



(11) **EP 2 336 533 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2011 Patentblatt 2011/25

(51) Int Cl.:
F02D 41/22^(2006.01) F02D 41/38^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10015600.9**

(22) Anmeldetag: **14.12.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(71) Anmelder: **DEUTZ Aktiengesellschaft**
51149 Köln (DE)

(30) Priorität: **19.12.2009 DE 102009059673**
19.12.2009 DE 102009059674
19.06.2010 DE 102010024401
19.06.2010 DE 102010024402

(72) Erfinder:
• **Klein, Christoph**
51503 Rösrath (DE)
• **Vömel, Dominic**
50674 Köln (DE)

(54) **Verfahren zur Erkennung und Bestimmung einer defekten Hochdruckpumpe eines Common-Rail-Systems mittels Sensorsignalen und Steuergerät an einer Brennkraftmaschine**

(57) Verfahren zur Erkennung und Bestimmung einer defekten Hochdruckpumpe eines Common-Rail-Systems mittels Sensorsignalen und Steuergerät an einer

Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei Einspritzpumpen (2,3), wenigstens einem Raildrucksensor (5), wenigstens einem Nocken-/Kurbelwellenwinkelsensor und wenigstens einem Motorsteuergerät (7).

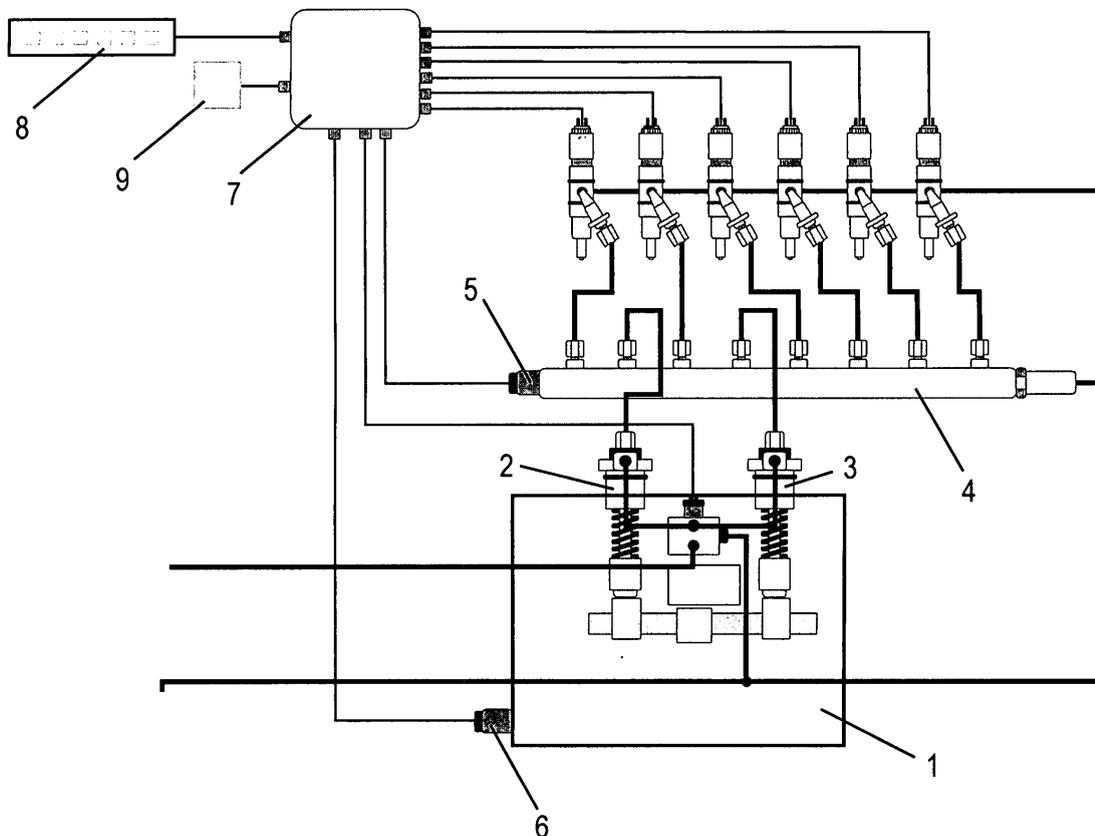


Fig. 1

EP 2 336 533 A2

Beschreibung

[0001] Gegenwärtig wird eine derartige Erkennung im Wesentlichen durch den persönlichen Eindruck des jeweiligen Fernfahrers bestimmt. Ist der Fahrer der Meinung, dass der Motor nicht mehr die volle Leistung bringt, so fährt er die nächste Werkstatt an, die dann mit einer Routineuntersuchung die vielfältigen Ursachen für zu geringe Leistung untersuchen müssen. Verfügt der Fahrer nicht über genügend Erfahrung, dann kann ein Unterlassen von Wartungsarbeiten zu einer Beschädigung der Brennkraftmaschine führen.

