

19



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 191 170
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 85115458.3

51

Int. Cl.⁴: **F 02 D 41/14, F 02 D 35/00**

22

Anmeldetag: 05.12.85

30

Priorität: 26.01.85 DE 3502573

71

Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**, Postfach 50,
D-7000 Stuttgart 1 (DE)

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 20.08.86
Patentblatt 86/34

72

Erfinder: **Breitkreutz, Helmut**, Ing. grad., Brühlstrasse 2,
D-7121 Ingersheim (DE)
Erfinder: **Clement, Albrecht**, Dipl.-Ing., Itlisweg 35,
D-7014 Kornwestheim (DE)
Erfinder: **Mayer, Dieter**, Dipl.-Ing., Wittlingerstrasse 22,
D-7000 Stuttgart 30 (DE)
Erfinder: **Ruppmann, Claus**, Dipl.-Ing.,
Segelfalterstrasse 76, D-7000 Stuttgart 40 (DE)
Erfinder: **Walz, Dieter**, Dipl.-Ing., Elsterweg 6,
D-7012 Fellbach (DE)
Erfinder: **Wild, Ernst**, Dipl.-Ing., Haldenstrasse 23,
D-7251 Weissach-Flacht (DE)
Erfinder: **Zechnall, Martin**, Dr., Holdergasse 26,
D-7141 Schwieberdingen (DE)

24

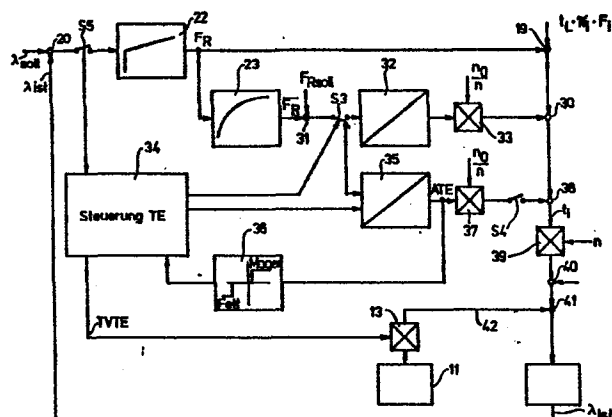
Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

54

Vorrichtung zur Entlüftung von Kraftstofftanks.

57

Vorrichtung zur Entlüftung von Kraftstofftanks bei Brennkraftmaschinen o. dgl., wobei sich bildende Kraftstoffdämpfe in einem Aktivkohlefilter enthaltenden Zwischenspeicher aufgenommen und je nach Betriebsbedingungen in den Ansaugbereich der Brennkraftmaschine abgegeben werden. Die Abgabe erfolgt über ein elektrisch gesteuertes Tankentlüftungsventil durch kontinuierliche Veränderung von dessen Durchgangsquerschnitt, die durch eine Veränderung des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge für dieses Ventil erzielt wird. Die Bestimmung des Tastverhältnisses kann im Sinne einer reinen Steuerung aus einem Kennfeld in Abhängigkeit zu Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine erfolgen oder unter Berücksichtigung von vorzugsweise gemittelten Lambda-Werten, wobei bei fetter werdendem Gemisch eine Reduzierung des Durchlaßquerschnitts des Tankentlüftungsventils angestrebt wird. Ferner ist eine adaptive Vorsteuerung vorgesehen, die in die Berechnung der zuzuführenden Kraftstoffmenge oder in die Berechnung des Kraftstoffeinspritzsignals mit einem Korrekturwert (ATE) eingreift und bei Erreichen vorgegebener Gemischanteile auf eine Grenzwertregelung übergeht. Die Grundadaptation im Lambda-Regelkreis für die Kraftstoffzufuhrberechnung wird nur dann freigegeben, wenn die aus der Tankentlüftung herrührenden Kraftstoffmengen vernachlässigbar sind.



R. 19828
1839/ot/wi
4.1.1985

Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Vorrichtung zur Entlüftung von Kraftstofftanks

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bei Brennkraftmaschinen ist es zur Tankentlüftung bekannt, die sich aufgrund und in Abhängigkeit bestimmter Parameter (Kraftstoff-Temperatur, -Menge, Dampfdruck, Luftdruck, Spülmenge ...) bildenden Kraftstoffdämpfe nicht lediglich ins Freie zu entlüften, sondern der Brennkraftmaschine zuzuführen, und zwar üblicherweise so, daß ein etwa mit Aktivkohle gefüllter Zwischenspeicher vorgesehen ist, der die sich bildenden Kraftstoffdämpfe, beispielsweise bei stehendem Fahrzeug, aufnimmt und über eine Leitung dem Ansaugbereich der Brennkraftmaschine zuführt. In diesem Zusammenhang ist es ferner bekannt, eine durch eine solche zusätzliche, auf die Tankentlüftung zurückzuführende Kraftstoffluftgemischmenge mögliche Erhöhung der Abgasemission zu ver-

1839/ot/wi
4.1.1985

- 2 -

hindern oder kleinzuhalten, indem die Tankentlüftung nur bei bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine zugelassen wird (s. Bosch "Motronic" - Technische Beschreibung C5/1 vom August 1981; DE-OS 28 29 958).

Der den Aktivkohlefilter enthaltende Zwischenspeicherbehälter ist in der Lage, Kraftstoffdämpfe bis zu einer bestimmten Maximalmenge zu speichern, wobei eine Spülung des Filters während des Motorbetriebes durch den von der Brennkraftmaschine entwickelten Unterdruck im Ansaugtrakt erfolgt, wozu das Filter eine Öffnung zur Außenluft besitzt. Notwendigerweise ergibt sich daher auch dann, wenn man nur bei bestimmten Betriebsbedingungen die Spülung des Zwischenspeichers zuläßt, ein zusätzliches, auf diese Tankentlüftung zurückzuführendes Kraftstoffluftgemisch, welches als nicht gemessenes oder mit sinnvollem Aufwand nicht meßbares Gemisch das normalerweise mit hohem Berechnungsaufwand sehr exakt erstellte Kraftstoffzumeßsignal - bei einer Kraftstoffeinspritzanlage die Dauer des Einspritzsteuerbefehls t_1 - und die sich hierdurch ergebende, der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge verfälscht. Eine solche, insbesondere auch das Fahrverhalten unter bestimmten Bedingungen beeinflussende zusätzliche Kraftstoffmenge, die in den Extremfällen als Tankentlüftungsgemisch auch aus nahezu 100 % Luft oder 100 % Kraftstoffdampf bestehen kann, ist auch dann nicht akzeptierbar, wenn man den Einfluß dieser Störgröße durch pneumatische Stellglieder unmittelbar auf den von der Brennkraftmaschine entwickelten Saugrohrdruck bezieht oder die Zuführung des Tankentlüftungs-Gemisches durch eine elektronische Ein/Aus-Steuerung für besonders empfindliche Be-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 3 -

triebszustände, etwa Leerlauf, völlig ausschließt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die das in seinen Verhältnissen bzw. seinen Mengen nicht vorgebbare Tankentlüftungs-Gemisch in einer solchen Weise dem Ansaugtrakt der jeweiligen Brennkraftmaschine zuführen kann, daß sich einerseits eine wirksame Entlüftung des Zwischenspeichers, andererseits aber kein störender Einfluß auf den Brennkraftmaschinenbetrieb ergibt, wobei insbesondere bei unter dem Einfluß einer Lambdaregelung arbeitenden Kraftstoffdosiereinrichtungen, also beispielsweise Kraftstoffeinspritzanlagen oder gesteuerte Vergaser o. dgl., nicht Störgrößen in einer Weise überlagert werden, daß die Regelung an einen Anschlag gebracht wird oder bei adaptiven Vorsteuerungssystemen durch längerfristige Abweichungen des Reglerausgangs, die aber dennoch nur auf den zusätzlichen Einfluß des Tankentlüftungsgemisches zurückzuführen sind, Vorsteuer-Korrekturen eingeführt werden, die das Adaptionsverhalten nachhaltig stören.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs und hat den entscheidenden Vorteil, daß der Tankentlüftungseinfluß aus dem Bereich willkürlicher Aufschaltungen herausgenommen und gezielt bei kontinuierlicher Änderung der jeweils zuzuführenden Maximalmenge feinfühlig auf das jeweilige Brennkraftmaschinenverhalten abgestimmt wird, wobei insbesondere

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 4 -

auch der Bereich der Tankentlüftung in Abhängigkeit zur bei Brennkraftmaschinen ohnehin schon vorhandenen Lambda-Regelung des Betriebsgemisches gesteuert und geregelt wird, so daß negative Einflüsse weder auf das Fahrverhalten, noch auf die Regelung möglich sind.

Dabei ist von besonderem Vorteil die Steuerung der Tankentlüftung im Sinne einer Vorsteuerung aus einem Last-Drehzahl-Kennfeld heraus, wobei diese Vorsteuerung dann noch weiter abhängig vom Lambda-Regelfaktor gemacht wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung möglich. Besonders vorteilhaft ist die Einführung einer zusätzlichen oder auch allein in Verbindung mit dem Last-Drehzahlkennfeld wirksamen Grenzwertregelung um den Grenzwert eines minimal zulässigen Lambda-Regelfaktors und schließlich eine adaptive Vorsteuerung der Tankentlüftung, wobei diese bei Start, Schubabschaltung und bei inaktiver Lambda-Regelung auf einen Minimalwert gesetzt wird, sowie ferner ebenfalls eine Grenzwertregelung um den Grenzwert eines minimal zulässigen Adaptionswertes.

Dabei verursacht die durch die Tankentlüftung hervorgerufene Abweichung des Regelfaktors vom Sollwert ein Weglaufen eines Korrekturwertes, der dann so in die Berechnung des Einspritzsignals, hier angewendet auf eine Kraftstoffeinspritzanlage, eingerechnet wird, daß unabhängig von Last und Drehzahl eine konstante Kraftstoff- bzw. Luftmenge kompensiert wird. Auf diese Weise ist es möglich, den Einfluß der Tankentlüftung auf die Lambda-Regelung und die dazugehörige Adaption der Vorsteuerung

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 5 -

des Kraftstoffeinspritzsignals auszuschalten. Bei Veränderungen in der Tankentlüftung-Gemischzusammensetzung und bei Lastwechsel läßt sich daher eine Beeinträchtigung des Fahrverhaltens vermeiden.

