

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 864 755 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
16.09.1998 Patentblatt 1998/38

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F04D 15/00

(21) Anmeldenummer: 98104145.2

(22) Anmeldetag: 09.03.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 14.03.1997 DE 19710675

(71) Anmelder: WILO GmbH  
D-44263 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:  
• Resch, Jürgen  
44534 Lünen (DE)  
• Hübner, Jürgen  
44278 Dortmund (DE)  
• Hunnekuhl  
58452 Witten (DE)

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

## (54) Doppelpumpe mit Einzel- und Synchronbetrieb

(57) Die Erfindung betrifft eine 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, wobei 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 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.

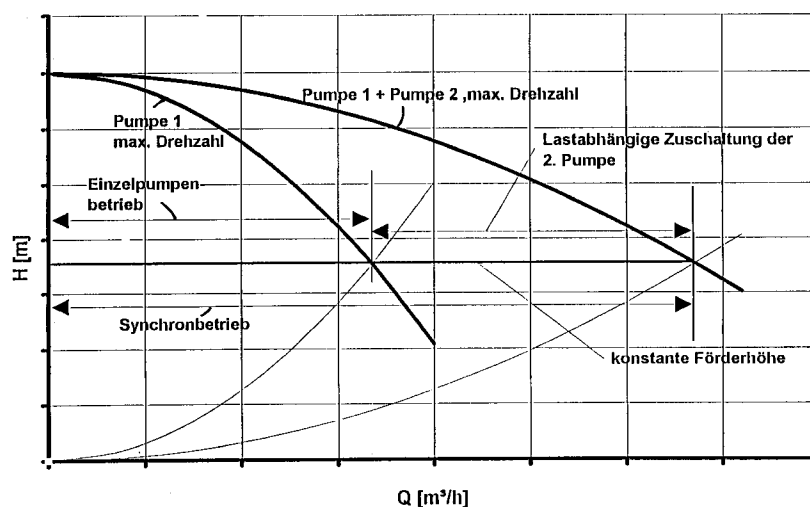


Fig. 1

EP 0 864 755 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine 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.

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.

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.

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

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

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.

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.

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 Zuschaltzeitpunkt der zweiten Pumpe nicht hinreichend genau ermittelbar ist.

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.

Nachfolgend wird anhand von Diagrammen die Erfindung näher erläutert.

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.

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

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 Erreichen 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.

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

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.

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.

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.

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 Zuschaltzeitpunkt hinreichend genau bestimmbar ist.

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. 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, **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. Doppelpumpe 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. Doppelpumpe 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. Doppelpumpe 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. Doppelpumpe 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. Doppelpumpe 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.

