



(11) **EP 2 169 035 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2010 Patentblatt 2010/13

(51) Int Cl.:
C10L 3/06^(2006.01) C10L 3/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09171002.0**

(22) Anmeldetag: **22.09.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **22.09.2008 DE 102008048819**

(71) Anmelder: **BEGA.tec GmbH**
10829 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **Goschin, Michael**
14163, Berlin (DE)
• **Ryll, Thomas**
12527, Berlin (DE)
• **Rademann, Klaus**
12355, Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider**
Patentanwälte - Rechtsanwälte
Wallstraße 58/59
10179 Berlin (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Einstellung des Brennwertes in methanhaltigen Brenngasen**

(57) Um ein Verfahren zu schaffen, mit dem einfach und kostengünstig der Brennwert in methanhaltigen Brenngasen eingestellt werden kann, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird ein Verfahren zur Einstellung des Brennwertes in methanhaltigen Brenngasen vorgeschlagen, bei dem das Brenngas kon-

tinuierlich durch einen Reaktor geleitet wird, wobei es durch Energieeintrag zur Ausbildung eines Plasmas angeregt wird, wodurch ein seinem Brennwert verändertes Brenngas/Produktgas aus dem Reaktor austritt.

EP 2 169 035 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung des Brennwertes in methanhaltigen Brenngasen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Methanhaltige Brenngase wie beispielsweise Biogas, Faulgase, Grubengase, thermisch erzeugte Brenngase und durch Entgasung erzeugte Brenngase können häufig nur durch geeignete Maßnahmen in das öffentliche Gasnetz eingespeist werden. Der Grund für die Limitierung der Einspeisung in das öffentliche Gasnetz ist durch das deutsche Eichgesetz begründet, da dieses innerhalb eines Abrechnungszeitraumes bei Einspeisung von Gas aus verschiedenen Quellen oder Richtungen nur eine Abweichung von 2% vom Abrechnungsmittelwert erlaubt. In Deutschland werden z.Zt. zwei grundsätzlich verschiedene Erdgase in öffentlichen Gasnetzen verteilt. Erstens das Erdgas H mit einem Brennwert zwischen 9,5 - 13,1 kWh/m³ und zweitens das Erdgas L mit einem Brennwert zwischen 8,4 - 9,5 kWh/m³. Biogas hat nach einer Aufbereitung des Rohbiogases einen Brennwert von 10,4 - 10,8 kWh/m³. Üblicherweise wird damit die Grenze von 2% gegenüber dem Abrechnungszeitraum bei einem Regelbrennwert von 11,1 - 11,5 kWh/m³ überschritten.

[0003] Zur Erreichung eines Brennwertes für das ins öffentliche Gasnetz einzuspeisende Biogas, das dem Erdgasbrennwert auf 2% angeglichen ist, werden technisch aufwendige und kostenintensive Maßnahmen ergriffen.

[0004] Zur Anhebung des Brennwertes wird heute Flüssiggas (LPG) aus einem Propan/Butangemisch zugeführt. Dieses Gemisch entstammt fossilen Quellen und ist ebenso endlich wie Erdgas und unterliegt veränderlichen Marktpreisen. Zur Senkung des Brennwertes wird dem Gas (Biogas oder Erdgas H) über aufwendige Filter- und Trocknungsanlagen Luft beigemischt.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem einfach und kostengünstig der Brennwert in methanhaltigen Brenngasen eingestellt werden kann, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung des Brennwertes in methanhaltigen Brenngasen wird das Brenngas durch Energieeintrag zur Ausbildung eines Plasmas angeregt wird, wodurch das Brenngas oder Produktgas dann einen veränderten Brennwert aufweist. Das Plasma wird vorzugsweise in einem Reaktor erzeugt, durch den das Brenngas kontinuierlich geleitet wird.

[0009] Der Energieeintrag erfolgt vorzugsweise diskontinuierlich, so dass im Reaktor Kurzzeitplasmen erzeugt werden. Dabei werden die Plasmen durch elektrische

[0010] Funken, Lichtbögen, sonstige elektrische Hochspannungsentladungen; Laser, Mikrowellen oder dergleichen erzeugt. Die dabei verwendeten Elektroden bestehen vorzugsweise aus Metall oder Kohlenstoff, wobei Platin oder Edelstahl bevorzugt werden. Platin wird am meisten bevorzugt.

[0011] Es entstehen eine Vielzahl an gesättigten und ungesättigten, organischen Verbindungen sowie molekularer Wasserstoff. Durch die Veränderung der Zusammensetzung des Brenngases wird der Brennwert des Brenngases verändert, wobei die Bildung derart gesteuert werden kann, dass ein vorgegebener Brennwert erzielbar ist, der durch geeignete Maßnahme, die nachstehend beschrieben werden, auf einen definierten Wert eingestellt werden kann.

[0012] Dabei wird aus dem organischen Grundbaustein Methan Acetylen/Ethin als Hauptprodukt gebildet. Andere Produkte sind Ethen, Ethan, Propen, Propan, verschiedene Kohlenwasserstoffe mit einem Kohlenstoffgerüst aus vier Kohlenstoffatomen und Wasserstoff. Es werden auch Verbindungen mit bis zu sechs Kohlenstoffatomen im Produktgas erhalten. Zudem wird Ruß bzw. Kohle in guten Ausbeuten erhalten.

[0013] Mit dem gebildeten Wasserstoff können auch die ungesättigten Verbindungen katalytisch hydriert werden und lediglich der verbleibende Anteil Wasserstoff abgetrennt werden. Als Hydrierungskatalysator werden bekannte Katalysatoren wie Metallasbest, Metalle und Metalloxide verwendet. Weitere geeignete Katalysatoren sind dem Fachmann bekannt.

