqu'à l'atteinte d'un écoulement de refoulement Q^* déterminé, la seconde pompe étant hors circuit jusqu'à l'atteinte de l'écoulement de refoulement Q^* déterminé et
 - que la commande de pompes raccorde la seconde pompe à la première pompe lors de l'atteinte de l'écoulement de refoulement Q^* déterminé et les deux pompes refoulent à la même vitesse de rotation pour tous les écoulements de refoulement $Q \geq Q^*$ (Q supérieur ou égal à Q^*).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, en partant d'un écoulement de refoulement $Q > Q^*$ (Q supérieur à Q^*), la commande de pompe met la seconde pompe hors circuit, pour une demande qui diminue, aussitôt que l'écoulement de refoulement Q engendré par les deux pompes est approximativement égal à Q^* .
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la seconde pompe est raccordée pour un écoulement de refoulement Q^*_{zu} et est mise hors circuit pour un écoulement de refoulement Q^*_{ab} , avec $Q^*_{zu} > Q^*_{ab}$.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors du raccordement, la commande de pompes abaisse la vitesse de rotation à la vitesse de rotation de la seconde pompe de telle manière que l'écoulement de refoulement refoulé Q^*_{zu} par la première pompe seule avant le raccordement de la seconde pompe est refoulé,

après le raccordement, ensemble dans les mêmes proportions par les deux pompes.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

5

caractérisé en ce que, lors de la mise hors circuit de la seconde pompe, la commande de pompes augmente la vitesse de rotation de la première pompe de telle manière que l'écoulement de refoulement refoulé par la première pompe est égal à l'écoulement de refoulement refoulé par les deux pompes ensemble avant la mise hors circuit de la seconde pompe.

10

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

15

caractérisé en ce que l'écoulement de refoulement Q refoulé par la pompe double peut être déterminé au moyen des paramètres internes aux pompes, vitesse de rotation, consommation de courant et puissance consommée.