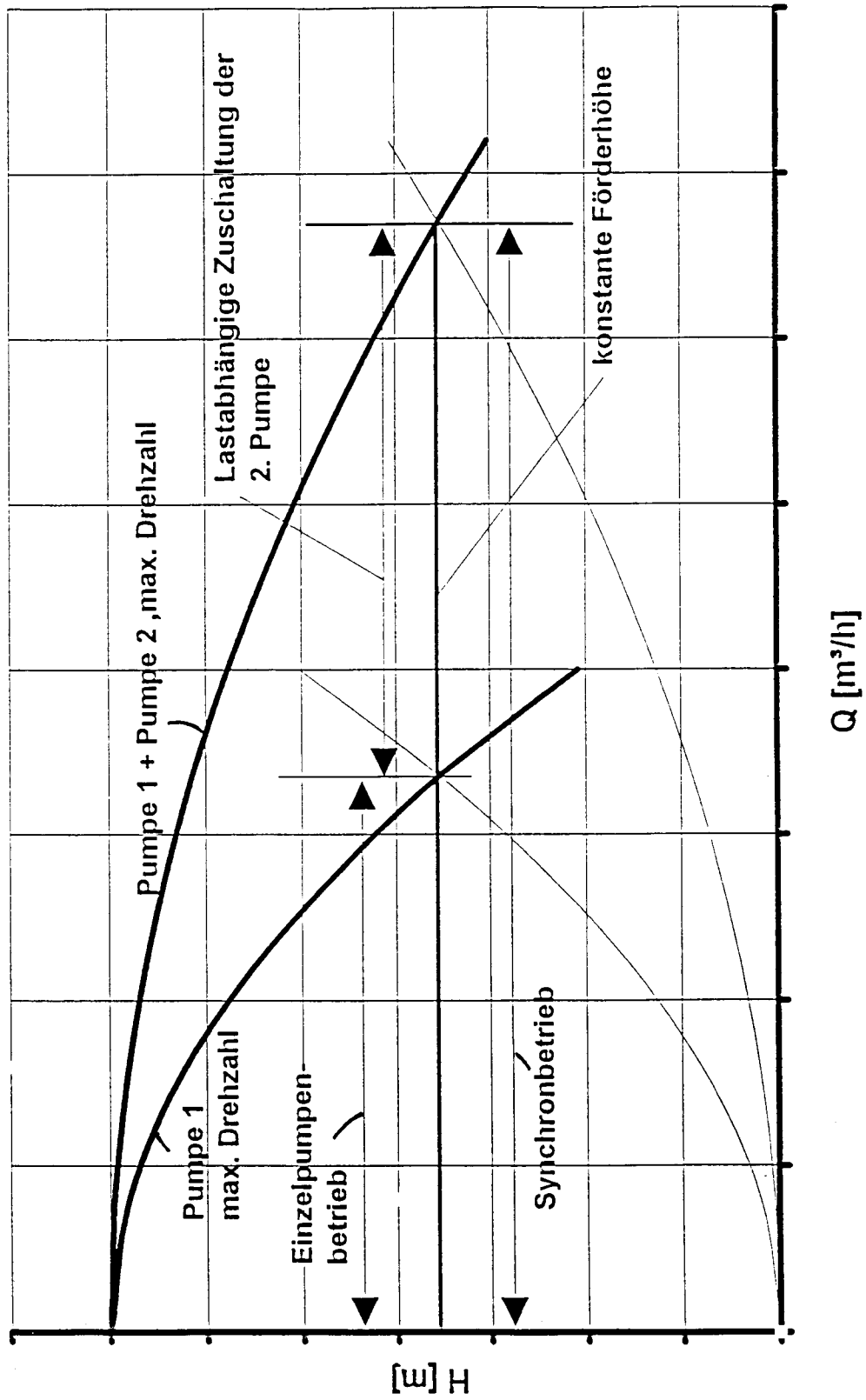


Fig. 1