[0014] Der nach der Hydrierung verbleibende Wasserstoff kann abgetrennt werden. Dieser kann auch abgetrennt werden, wenn keine Hydrierung erfolgen soll, Durch Abtrennung des Wasserstoffs wird naturgemäß auch der Brennwert des Brenngases beeinflusst.

[0015] Die Abtrennung erfolgt mittels bekannter Verfahren. Dies sind beispielsweise die Diffusion durch Ton- oder Keramikbauteile oder wasserstoffpermeable Membranen aus Palladium-Legierungen. Weitere geeignete Verfahren sind dem Fachmann bekannt.

[0016] Das gesamte Verfahren kann in allen Schritte vorteilhafterweise kontinuierlich ausgeführt werden.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist im wesentlichen einen Reaktor, vorzugsweise einen Rohrreaktor zur kontinuierlichen Durchleitung des methanhaltigen Brenngases auf. Der Rohrreaktor ist mit einer Einrichtung zum Energieeintrag in das Brenngas zur Bildung eines Plasmas versehen. Diese Einrichtung erzeugt vorzugsweise gepulste Kurzzeitplasmen.

[0018] Nach einer Ausführungsform der Vorrichtung weist diese nach dem Reaktor eine Einrichtung zur Abtrennung

des Wasserstoffes auf, wie voranstehend beim Verfahren beschrieben.

[0019] Nach einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung besitzt diese zwischen Reaktor und der Einrichtung zur Abtrennung des Wasserstoffs eine Einrichtung zur katalytischen Hydrierung der ungesättigten Verbindungen im Brenngas, das nach der Plasmabehandlung aus dem Reaktor strömt. Geeignete Katalysatoren sind voranstehend beschrieben.

[0020] Weitere Einrichtungen zur Verfahrensparameter, die nachstehend aufgeführt werden, weist die Vorrichtung nach Bedarf auf, insbesondere sind dies Einrichtungen zur Regelung der Strömungsgeschwindigkeit des Brenngases im Reaktor und dem Gasdruck.

[0021] Nachstehende Ausführungen betreffen sowohl das erfindungsgemäße Verfahren als auch die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0022] Die Ausbeute der verschiedenen Produkte hängt von der elektrischen Leistung, der Elektrodengeometrie der Einrichtung zum Energieeintrag, deren Polarität, der Strömungsgeschwindigkeit des Brenngases im Reaktor, dem Gasdruck sowie dem Elektrodenmaterial ab.

[0023] Die Selektivität wird erfindungsgemäß durch Variation dieser Parameter gesteuert, so dass eine Erhöhung des Brennwertes eines methanhaltigen Brenngases durch Bildung energetisch höherwertiger Kohlenwasserstoffe oder eine Reduzierung des Brennwertes durch Bildung von Ruß, der aus dem Gastrom entfernt wird, erfolgt. Auch mittels Hydrierung und/oder Abtrennung des Wasserstoffs wird der Brennwert beeinflusst.

[0024] Die wichtigsten und am leichtesten zu variierenden Parameter bei der Steuerung des Verfahrens sind die Leistung des Plasmas sowie die Fließgeschwindigkeit des methanhaltigen Brenngases.

[0025] Die Hauptprodukte können nach der Anzahl ihrer Kohlenstoffatome eingeteilt werden. Somit werden im Folgenden die C2-Gruppe (zwei C-Atome), die C3-Gruppe (drei C-Atome) und die C4-Gruppe (vier C-Atome) im Einzelnen betrachtet.

[0026] Wie ausgeführt, steigt die Konzentration der Produkte mit der Steigerung der Leistung des Plasmas. Die Chromatogramme gemäß Fig. 1 und Fig. 2 vergleichen jeweils die erhaltenen Produkte bei den unterschiedlichen Plasmaleistungen. Dargestellt sind die C2- in Fig. 1 und C3- in Fig. 2.

[0027] Tabelle 1 stellt die prozentualen Ausbeuten der Kohlenstoffverbindungen und des erzeugten Brennwertes in Abhängigkeit von Spannung und Stromstärke des Reaktors dar.

[0028]

Tab.1 Abhängigkeit der Reaktionsprodukte von der Reaktionsspannung

Durchfluß (l/h)	30	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe
	Einheit					
Spannung	kV	4,7	6,0	9,0	12,0	15,0
Strom	mA	2,4	4,1	7,4	10,6	14,0
Wasserstoff	%	1,51	2,60	3,81	5,10	4,77
Methan	%	96,81	94,51	90,90	82,52	77,70
Ethan	%	0,55	0,48	0,97	1,57	1,39
Ethen	%	0,17	0,37	0,66	1,57	1,90
Acetylen	%	0,85	1,73	3,24	7,43	11,34
Propan	%	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04
Propen	%	0,00	0,00	0,04	0,11	0,14
1,2-	%	0,00	0,04	0,05	0,17	0,26
Propin	%	0,04	0,10	0,14	0,47	0,77
1,3-Butadien	%	0,00	0,00	0,00	0,07	0,11
1,3-Butadiin	%	0,07	0,14	0,13	0,63	1,11
1-Butin	%	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05
n-Pentan	%	0,00	0,04	0,05	0,22	0,36
		0,00	0,00	0,00	0,06	0,07
Brennwert	kWh/m ³	11,11	11,15	11,27	11,92	12,51

[0029] Fig. 1 zeigt übereinander gelegte Chromatogramme und stellt die Zunahme der Peakhöhe (Fläche) für Ethan, Ethen und Acetylen. Die entsprechenden Angaben bezüglich der Konzentration sind Tabelle 1 zu entnehmen. Probe 1 entspricht der niedrigsten Plasmaleistung (4,7 kV) und Probe 5 der höchsten Plasmaleistung (15 kV). Hierbei ist besonders der enorme Zuwachs des Acetylens hervorzuheben. Mit einer Spannung von ca. 15 kV erreicht Acetylen einen Anteil an Peakfläche von über zehn Prozent und ist damit das Hauptprodukt. Die Summe der C2-Verbindungen liegt bei ca. 15 kV Spannung mit über 15 Prozent höher als bei sämtlichen anderen Verbindungen.