Von Vorteil ist weiterhin, daß das Tankentlüftungsventil in der Tankentlüftungsleitung zwischen dem Filter und dem Saugtrakt vom zugeordneten Steuergerät periodisch angesteuert wird, wobei die Periode sich aus dem Wechsel zwischen Öffnen und Schließen des Ventils ergibt und eine Variation dieses Verhältnisses Öffnungsdauer zu Schließdauer (was dem Tastverhältnis der Tankentlüftungsansteuerung entspricht) eine entsprechende Verstellung der Tankentlüftung-Gemischmenge erzielt werden kann. Auf diese Weise kann über einen weiten Bereich in Abhängigkeit zum Lambda-Regelfaktor auch die Tankentlüftung im Sinne einer Regelung in das Gesamtverhalten der Brennkraftmaschine einbezogen und realisiert werden.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 stark schematisiert das Grundprinzip der Tankentlüftung mit Tankentlüftungsventil mit kontinuierlich änderbarem Öffnungsquerschnitt und elektronischem Steuergerät, Fig. 2 den angenähert linearen Verlauf der Kennlinie des Tankentlüftungsventils über dem Tastverhältnis der Ansteuerimpulsfolge, Fig. 3 ein Tankentlüftungs-Kenn-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 6 -

feld zur Vorsteuerung des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüftungsventil über Last und Drehzahl, Fig. 4 den Kennlinienverlauf des Mittelwerts des Lambda-Regelfaktors zur Lambda-regelungsabhängigen Steuerung der Tankentlüftung, Fig. 5 Kennlinienverläufe von Tastverhältnis, Tankentlüftung und Lambda-Regelfaktor über der Zeit jeweils bei reiner Steuerung über das Tankentlüftungs-Kennfeld und zusätzlich mit vom Mittelwert des Lambda-Regelfaktors abhängiger Steuerung, Fig. 6 den Kennlinienverlauf des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge, der Tankentlüftung und des Mittelwerts des Lambda-Regelfaktors über der Zeit bei Vorsteuerung über das Tankentlüftungs-Kennfeld und zusätzlicher Grenzwertregelung, Fig. 7 schematisiert das Blockschaltbild der Tankentlüftung mit Vorsteuerkennfeld und wahlweisem ergänzendem Eingriff einer Lambda-regelungsabhängigen Steuerung und einer Grenzwertregelung, Fig. 8 ein weiteres schematisiertes Blockschaltbild einer adaptiven Tankentlüftungsregelung mit möglicher Einflußnahme auf die vom Kraftstoffdosiersystem der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge, Fig. 9 Kurvenverläufe über der Zeit des Tankentlüftungsverlaufs, des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge, der adaptiven Vorsteuerung bei Tankentlüftung und des Lambda-Regelfaktors und Fig. 10 den Bereich der Tankentlüftungsadaption im Lastdrehzahldiagramm.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist ein Kraftstoffbehälter oder Tank 10 ge-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 7 -

zeigt, der ausschließlich über ein in einem Zwischenspeicherbehälter 11 befindliches Aktivkohlefilter be- und entlüftet wird, wobei der aus dem Tank verdampfende Kraftstoff bis zu einer begrenzten Maximalmenge im Aktivkohlefilter gespeichert wird. Dieser gespeicherte Kraftstoff wird dann bei laufender Brennkraftmaschine - in Fig. 1 ist lediglich der Ansaugbereich 12 mit Drosselklappe 12a dargestellt - in den Motor abgesaugt. Die Zumessung des aus dem Bereich der Tankentlüftung abgesaugten Kraftstoffs oder des dort gebildeten, in seinen Verhältnisannteilen nicht bestimmbar Kraftstoffluftgemisches erfolgt über ein spezielles Tankentlüftungsventil 13 so, daß in allen Betriebszuständen des Systems keine Beeinträchtigung von Fahrverhalten und Abgasverhalten und keine Beeinträchtigung der an der Kraftstoffzumessung beteiligten Regelkreise und adaptiver Systeme auftritt.

Die Ansteuerung des Tankentlüftungsventils 13 erfolgt auf dessen Magnetteil 13a von einem Steuergerät 14, wobei dieses eine Ansteuerimpulsfolge mit veränderbarem Tastverhältnis TV ausgibt, wodurch sich eine geeignete Variation des Öffnungsquerschnitts des Tankentlüftungssystems 13 einstellen läßt. Dabei kann die Kennlinie des Tankentlüftungsventils 13 zwischen Minimaldurchsatz Q_{min} und Q_{max} über dem Tastverhältnis angenähert linear, gegebenenfalls auch exponentiell verlaufen, was in die Berechnung einbezogen werden kann.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf speziell numerische Daten eines geeigneten Tankentlüftungsventils mit in Abhängigkeit zum Tastverhältnis der Ansteuerim-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 8 -

pulsfolge kontinuierlich veränderbarem Durchlaßquerschnitt.

Mit Vorteil basiert das Tankentlüftungsventil auf dem Hubmagnetprinzip, welches im stromlosen Zustand offen ist und einer geeigneten Taktfrequenz-Impulsfolge von 10 Hz angesteuert wird. Hierbei ergibt sich dann bei einem Druckunterschied $\Delta p = 20 \text{ mbar}$ ein Maximaldurchsatz von $2 < Q \leq 4 \text{ m}^3/\text{h}$ und ein Minimaldurchsatz beim gleichen Druckunterschied von $0 < Q \leq 0,1 \text{ m}^3/\text{h}$, wobei bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel die über das Tastverhältnis herstellbare Variation zwischen $Q_{\min}$ und $Q_{\max}$ im Verhältnis 1:20 liegt. Ein entsprechender Kennlinienverlauf ist in Fig. 2 qualitativ dargestellt.

Für die weiteren Funktionen der Tankentlüftung TE wird auf die Blockbilddarstellung der Fig. 7 Bezug genommen; hierbei umfaßt eine erste Ausführungsform, die auch unabhängig von anderen, gegebenenfalls ergänzend und unterstützend eingreifenden Steuer- und Regelungsmöglichkeiten für die Tankentlüftung erfinderische Bedeutung besitzt, die Ansteuerung des Tankentlüftungsventils über ein Tankentlüftungs-Kennfeld oder Vorsteuerkennfeld, welches in Abhängigkeit zur Last (dargestellt als Vorsteuer-Einspritzimpuls t_L hier einer Kraftstoffeinspritzanlage) und der Drehzahl n über 4×4 Stützstellen mit der Möglichkeit der Interpolation jeweils quantisierte Tastverhältnisgrößen ausgibt und beispielsweise einer Multiplizierstelle 15 für die Tankentlüftungsventilansteuerung zuführt. In der Darstellung der Fig. 7 ist ein solches Vorsteuerkennfeld mit 16 bezeichnet und in Fig. 3 als Diagramm dargestellt, wobei das Kennfeld

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 9 -

so auszulegen ist, daß die prozentuale Anfettung des der Brennkraftmaschine zugeführten Verbrennungsgemisches bei gegebenem TE-Gemisch in allen Bereichen gleich groß ist.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß die nachfolgenden Ausführungen sich im wesentlichen auf die Anwendung der Tankentlüftung auf eine Kraftstoffeinspritzanlage beziehen, so daß im folgenden für die Einspritzung gebräuchliche Bezeichnungen verwendet werden. Hierdurch wird die Erfindung jedoch nicht auf die Zuordnung zu einer Kraftstoffeinspritzanlage eingeschränkt, sondern umfaßt die Anwendungsmöglichkeit bei beliebigen Kraftstoffzumeßeinrichtungen für Brennkraftmaschinen.

Die Quantisierung des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüftungsventil kann dabei kontinuierlich oder in Schritten von beispielsweise jeweils 10 % im Bereich zwischen 0 und 100 % erfolgen. In Fig. 7 ist die Ansteuerung der weiterverarbeitenden Stelle 15 aus dem Vorsteuerkennfeld 16 über einen Schalter S1 dargestellt, was sinnvoll ist, damit bei bestimmten Betriebszuständen (Leerlauf, Schubabschaltung) die Tankentlüftung gegebenenfalls völlig unterbunden werden kann, oder auch deshalb, um unter Verzicht auf die Vorsteuer-Kennfeldansteuerung andere, im folgenden noch zu erläuternde Steuer- und Regelverfahren wirksam werden zu lassen.

Fig. 7 zeigt zum besseren Verständnis auch den Lambda-Regelkreis für die Erstellung des Kraftstoffzumeßsignals

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 10 -

der Brennkraftmaschine 17, in diesem Fall einer fremd-gezündeten Brennkraftmaschine (Otto-Motor) mit Einspritzung, wobei in einer Multiplizierstufe 18, ausgehend von dem Ausgangssignal eines nicht dargestellten Lastsensors, beispielsweise eines Luftmengenmessers, und eines Drehzahlgebers ein Lastsignal, nämlich ein Einspritzzeitdauersignal t_L erzeugt und einer weiteren, nachgeschalteten Multiplizierstufe 19, letztlich für die Ansteuerung des oder der Einspritzventile, zugeführt wird. An der Multiplizierstufe 19 wird die Einspritzzeitdauer mit einem Korrekturfaktor F_R beaufschlagt, der als Lambda-Korrekturfaktor hinter einem Vergleicher 20 aus dem von der Lambda-Sonde 21 erzeugten Lambda-Istwert und einem Lambda-Sollwert von einem Lambda-Regler 22 erzeugt wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung vorliegender Erfindung wird dieser ohnehin aufgrund des Lambda-Regelkreises vorliegende Lambda-Korrekturfaktor F_R benutzt, um eine Lambda-regelungsabhängige Steuerung auch der Tankentlüftung möglich zu machen.

Hierzu wird der über einen zwischengeschalteten Tiefpaß 23 erzeugte gemittelte Wert $\bar{F}_R$ des Lambda-Korrekturfaktors benutzt und gelangt über einen Kennlinienblock 24 ebenfalls zur Multiplizierstelle 15 für die TE-Ventilansteuerung.

Der Kennlinienverlauf der Tankentlüftungsänderung oder -beeinflussung über dem Mittelwert der Lambda-Regelung ist in Fig. 4 nochmals gesondert dargestellt und umfaßt vier Stützstellen mit Interpolation, wobei die

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 11 -

Grundfunktion so ist, daß eine steigende Anfettung des Tankentlüftungsgemisches (TE-Gemisches) über den Mittelwert $\bar{F}_R$ des Lambda-Korrekturfaktors erkannt wird, da dieser sich zu niedrigeren Werten verschiebt, und die Tankentlüftung durch entsprechende Veränderung des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüftungsventil entsprechend geschlossen wird.

Schließlich enthält das Blockschaltbild der Fig. 7 noch eine zweite mögliche Variante zur Kennlinien-Mittelwertregelung, die alternativ zu dieser eingesetzt werden kann und eine Grenzwertregelung des Mittelwerts des Lambda-Korrekturfaktors umfaßt. Hierzu ist eine weitere Vergleichsstelle 25 vorgesehen, der ein Grenzwert $\bar{F}_{RGW}$ des Mittelwerts des Lambda-Korrekturfaktors zugeführt wird, zusammen mit dem Istwert-Mittelwert $\bar{F}_R$ des Korrekturfaktors. Über einen Schalter S2 gelangt das Vergleichsergebnis auf einen Komparator 26, der entscheidet, ob der Mittelwert $\bar{F}_R$ des Korrekturfaktors oberhalb oder unterhalb des vorgegebenen Grenzwerts liegt; je nach dem Ergebnis wird ein nachgeschalteter Integrator 27 als I-Regler für die Grenzwertregelung mit entsprechender Polung angesteuert, dessen Ausgangssignal dann ebenfalls der Multiplizierstelle 15 zugeführt wird.

Anhand der Diagrammverläufe der Figuren 5 und 6 werden im folgenden die sich aufgrund der möglichen Tankentlüftungs-Steuerungsverfahren ergebenden Funktionen erläutert.

