

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 543 477 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92250345.3**

(51) Int. Cl.⁵: **C10L 10/00, C10L 10/00**

(22) Anmeldetag: **23.11.92**

(30) Priorität: **21.11.91 DE 4138216**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.05.93 Patentblatt 93/21

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **VEBA OEL AG**
Postfach 20 10 45
W- 4650 Gelsenkirchen(DE)

(72) Erfinder: **Guttmann, Hansjürgen**
Kopellenweg 2 N
W- 4235 Schermbeck(DE)
Erfinder: **Höhr, Dieter, Dr.**
Hubertusstrasse 8
W- 4230 Wesel(DE)
Erfinder: **Schädlich, Heinz. Kuno, Dr.**
Am Krausen Bäumchen 129
W- 4300 Essen(DE)
Erfinder: **Schug, Kurt-Peter, Dr.**
Wilhelm-Busch-Weg 7
W- 4270 Dorsten(DE)
Erfinder: **Thünker, Walter, Dr.**
Räuwenkamp 36
W- 4250 Bottrop(DE)

(74) Vertreter: **Lindner, Wolfgang, Dr.**
Alexander-von-Humboldt-Strasse
Postfach 20 10 45
W- 4650 Gelsenkirchen (DE)

(54) **Verfahren zum Additivieren von Brenn- oder Kraftstoffen mit Ferrocen.**

(57) Bei diesen Verfahren zum Additivieren von Brenn- oder Kraftstoffen mit Ferrocen soll eine verbesserte Zudosierung des Additives Ferrocen in den Brennraum eines Verbrennungsmotors oder einer Verbrennungsanlage ermöglicht werden.

Hierzu wird von den Sublimationseigenschaften von Ferrocen Gebrauch gemacht, indem dieses durch Sublimation in einen Strom des Verbrennungsgases bzw. einen Teilstrom desselben übergeführt und mit dem in feiner Verteilung als Fest- oder Flüssigpartikel oder in verdampfter Form vorliegenden Brenn- oder Kraftstoff der chemischen Umsetzung durch Verbrennung zugeführt wird.

Eine bevorzugte Anwendung besteht in der Beaufschlagung des Brennraumes eines mit einem Dieselpartikelfilter ausgerüsteten Dieselmotors mit einem in einem Sublimator mit Ferrocendampf angereicherten Trägergasstrom.

EP 0 543 477 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Additivieren von Brenn- oder Kraftstoffen mit Ferrocen für die verbesserte Verbrennung derselben mit Luftsauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen.

Zur Reduzierung des Brenn- oder Kraftstoffverbrauches und zur Minderung von Emissionen bei der Verbrennung von Brenn- oder Kraftstoffen sowie zur Entfernung oder Herabsetzung der Kohlenstoffabscheidungen beim Betrieb von Kraftfahrzeugmotoren sind flüssige Kohlenwasserstoffmischungen, bestehend im wesentlichen aus Benzin und einer organometallischen Verbindung aus der Gruppe von [Bis(η -cyclopentadienyl)isen], nachfolgend als Ferrocen bezeichnet, und benzinlöslichen Derivaten des Ferrocens vorgeschlagen worden, vgl. DE - OS 25 02 307.

Ferner ist zwecks Verringerung des Kraftstoffverbrauches sowie der Abgasemissionen bei einem mit einem Abgaskatalysatorsystem zur Abgasnachverbrennung ausgerüsteten Ottomotor die Verwendung eines flüssigen Kraftstoffes mit einem Zusatz von 1 bis 100 Gew. - ppm Ferrocen vorgeschlagen worden, vgl. DE 38 01 947 A1.

Zwecks Vermeidung eines unzulässig hohen Abgasgegendrucks beim Betrieb eines mit einem Partikelfilter im Abgasstrom ausgerüsteten Dieselmotors ist ein mit einem katalytisch wirksamen Gehalt in einer Menge von 5 bis 20 000 ppm einer Eisenverbindung additiviertes Motorschmieröl zum Einsatz vorgeschlagen worden. Als Eisenverbindung wurde unter anderem Ferrocen in Betracht gezogen, vgl. DE 38 09 307 A1.

In einer älteren deutschen Patentanmeldung P 41 29 408 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur direkten Feststoffadditivierung von Flüssigkraftstoffen mit Ferrocen vorgeschlagen worden, bei denen Ferrocen mittels Vermahlung von Ferrocenpreßlingen kontrolliert dem Flüssigkraftstoff in dosierter Menge zugegeben wird.

Allen diesen Verfahren ist gemeinsam, daß hier eine Additivierung des flüssigen Kraftstoffes oder auch Brennstoffes, z. B. Heizöl, unter Ausnutzung der Löslichkeitseigenschaften des eingesetzten Additivs, hier Ferrocen oder Ferrocenderivate, erfolgt. Das gleiche gilt für die Additivierung des Motorschmieröls, die durch Direktauflösung oder auch vermittels der Herstellung konzentrierter Lösungen in mit dem Motorschmieröl verträglichen Lösungsmitteln und deren Zugabe zum Schmieröl erfolgen kann.