[0030] Fig. 2 zeigt Propen und Propadien in Abhängigkeit von steigender Plasmaleistung. Es ist ebenfalls eine deutliche Zunahme der Peakhöhe mit zunehmender Spannung zu verzeichnen. Die anteilige Peakfläche von Propen und Propadien liegt bei ca. 15 kV ungefähr zehnmal kleiner als die Summe der Peakflächen der C2-Gruppe. Propan ist erst bei Spannungen über 9 kV detektierbar.

[0031] Einen Zuwachs der Produktkonzentration um den Faktor "2" lässt sich auch in Fig. 3 beobachten, wo der Einfluss des Wechsels der Polarität untersucht wird. Das heißt, dass die C3-Gruppe beim Wechsel der Spannung von negativ zu positiv mit deutlichen höheren Ausbeuten erhalten werden kann.

[0032] Die Abhängigkeit der Methankonvertierung von der Spannung der Hochspannungsquelle, der Polarität sowie von der Gasfließgeschwindigkeit ist deutlich gegeben.

[0033] Die Korrelation von Gasfluss, Spannung und der Konzentration von Edukt und Produkten ist in den Fig. 4 - 6 wiedergegeben. Dargestellt ist der Verlauf der Methankonzentration (Fig. 4), der Acetylenkonzentration (Fig. 5) der Wasserstoffkonzentration (Fig. 6).

[0034] Da Methan im Plasma umgesetzt wird, nimmt seine Konzentration mit steigender Plasmaleistung ab. Betrachtet man den Verlauf in seiner Gesamtheit, sieht man den größten Umsatz bei sehr hohen Spannungen und niedrigen Gasflüssen.

[0035] Die Bildung von höheren Kohlenwasserstoffen hängt neben der Plasmaleistung ebenfalls stark von der Gasfließgeschwindigkeit ab. Grundsätzlich steigen die Umsätze mit ansteigender Plasmaleistung. In dem betrachteten Versuchsintervall sind die höchsten Umsätze bei hohen Flüssen zu erhalten.

[0036] Tabelle 2 zeigt, dass höhere Konzentrationen höherer Kohlenwasserstoffe bei 60 l/h als bei 30 l/h erhalten werden.

[0037] Die Konzentration des Wasserstoffs in der Produktgasmischung korreliert mit niedrigen Gasflüssen und hohen Spannungen. Bei niedrigen Gasflüssen entsteht Kohlenstoff, der als Verrußung erkennbar ist. Die Wasserstoffausbeute steigt dann, die Konzentration höherer Kohlenwasserstoffe sinkt, da Kohlenstoff entsteht.

Tab.2: Abhängigkeit der Konzentration im Abhängigkeit von der Flussrate

Durchfluß (lfh)			60	30
	Einheit			
Spannung	kV		9,1	9,0
Strom	mA		7,2	7,4
Wasserstoff		3,542	2,43	3,81
Methan	%	11,064	89,56	90,90
Ethan	%	19,537	1,11	0,97
Ethen	%	19,537	0,96	0,66
Acetylen	%	19,537	5,04	3,24
Propan	%	25	0,00	0,00
Propen	%	25	0,07	0,04
1,2-Propandien	%	25	0,10	0,05
Propin	%	25	0,00	0,14
1,3-Butadien	%	35	0,26	0,00
1,3-Butadiin	%	35	0,03	0,13
1-Butin	%	35	0,33	0,00
n-Pentan	%	40	0,00	0,05
			0,11	0,00

EP 2 169 035 A1

(fortgesetzt)

Durchfluß (lfh)			60	30
	Einheit			
Brennwert	KWh/m ³		11,65	11,27

[0038] Fig. 5 zeigt, dass Acetylenkonzentrationen von über einem Prozent bei 30 l/h und ca. 15 kV erhalten werden.

[0039] Die Konzentration des Wasserstoffs in der Produktgasmischung korreliert mit niedrigen Gasflüssen und hohen Spannungen. Fig. 6 zeigt, dass mehr als 5 Vol% Wasserstoff bei Umsetzungsbedingungen von 30 l/h und 15 kV im Produktgas messbar waren.

[0040] Ebenso ist eine Abhängigkeit vom Material der verwendeten Elektroden und ihrer Geometrie im Reaktionsraum gegeben, wobei insbesondere die selektive Steigerung der Ausbeute von Ethan, Ethen und Acetylen besonders zu bemerken ist.

[0041] Die voran gegangenen Ausführungen betreffen die Verwendung von Edelstahlelektroden.

[0042] In Tabelle 3 werden die Ergebnisse der Methankonvertierung bei 60 l/h mit einer Platin- und einer Edelstahlelektrode gezeigt

[0043] Gezeigt werden die Volumenprozent. Wiederholt wurden die Versuche mit positiver und negativer Hochspannung durchgeführt. Dargestellt sind lediglich die Ergebnisse der positiven Spannung. Der Trend ist bei negativer Spannung identisch

[0044] Es ist ersichtlich, dass eine höhere Ausbeute bei Verwendung der Platinelektrode gegeben ist. Insbesondere bei sehr hohen Spannungen (15 kV) kann ein Zuwachs von Acetylen von bis zu 37 % beobachtet werden. Beim Ethan beobachtet man eine Steigerung der Ausbeute um 85 % und bei Ethen noch eine Ausbeutesteigerung von 63 %. Mit zunehmender Kohlenstoffzahl und Anzahl der Mehrfachbindungen sinkt die Ausbeutesteigerung.