[0002] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Schäden vorzubeugen und objektive Kriterien für den Fehlerfall zu schaffen.

[0003] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 und einem Verfahren nach Anspruch 5.

[0004] Die Erfindung wird neben der Beschreibung auch in den nachfolgenden Figuren beschrieben, es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine

Figur 2 ein p,t-Diagramm für den Normal- und den Fehlerfall

Figur 3 ein p,t-Diagramm für den Normal- und den Fehlerfall

Figur 4 p,t-Diagramm und digitale Darstellung des Fehlerfalls

Figur 5 ein Flussdiagramm, das die Ermittlung der fehlerhaften Pumpe darstellt

[0005] Die Abfolge von Ereignissen im Common-Rail-System unter Normalbedingungen sieht wie folgt aus: Einspritzung, Pumpenhub, Einspritzung, Pumpenhub usw.

[0006] Anders sieht die Abfolge aus, wenn eine Pumpe nicht ordnungsgemäß funktioniert: Einspritzung, *kein oder nur reduzierter Pumpenhub*, Einspritzung, Pumpenhub etc.

[0007] Das Raildruck-Signal des Raildrucksensors 5 wird von jeder Einspritzung und jedem Pumpenhub beeinflusst, der Normal- und der Fehlerfall können anhand dieses Signals unterschieden werden. Mit Hilfe des Nockenwellensensors 6 wird aus dem analogen Raildrucksensor-Signal des Raildrucksensors 5 eine einspritzsynchrone diskrete Raildruckinformation mittels des Motorsteuergeräts 7 generiert. Der Wert jeder einspritzsynchrone Raildruckinformation wird mit dem Nachfolgewert verglichen.

[0008] Der Betrag der Abweichung dieses Werts wird daraufhin mit einem Erkennungs-Grenzwert verglichen. Der Erkennungsgrenzwert ist über dem Betriebskennfeld des Motors frei definierbar. Sobald der Grenzwert für eine

ebenfalls frei definierbare Zeitdauer überschritten ist, wird eine frei bestimmbare Fehlerreaktion ausgelöst. Für eine reibungslose Funktionalität darf die Fehlererkennung nur in einem quasi-stationären Zustand erfolgen. Die Grenzen für diese Quasi-Stationarität sind frei über dem Motorkennfeld definierbar.

[0009] Die Erfindung ist geeignet, eine erhöhte Anzahl von Fehlerbeschwerden an Serienmotoren zu verhindern. Insbesondere kann nennenswerter Verschleiß zwischen Nockenwelle und Rollenstößel verschiedener Hochdruckpumpen vermieden werden. Die erhöhte Belastung von einer der beiden Rollenstößel kann wiederum Resultat eines Förderaussetzers bzw. einer Fördermengenreduzierung der anderen Pumpe sein, welche durch eine Fehlfunktion verursacht werden könnte. Bei der vorliegenden Erfindung geht es darum, Schadensfälle bei Hochdruck-Common-Rail-Pumpen bzw. an den Nocken der Nockenwelle frühzeitig, also vor dem Entstehen, herauszufinden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das Verfahren ermittelt die eventuell auftretenden Unterschiede bei der Kraftstoff-Förderung - falls sie denn auftreten - durch eine Auswertung der Druckverhältnisse mittels Railsensor 5 in dem Common-Rail-System 4. In Figur 2 erkennt man bei der grauen Kurve, dass das Delta-p von zwei aufeinanderfolgenden Förderungen von den beiden Hochdruckpumpen sehr klein ist.

[0010] Fällt eine Pumpe aus oder fördert deutlich mehr oder weniger als die andere Pumpe, ist die schwarze Kennlinie maßgebend und man erkennt, dass das Delta-p sehr groß ist.