Die Herstellung entsprechender Lösungen oder Stammlösungen ist umständlich und aufwendig aufgrund der benötigten Dosier- und Mischeinrichtungen und der zugehörigen Arbeitsgänge. Außerdem sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um die Stabilität und die spezifizierten Eigenschaften der mit Ferrocen oder Ferrocenderivaten additivierten Kraft- oder Brennstoffe zu sichern. Diese Form der Eindosierung hat zudem den Nachteil, daß die Additivierung nur für einen bestimmten Betriebspunkt optimiert werden kann.

Hieraus leitet sich die Aufgabe ab, eine verbesserte Zudosierung des Additivs Ferrocen in den Brennraum eines Verbrennungsmotors oder einer Ölheizung ohne vorherige Zumischung als Feststoff oder als Stammlösung zum Brenn-, Kraft- oder Schmierstoff zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß dampfförmiges Ferrocen durch Sublimation in einen Strom des Verbrennungsgases bzw. einen Teilstrom desselben übergeführt und mit dem in feiner Verteilung als Fest- oder Flüssigpartikel oder in verdampfter Form vorliegenden Brenn- oder Kraftstoff der chemischen Umsetzung durch Verbrennung zugeführt wird. Die vorteilhafte Lösung der Aufgabe beruht also auf der Ausnutzung der Sublimationseigenschaften von Ferrocen.

Diese Maßnahme bietet den Vorteil, daß die Ferrocenmenge durch Regelmaßnahmen den optimal erforderlichen Mengen für die einzelnen unterschiedlichen Betriebszustände der Verbrennungskraftmaschine leicht angepaßt werden kann.

Die aus Ferrocenkristallen hergestellten Preßlinge oder Pellets haben Abmessungen von vorzugsweise 1 bis 10 mm und werden in einen Sublimator bei Werten des Druckes und der Temperatur im Bereich der Grenz- oder Koexistenzlinie zwischen fester und gasförmiger Phase mit einem Trägergasstrom des Verbrennungsgases oder von Teilen des Verbrennungsgases beaufschlagt. Der ferrocenhaltige Trägergasstrom wird von dort aus weiter in den Brennraum geleitet.

Bei Ferrocen handelt es sich um eine Substanz, die je nach Herstellungsweise in Form gelb-oranger Nadeln anfällt. Einige chemische und physikalische Daten sind nachfolgend zusammengestellt:

Formel	$\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$		
Molmasse	186,04	g/mol	
Dichte	1,49	g/cm ³	
Schmelzpunkt	173	°C	
Siedepunkt	249	°C	1,035 bar
Shrivelpunkt	183	°C	
Dampfdruck	0,066	mbar	40 °C
	3,4	mbar	100 °C
Schmelzwärme	17,8	kJ/g Mol	175 °C
Verdampfungswärme	47,2	kJ/g Mol	175 °C
Sublimationswärme	70,2	kJ/g Mol	25 °C
Zersetzungspunkt	465	°C	
Magnetische Suszeptibilität diamagnetisch			

In Römpps – Chemielexikon, 9. Auflage, Band 2, Seite 1330 wird unter dem Stichwort Ferrocen mitgeteilt, daß dieses oberhalb 100 °C sublimiert.

Es wurde aber überraschend festgestellt, daß auch bereits bei Temperaturen unter 100 °C in einem geeigneten Sublimator ausreichende Mengen Ferrocen in einen Trägergasstrom übergehen. Beim Einleiten des ferrocenhaltigen Trägergasstroms in den Brennraum zwecks bestimmungsgemäßer Verbrennung der Brenn – oder Kraftstoffe mit Luftsauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen zeigen sich Wirkungen, die besser oder gleich gut sind wie die Wirkungen bei der Additivierung des flüssigen Kraftstoffes selbst.

Mit Vorteil können Formteile aus technisch hergestelltem Ferrocen wie Pellets, Preßlinge oder Chips mit Abmessungen von 1 bis 10 mm in einem geeigneten Behälter des Sublimators vorgelegt werden. Die Ferrocenpreßlinge können aus lösungsmittelfeuchten aus einer Kristallisationslösung stammenden, bei – spielsweise ethanolfleuchten Ferrocenkristallen (Reinheit mindestens 98,5 G. – %) ohne Zusatz von Binde – mittel o. dgl., hergestellt werden.

Es kann aber auch technisch hergestelltes Ferrocen ohne vorherige Verdichtung zu Formteilen in entsprechend vorgesehenen und für den Ferrocendampf durchlässigen Einsätzen wie Filterpatronen oder dergleichen des Luftfilters für die Verbrennungsluft von Heizvorrichtungen oder Kraftfahrzeugmotoren vorgelegt werden.

Je nach gewünschter Konzentration des durch Sublimation in den Trägergasstrom übergeführten Ferrocens kann eine Vorwärmung oder Vorheizung der als Trägergasstrom fungierenden Verbrennungsluft auf eine Temperatur von 20 bis 175, vorzugsweise 50 bis 150 °C, vorgesehen werden.