20

25

30

35

40

45

50

55

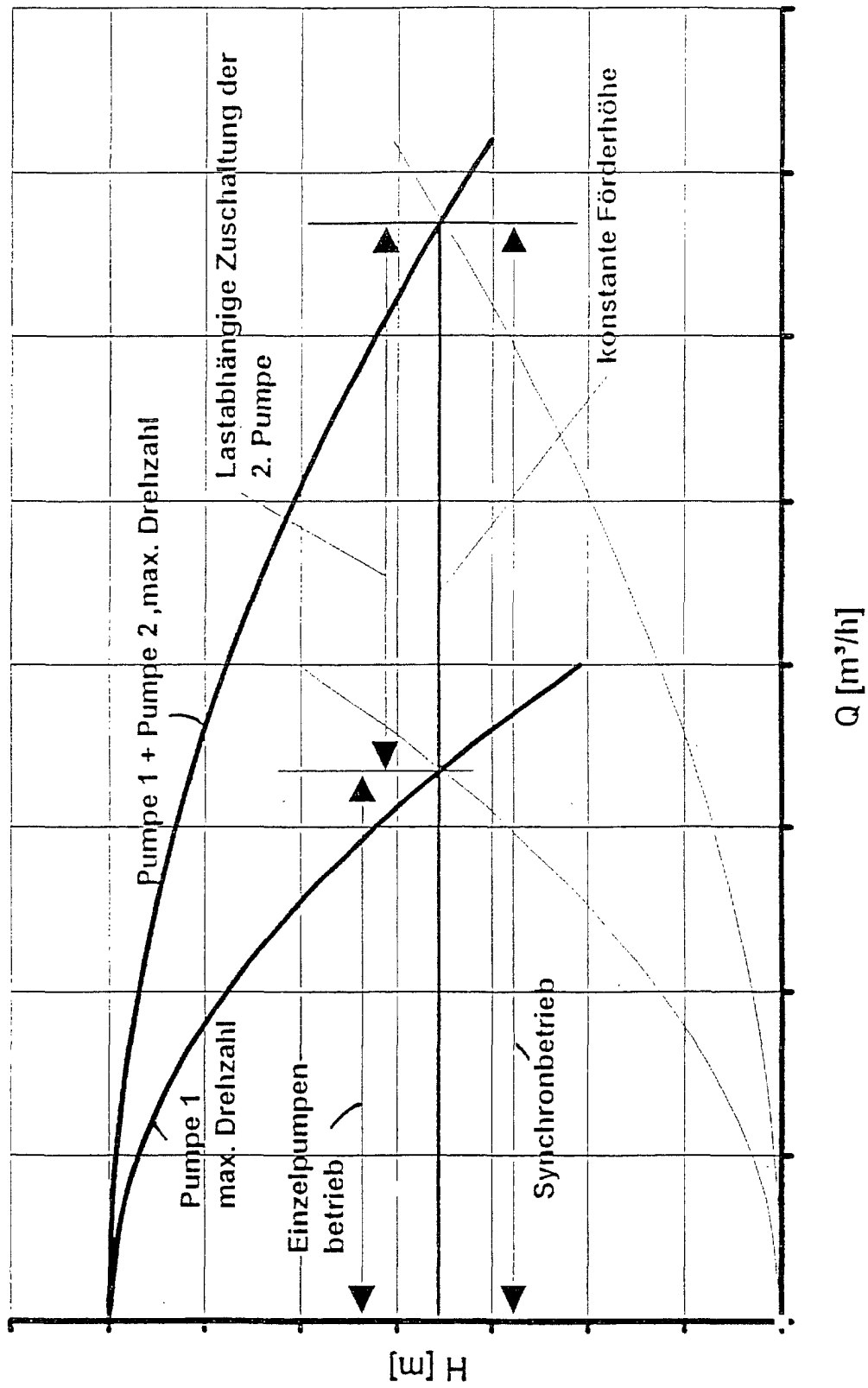