Dabei zeigen die Diagrammverläufe auf der linken Seite

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 12 -

der Fig. 5 die Zustände, die sich bei reiner Steuerung aus dem Vorsteuer-Kennfeld 16 ergeben; es sei angenommen, daß das Tastverhältnis der Steuerung sich aufgrund der Drehzahlen und Lastwerte bei 0,25 befindet; tritt zu einem vorgegebenen Zeitpunkt t_1 (s. Diagramm b) der Fig. 5) ein sprungartiger Anstieg des Kraftstoffgehalts im TE-Gemisch auf (verdeutlicht durch drei verschiedene Kurvenverläufe (1); (2); (3)), dann reagiert die Steuerung über das Vorsteuerkennfeld hierauf überhaupt nicht und der Lambda-Korrekturfaktor F_R verschiebt sich lediglich entsprechend in Richtung auf mageres Gemisch als Folge der "Kraftstoffwolke" (theoretische Sprungfunktion) im TE-Gemisch (s. bei c) der Fig. 5), d.h. der Regler magert ab.

Anders ist dies bei den Diagrammverläufen auf der rechten Seite der Fig. 5; geht man auch hier zunächst von einem Tastverhältnis 0,25 aus der Kennfeldsteuerung aus, dann ergeben sich durch die Einflußnahme der $\bar{F}_R$ -abhängigen Steuerung je nach der Kraftstoffwolke im TE-Gemisch geringere Tastverhältnis-Werte, wie bei (2) und (3) gezeigt; diese Veränderung des Tastverhältnisses resultiert aus dem Vorsteueranteil über dem Kennlinienblock der Mittelwert-Lambda-Regelung und zeigt bei c) auch einen weniger starken Abfall des Lambda-Korrekturfaktors F_R .

Die Wirkung der Grenzwertregelung, in den Diagrammverläufen der Fig. 6 bei a), b) und c) ohne eine F_R -abhängige Steuerung dargestellt, ist demgegenüber so, daß die Tankentlüftung TE über das Tastverhältnis der Ansteuerimpulsfolge vom Vorsteuerkennfeld der Tankentlüftung KFTE des Blocks 16 (maximal) geöffnet ist

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 13 -

(numerischer Wert bei a) in Fig. 6: $TV = 0,25$), bis sich zum Zeitpunkt t_1 die TE-Kraftstoffanreicherung auf in diesem Fall einen angenommenen Wert von 100 % ergibt (s. b) der Fig. 6).

Entsprechend dem Kennlinienverlauf bei c) der Fig. 6 für den Lambda-Korrekturfaktor (= durchgezogene, einem Dreieckverlauf folgende Linie, wobei der Mittelwert $\bar{F}_R$ des Korrekturfaktors in diesem Diagramm gestrichelt dargestellt ist) verschiebt die durch die Tankentlüftung jetzt bewirkte Anfettung den Mittelwert $\bar{F}_R$ über den Grenzwert GW hinaus, was zum Zeitpunkt t_2 eintritt. Ab hier wird dann über den I-Regler 27 das Tastverhältnis der Ansteuerimpulsfolge (zunehmend) geschlossen, nimmt also ab, bis zum Zeitpunkt t_3 der Mittelwert $\bar{F}_R$ wieder über den Grenzwert zurückgelaufen ist; ab diesem Zeitpunkt steigt dann entsprechend der Verstellung des I-Reglers 27 das Tastverhältnis wieder an, wobei sich auch mehrfache Schwingungen, wie bei c) in Fig. 6 dargestellt, um den Grenzwert GW ergeben können, bis die Wolkenbildung zum Zeitpunkt t_4 abgeklungen ist und Mittelwert $\bar{F}_R$ und Tastverhältnis wieder auf die früheren Werte zurückkehren.

Es versteht sich, daß die Zeitkonstante des I-Reglers 27 für die Tankentlüftung größer als die Zeitkonstante des für sich gesehen bekannten I-Reglers der Lambda-Regelung für die Kraftstoffzumessung oder die Berechnung der Kraftstoffeinspritzimpulse sein muß, wobei für den gesamten Drehzahl/Lastbereich eine konstante Zeitkonstante für die Tankentlüftung ausreichend ist. Ferner sollte für den I-Regler eine Maximalbegrenzung I_{TEmax}

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 14 -

vorgesehen und die Quantisierung des I-Reglers etwa vierfach feiner als die Ausgabequantisierung für das Tastverhältnis sein.

Die Gesamtfunktion der Tankentlüftung entsprechend der Blockbilddarstellung der Fig. 7 kann daher so aussehen, wie die beiden nachfolgenden Formeln alternativ angeben und wobei die alternativ vorgesehenen ergänzenden Regelungsmöglichkeiten über den Mittelwert der Lambda-Regelung oder die Grenzwertregelung additiv zur Kennfeldsteuerung auftreten:

$$\begin{array}{ll} \text{TVTE} & = \text{KFTE}(n, t_L) + \text{TEF}_R(\bar{F}_R) \\ \text{(Tastverhältnis)} & \quad \text{(Kennfeld)} \end{array}$$

$$\text{TVTE} = \text{KFTE}(n, t_L) - \text{ITE}(\bar{F}_{\text{RGW}})$$

Dabei sind noch folgende Randbedingungen als Einschaltbedingungen generell zu beachten:

1. Die Ausgabe des Tastverhältnisses TV ist unterbunden ($\text{TV} = 0$), also die Tankentlüftung gesperrt, wenn
 - a) die Lambda-Regelung der Brennkraftmaschine selbst unwirksam ist,
 - b) der Betriebszustand Schubabschneiden vorliegt oder
 - c) gegebenenfalls bei Leerlauf.
2. Erfolgt die Kraftstoffzuführung oder -dosierung, etwa bei einer Kraftstoffeinspritzanlage mit adaptiver Vorsteuerung der Lambda-Regelung (LRA), dann würden diese beiden Funktionen (LRA und

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 15 -

TE) sich gegenseitig beeinflussen und zu einem Fehlverhalten führen. Die TE ist daher abzuschalten, wenn LRA aktiv ist oder umgekehrt, die adaptive Lambda-Regelung ist abzuschalten, wenn die Tankentlüftung TE aktiv ist.

3. Dabei können noch folgende Bedingungen gelten:

- a) Bei Start mit Motortemperatur $T_{MOT} < 30^\circ$ und $T_{ANS} < 30^\circ$ ist die Tankentlüftung TE für ca. 10 Minuten geschlossen; währenddessen ist die erwähnte adaptive Vorsteuerung der Lambda-Regelung (LRA) aktiv.
- b) Es schließt sich eine TE-Phase von ca. 5 Minuten an, dann wird TE mit Änderungsbegrenzung geschlossen. Unter Beachtung des Korrekturfaktors FR wird dann, wenn die Abweichung $\Delta F_R > 5\%$ vom Normalwert $F_R = 1$ ist, die LRA aktiviert und abgewartet, bis $\Delta F_R < 5\%$ ist oder maximal 5 Minuten vergangen sind. Anschließend kann die TE wieder mit Änderungsbegrenzung zugelassen werden.

Eine weitere, bevorzugte Ausführungsform vorliegender Erfindung umfaßt die Möglichkeit, die Tankentlüftung TE ergänzend adaptiv auszubilden, einfach ausgedrückt, die an der Tankentlüftung beteiligten Komponenten, Schaltmittel, Regel- und Steuerungsabläufe so auszugestalten, daß das, was die Tankentlüftung an zusätzlichem Gemisch für die Brennkraftmaschine bringt, bei der eigentlichen Gemischbildung (Grundadaption) sozusagen wieder abgezogen wird, was sich auch als besonderer Vorteil bei

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 16 -

solchen Gemischaufbereitungssystemen und Kraftstoffeinspritzanlagen ergibt, die selbst über eine adaptive Vorsteuerung zur Lambda-Regelung verfügen und bei denen daher die Tankentlüftung gewisse Schwierigkeiten insofern bereiten kann, als diese adaptive Vorsteuerung (Grundadaption) die längerfristigen Abweichungen des Reglerausgangs (Lambda-Regler) als Maß für eine Korrektur der Vorsteuerung benutzt - durch die Erfindung in der im folgenden zu erläuternden Ausgestaltung lassen sich die Vorteile einer Adaption der Vorsteuerung im Lambda-Kreis beibehalten und auf die Tankentlüftung ausdehnen.

Im Blockschaltbild der Fig. 8 ist daher schematisch und ohne auf spezielle Detaillösungen einzugehen, im oberen Bereich der Lambda-Regelkreis für die Gemischaufbereitung, beispielsweise durch eine Kraftstoffeinspritzanlage mit Grundadaption dargestellt und im unteren Teil die Erweiterung des Grundprinzips auf eine adaptive Vorsteuerung der Tankentlüftung. Dabei sind gleiche Elemente und Komponenten wie im Blockschaltbild der Fig. 7 mit gleichen Bezugszeichen versehen, da auch die adaptive Vorsteuerung der Tankentlüftung mindestens Teilbereiche der Blockschaltbilddarstellung der Fig. 7 weiter verwendet, beispielsweise das Grundprinzip des Vorsteuer-Kennfelds 16 bei Erreichen bestimmter Grenzwerte oder dort, wo mit einer TE-Vorsteuerungsadaption nicht gearbeitet wird, was weiter unten noch im Hinblick auf die Darstellung der Fig. 10 erläutert wird.

In Fig. 8 ist der Istwert-Sollwertvergleichsstelle

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 17 -

20 für das Ausgangssignal der Lambda-Sonde nachgeschaltete Lambda-Regler wieder mit 22 bezeichnet; der Lambda-Korrekturfaktor F_R wird zu einer Eingriffsstelle 19' geführt, wo, multiplikativ oder additiv, vorzugsweise multiplikativ, eine von anderen Komponenten des Gemischaufbereitungssystems, beispielsweise Kraftstoff-einspritzanlage, erzeugte effektive Einspritzzeitdauer $t_L \cdot \pi_i \cdot F_i$ zugeführt ist.

Ein weiterer Eingriff in die Einspritzzeitdauer erfolgt dann bei 30; dieser Eingriff dient bzw. ist repräsentativ dargestellt zur Anpassung der Vorsteuerung (Grundadaption). Hierzu wird das Ausgangssignal F_R des Lambda-Reglers 22 über einen Tiefpaß 23 geglättet, also einer Mittelwertbildung unterworfen und das geglättete oder Mittelwertsignal $\bar{F}_R$ des Korrekturfaktors wird nach einer Vergleichsstelle 31 über einen Schalter S3 zum Grundadaptionsblock 32 geführt, der üblicherweise ein Regler ist. In einem nachgeschalteten Multiplizierblock 33 erfolgt noch eine Multiplikation mit einem normierten Drehzahlwert; auch können nichtdargestellte Speicher vorgesehen sein, die den Wert der Vorsteuergrundadaption beispielsweise für Zeiträume zwischenspeichern, während welcher ein Lambda-Signal, etwa wegen inaktiver Lambda-Sonde, nicht zur Verfügung steht.