Ohne Zusatzbeheizung können sich Betriebszustände des Sublimators, je nach dessen konstruktiver Einbindung in den Motorraum oder in einem Brenner einer Heizvorrichtung benachbarten Raum, von etwa minus 40 °C bei kalten Außentemperaturen und ungeschütztem Standort bis plus 150 °C bei entsprechender Erwärmung durch den Brenner – oder Motorbetrieb ergeben. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, eine Zusatzheizung für den Sublimator vorzusehen, was zu einer Vergleichmäßigung des Betriebsverhaltens auch bei Inbetriebnahmebeginn beiträgt.

Der in dem Sublimator durch den Druck des Trägergasstromes herrschende Druck liegt vorzugsweise zwischen 100 mbar bis 3 bar.

Die Druck – und Temperaturverhältnisse sowie die geometrischen Abmessungen des Sublimators und die Menge des Trägergases können so vorgegeben werden, daß sich eine verdampfte Ferrocenmenge von 0,1 bis 1 000, vorzugsweise 1 bis 100 mg pro kg Brenn – oder Kraftstoff einstellt.

Eine bevorzugte Betriebsweise besteht darin, daß der Trägergasstrom auf eine Temperatur von 20 bis 175, vorzugsweise 50 bis 150 °C, vorgeheizt wird.

Eine Anwendung des vorliegenden Verfahrens betrifft die Einleitung eines ferrocenhaltigen Trägergasstromes in den Brennraum eines Dieselmotors. Der Dieselmotor kann abgasseitig mit einem Partikelfilter zur Zurückhaltung von in dem Abgas enthaltenen kohlenstoffhaltigen Teilchen, vom Fachmann als Rußpartikel bezeichnet, die aus einer unvollkommenen Verbrennung des Dieselmotorkraftstoffes mit der Verbrennungsluft in dem Motor stammen, ausgerüstet sein.

Eine Anordnung, bei der der Trägergasstrom aus der Ansaugluftleitung gespeist und über den mit Preßlingen aus Ferrocen beschickten und in einem Kraftfahrzeugmotor integrierten Sublimator geleitet wird, ist in der Figur 1 dargestellt.

Bei dieser Anordnung ist der Sublimator aufstromseitig von dem Luftfilter für die von dem Dieselmotor angesaugte Verbrennungsluft angeordnet. Die Kurbelgehäuseentlüftung wird wie üblich abstromseitig von

dem Luftfilter mit der Leitung der Verbrennungsluft verbunden. Die Punkte 1 und 2 bezeichnen die Meßstelle für die Temperatur in dem Sublimator bzw. die Temperatur und den Druck aufstromseitig von dem Dieselpartikelfilter.

Eine andere Variante der Ferroceneinbringung ist in Figur 2 gezeigt.

Die Anordnungen von Figur 1 und 2 sind weiter ins Einzelne gehend so ausgestaltet, daß der Trärgasstrom von der in jedem Kraftfahrzeugmotor vorgesehenen Ansaugluftleitung bzw. von der Kurbelgehäuseentlüftung abgezweigt und von dort in den mit vorgelegten Ferrocenpellets beaufschlagten Sublimator so eingeleitet wird, daß ein bei den gewählten Druck- und Temperaturbedingungen möglichst vollständiger Übergang des Ferrocendampfes in den Trärgerdampfstrom bewirkt wird. Von dem Sublimator wird der ferrocenbeladene Trärgasstrom unter Vermeidung von Kondensation mit der notwendigen Menge Ansaugluft abstromseitig von einem Ansaugluftfilter vereinigt und dem Brennraum des Motors zugeführt. Das Abgas der Kraftstoffverbrennung wird abstromseitig vom Motor über den Partikelfilter und einen Schalldämpfer in die Atmosphäre entlassen.

Die Punkte 1 und 2 bezeichnen jeweils Meßstellen für die Temperatur in dem Sublimator bzw. für die Temperatur und den Druck vor Eintritt der Verbrennungsabgase in den Partikelfilter.

Die mit einer derartigen Anordnung, nämlich einem mit Ferrocen-Pellets befüllten Sublimator in der Kurbelgehäuse-Entlüftung erzielten Ergebnisse bezüglich des Abbrandverhaltens des Dieselpartikelfilters sind in einem über 20 Stunden durchgeführten Langzeitversuch in der Grafik gemäß Figur 3 dargestellt.

Bei diesen Versuchen wurde ein Dieselmotorkraftstoff (clear) entsprechend der DIN-Spezifikation (Sommerqualität) mit folgenden Kenndaten:

	Schwefel	G.-%	0,19
	Dichte 15 °C	kg/m ³	839,9
25	Flammpunkt	°C	65
	Cloud point	°C	2
	CFPP	°C	-5
30	Cetanzahl		52,2
	Siedelage		
	Siedebeginn	°C	163
35	5 %	°C	189
	10 %	°C	204
	20 %	°C	225
	30 %	°C	245
	40 %	°C	262
40	50 %	°C	278
	60 %	°C	293
	70 %	°C	310
	80 %	°C	328
	90 %	°C	353
45	95 %	°C	370
	Siedeende	°C	380
	Ausbeute	Vol.-%	99
	Beg.-250 °C	Vol.-%	33
50	Beg.-350 °C	Vol.-%	89

eingesetzt und der Versuchsmotor mit über die Kurbelgehäuseentlüftung additiver Verbrennungsluft betrieben. Das eingesetzte Schmieröl gehörte der Klasse SAE 15 W 40 an.