[0011] Die Messung sollte nach Möglichkeit immer zum gleichen Förderzeitpunkt der unterschiedlichen Hochdruckpumpen erfolgen. Weiterhin sollte die Auswertung bei einem stationären Zustand des Motors erfolgen, da nur dann der Raildruck auch angenähert konstant sein sollte. Beim Beschleunigen beispielsweise kann sich der Raildruck ändern und dies könnte zu Fehlmessungen oder Fehlinterpretationen führen. Weiterhin sollte über einen definierten Zeitraum gemessen werden und somit ein auftretendes einmaliges Aussetzen einer Förderung einer Hochdruckpumpe unberücksichtigt bleiben.

[0012] In Figur 1 wird ein Motor 1 mit einer Einspritzpumpe 1 und einer Einspritzpumpe 2 dargestellt. Die Einspritzpumpen 1, 2, die z.B. von der Nockenwelle des Motors 1 angetrieben werden, fördern den Kraftstoff in das Rail 4, von wo es in die jeweiligen Zylinderköpfe des Motors 1 gefördert wird. Das Common-Rail-System 4 verfügt über einen Raildrucksensor 5. Der Raildrucksensor 5 ermittelt den Raildruck und übermittelt diesen per Datenübertragung, die sowohl kabelgebunden als auch kabellos erfolgen kann, an das Motorsteuergerät 7. Der Motor 1 verfügt über einen Nocken-/Kurbelwellenwinkelsensor 6, der den Kurbelwinkel der Nocken- bzw. Kurbelwelle an das Motorsteuergerät 7 übermittelt. Wenn das Motorsteuergerät bei zwei aufeinanderfolgenden Pumpvorgängen der Einspritzpumpen eine Druckdifferenz feststellt, die frei programmierbar ist, im vorliegenden Bei-

spiel aber nicht höher als 10 - 20 bar sein sollte, dann übermittelt das Motorsteuergerät ein Warnsignal an den Fehlerspeicher 9 und einen Hinweis, die nächste Werkstatt aufzusuchen, ins Display 8. Das Warnsignal im Fehlerspeicher 9 führt zu einer Untersuchungsaufforderung an die Werkstattdiagnosevorrichtung, die mittels einer geeigneten Steckverbindung oder alternativ mittels einer kabellosen Verbindung zustande kommt. Erst nachdem ein Werkstattmitarbeiter über die Diagnosevorrichtung bestätigt hat, dass er der Ursache des Warnsignals auf den Grund gegangen ist und die Ursache dafür beseitigt hat, lässt sich das Warnsignal zurücksetzen und die Anzeige im Display 8 verschwindet.

[0013] Das in Figur 2 gezeigte Diagramm zeigt drei Einspritzzyklen der beiden Einspritzpumpen 2, 3, wobei der Druck über die Zeit aufgetragen ist. Es sind etwa sechs gleich hohe Druckplateaus zu sehen, die, wie am rechten Rand des Diagramms zu erkennen ist, einen minimalen Druckunterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzzyklen aufweisen und somit für einen einwandfreien Betrieb beider Einspritzpumpen stehen. Im gleichen Diagramm sind ebenfalls drei Einspritzzyklen dargestellt, bei denen eine der beiden Pumpen nicht ordnungsgemäß funktioniert, was man am linken Rand des Diagramms an dem signifikanten Druckunterschied ablesen kann.

[0014] Figur 3 zeigt in einem Flussdiagramm, wie es im Falle einer defekten Einspritzpumpe zu einer Fehlermeldung kommen kann. In Figur 4 wird die Unterfunktion des Stabilitätschecks, bzw. der Überprüfung, ob der Druckunterschied kleiner oder größer als der definierte Grenzwert ist, dargestellt.

[0015] Wie bereits weiter oben beschrieben, wird der physikalische Raildruck von jeder Einspritzung und jedem Pumpenhub beeinflusst. Dem Steuergerät 6 muss eine einspritzsynchrone Raildruckinformation vorliegen, d. h., zu einem jeweils konstanten Zeitpunkt/Winkel relativ zu Zünd-OT jedes Zylinders muss der Raildruck mittels Raildrucksensor 5 gemessen werden. Der Nockenwellensensor 6 und ein Sensorrad stellen dem Motorsteuergerät 7 die Information zur Verfügung, wann ein Zünd-OT eines Zylinders vorliegt. Außerdem wird hierdurch auch die Information geliefert, wann der Motor-Referenz-OT, der in der Regel gleich dem Zünd-OT von Zylinder 1 ist, vorliegt.