[0045]

Tabelle 3 Abhängigkeit der Ausbeute der Reaktionsprodukte vom Elektrodenmaterial

Elektrodenmaterial	Platin	Edelstahl	Platin	Edelstahl	Platin	Edelstahl	Platin	Edelstahl
Spannung	6	6,93	9,1	9,08	12,1	12	15,1	15,05
Strom	2,95	3,6	6,4	7,24	9,7	10,4	13,2	E 3,7
Wasserstoff	1,15	1,29	2,24	2,43	3,23	3,45	4,34	4,12
Methan	93,55	95,31	86,04	89,56	80,51	82,26	71,52	78,78
Ethan	1,13	0,68	1,76	1,11	2,33	1,56	3,11	1,68
Ethen	0,62	0,38	1,44	0,96	2,15	1,67	3,24	1,97
Acetylen	3,00	2,04	6,98	5,04	9,68	8,62	14,23	10,35
Propan	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,05	0,09	0,05
Propen	0,04	0,00	0,10	0,07	0,15	0,14	0,22	0,16
1,2-Propandien	0,06	0,04	0,15	0,10	0,21	0,22	0,35	0,29
Propin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,3-Butadien	0,16	0,09	0,40	0,26	0,57	0,58	0,96	0,76
1,3-Butadiin	0,00	0,00	0,06	0,03	0,07	0,09	0,13	0,12
1-Butin	0,23	0,13	0,61	0,33	0,76	1,00	1,33	1,25
n-Pentan	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,07	0,07
	0,06	0,04	0,17	0,11	0,23	0,31	0,41	0,40
Brennwert	11,48	11,28	12,04	11,65	12,40	12,25	13,12	12,49

[0046] Fig. 7 zeigt einen schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese Vorrichtung weist einen Brenngasquelle 11 mit einem Absperrventil 12 auf, von dieser wird das Brenngas über eine Gasleitung zum

EP 2 169 035 A1

Strömungsreaktor 13 geleitet, in dem eine Einrichtung zum Energieeintrag 14 angeordnet. Anschließend wird das im Brennwert veränderte Brenngas/Produktgas erst zu einer Einrichtung zur Hydrierung 15 und anschließend zu einer Einrichtung zur Abtrennung von Wasserstoff 16 geleitet. Zudem ist als letzte Einrichtung ein Gaschromatograph 17 vorgesehen, mit dem die Zusammensetzung des Produktgases analysiert werden kann.

[0047] Die Gasanalyse nach Durchführung des Verfahrens mit dem nachstehend beschriebenen Prototypen der Vorrichtung zeigt neben der Hauptkomponente Methan, ausschließlich gesättigte höhere Kohlenwasserstoffe und keinerlei Wasserstoff. Damit ist die teilweise Umsetzung von Methan in höhere Kohlenwasserstoffe und die vollständige Hydrierung der ungesättigten Kohlenwasserstoffe wie Acetylen sowie die vollständige Abtrennung von Wasserstoff gelungen. Die Erhöhung des Brennwertes erfolgte über 11%. Die Steuerung der Zündenergie des Plasmas erlaubt eine Einstellung des Brennwertes. Das heißt, dass nahezu jeder Brennwert der größer als 11,064 kWh/m³ ist, durch Variation der Verfahrensparameter einstellbar ist.

Tabelle 4 Ergebnisse der Gasanalyse bezogen auf Methan

Gaszusammensetzung	vor dem Reaktor	nach dem Reaktor
Komponenten	%	%
Methan	100	98,765
Ethan		1,024
Propan		0,128
Butan		0,069
Pentan		0,004
Neopentan		0,005
Hexan		0,005
Wasserstoff	0	0
Summe	100	100
	kWh/m ³	kWh/m ³
Brennwert	11,064	11,193

[0048] Nachfolgend ist die eingesetzte Energie tabellarisch aufgeführt:

Tabelle 5

Energieträger	Edukte	Produkte
	kWh	kWh
Methan 100 l	1,1064	
Heizofen Hydrierung und	0,175	
Hochspannung für Methanreaktor	0,09	
Produktgas 98,8%		1,1059
Wasserstoff 1,2 %		0,0036
Summe	1,3714	1,1095
Wirkungsgrad		80,9%

[0049] Als Prototypen der Vorrichtung zur Erhöhung des Brennwertes in Brenngasen wurde ein 2-Zoll Gasrohr mit Zündkerzen bestückt. Die elektrische Entladung im Gasstrom setzt das Methan in der oben beschriebenen Weise um. Die Ausführung besteht aus handelsüblichen Bauteilen und kann im Dauerbetrieb eingesetzt werden.

[0050] Der Methanreaktor besteht aus einem Vierkantrohr (Kantenlänge 10 cm) in das im Abstand von 5 cm zwölf

Zündkerzen eingeschraubt sind. Durch einen Transformator wird die elektrische Netzspannung (230V, 50Hz) in 12 Volt transformiert, anschließend gleichgerichtet und auf zwölf Spulen verteilt. Die benötigte Hochspannung wird durch eine Relaischaltung mit sehr hoher Taktfrequenz erreicht. Hierbei werden Halbleiterrelais mittels hochfrequent gepulster Gleichspannung angesteuert und takten somit die Versorgungsspannung der Spulen. Die Steuerung der Zündenergie erfolgt über einen Frequenzregler und die Höhe der Versorgungsspannung für die Spulen.