Bei dem Versuchsmotor handelte es sich um ein Modell des Fabrikates Opel 2,3 l Pkw-Diesel, freisaugend mit Wirbelkammer-Brennverfahren und einer Nennleistung von 54 kW.

Der Motor wurde bei 2 000 U/min und einer Belastung von 28 Nm Drehmoment (Teillast) betrieben. Die Temperatur in dem Sublimator betrug ca. 40 °C. In dem Diagramm der Figur 3 bezeichnet die gepunktete Kurve die gemessenen Werte der Temperatur an der Meßstelle 2 vor dem Dieselpartikelfilter.

Die durchgezogene sägezahnartige Kurve gibt den Verlauf des Druckes aufstromseitig von dem Dieselpartikelfilter wieder.

Hierbei erfolgte zunächst ein Druckaufbau von etwa 80 auf 350 mbar aufgrund der Ablagerung kohlenstoffhaltiger Partikel in dem Verbrennungsabgas auf dem Filter bis zu einer Betriebszeit von etwa 7 Stunden. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte eine Regeneration des Dieselpartikelfilters durch Abbrand der im Filter gesammelten Rußpartikel, dadurch reduziert sich der Druck auf etwa 50 mbar. Anschließend baute sich entsprechend der durch die Rußemission des Dieselmotors verursachten Beladung des Filters erneut ein Abgasgegendruck auf, dem nach Erreichen von Werten von etwa 200 bis max. 350 mbar jeweils nach einer Zykluszeit von etwa 2 bis 3 Stunden ein spontaner Abbrand folgte, so daß sich insgesamt über die Laufzeit ein akzeptables Motorbetriebsverhalten ergab.

Zum Vergleich ist in Figur 4 ein Langzeitversuch über das Dieselpartikelfilterabbrandverhalten bei vergleichbaren Bedingungen wie sie dem Diagramm von Figur 3 zugrunde lagen gezeigt, mit dem einzigen Unterschied, daß eine Additivierung der Verbrennungsluft mittels eines Trägergasstromes aus der Kurbelgehäuseentlüftung nicht vorgesehen war. Die Anordnung enthielt ebenfalls den Sublimator wie in Figur 2 dargestellt, der Sublimator war aber nicht mit Ferrocen-Pellets beschickt. Hierbei stellt die gepunktete Kurve eine Auftragung der Temperatur an Meßstelle 2 gemäß Figur 2 vor dem Dieselpartikelfilter dar. Es ist zu sehen, daß hier ein langsamer aber stetiger Anstieg von etwa 190 auf etwa 280 °C zu beobachten war. Die durchgezogene Linie zeigt einen fast linearen Anstieg des Abgasgegendruckes vor dem Dieselpartikelfilter gemessen an Meßstelle 2 gemäß Figur 2. Nach einer Versuchszeit von etwa 18 Stunden hatte der Abgasgegendruck einen Wert von 800 mbar erreicht, ein Wert, der in keiner Weise mehr einen akzeptablen Motorbetrieb ermöglicht. Der Versuch wurde abgebrochen. Obwohl die Temperatur an Meßstelle 2 gemäß Figur 2 zu dem genannten Zeitpunkt des Abbruches des Versuches einen Wert von etwa 280 °C erreicht hatte, war kein Abbrand des Dieselpartikelfilters erfolgt, wohingegen gemäß den Ergebnissen nach Figur 3 bei der erfindungsgemäßen Ferrocenadditivierung ein Abbrand bereits bei Temperaturwerten, gemessen an der gleichen Meßstelle von etwa 220 °C erfolgte.

Durch das vorgeschlagene Verfahren wird die gestellte Aufgabe in vorteilhafter Weise gelöst, da bei einer fachmännischer Auswahl vorbehaltenen Spezifizierung der Betriebsdaten des Sublimators, der Gebrauchsform der Ferrocensubstanz als Pellets, sonstige Formteile wie z. B. Preßlinge oder in Form eines kristallinen Pulvers eine effektive Additivierung bei der Verbrennung von flüssigen Heiz- oder Kraftstoffen mit Ferrocen gewährleistet ist.

Die Einbringung des mit Ferrocen additvierten Trägergasstromes in den Verbrennungsraum verbessert bei Otto- oder Wankelmotoren mit und ohne nachgeschalteten Katalysator zur Abgasnachverbrennung erheblich das Verbrennungsverhalten im Motor, der mit marktüblichen Kraftstoffen betrieben wird. Insbesondere wird das Auftreten von Klopfvorgängen im Motor stark unterdrückt. Durch Änderung des Zündzeitpunktes kann damit die Leistungsabgabe des Motors erhöht werden. Bei Betrieb mit gleicher Leistung verringert sich durch den Einfluß des Wirkstoffes der Kraftstoffverbrauch.

Die Unterdrückung von Klopfvorgängen durch die erfindungsgemäße Einbringung des Ferrocenwirkstoffes ist weitaus stärker als wenn der Wirkstoff in dem Kraftstoff in gelöster Form enthalten ist. Hierzu wird auf die Angaben mit zugehörigen Vergleichsversuchsangaben in Figur 5 verwiesen.