Der Regler 32 für die Grundadaption verstellt seine Ausgangsgröße für den an der Eingriffsstelle 30 sich ergebenden, von ihm herrührenden multiplikativen oder additiven Faktor so lange, bis der Mittelwert der Ausgangsgröße des Lambda-Reglers 22 dem an der Vergleichsstelle 31 anliegenden Sollwert, der vorzugsweise den

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 18 -

neutralen Wert 1 annimmt, entspricht. Es versteht sich, daß diese Vorsteuerungs-Grundadaption verschiedene Korrekturwerte - drehzahlproportional, drehzahlunabhängig, die je nach Lastzustand der Brennkraftmaschine additiv oder multiplikativ korrigierend in die errechnete Einspritzzeitdauer eingreifen, umfassen kann, was nicht dargestellt ist.

Die adaptive Vorsteuerung der Tankentlüftung, die der Vorsteuerungsadaption der Einspritzzeitdauer zugeordnet ist, umfaßt zunächst eine Logikschaltung oder Ablaufsteuerungsschaltung, die bei 34 repräsentativ für alle denkbaren Ausführungsformen, auch in softwaremäßiger Ausführung, dargestellt ist, sowie einen zugeordneten Block 35 für die TE-Adaption, der alternativ über den schon erwähnten Schalter S3 vom Mittelwert des Lambda-Korrekturfaktors $\bar{F}_R$ beaufschlagt ist. Daher wird bei diesem Ausführungsbeispiel der Regelfaktor F_R benutzt, um auf die Tankentlüftung einzugreifen, wobei eine Adaption natürlich auch auf den Lastwert t_L , beispielsweise additiv, denkbar wäre.

Ferner gelangen zum Block 35 zur TE-Adaption Angaben vom Block 34 der Ablaufsteuerung TE, hauptsächlich über das Tastverhältnis der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüftungsventil 13, aktive Lambda-Regelung, Übergang auf Vorsteuer-Kennfeld u. dgl. Über einen Grenzwert erfassungsbereich 36 ergibt sich vom Ausgang des TE-Adaptionsblocks 35, an welchem ein Wert der adaptiven Vorsteuerung bei Tankentlüftung (ATE) anliegt, eine Mitteilung darüber, ob dieser Korrekturfaktor ATE (Adaptionswert) einen negativen Schwellwert

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 19 -

(ATE_{min}) oder einen positiven Schwellwert ATE_{pos} erreicht hat, welche Schwellwerte auch als Fettanschlag bzw. Mageranschlag bezeichnet werden können. Der Adaptionwert ATE gelangt über eine Zwischenmultiplizierstufe 37, an welcher wiederum, damit die beiden Eingriffswerte der Grundadaption und der TE-Adaption gleichwertig sind, ein normierter Drehzahlwert zugeführt wird, sowie über einen Schalter S4 zu einer weiteren Eingriffsstelle 38 im Verlauf der t_1 -Aufbereitung, wo multiplikativ oder additiv eingegriffen werden kann.

Nachgeschaltet ist dann noch eine Multiplizierstufe 39 mit einem Drehzahlwert n , so daß sich an einer Additionsstelle 40 eine Kraftstoff/Zeit-Luftmasse/Zeit-Gemischangabe ergibt, der dann an der Stelle 41 noch das TE-Gemisch zugeführt wird.

Dabei kann die das TE-gemischführende Tankentlüftungsleitung 42 vom Tankentlüftungsventil 13 vor der Drosselklappe an den Saugtrakt der Brennkraftmaschine angeschlossen sein, wodurch die Menge des abgesaugten TE-Gemisches bei gleichbleibendem Querschnitt des TE-Ventils 13 in etwa konstant bleibt, da der Unterdruck vor der Drosselklappe in etwa konstant ist und die Menge mit der Wurzel des Unterdrucks anwächst. Tatsächlich variiert der Unterdruck etwas über Last und Drehzahl auch vor der Drosselklappe, so daß die Öffnung des TE-Ventils 13 im weiter vorn schon erwähnten Kennfeld 16 $K_{FTE} = f(n, t_L)$ etwas korrigiert werden muß, um eine konstante Menge Q_{TE} zu erreichen. Eine konstante Menge ist auch für die adaptive Steuerung hilfreich, da sie durch einen additiven Korrektur-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 20 -

wert kompensiert werden kann. Wie erwähnt gelten daher die folgenden Gleichungen:

$$\Delta p = p_{\text{LUFT}} - p_{\text{DK}}$$

$$Q_{\text{TE}} = \text{const} \cdot TV_{\text{TE}} \cdot (\Delta p)^{1/2}$$

Bei einer ebenfalls möglichen Einleitung des TE-Gemisches hinter der Drosselklappe - hierauf wird weiter hinten noch anhand einer Tabelle eingegangen - ins Saugrohr würde der Unterdruck und damit die Menge wesentlich stärker variieren, so daß gerade im Leerlauf, wo die Tankentlüftung besonders störend sein kann, diese TE-Menge am größten wäre und bei steigender Last, wo sie immer weniger stört, als Spülmenge immer geringer würde.

Unter Zugrundelegung des Blockschaltbilds der Fig. 8 gelten folgende Grundfunktionen.

Die Abweichung des Lambda-Regelfaktors vom Sollwert $F_R = 1$ verursacht ein Weglaufen eines Korrekturwertes, der in die Berechnung des Einspritzsignals additiv zur Luftmenge eingerechnet wird, wie weiter vorn erläutert, so daß unabhängig von Last und Drehzahl eine konstante Kraftstoff- bzw. Luftmenge kompensiert wird (adaptive Vorsteuerung). Entsprechend dem Blockschaltbild der Fig. 8 ergibt sich dann für

$$t_i = (t_L + ATE \cdot n_O / n) \cdot \pi_i F_i + TV_{\text{TE}}$$

Die Tankentlüftung wird bei Start, bei Schubabschalten

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 21 -

und bei inaktiver Lambda-Regelung auf einen Minimalwert gesetzt; ein definiertes Gemisch soll Start und Wiedereinsetzen nach Schubabschalten ermöglichen.

Der weitere Ablauf der adaptiven Vorsteuerung bei Tankentlüftung entsprechend dem Blockschaltbild der Fig. 8 unter Einbeziehung der Angaben aus dem Vorsteuerkennfeld wird im folgenden anhand der Kurvenverläufe der Fig. 9 "Zeitablauf der Tankentlüftung" genauer erläutert; diese Funktionsangaben sind daher Teil der erfinderischen Gesamtkonzeption für die Tankentlüftung.

Ist die Lambda-Regelung aktiv, also der Schalter S5 vor dem Lambda-Regler 22 geschlossen, wobei ein entsprechendes Signal auch zur Ablaufsteuerung 34 gelangt, dann setzt die TE-Steuerung weich ein und das Tastverhältnis der Tankentlüftung TVTE wird, wie bei b) in Fig. 9 gezeigt, rampenförmig, jedoch mit Änderungsbegrenzung 1, von einem vorgegebenen Minimalwert $TVTE_{min1}$ ausgehend erhöht. Die Steigung des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge für das TE-Ventil ist dabei so gewählt, daß die weiter unten noch zu erläuternde Vorsteuerung die sich hierdurch ergebende Störung im Gemischhaushalt der Brennkraftmaschine rechtzeitig kompensieren kann.

Die durch diese Änderung hervorgerufene Abweichung des Lambda-Regelfaktors - vergleiche den Kurvenverlauf bei a), wo zu dem Zeitpunkt der TVTE-Erhöhung von einem Kraftstoffanteil im TE-Gemisch von 100 % (voraussetzungsgemäß) ausgegangen wird, vom Sollwert $F_R = 1$ (vergleiche Kurvenverlauf d) bei Fig. 9) in Richtung

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 22 -

fett verursacht das Weglaufen des Korrekturwertes, der dann so in die Berechnung des Einspritzsignals eingerechnet wird, daß unabhängig von Last und Drehzahl eine konstante Kraftstoff- bzw. Luftmenge kompensiert wird, so daß sich die adaptive Vorsteuerung bei Tankentlüftung ergibt - s. auch den Verlauf des Adaptionswertes ATE bei c) in Fig. 9, der bis auf einen maximalen negativen Wert ATE_{max} ansteigt und so, wie weiter vorn im Blockschaltbild der Fig. 8 schon erläutert, als adaptive Vorsteuerung bei Tankentlüftung auf die Lambda-Regelung einwirkt.

Das Tastverhältnis wird so lange erhöht, bis der Adaptionswert ATE einen minimalen negativen Schwellwert ATE_{min} , der auch als Mageranschlag bezogen auf den Adaptionswert, bezeichnet werden kann, erreicht hat. Anschließend setzt eine Grenzwertregelung ein. Vorher kann im übrigen das Tastverhältnis TVTE bei t_1 schon einen Vorsteuer-Anschlagwert erreicht haben, der sich aus dem Vorsteuerkennfeld ergeben kann; daher wird das Tastverhältnis bis zum Zeitpunkt t_2 , bei welchem der negative Schwellwert ATE_{min} erreicht ist, nicht mehr verändert. Anschließend, also ab t_2 , wird das Tastverhältnis TVTE dekrementiert, bis die erwähnte Schwelle wieder (in positiver Richtung) unterschritten wird. Von da an wird im Tastverhältnis wieder inkrementiert, bis die Schwelle wieder in negativer Richtung überschritten wird usw. Auf diese Weise ergibt sich um den negativen Minimalwert (vorgegebener Mageranschlag) eine Dauerschwingung (Grenzwertregelung), wobei die Änderungsbegrenzung in der Verstellung des Tastverhältnisses wie ein Integral-Anteil (ITE) wirkt, daher er-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 23 -

gibt sich

$$TVTE = KFTE(n, t_L) - ITE(ATE_{min})$$

Im allgemeinen nimmt mit zunehmender Betriebsdauer der Kraftstoff aus dem Zwischenspeicher ab, so daß bei dieser Grenzwertregelung der Vorsteuerwert aus dem Kennfeld 16 erreicht wird und daher das Tastverhältnis während einer vorgegebenen Zeitdauer, während welcher der Adaptionswert ATE vom negativen Anschlag in positiver Richtung läuft, konstant bleibt.

Erreicht der Adaptionswert einen positiven Schwellwert ATE_{max} (Fettanschlag), dann bedeutet dies, daß das Filter ausreichend gespült ist - die beiden Schwellwertangaben gelangen über den Schwellwertblock 36 zur Ablaufsteuerung 34 - und das Tastverhältnis wird dann, nämlich ab dem Zeitpunkt t_3 schrittweise auf einen zweiten Minimalwert $TVTE_{min2}$ gefahren.

Gleichzeitig und nach Erreichen dieses Minimalwertes ist es dann möglich, die Grundadaption über dem Block 32 (= Adaption ohne TE) durch Umschalten des Schalters S3 für eine vorgegebene (programmierbare) Zeit (in der Größenordnung von einigen Minuten) freizugeben.

Nach Ablauf dieser Zeit wird das TE-Gemisch überprüft, indem der soeben erläuterte Steuerungsablauf durch den Block 34 mit dem Aufregeln des Tastverhältnisses von vorn beginnt - hierbei ist noch darauf hinzuweisen, daß die Abregelung des Tastverhältnisses mit einer Änderungsbegrenzung 2 auf den Minimalwert $TVTE_{min2}$ er-

...

folgt, die eine schnellere Veränderung des Tastverhältnisses auf kleine Durchlaßquerschnitte des Tankentlüftungsventils ermöglicht.