[0016] Mit Hilfe des Nockenwellensensors 6 wird aus dem analogen Raildrucksensor-Signal des Raildrucksensors 5 eine einspritzsynchrone diskrete Raildruckinformation generiert.

[0017] Der Wert jeder einspritzsynchrone Raildruckinformation wird mit dem Nachfolgewert mittels Differenzbildung verglichen. Auf diesem Weg wechseln sich stets positive und negative Differenzwerte ab. Parallel dazu wird ein hierzu synchroner Datenkanal erzeugt, der beschreibt, welche Pumpe gerade aktiv ist. Dieser Datenkanal ist insofern frei parametrierbar, als dass festgelegt werden kann, welche Pumpe zeitlich zuerst in das Common-Rail-System 4 fördert, was in den Figuren 4

und 5 dargestellt wird (dies erfolgt in Abhängigkeit des Motor-Referenz-OT). Durch Kombination der beiden Informationen in einer geeigneten Logikschialtung, wie in Figur 6 dargestellt, kann bestimmt werden, welche Hochdruckpumpe defekt ist. Eine weitere Logikschialtung sorgt dafür, dass die Information über die momentan aktive Pumpe immer wieder automatisch mit dem Motor-Referenz-OT synchronisiert wird.

10 Bezugszeichenliste

[0018]

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | Motor |
| 2 | Einspritzpumpe 1 |
| 3 | Einspritzpumpe 2 |
| 4 | Common Rail |
| 5 | Raildrucksensor |
| 6 | Nocken-/Kurbelwellenwinkelsensor |
| 7 | Motorsteuergerät |
| 8 | Display |
| 9 | Fehlerspeicher |

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens ein Common-Rail-System (4), mit wenigstens zwei Einspritzpumpen (2, 3), wenigstens einen Raildrucksensor (5), wenigstens einen Nocken-/Kurbelwellenwinkelsensor (6), wenigstens ein Motorsteuergerät (7)
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens ein Display (8) aufweist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens einen Fehlerspeicher (9) aufweist.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens ein Sensorrad aufweist, insbesondere ein Inkrementalgeberrad (kW) und/oder ein Segment-Geberrad (BW).
5. Verfahren zum sicheren Betreiben einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Ermitteln des Raildruckes in Abhängigkeit des Kurbelwinkels der Brennkraftmaschine, insbesondere vor einer Einspritzung n, 5
 Ermitteln des Raildruckes in Abhängigkeit des Kurbelwinkels der Brennkraftmaschine, insbesondere vor einer Einspritzung n + 1, 5
 Ermitteln der Druckdifferenz der Zustände n und n+1, 5
 Ausgabe eines Warnsignals für den Fall, dass der Betrag der ermittelten Druckdifferenz frei einstellbar ist. 10
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine einspritzsynchrone diskrete Raildruckinformation generiert wird, 15
 Differenzbildung der einspritzsynchrone Raildruckinformation mit dem Nachfolgewert, 15
 Erzeugung eines parallelen Datenkanals, der die aktive Pumpe ans Motorsteuergerät meldet, 20
 mit Nennung der als defekt ermittelten Einspritzpumpe (2, 3). 20
7. Verfahren zum sicheren Betreiben einer Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorgeannten Ansprüche 5-6, 25
dadurch gekennzeichnet, dass das Warnsignal an das Display (8) und/oder den Fehlerspeicher gesendet wird. 25
8. Verfahren zum sicheren Betreiben einer Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorgeannten Ansprüche 5-7, 30
dadurch gekennzeichnet, dass das Fehlersignal in Kombination mit einer Anweisung, die Werkstatt aufzusuchen im Display (8) angezeigt wird. 35
9. Verfahren zum sicheren Betreiben einer Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorgeannten Ansprüche 5-8, 40
dadurch gekennzeichnet, dass das Warnsignal an den Fehlerspeicher (9) übermittelt wird. 40
10. Verfahren zum sicheren Betreiben einer Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorgeannten Ansprüche 5-9, 45
dadurch gekennzeichnet, dass das abgespeicherte Fehlersignal in eine Wartungsanweisung im Fehlerspeicher für die Werkstatt umwandelt. 45