Die erfindungsgemäße Einbringung von Ferrocen in den motorischen Prozeß erhöht die Brennraumsauberkeit durch Reduzierung vorhandener Rückstände und verhindert den Aufbau neuer Beläge an Kolben, Kolbenringen, im Zylinder und am Zylinderkopf. Bei Otto-Motoren ohne nachgeschalteten Katalysator zur Abgasnachverbrennung bzw. Schadstoffverminderung, die noch mit verschleißgefährdeten Auslaßventilen ausgerüstet sind, wirkt die Ferrocenzugabe als verschleißmindernde Komponente an den Auslaßventilsitzen.

Bei Dieselmotoren bewirkt die Einbringung von Ferrocen als Additiv bei der Kraftstoffverbrennung im Brennraum eine Verringerung der Partikelemission und des Anteils polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, die an den kohlenstoffhaltigen Partikeln angelagert sind.

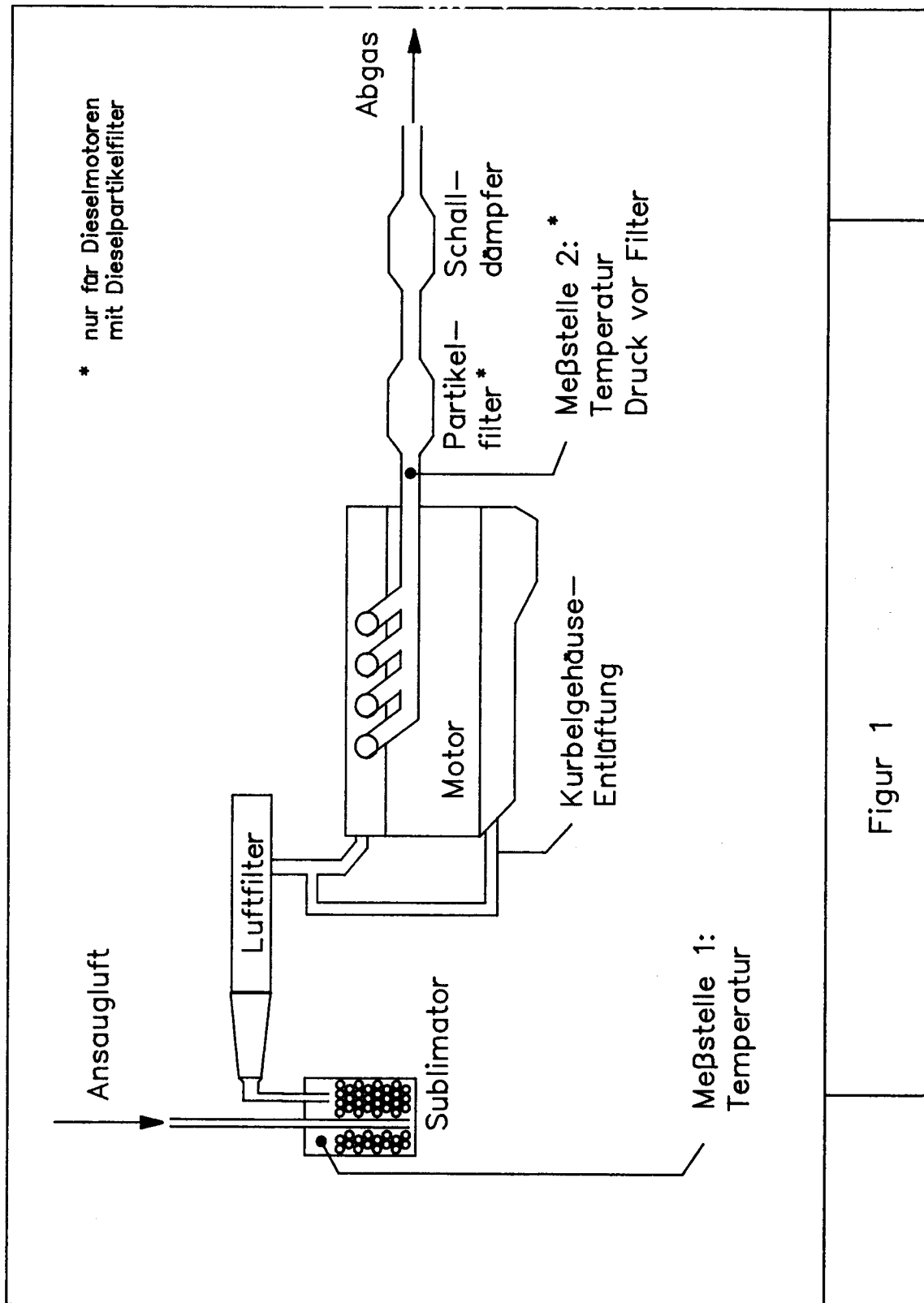
Durch die erfindungsgemäße Ferrocenzugabe wird die Regenerationsfähigkeit eines einem Dieselmotor nachgeschalteten Dieselpartikelfilters ohne Zusatzvorrichtungen zur Temperaturerhöhung bzw. zur Einleitung von Vorgängen zu einem periodischen Abbrand der auf dem Filter sich ansammelnden kohlenstoffhaltigen Teilchen (Dieselruß) zwecks Aufrechterhaltung niedriger akzeptabler Werte für den Druckabfall abstromseitig von dem Filter verbessert bzw. erst ermöglicht.