Diese Adaption der Tankentlüftungsvorsteuerung beschränkt sich zweckmäßigerweise auf einen Last-Drehzahl-Bereich, der nur unterhalb einer Luftmengenschwelle wirksam ist, wie dies in Fig. 10 dargestellt ist, da sie nur in diesem Bereich genau genug zu berechnen ist. Im übrigen wird der adaptierte Wert ATE zweckmäßigerweise nur bei laufendem Motor in einem nicht erwähnten, dem Block 35 der TE-Adaption zugeordneten Speicher gespeichert - zur Anwendung etwa bei zwischenzeitlich inaktiver λ -Sonde -, bei Abstellen des Motors wieder gelöscht.

Oberhalb des in Fig. 10 angegebenen Bereichs wird die TE-Vorsteuerungsadaption unterbrochen, und der letzte adaptierte Wert ATE wird in dem nicht dargestellten, dem Block 35 zugeordneten Speicher zwischengespeichert. Oberhalb des Wirksamkeitsbereichs der TE-Vorsteuerungsadaption entsprechend Fig. 10 kann über das Kennfeld KFTE so viel Tankentlüftungsgemisch ausgegeben werden, daß der Einfluß auf die Lambda-Regelung vernachlässigt werden kann (die TE-Menge ist proportional zur Luftmenge), so daß in diesem Teilbereich die Grundadaption auch während der Tankentlüftung wirksam sein kann - mit anderen Worten, der Schalter S3 ist in diesem Fall auf den Block 32 geschaltet, was ebenfalls von der Ablaufsteuerung 34 durch Auswertung entsprechender Last- und Drehzahlangaben erfolgen kann.

Die auf der nächsten Seite 25 angegebene Ablaufsteuerung für die Ansteuerung des Tankentlüftungsventils in Form eines Flußdiagramms gibt die Funktion der Ablaufsteuerung 34 in Software-Begriffen an. Es versteht sich daher, daß, obwohl die Erfindung zum besseren Ver-

1839/ot/wi
4.1.1985

- 26 -

ständnis anhand eines Blockschaltbilds unter Verwendung von Einzelkomponenten erläutert wurde, auch eine softwaremäßige Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung mittels eines Mikrorechners oder Mikrocomputers ohne weiteres innerhalb des erfindungsgemäßen Rahmens liegt und durchgeführt werden kann; eine solche Ausführungsform stellt für den Fachmann auf dem Gebiet der Kraftstoffzumessung bei Brennkraftmaschinen kein Problem dar, da er notfalls auch Fachleute auf dem Gebiet der Datenverarbeitungstechnik heranziehen kann.

Folgende Varianten der Vorsteuerung der Tankentlüftung seien noch erwähnt und sind im übrigen in der auf Seite 30 in Form einer Tabelle übersichtlich zusammengefaßt.

1. Zur Erzielung einer konstanten TE-Menge pro Zeit (Variante 1.1) wird die Tankentlüftungsleitung vor der Drosselklappe dem Ansaugtrakt zugeführt, wie weiter vorn schon erläutert. Da in diesem Fall die Menge des abgesaugten TE-Gemisches bei gleichbleibendem Querschnitt des Tankentlüftungsventils in etwa konstant ist, braucht dieses, um die weiter vorn erwähnten Funktionen und Werte zu realisieren, nur eine vergleichsweise kleine Variationsfähigkeit aufzuweisen, zur Einhaltung der Minimal- und Maximalwerte, die bei etwa 1:20 liegt.

Die weiteren Alternativen der Vorsteuerung sind nach den verschiedenen Bewertungskriterien in Form der weiter vorn schon erwähnten tabellenartigen Entscheidungsmatrix zusammengefaßt (S. 30).

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 27 -

2. Um einen konstanten relativen TE-Fehler zu erzielen (Var. 1.2), wird auch hier die Tankentlüftung vor der Drosselklappe eingeleitet. Das Kennfeld wird so ausgelegt, daß die TE-Menge proportional zur Luftmenge ist (bis zu einer bestimmten maximalen Luftmenge, ca. das 10fache der Leerlaufmenge). Dann ist der relative Fehler in diesem Last- und Drehzahlbereich konstant. Allerdings ist die Spülmenge im Leerlaufgebiet relativ klein; mit:

$$KF_{TE} \sim (\Delta p)^{-1/2} \cdot Q_L \quad \text{Variation 1:8}$$

folgt:

$$Q_{TE} = \text{const} \cdot Q_L$$

3. Zur Erzielung einer konstanten TE-Menge pro Umdrehung (Var. 2.1) müßte die Einleitung der Tankentlüftung hinter die Drosselklappe im Saugrohr erfolgen, wobei jedoch der Unterdruck wesentlich stärker variieren würde. Bei steigendem Unterdruck ist dann die Strömung nicht mehr laminar, sondern auf jeden Fall turbulent, bis zum Erreichen des kritischen Druckverhältnisses, bei dem die Strömung die Schallgeschwindigkeit erreicht; bei überkritischem Druckverhältnis ist dann die Menge konstant. Die Berechnung hierfür ist komplex, und die folgenden Angaben stellen lediglich eine grobe Abschätzung dar, die auf der Annahme beruhen, daß die Gleichung nach Bernoulli gilt.

Dabei muß einerseits das TE-Ventil eine wesentlich größere Variation bewältigen, um die obengenannten

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 28 -

Minimal- und Maximalmengen einzuhalten, und zwar eine Variation von 1:110; wegen $Q_{TEmin/max} = 1/20$;
 $\Delta p_{min/max} = 30/900$.

Andererseits müßte, um zu erreichen, daß der Fehler durch die Tankentlüftung pro Umdrehung konstant ist, das Tankentlüftungskennfeld eine größere Variation aufweisen, was für eine additive Adaption - hier additiv auf t_L) hilfreich ist.

Es gilt dann näherungsweise:

$$Q_{TE} = \text{const} \cdot KFTE (\Delta p)^{1/2}$$

$$\Delta p = p_{LUFT} - p_{SAUG}$$

$$30 < \Delta p < 900 \text{ mbar}$$

mit $KFTE \sim (\Delta p)^{-1/2}/n$ Variation 1:22
(bei Variation Drehzahl 1:4)

folgt: $Q_{TE} = \text{const}/n \rightarrow \Delta t_L = \text{const}$

4. Zur Erzielung eines konstanten Vorsteuerwerts (Variante 2.2) erfolgt die Einleitung der Tankentlüftung ebenfalls im Saugrohr, also hinter der Drosselklappe, wobei bei der einfachsten Vorsteuerung, einem Festwert anstelle des Kennfeldes, Unterdruck und damit die Menge viel stärker variieren würden, so daß gerade im Leerlauf- und Anfahrt-Bereich, wo die Tankentlüftung besonders stört, die Tankentlüftungsmenge am größten wäre, und bei steigender Last, wo die Tankentlüftung immer we-

...

niger stört, die Spülmenge immer geringer würde, wie es aus dem seitherigen System bekannt ist. Der Fehler wäre in einem luftmengenmessenden System von verschiedenen Größen wie Last (aus Luftmenge) und Drehzahl abhängig; eine Adaption daher besonders aufwendig, wobei näherungsweise gilt:

$$Q_{TE} = \text{const} \cdot (\Delta p)^{1/2}$$

Dabei sind die Varianten 1.1 und 1.2 für Systeme geeignet, die einen näherungsweise konstanten Druckabfall vor der Drosselklappe erzeugen (Luftmengenmesser mit Stauklappe). Systeme mit vor allem im Leerlauf sehr kleinem Druckabfall (HLM, Alpha/n, P/n) sind nur mit Variante 2.1 abzudecken. Wenn diese Variante 2.1 der Vorsteuerung der TE gewählt werden muß (additiv auf t_L), sind entsprechende Maßnahmen einzusetzen. Die Einrechnung der TE-Adaption erfolgt dann additiv auf t_L , der Adaptionsbereich ist dann durch eine t_L -Schwelle nach oben zu begrenzen.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Tankentlüftung

Variante (Q-Menge)	Variation TE-Ventil	Spülmenge (LL=Leerlauf) (TL=Teillast)	Fehler	Adaption	Variation TE-Kennfeld	Bemerkung
1. vor DK (Drossel- klappe)	1 : 20					20 mbar $\leq \Delta p \leq$ 30 mbar
1.1 $Q_{TE} = \text{const}$	1 : 20	im LL) kon- stant in TL) groß	additiv Luft	in Teilbe- reich wirksam	1 : 1,2 (wegen Δp)	einfachste und effektivste Variante
1.2 $Q_{TE}/Q_L =$ const	1 : 20	im LL klein in TL groß	multipli- kativ	immer wirksam	1 : 8 (wegen $Q_L,$ Δp)	Spülmenge im LL klein
2. ins Saugrohr	1 : 110					30 mbar $\leq \Delta p \leq$ 900 mbar
2.1 $Q_{TE} \cdot n =$ const	1 : 110	im LL groß in TL klein	additiv t_L	in Teilbe- reich wirksam	1 : 22 (wegen $\Delta p, n$)	TE-Kennfeld kompliziert
2.2 Vorsteue- rung = const	1 : 110	im LL groß in TL mini- mal	komplex	komplex	1 : 1	nicht sinnvoll

- 1 -

1839/ot/wi
4.1.1985

Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Entlüftung von Kraftstofftanks bei Brennkraftmaschinen o. dgl., mit einem sich bildende Kraftstoffdämpfe aufnehmenden Zwischenspeicher (Aktivkohle-Filterbehälter) und Mitteln zur gesteuerten Abgabe des Tankentlüftungsgemischs (TE-Gemisch) zur Brennkraftmaschine in Abhängigkeit zu ausgewählten Betriebsbedingungen, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchlaßöffnungsquerschnitt eines zwischen den Zwischenspeicher (11) und der Brennkraftmaschine (17) geschalteten elektrisch gesteuerten Tankentlüftungsventils (13) in Abhängigkeit zu den Betriebsbedingungen kontinuierlich veränderbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Tankentlüftungsventil (13) als Magnetventil (Hubmagnet) durch eine getaktete, in ihrem Tastverhältnis von einer Steuerschaltung (14) zur Veränderung des Durchlaßöffnungsquerschnitts veränderlichen Ansteuerimpulsfolge angesteuert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung des Tastverhältnisses (TVTE) der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüf-

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 2 -

tungsventil (13) mindestens teilweise über ein Vorsteuer-Kennfeld über Last (t_L) und Drehzahl (n) zwischen vorgegebenen Werten (0 % - 100 %; TVTEmin1, TVTEmin2, TVTEmax) erfolgt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuerkennfeld (KFTE) mindestens 4x4 Stützstellen mit der Möglichkeit der Interpolation umfaßt und so ausgelegt ist, daß die prozentuale Anfettung des Verbrennungsgemisches bei gegebenem TE-Gemisch durchlaufend gleich groß ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ergänzend eine Lambda-regelungsabhängige Steuerung des Durchlaßöffnungsquerschnitts bzw. des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge des Tankentlüftungsventils (13) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lambda-regelungsabhängige Steuerung des Tastverhältnisses (TVTE) längs einer Mittelwert-Kennlinie des Lambda-Regelungsfaktors ($\bar{F}_R$) erfolgt derart, daß eine steigende Anfettung des TE-Gemisches über den Mittelwert des Lambda-Regelfaktors ($\bar{F}_R$) erkannt und die Tankentlüftung durch entsprechende Reduzierung des Tastverhältnisses entsprechend geschlossen wird.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß alternativ zur kennlinienabhängigen Steuerung über den Mittelwert