Fig. 1

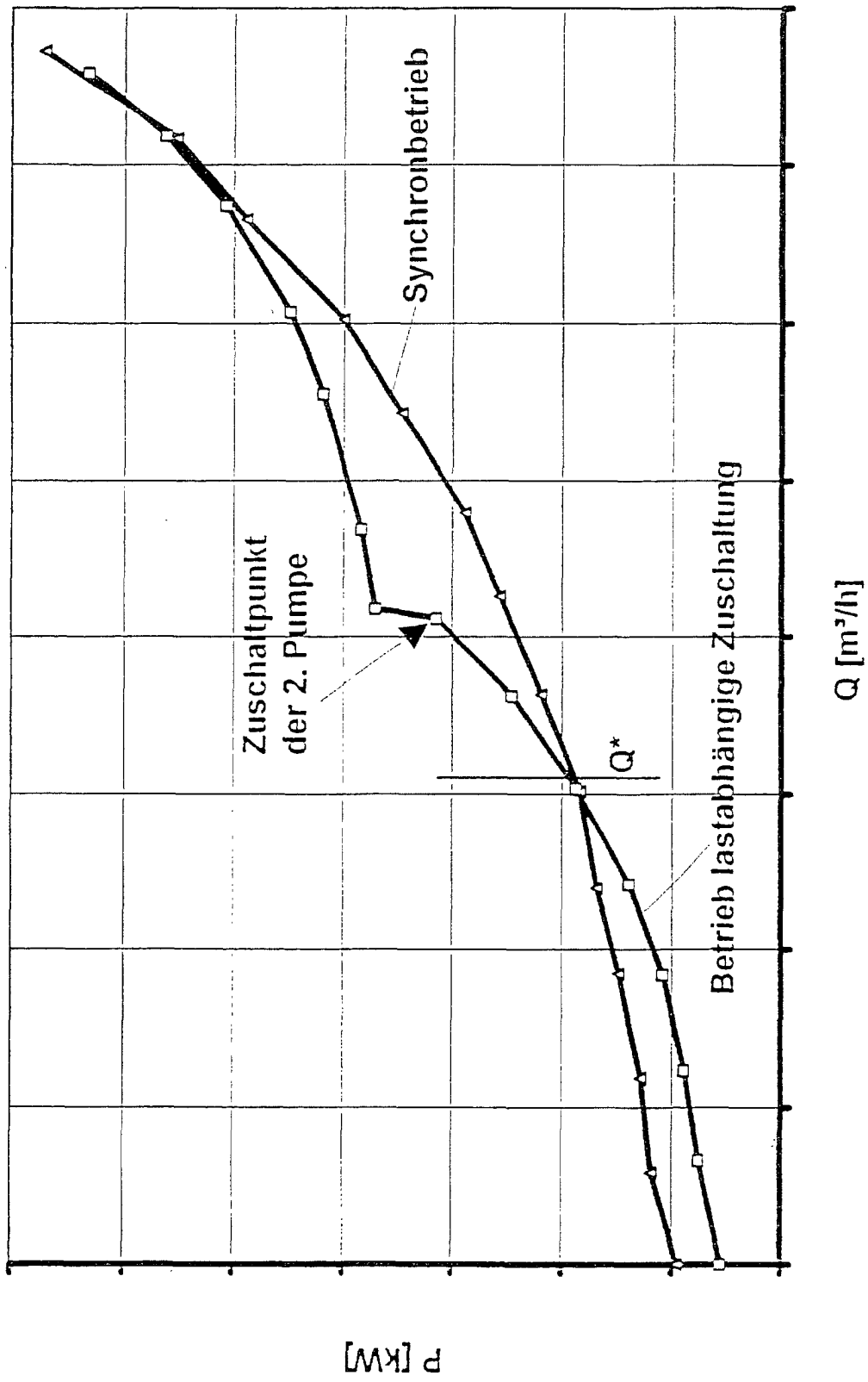


Fig. 2

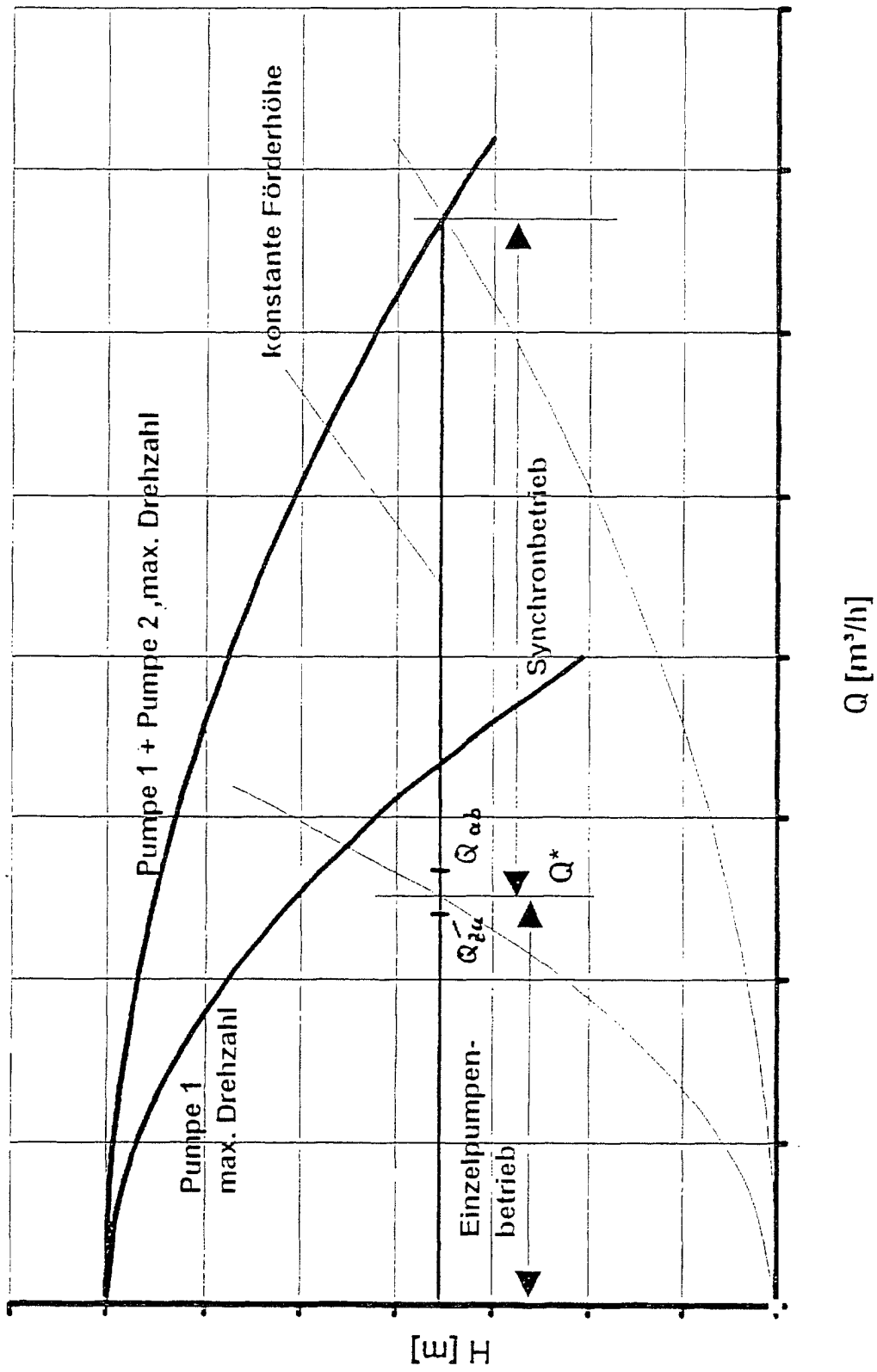