50

55

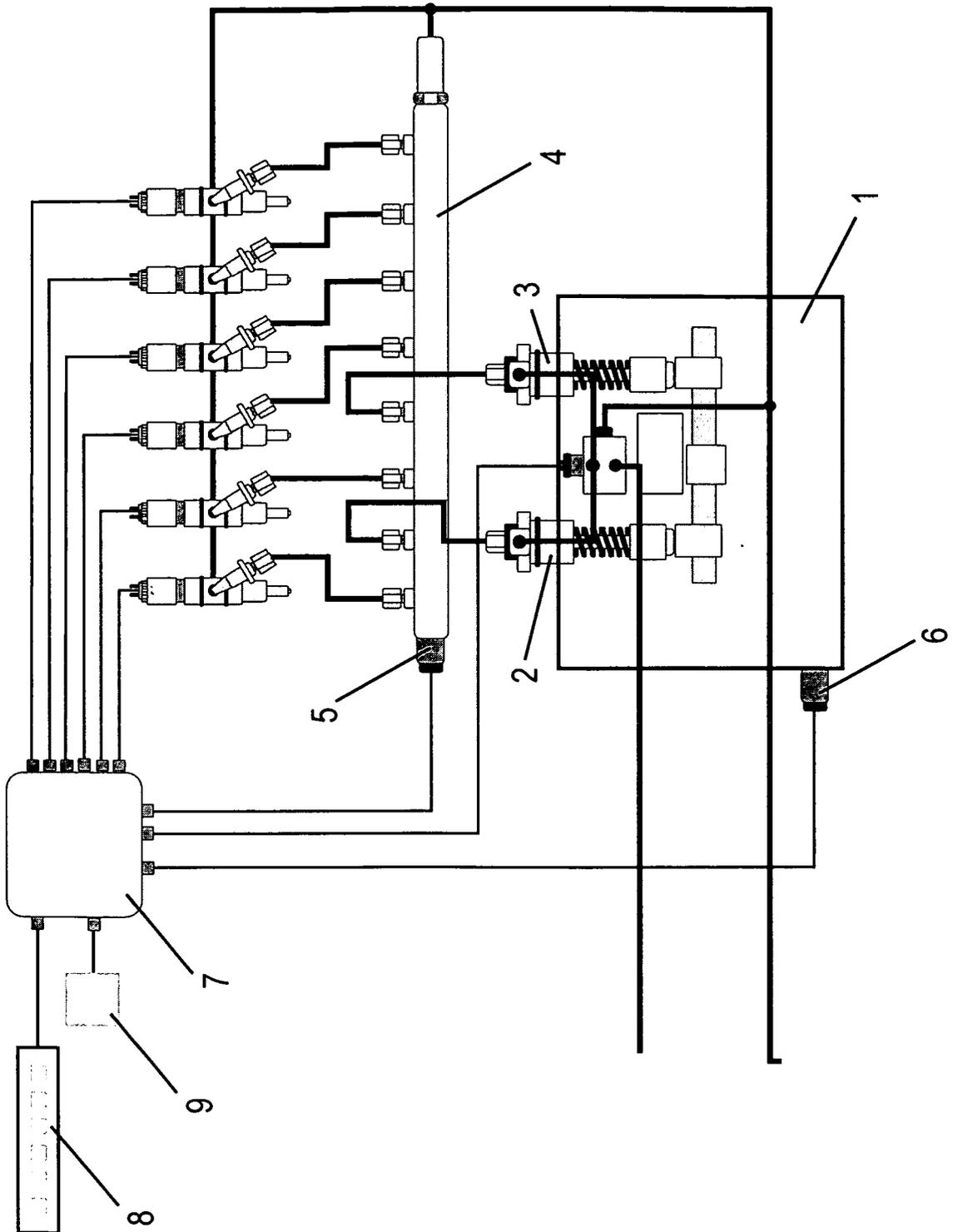


Fig. 1

Raildruckverlauf bei nur einer funktionstüchtigen Pumpe