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 3 -

des Lambda-Korrekturfaktors nach Anspruch 6 eine Grenzwertregelung des Tastverhältnisses (TVTE) der Ansteuerimpulsfolge vorgenommen wird, wobei bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes ($\bar{F}_{RGW}$) durch den Mittelwert des Lambda-Regelfaktors ($\bar{F}_R$) das Tastverhältnis im Sinne einer Reduzierung des Öffnungsquerschnittes und bei Überschreiten im Sinne einer Erhöhung des Öffnungsquerschnittes verändert wird.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Tankentlüftung adaptiv unter Berücksichtigung des Lambda-Regelfaktors (F_R) oder zusätzlich der Last (t_L), Drehzahl (n) durch Beeinflussung des berechneten Werts der der Brennkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoffmenge vorgenommen wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Adaption multiplikativ oder additiv pro Zeit (auf Luftmenge Q_L) erfolgt oder additiv auf Einspritzmenge/Hub (auf Lastsignal t_L).
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausnutzung längerfristiger Abweichungen (Mittelwertbildung) des Lambda-Reglerausgangs als Maß für eine Korrektur einer adaptiven, errechneten Kraftstoffzufuhr-Vorsteuermenge der Reglerausgang zwischen dem Grundadaptionblock (32) für die Korrekturbeeinflussung der errechneten Kraftstoffmenge und dem Tankentlüftungs-Adaptionblock (35) für einen Adaptionswert (ATE) der Tankentlüftung mindestens bei bestimmten Werten von Luftmengen-durchsatz und Drehzahl umschaltbar ist derart, daß

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 4 -

die Grundadaptation durch die Tankentlüftung unbeeinflusst bleibt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tastverhältniswerte für die Ansteuerimpulsfolge des Tankentlüftungsventils gespeichert enthaltender Kennfeld-Vorsteuerblock (16) vorgesehen ist, der in Abhängigkeit zu Last (t_L) und Drehzahl (n) vorgegebene Werte des Tastverhältnisses ausgibt und einer Eingriffsstelle (Multiplizierstufe 15) zuführt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingriffsstelle (Multiplizierstufe 15) ein weiteres Ausgangssignal eines Kennlinienblocks (24) zugeführt ist, der in Abhängigkeit zum Verlauf des Mittelwerts ($\bar{F}_R$) des Lambda-Regelfaktors vorgegebene Werte des Tastverhältnisses erstellt zur alleinigen Auswertung oder in Kombination mit den Angaben des Vorsteuerkennfeldes.
13. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vergleichsstelle (25) vorgesehen ist, der ein Grenzwert ($\bar{F}_{RGW}$) des Mittelwerts des Lambda-Regelfaktors und dieser zugeführt ist, mit einem nachgeschalteten Komparator (26) zur Vorzeichenbestimmung und einem Integrator (27), der in kontinuierlicher Verstellung mit vorgegebener Konstante ein sich änderndes Tastverhältnis für die Ansteuerimpulsfolge erzeugt und der Eingriffsstelle (Multiplizierstufe 15) zuführt, alternativ zur kennlinienabhängigen Verstellung und gegebenenfalls ergänzend

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 5 -

zur Auswertung des Vorsteuerkennfeldes.

14. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ablaufsteuerungsschaltung (34) für die adaptive Vorsteuerung bei Tankentlüftung sowie ein von dieser angesteuerter Tankentlüftungs-Adaptionsblock (35) vorgesehen ist, der unter Auswertung eines vorzugsweise gemittelten Werts des Lambda-Regelfaktors ($\bar{F}_R$) einen Vorsteueradaptionswert (ATE) erstellt und dem Berechnungsablauf für die der Brennkraftmaschine zuzuführende Kraftstoffmenge (Einspritzsignal) vermittelt derart, daß unabhängig von Last und Drehzahl eine konstante Kraftstoff- bzw. Luftmenge pro Zeit kompensiert wird.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein bei vorgegebenen Maximal- und Minimalwerten ($ATE_{\max}$, $ATE_{\min}$) des adaptiven Vorsteuerkorrekturwertes bei Tankentlüftung (ATE) ansprechender und die Ablaufsteuerung (34) im Sinne einer entsprechend gerichteten Veränderung des Tastverhältnisses (TVTE) ansteuert.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei aktiver Lambda-Regelung das Tastverhältnis (TVTE) der Ansteuerimpulsfolge für das Tankentlüftungsventil (13) rampenförmig mit vorgegebener erster Änderungsbegrenzung von einem Minimalwert ($TVTE_{\min 1}$) ausgehend erhöht wird, bis zum Erreichen eines negativen maximalen Schwellwerts ($ATE_{\min}$ -Mageranschlag) des Adaptionswerts (ATE) mit sich hieraus ergebender Reduzierung

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 6 -

des Tastverhältnisses der Ansteuerimpulsfolge bis zur Unterschreitung des Schwellwerts und sich daran anschließender allmählicher Erhöhung zur Bildung einer Dauerschwingung um den negativen minimalen Schwellwert (ATE_{min}) - Grenzwertregelung.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei durchlaufendem Anstieg des Adaptionswerts (ATE) vom negativen Anschlag in positiver Richtung das Tastverhältnis (TVTE) der Ansteuerimpulsfolge auf einem vorgegebenen, vorzugsweise aus dem Vorsteuerkennfeld (16) stammenden Wert konstant gehalten und bei Erreichen eines positiven maximalen Anschlagswerts (ATE_{max}) eine Änderung des Tastverhältnisses, vorzugsweise mit zweiter steilerer Änderungsbegrenzung, eingeleitet wird, mit gleichzeitiger Freigabe der Grundadaption im Lambda-Regelkreis der Kraftstoffmengenberechnung (Einspritzsignalberechnung).
18. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß nach Freigabe der Grundadaption (Adaption ohne Tankentlüftung) für eine fest vorgegebene, programmierbare Zeit eine erneute Überprüfung des Tankentlüftungsgemisches durch Aufregelung des Tastverhältnisses erfolgt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Tankentlüftungsvorsteuerungsadaption auf einen vorgegebenen, unterhalb einer bestimmten Luftmengendurchsatzgrenze und unterhalb einer bestimmten Drehzahlgrenze wirksamen

...

1839/ot/wi
4.1.1985

- 7 -

Last-Drehzahlbereich beschränkt ist und oberhalb dieses Bereichs bei Unterbrechung der Tankentlüftungsvorsteuerungsadaption und Freigabe der Grundadaption für die Kraftstoffmengenberechnung (Einspritzsignalberechnung) die Bestimmung des Tastverhältnisses für die Freigabe des Tankentlüftungsgemisches über das gespeicherte Kennfeld in Abhängigkeit zur Drehzahl und Last erfolgt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übergang aus dem Bereich der Tankentlüftungsvorsteuerungsadaption in den gesteuerten Kennfeldbereich der Tankentlüftungsgemischzugabe eine Zwischenspeicherung des letzten Adaptionswertes (ATE) erfolgt, mit welchem die adaptierte Tankentlüftungsvorsteuerung nach Rückkehr in den Adaptionsbereich einsetzt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die TE-Menge proportional zur Luftmenge gebildet wird, und die Adaption multiplikativ wirkt,
22. Vorrichtung nach Anspruch 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die TE-Menge unabhängig von der Drehzahl additiv pro Hub gebildet wird und die Adaption additiv auf TL wirkt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich der Adaption nach oben durch eine TL-Schwelle begrenzt wird.