[0051] Es konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, den Brennwert von methanhaltigen Gasen mittels elektrischer Energie zu erhöhen. Die dabei gebildeten ungesättigten Kohlenwasserstoffe wurden katalytisch hydriert. Der verbleibende Wasserstoff wurde vollständig abgetrennt und dem System entzogen. Er kann separat und hochrein gewonnen werden und energetisch genutzt werden (Brennstoffzelle etc.). Der bisher nicht optimierte Wirkungsgrad beträgt 81%. Das erzeugte Gas kann direkt in ein öffentliches Gasnetz als Austauschgas für Erdgas H eingespeist werden. Jegliche Konditionierung mit Flüssiggas kann dadurch eingespart werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung des Brennwertes in methanhaltigen Brenngasen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Brenngas kontinuierlich durch einen Reaktor geleitet wird, wobei es durch Energieeintrag zur Ausbildung eines Plasmas angeregt wird, wodurch ein seinem Brennwert verändertes Brenngas/Produktgas aus dem Reaktor austritt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieeintrag diskontinuierlich zur Erzeugung von Kurzzeitplasmen erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plasmen durch elektrische Funken, Lichtbögen, sonstige elektrische Hochspannungsentladungen; Laser, Mikrowellen erzeugt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in seinem Brennwert veränderte Brenngas/Produktgas hydriert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydrierung katalytisch erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch Veränderung des Brennwertes im Brenngas/Produktgas vorhandene Wasserstoff vom Brenngas abgetrennt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Brennwertes durch Variation zumindest eines der nachfolgenden Parameter erfolgt:
 - elektrische Leistung des Plasmas,
 - Strömungsgeschwindigkeit des Brenngases,
 - Elektrodengeometrie,
 - Polarität der Elektroden
 - Druck des Brenngases und
 - Elektrodenmaterial.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Reaktor, vorzugsweise einen Rohrreaktor zur kontinuierlichen Durchleitung des methanhaltigen Brenngases aufweist, der mit einer Einrichtung zum Energieeintrag in das Brenngas zur Bildung eines Plasmas ausgestattet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Energieeintrag gepulste Kurzzeitplasmen erzeugt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Reaktor eine Einrichtung zur Abtrennung von Wasserstoffes nachgeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Reaktor und der Einrichtung zur Abtrennung des Wasserstoffs eine Einrichtung zur katalytischen Hydrierung der ungesättigten Verbindungen im Brenngas angeordnet ist.

EP 2 169 035 A1

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reaktor ein Rohreaktor ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung über Mittel zur Steuerung der Parameter des Verfahrens gemäß Anspruch 7 verfügt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Energieeintrag die Plasmen durch elektrische Funken mittels hochfrequenter Generatoren, Zündkerzen, Lichtbögen; Laser oder , Mikrowellen erzeugt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