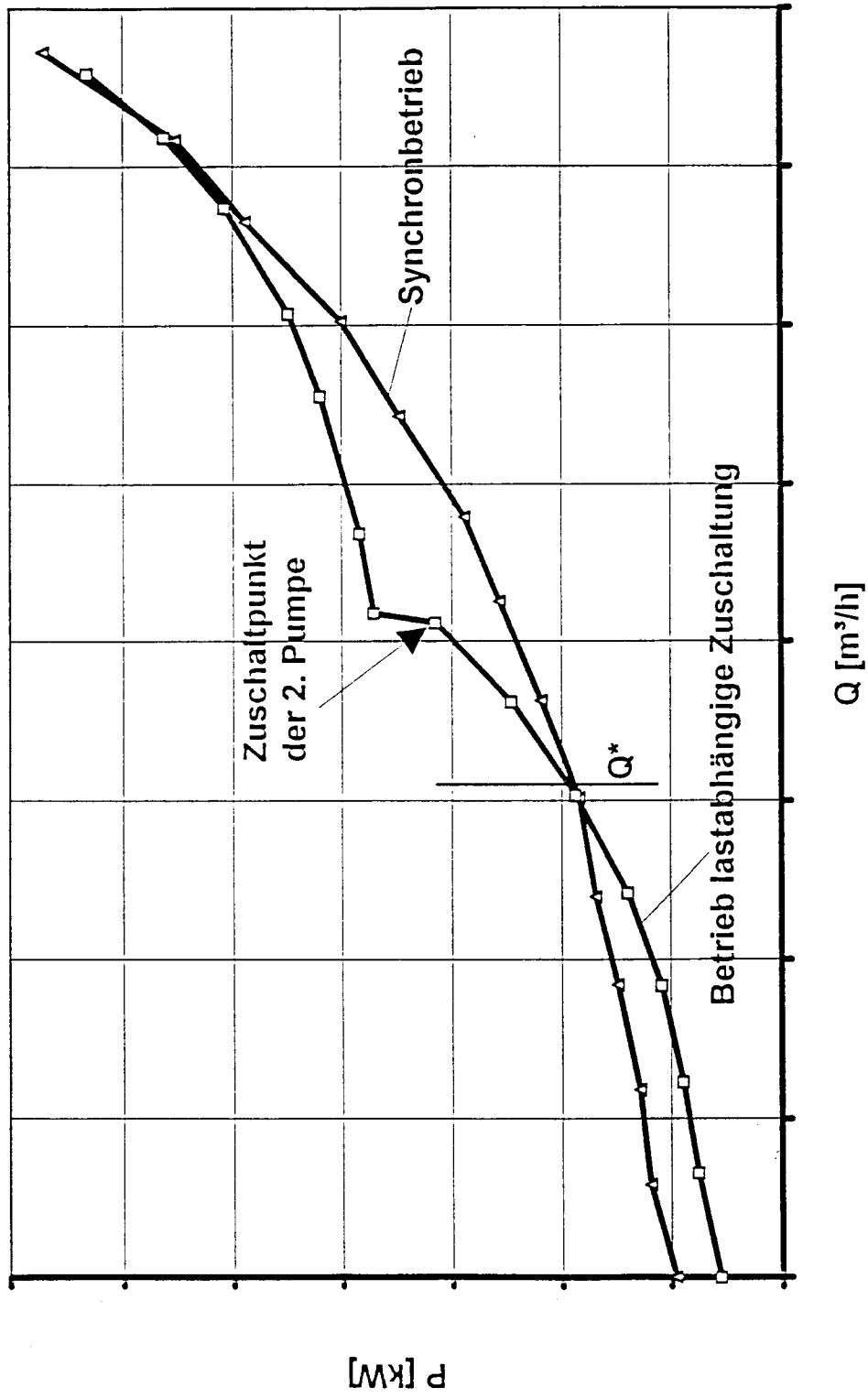


Fig. 2

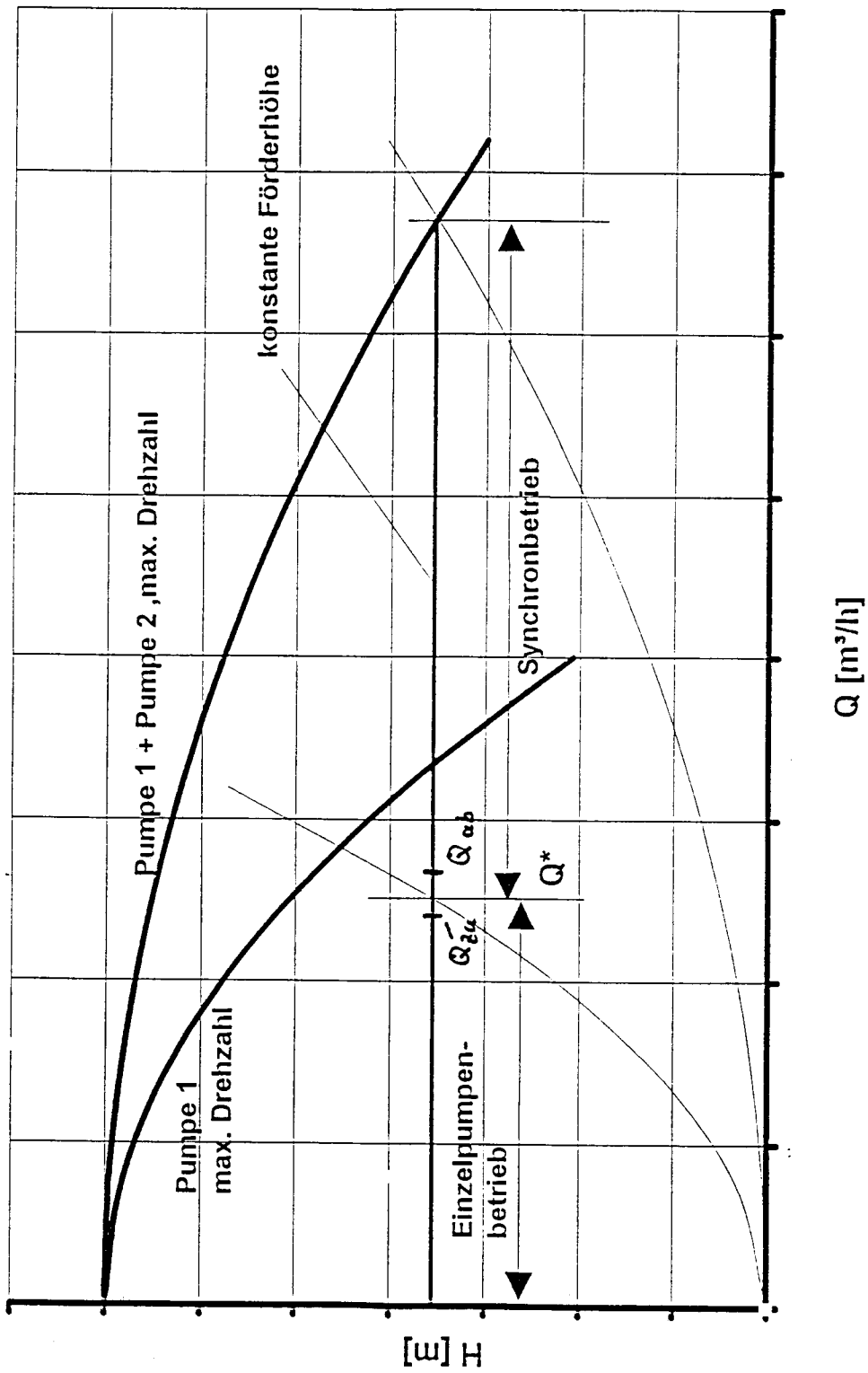