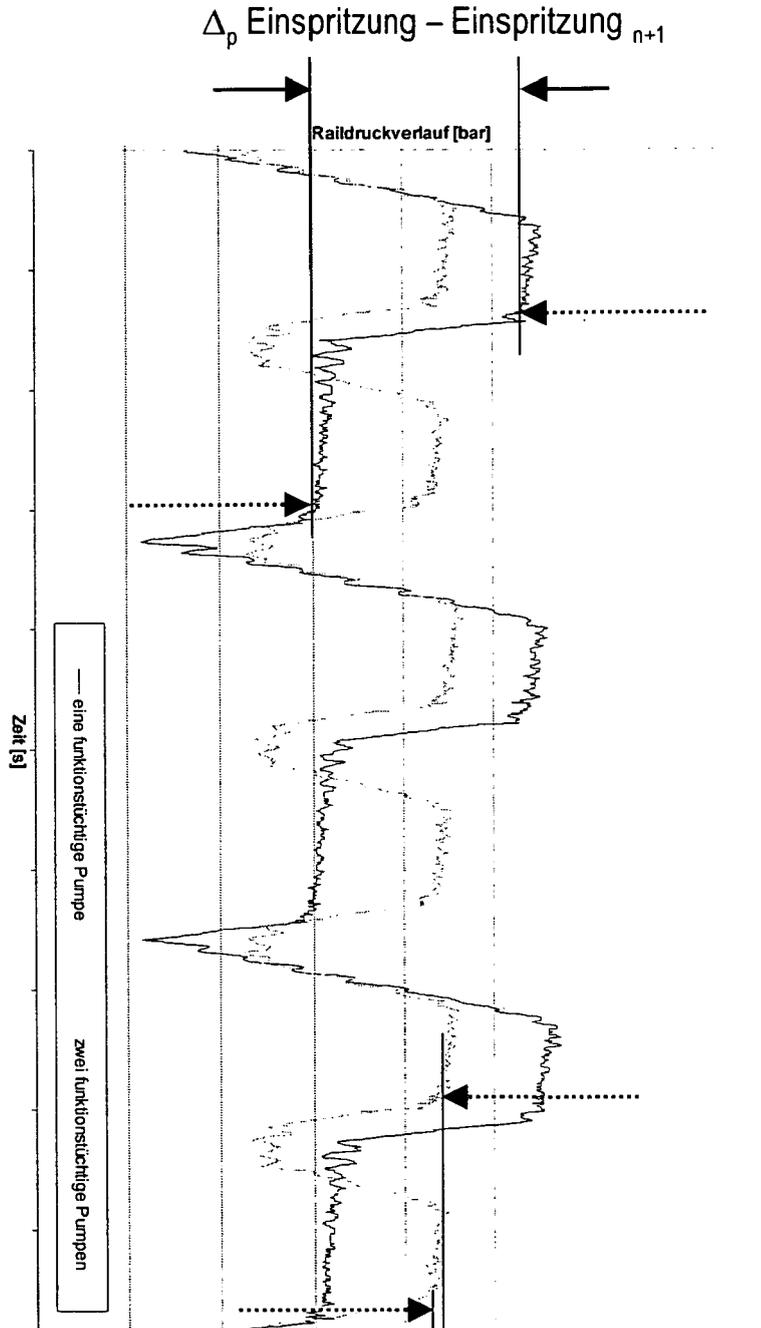


Fig. 2

Raildruckverlauf bei zwei funktionstüchtigen Pumpen