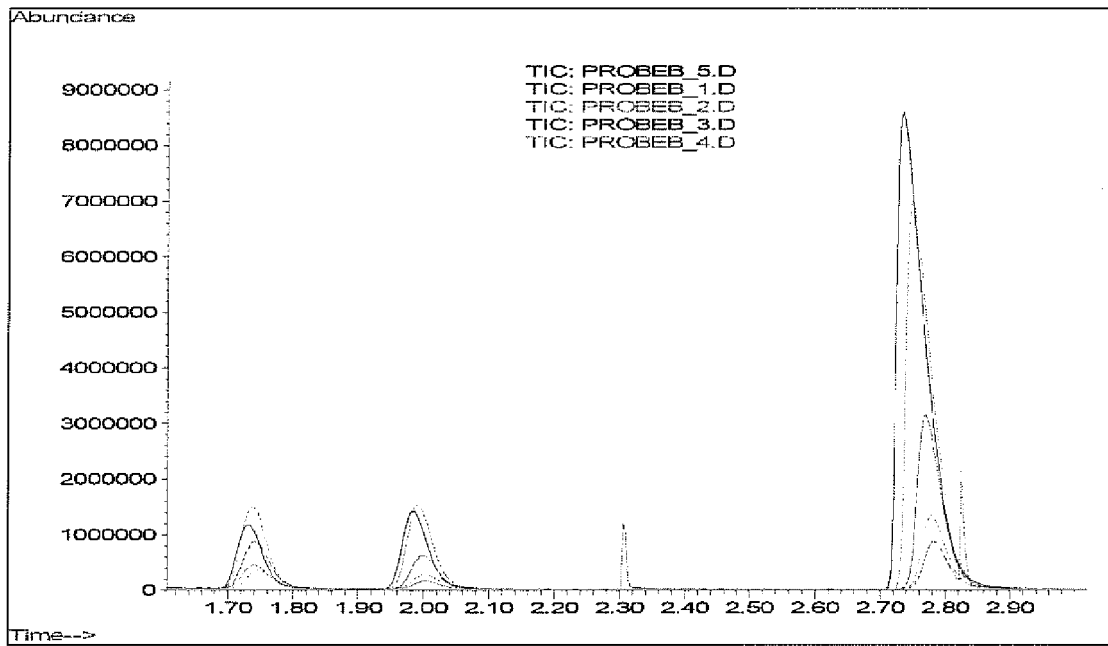


Fig. 1

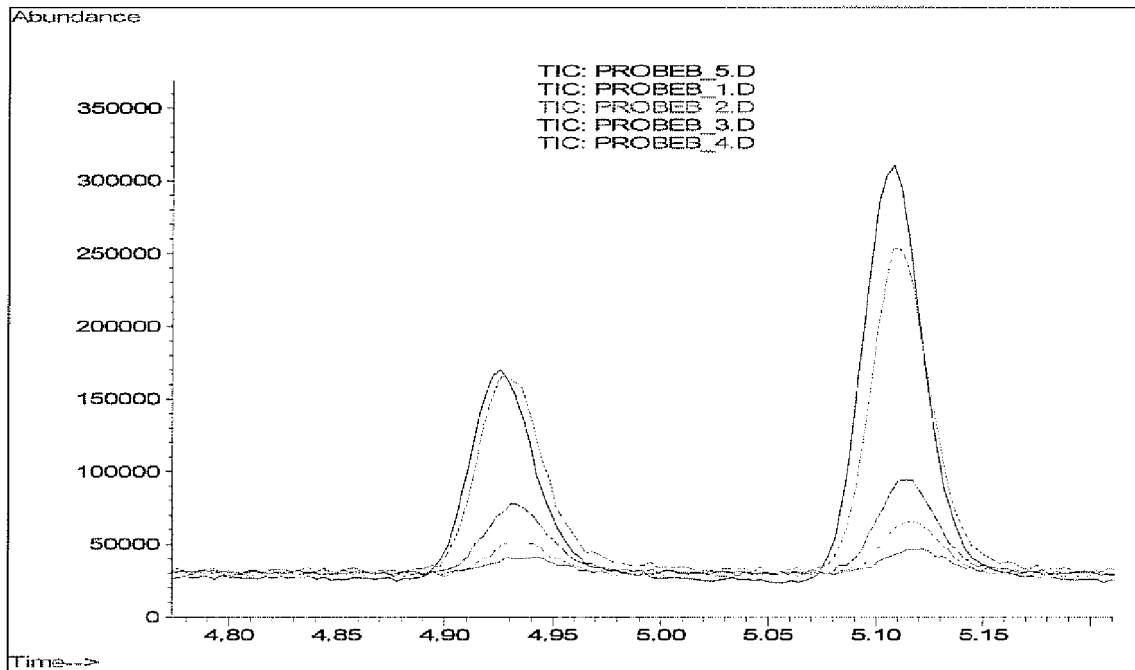
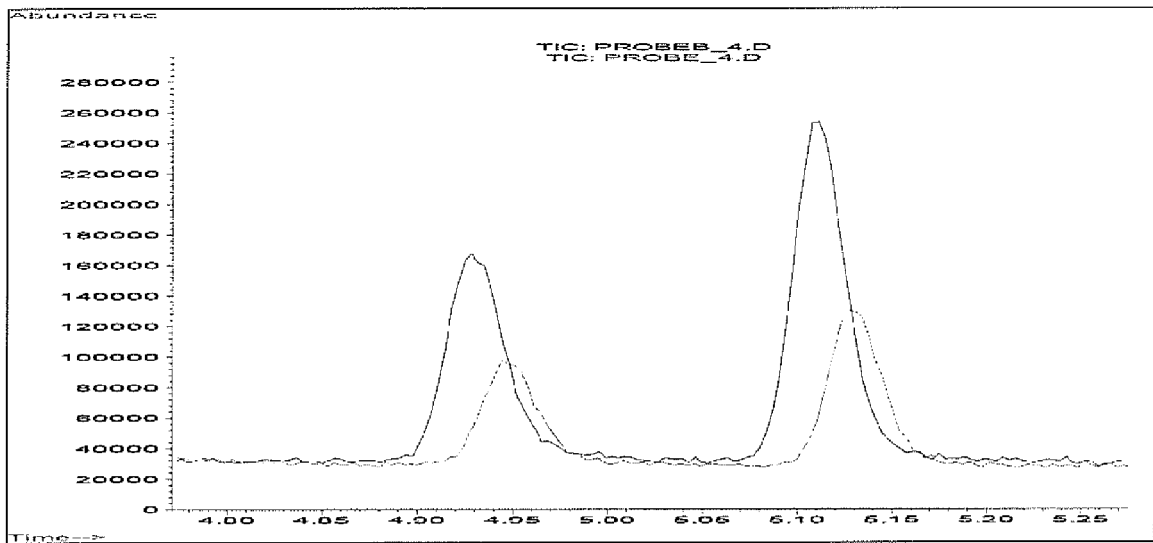


Fig. 2



Vergleich der Umsetzung bei 12 kV Das schwarze Chromatogramm entspricht +12 kV und das grüne Chromatogramm -12 kV. Die beiden Peaks sind von links: Propen, 1,2-Propdien.