Fig. 3

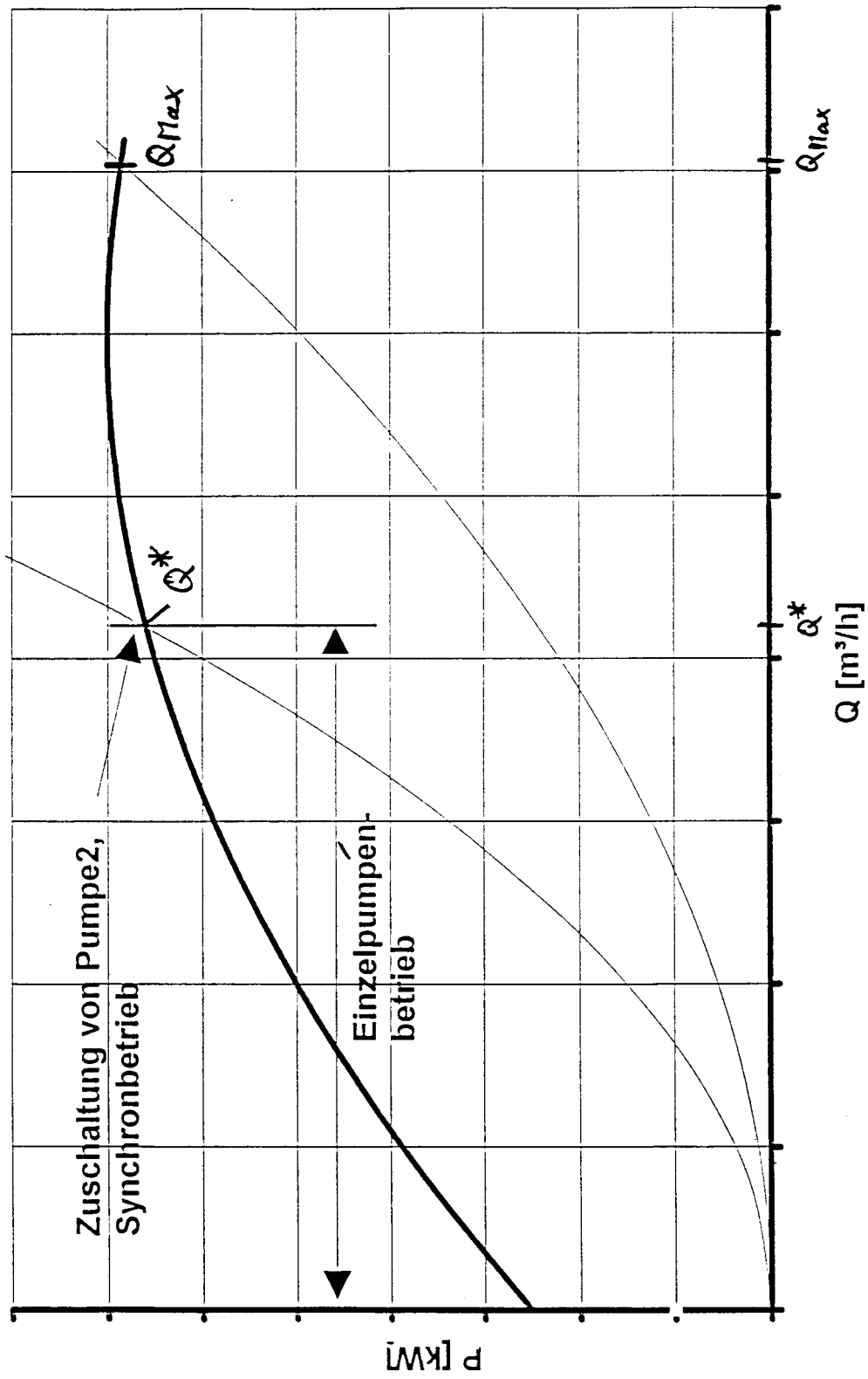


Fig. 4