55 Patentansprüche

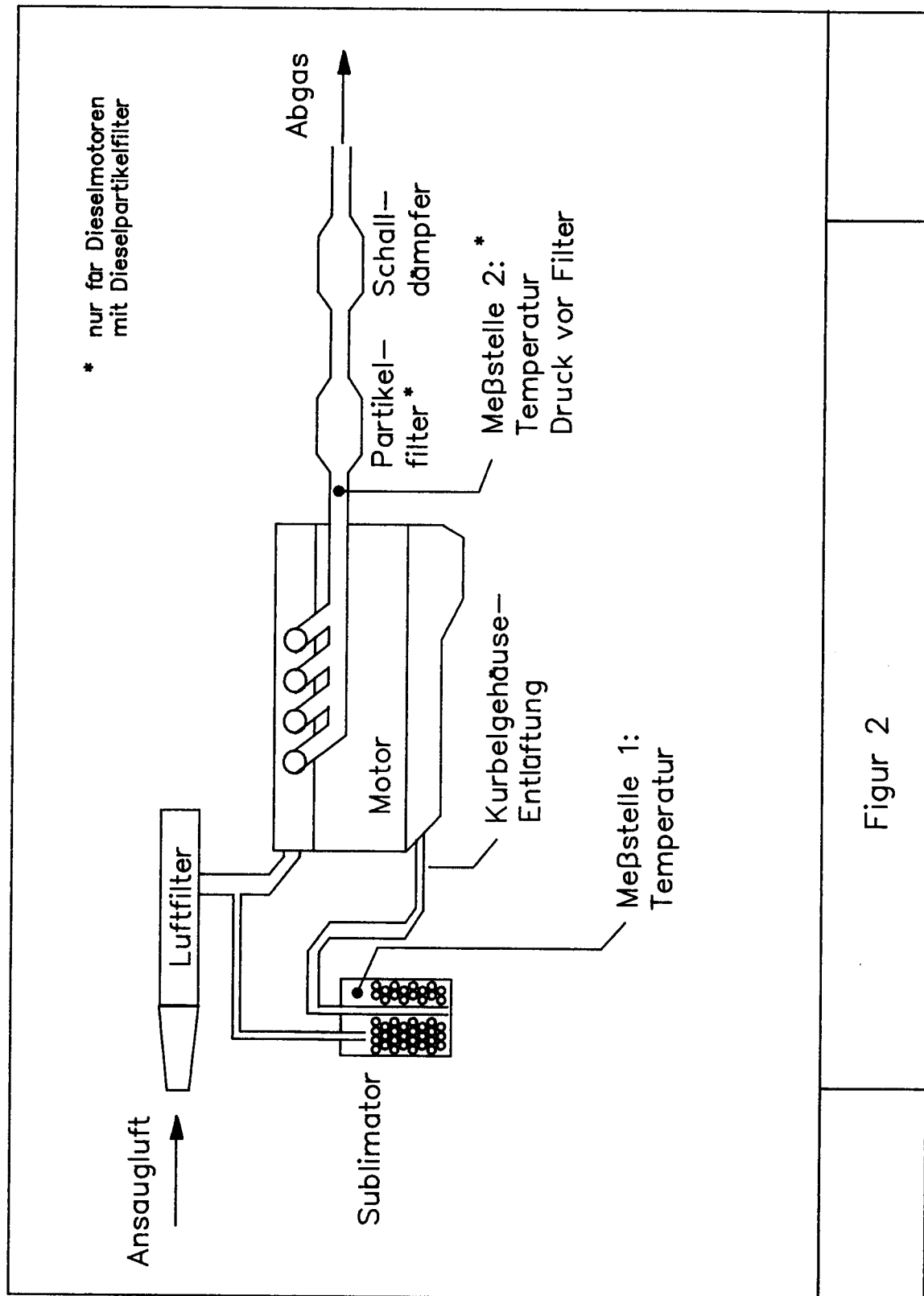
1. Verfahren zum Additivieren von Brenn- oder Kraftstoffen mit Ferrocen für die verbesserte Verbrennung mit Luftsauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen, dadurch gekennzeichnet, daß dampfförmiges