Fig. 3

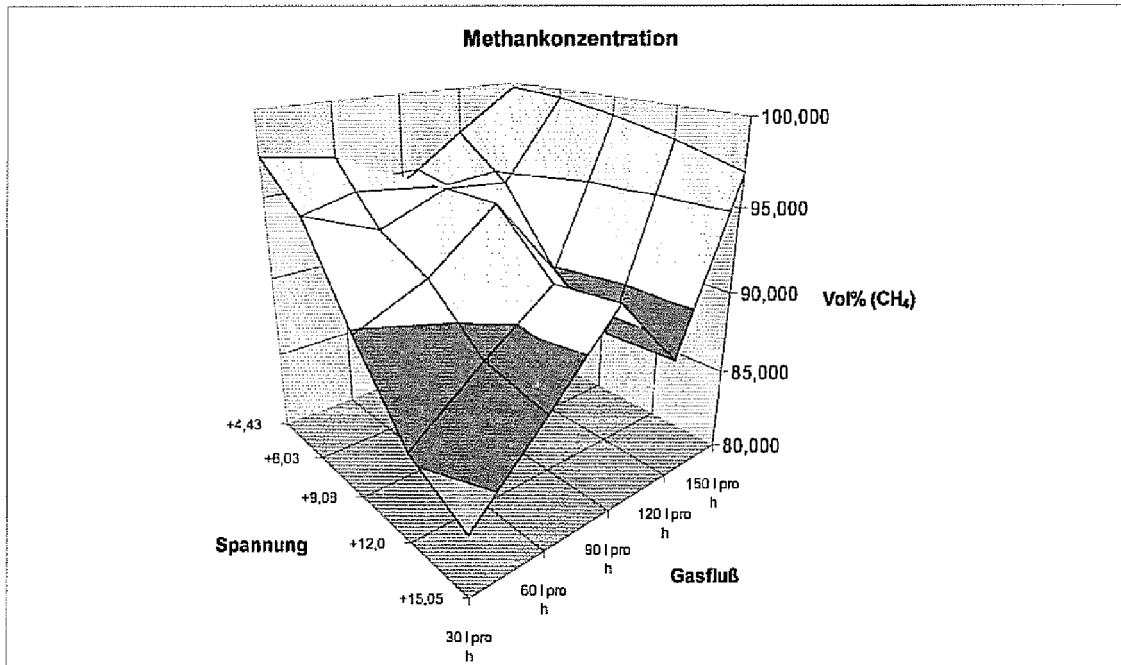


Fig. 4

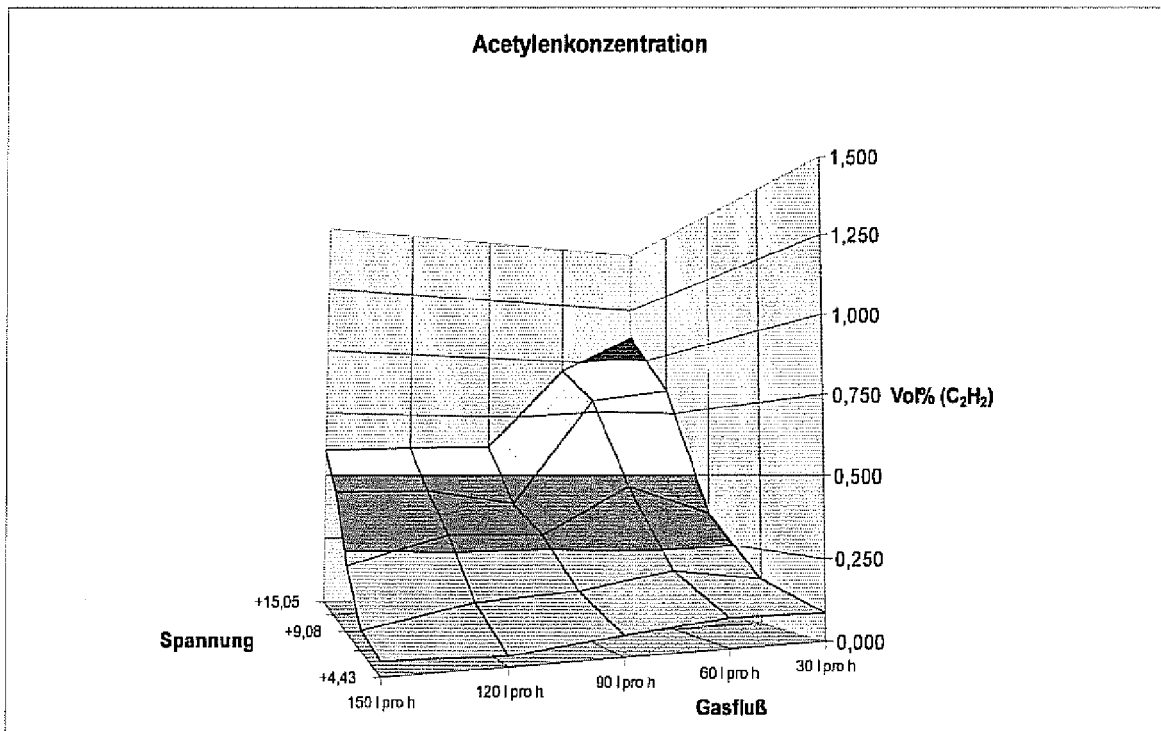


Fig. 5

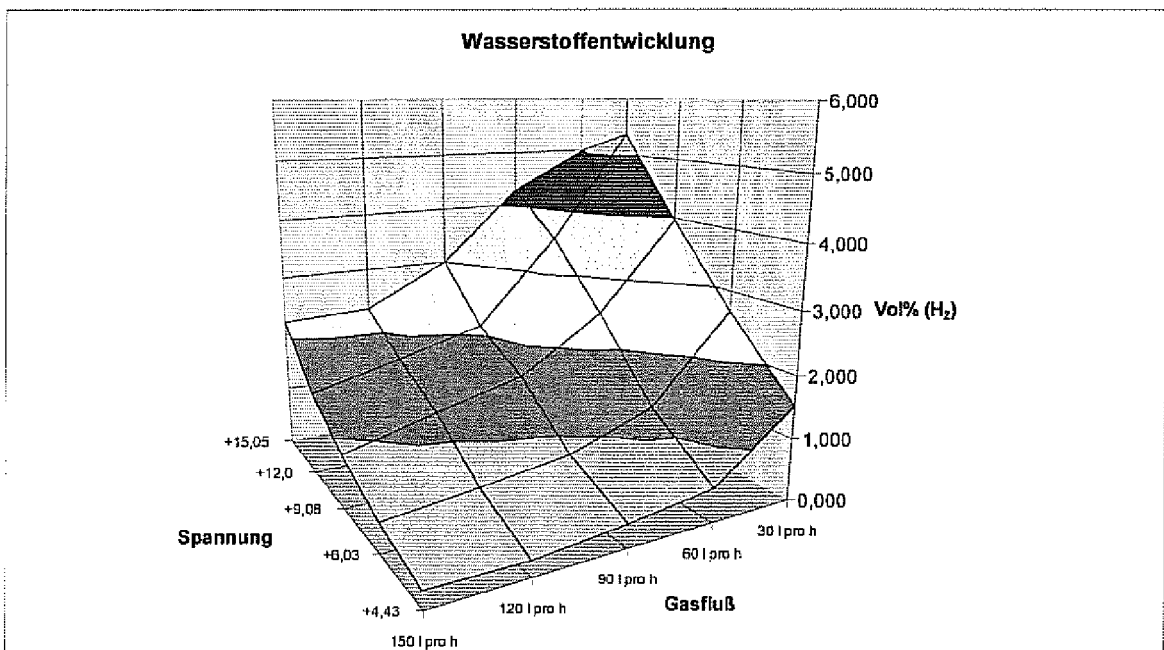


Fig. 6

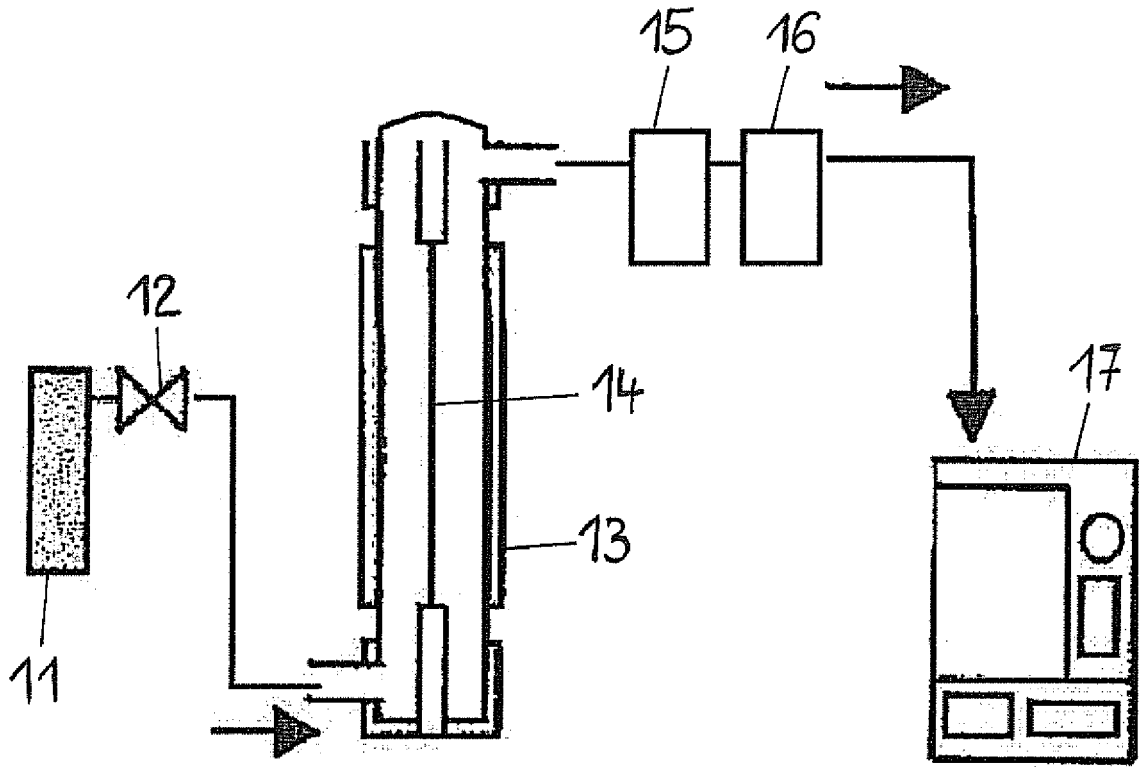


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 17 1002

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/289216 A1 (TSANGARIS ANDREAS [CA] ET AL) 20. Dezember 2007 (2007-12-20) * Absatz [0202]; Anspruch 5 *	8-14	INV. C10L3/06 C10L3/10
X	WO 00/21911 A1 (STICHTING ENERGIE [NL]; MOZAFFARIAN MAHMOUD [NL]; VERINGA HUBERTUS JOH) 20. April 2000 (2000-04-20) * Ansprüche 1,2,9; Abbildung 2 *	1-14	
X	WO 03/055795 A1 (SIEMENS AG [DE]; UNIV MUENCHEN TECH [DE]; KAPPES THOMAS [DE]; HAMMER T) 10. Juli 2003 (2003-07-10) * Anspruch 1 *	1-14	
X	US 2008/173532 A1 (ZHU ZHONGHUA JOHN [AU] ET AL) 24. Juli 2008 (2008-07-24) * Ansprüche 1-8; Beispiel 1 *	1-14	
X	WO 93/12205 A1 (KVAERNER ENG [NO]) 24. Juni 1993 (1993-06-24) * Seite 4; Anspruch 1 *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C10L
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Dezember 2009	Prüfer Bertrand, Samuel
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 17 1002

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-12-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007289216 A1	20-12-2007	AU 2007256686 A1	13-12-2007