1/6

Fig.1

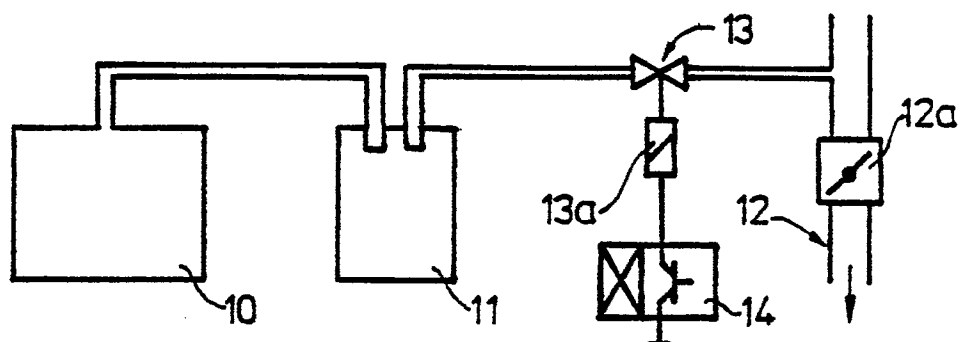


Fig.2

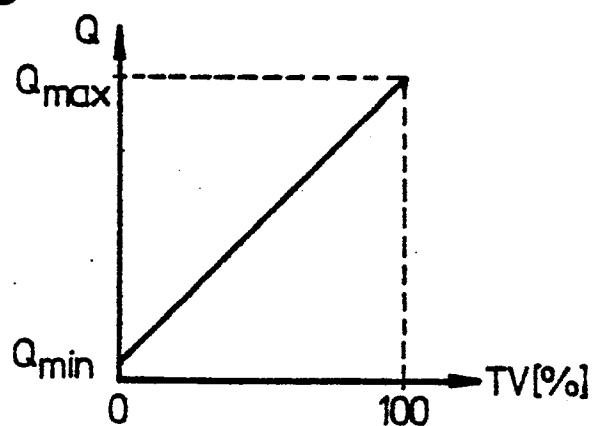


Fig.3

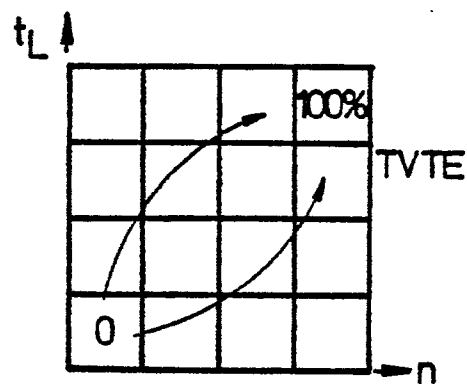


Fig.4

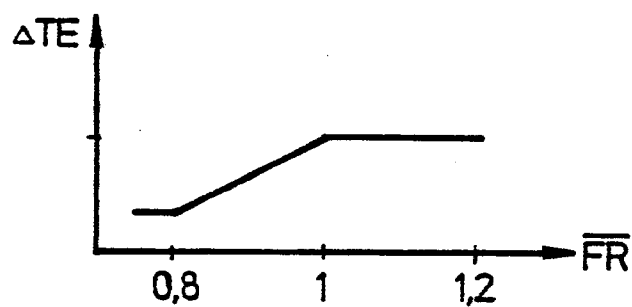
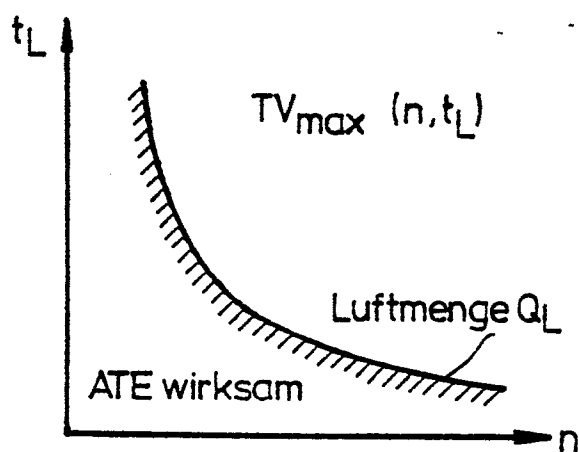
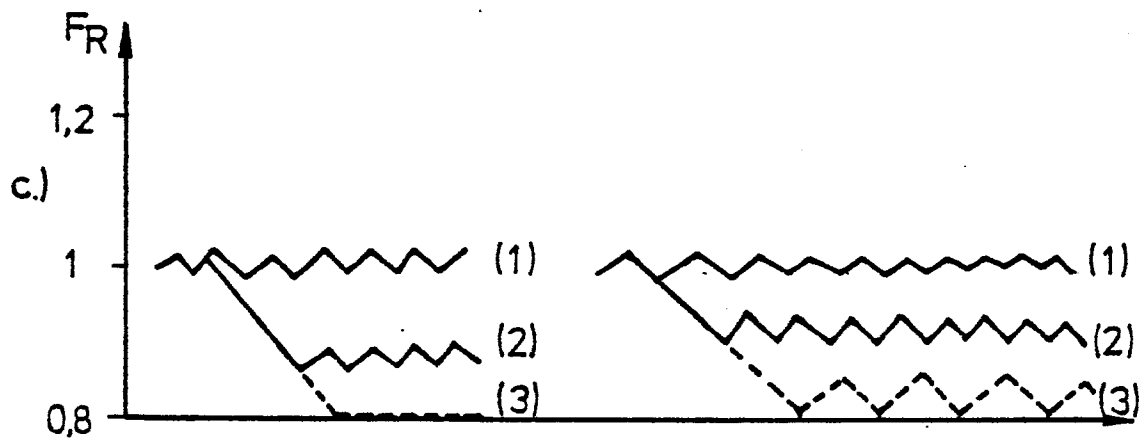
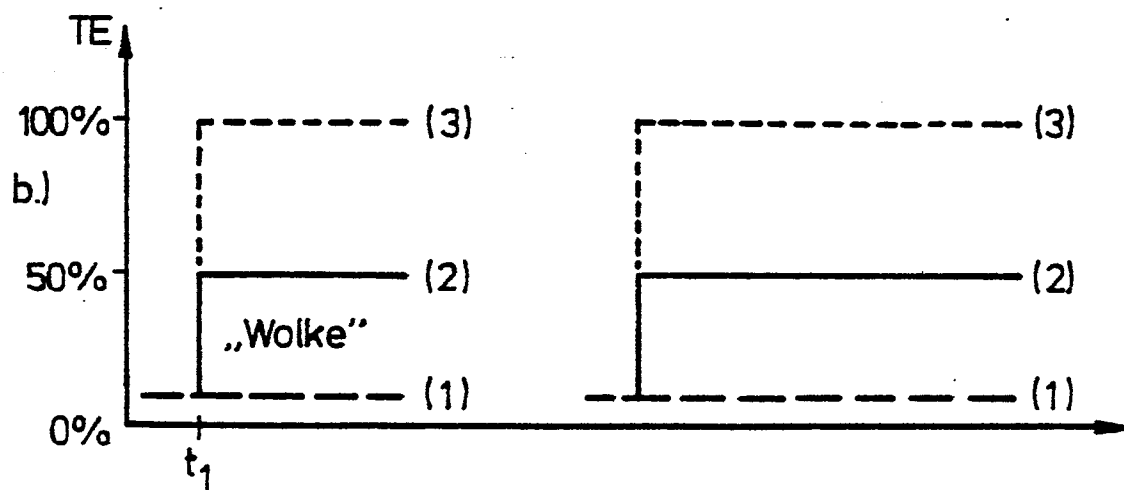
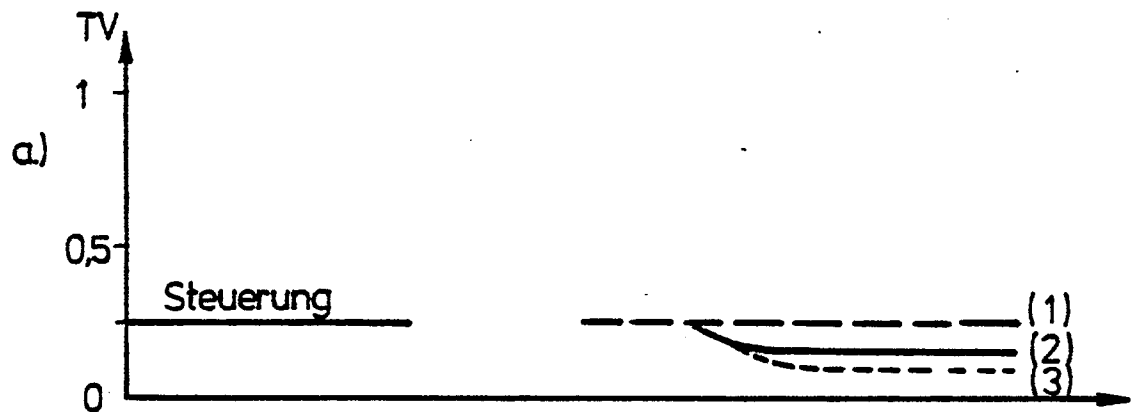