Ferrocen durch Sublimation in einen Strom des Verbrennungsgases bzw. einen Teilstrom desselben übergeführt und mit dem in feiner Verteilung als Fest- oder Flüssigpartikel oder in verdampfter Form vorliegenden Brenn- oder Kraftstoff der chemischen Umsetzung durch Verbrennung zugeführt wird.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus Ferrocenkristallen hergestellte Preßlinge oder Pellets in einem Sublimator bei Werten des Druckes und der Temperatur im Bereich der Grenz- oder Koexistenzlinie zwischen fester und gasförmiger Phase mit einem Trägergasstrom des Verbrennungsgases oder von Teilen des Verbrennungsgases beaufschlagt werden und daß der ferrocendampfhaltige Trägergasstrom in den Brennraum geleitet wird.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der ferrocendampfhaltige Trägergasstrom in den Brennraum eines Dieselmotors eingeleitet wird.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der ferrocendampfhaltige Trägergasstrom in den Brennraum eines mit einem Dieselpartikelfilter ausgerüsteten Dieselmotors geleitet wird.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der ferrocendampfhaltige Trägergasstrom in den Brennraum eines Wankel- / Ottomotors geleitet wird.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der mit dem ferrocendampfhaltige Trägergasstrom in den Brennraum eines Wankel- / Ottomotors mit nachgeschaltetem geregelten Drei-Wege-Katalysator zur Abgasnachverbrennung geleitet wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägergasstrom von der Kurbelgehäuse-Entlüftungsleitung gespeist und über den mit Preßlingen aus Ferrocen beschickten und in einem Kraftfahrzeugmotor integrierten Sublimator geleitet wird.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägergasstrom ganz oder teilweise aus der Ansaugluftleitung gespeist und über den mit Preßlingen aus Ferrocen beschickten und in einem Kraftfahrzeugmotor integrierten Sublimator geleitet wird.
- 40 9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrocenpreßlinge aus lösungsmittel-feuchten aus einer Kristallisationslösung stammenden Ferrocenkristallen mit einer Reinheit von mindestens 98,5 Gew.-% ohne Zusatz von Bindemittel o. dgl. hergestellt sind.
- 45 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferrocenpreßlinge aus ethanolfeuchten Ferrocenkristallen hergestellt sind.
- 50 11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sublimator bei einer Temperatur von minus 40 bis plus 150 °C, einem Druck von 100 mbar bis 3 bar und einer verdampften Ferrocenmenge von 0,1 bis 1 000, vorzugsweise 1 bis 100 mg pro kg Brenn- oder Kraftstoff betrieben wird.
- 55 12. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägergasstrom vorgewärmt oder vorgeheizt wird auf eine Temperatur von 20 bis 175, vorzugsweise 50 bis 150 °C.



Figur 1



Figur 2

Figur 3

DPF-Abbrandverhalten im Langzeitversuch

Kraftstoff:

Dieselkraftstoff nach DIN 51601

Schmieröl:

handelsüblich (SAE 15 W 40)

Motor:

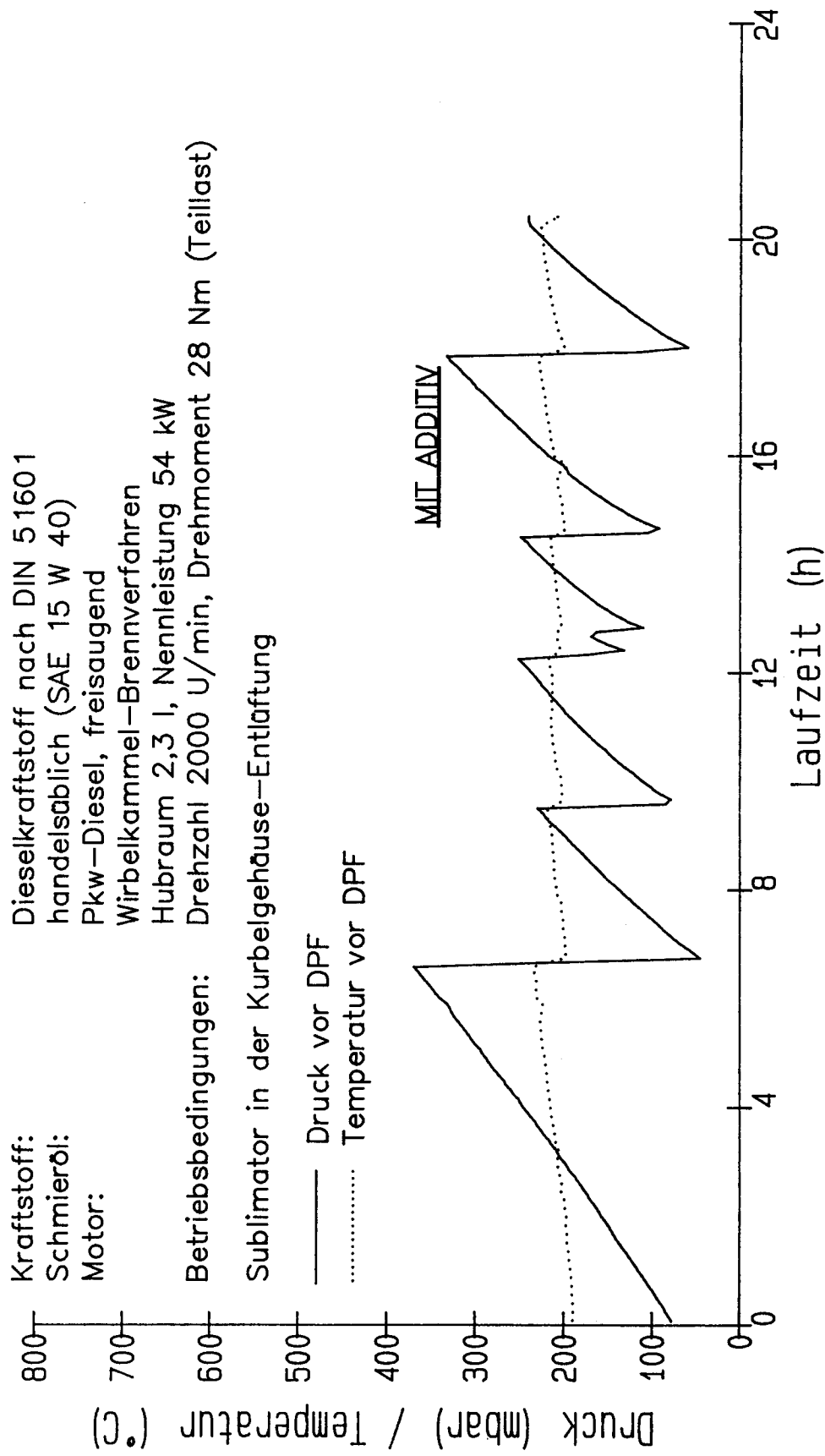
Pkw-Diesel, freisaugend

Wirbelkammer-Brennverfahren

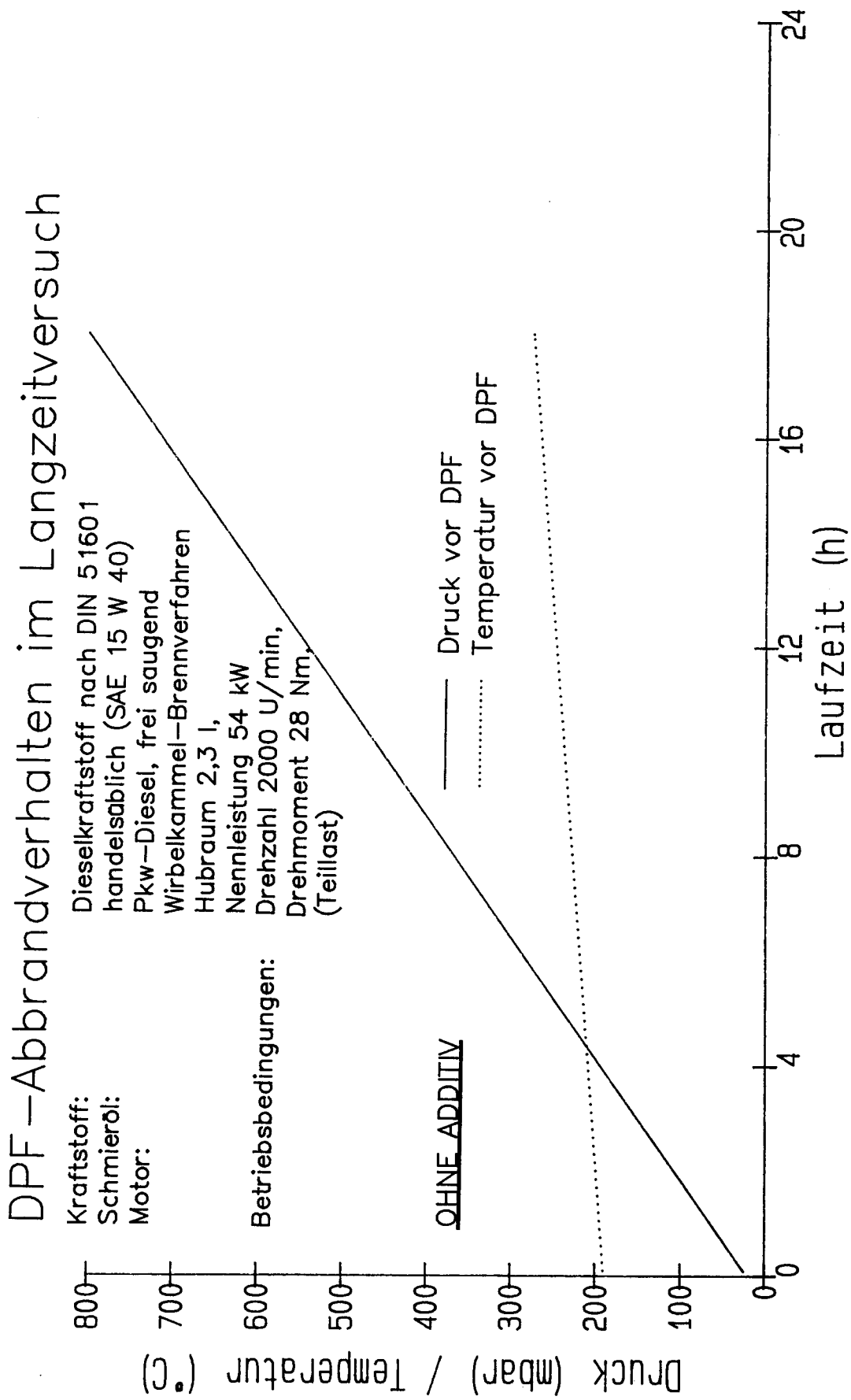
Hubraum 2,3 l, Nennleistung 54 kW

Betriebsbedingungen: Drehzahl 2000 U/min, Drehmoment 28 Nm (Teillast)

Sublimator in der Kurbelgehäuse-Entlüftung



Figur 4



Oktanzahlsteigerung am CFR-Motor

Figur 5

Additivierung: 110 ppm Ferrocen
(bezogen auf Kraftstoffverbrauch)