		EP 2029702 A1	04-03-2009
		GB 2452218 A	25-02-2009
		KR 20090019891 A	25-02-2009
		WO 2007143673 A1	13-12-2007

WO 0021911 A1	20-04-2000	CA 2346970 A1	20-04-2000
		EP 1127038 A1	29-08-2001
		JP 2002527539 T	27-08-2002
		NL 1010288 C2	13-04-2000

WO 03055795 A1	10-07-2003	AU 2002361936 A1	15-07-2003
		DE 10163475 C1	25-09-2003

US 2008173532 A1	24-07-2008	AU 2008208614 A1	31-07-2008
		CA 2676457 A1	31-07-2008
		EP 2107937 A2	14-10-2009
		WO 2008090467 A2	31-07-2008

WO 9312205 A1	24-06-1993	AT 142248 T	15-09-1996
		AU 3097992 A	19-07-1993
		BG 62008 B1	30-12-1998
		BG 98847 A	31-05-1995
		BR 9206895 A	28-11-1995
		CA 2117327 A1	24-06-1993
		CN 1074742 A	28-07-1993
		CZ 9401462 A3	15-03-1995
		DE 69213472 D1	10-10-1996
		DE 69213472 T2	03-04-1997
		DK 618951 T3	14-10-1996
		DZ 1645 A1	17-02-2002
		EG 19879 A	31-03-1996
		EP 0618951 A1	12-10-1994
		ES 2091499 T3	01-11-1996
		FI 942759 A	10-06-1994
		GR 3021297 T3	31-01-1997
		HU 67397 A2	28-04-1995
		JP 2572351 B2	16-01-1997
		JP 6511226 T	15-12-1994
		MA 22739 A1	01-07-1993
		MX 9207190 A1	01-07-1993
		NO 914909 A	14-06-1993
		PL 170549 B1	31-12-1996
		RO 115714 B1	30-05-2000
RU 2093457 C1	20-10-1997		
SK 72194 A3	05-01-1995		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82