Fig.10



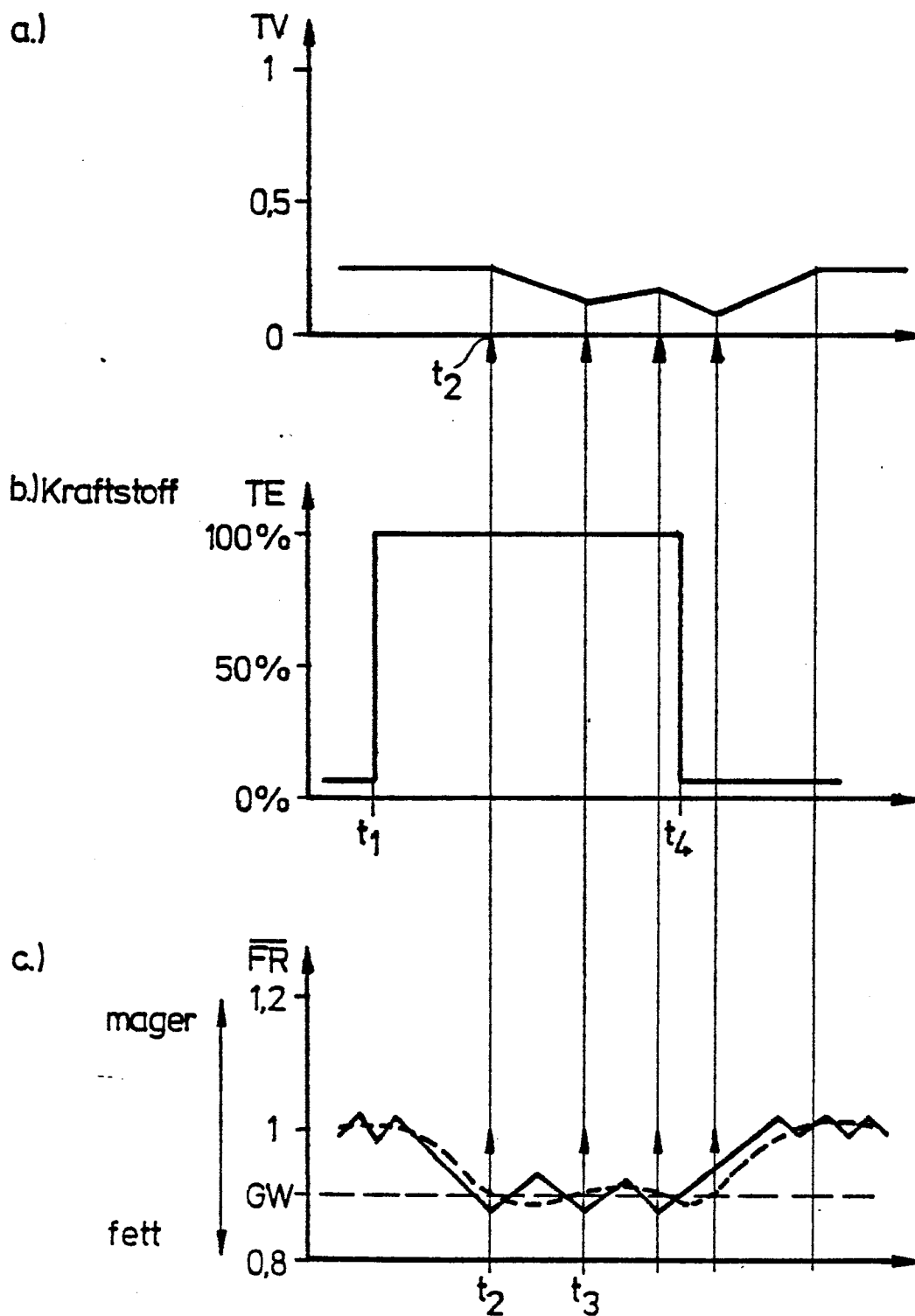
2/6

Fig.5



3/6

Fig.6



4/6

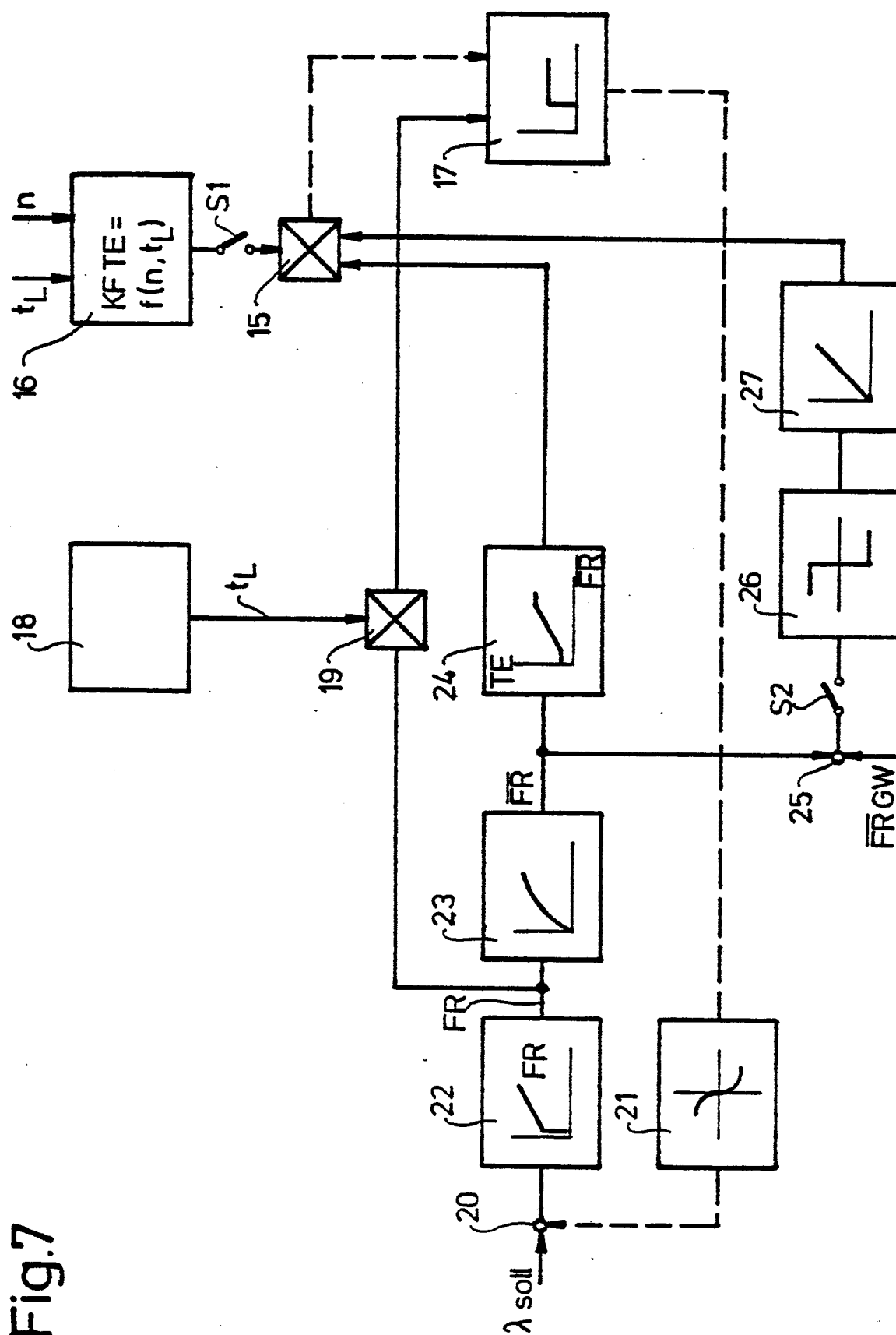
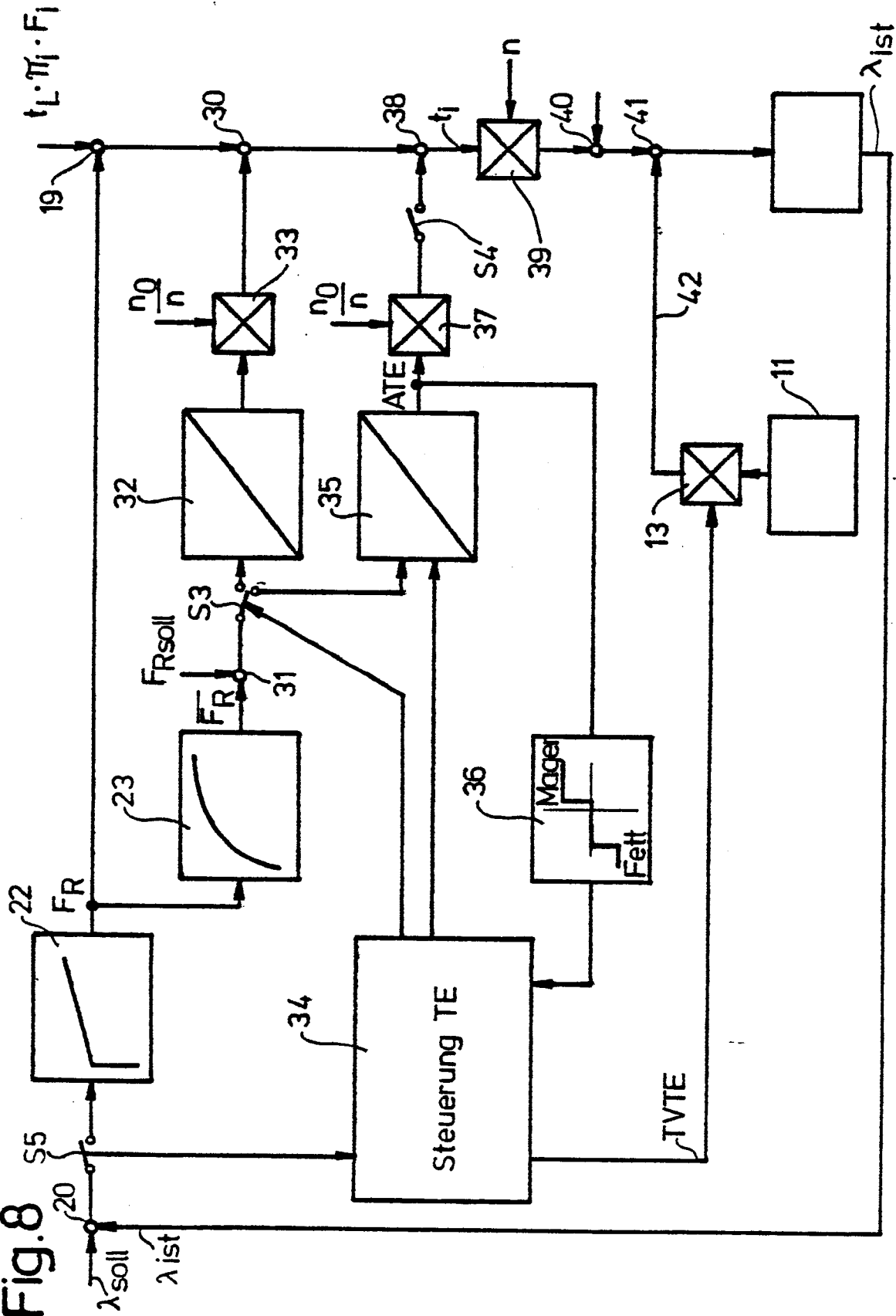


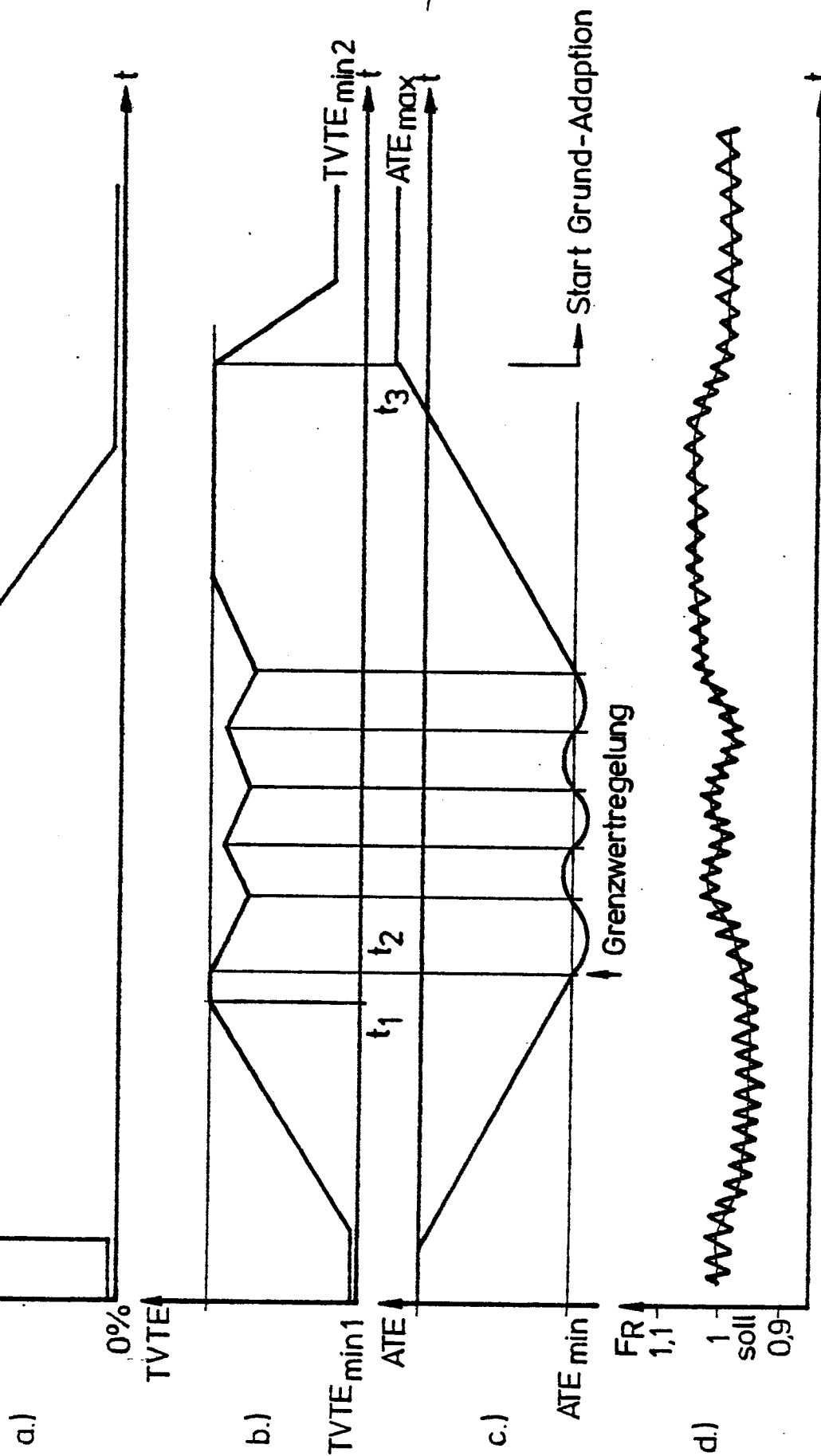
Fig. 7

Fig. 8



6/6

Fig. 9^{TE}





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0191170

Nummer der Anmeldung

EP 85 11 5458

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	US-A-4 275 697 (STOLTMAN) * Spalte 1, Zeile 21 - Spalte 3, Zeile 30; Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 29; Figuren *	1,2,5- 7,13- 15,17, 19,23	F 02 D 41/14 F 02 D 35/00
X	US-A-4 013 054 (BALSLEY et al.) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 8; Spalte 2, Zeilen 24-42; Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 4, Zeile 28; Spalte 4, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 7; Figuren *	1,2,5- 7,13- 16	
X	DE-A-2 612 300 (NISSAN) * Seite 1 - Seite 2, Zeile 10; Seite 3, Zeilen 7-17; Seite 3, Zeile 31 - Seite 5, Zeile 16; Seite 6, Zeilen 15-22; Seite 7, Zeilen 11-34; Seiten 8-10; Figuren *	1,8,9, 14,19, 22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) F 02 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-04-1986	Prüfer LAPEYRONNIE P.J.F.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0191170

Nummer der Anmeldung

EP 85 11 5458

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	US-A-4 467 769 (MATSUMURA) * Figuren 1-3,7; Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 36; Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 4, Zeile 19; Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 8, Zeile 30 *	1,5,8, 14,17- 20	
A	US-A-4 461 258 (BECKER et al.) * Insgesamt *	1-3,5, 6,9,11 ,12,14 ,21	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-04-1986	
		Prüfer LAPEYRONNIE P.J.F.	
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 : nichtschriftliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			