Δ_p Einspritzung - Einspritzung_{n+1}

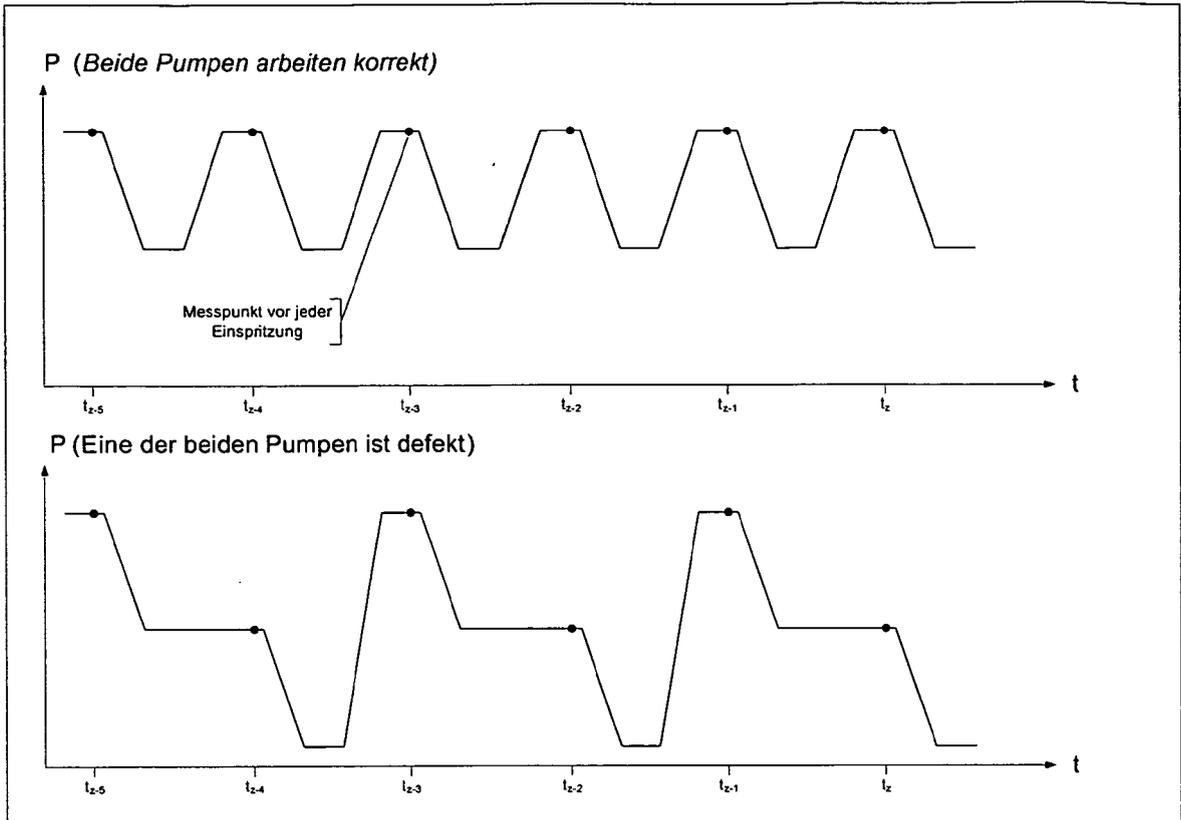


Fig. 3