Fig. 3

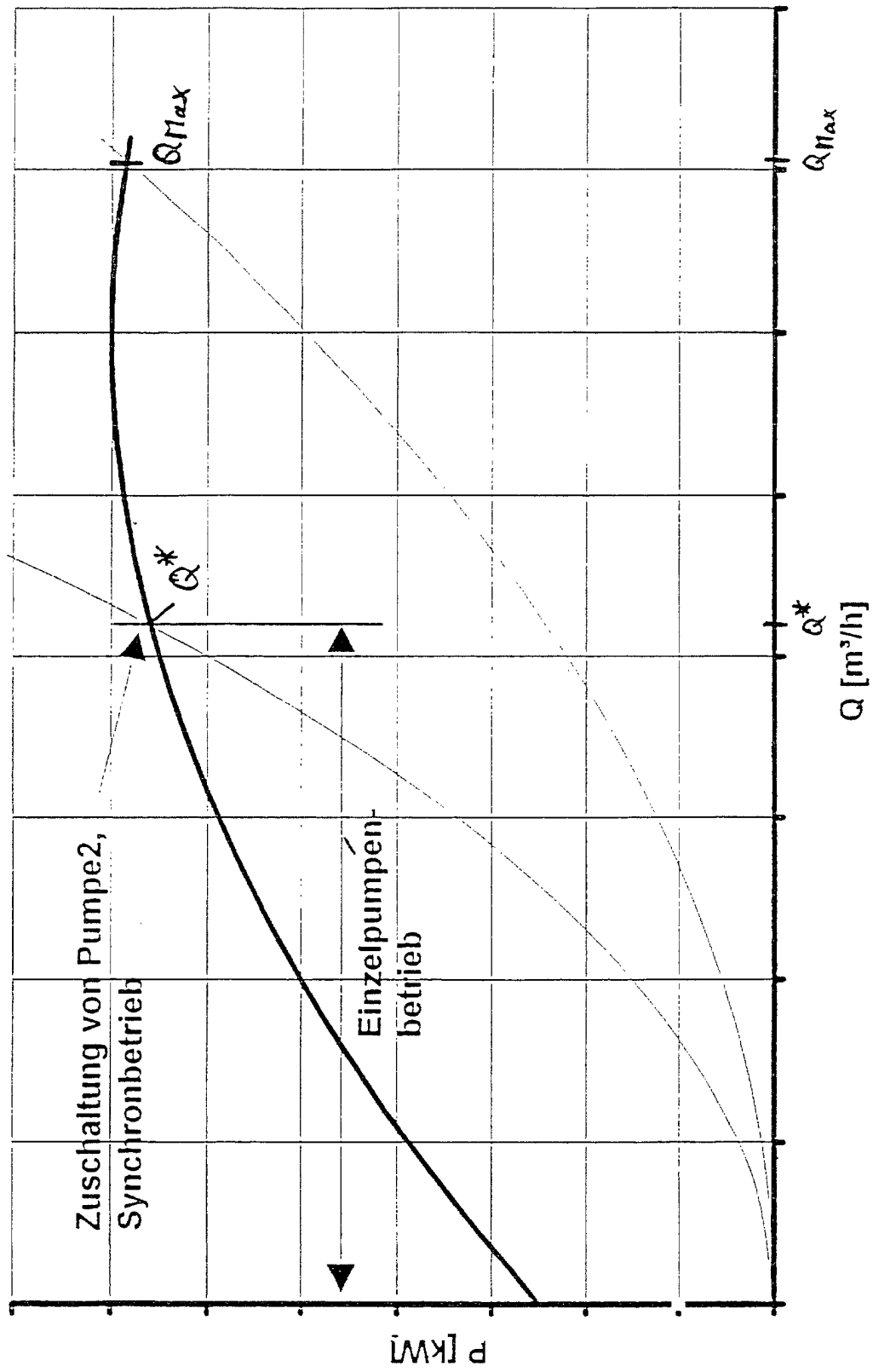


Fig. 4