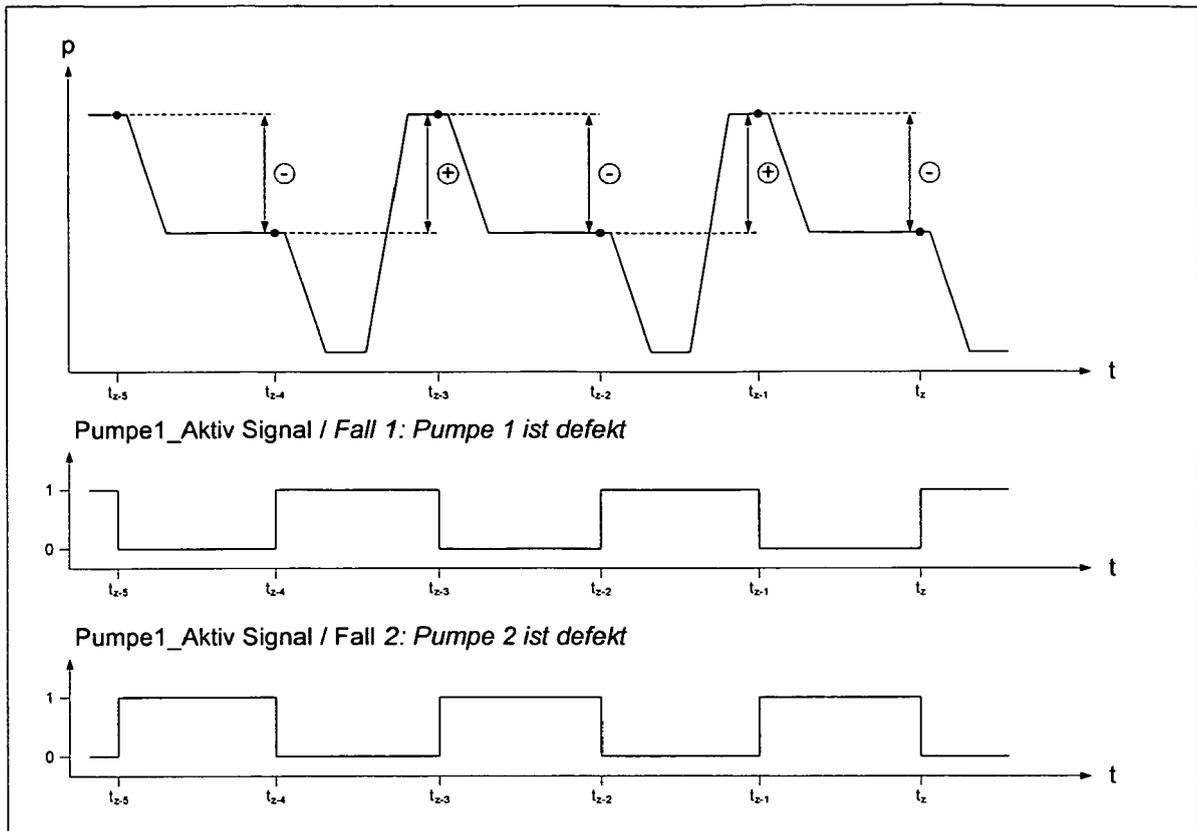


Fig. 4

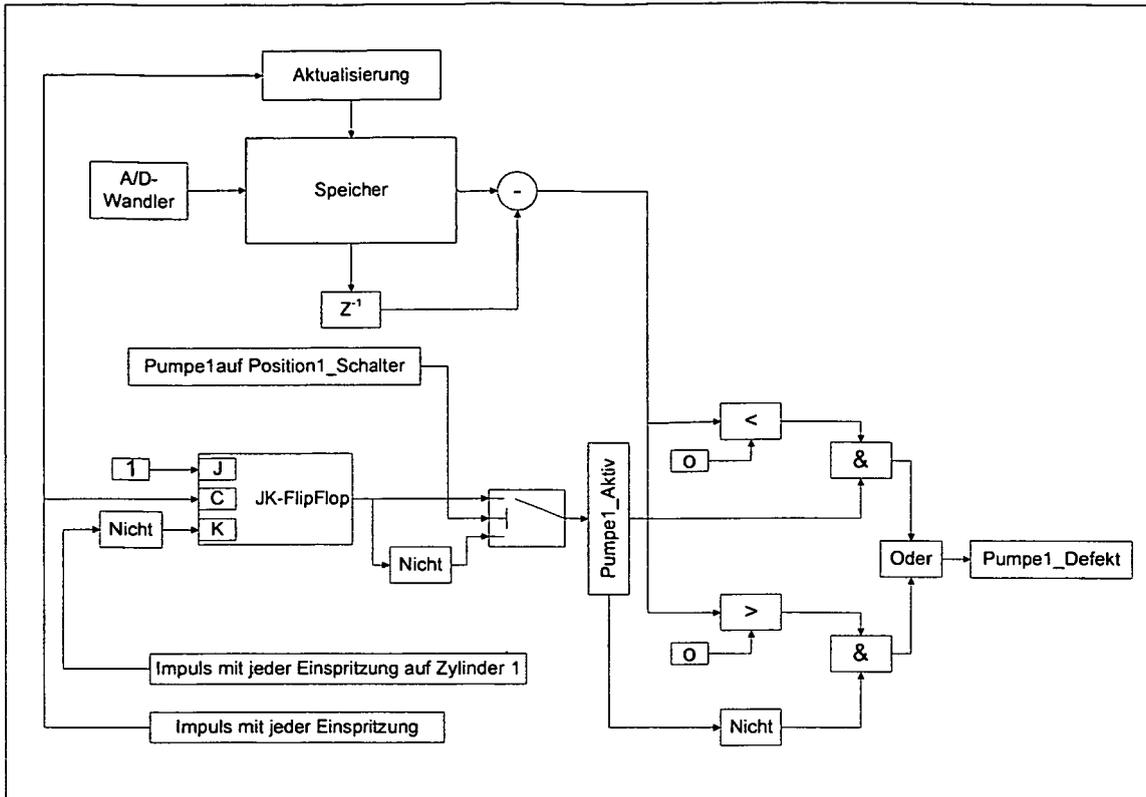


Fig. 5