


 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : C10G 1/08, 47/12	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 82/03084 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. September 1982 (16.09.82)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE82/00041 (22) Internationales Anmeldedatum: 3. März 1982 (03.03.82) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 31 08 798.1 (32) Prioritätsdatum: 7. März 1981 (07.03.81) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): RHEINISCHE BRAUKOHLLENWERKE AG. [DE/ DE]; Stüttgenweg 2, D-5000 Köln 41 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOLKEMEYER, Wil- fried [DE/DE]; Rheinuferweg 57, D-5303 Bornheim- Üdorf (DE). GIEHR, Axel [DE/DE]; Max-Ernst-Str. 11, D-5047 Wesseling (DE). KEIM, Karl-Heinz [DE/ DE]; Höhenring 31, D-5351 Heimerzheim (DE). LENZ, Uwe [DE/DE]; Heideweg 7, D-5020 Frechen (DE). RITTER, Günter [DE/DE]; Goethestr. 29, D- 5040 Brühl (DE).		(74) Anwalt: KOEPESELL, Helmut; Mittelstrasse 7, D-5000 Köln 1 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AU, DE, SU, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: METHOD FOR THE LIQUEFACTION OF COAL AND THE CONVERSION OF HEAVY AND WASTE OILS

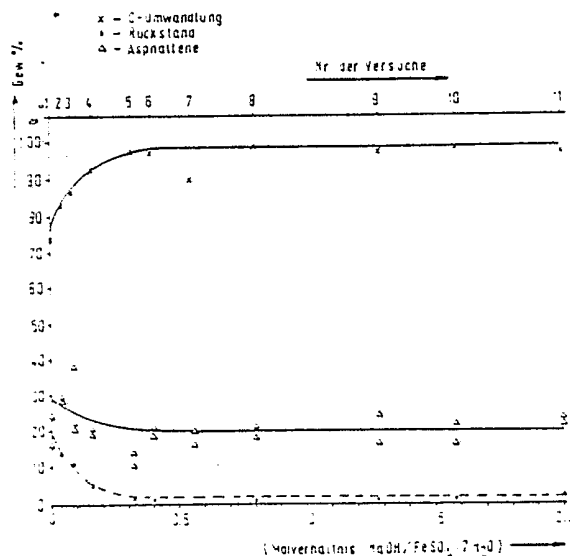
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERFLÜSSIGUNG VON KOHLE UND ZUR KONVERTIERUNG VON SCHWER- UND RÜCKSTANDSÖLEN

(57) Abstract

The method for the liquefaction of coal by catalytic transformation of coal in a suspension of hydrocarbon oil having a high boiling point, and for the conversion of heavy and waste oils under high temperature and pressure in the presence of hydrogen, is carried out in the presence of a catalyst obtained by association of iron sulfate with an under-stoichiometric quantity of an alkaline compound. To this effect iron sulfate hydrates may be used.

(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Verflüssigung von Kohle durch katalytische Umsetzung der Kohle in einer Aufschlämmung in einem hochsiedenden Kohlenwasserstofföl und zur Konvertierung von Schwer- und Rückstandsölen unter erhöhtem Druck und erhöhten Temperaturen in Gegenwart von Wasserstoff wird in Gegenwart eines Katalysators gearbeitet, der durch Umsetzung von Eisensulfat mit einer unterstöchiometrischen Menge einer alkalischen Verbindung erhalten wurde. Dabei können Hydrate von Eisensulfat eingesetzt werden.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	KP	Demokratische Volksrepublik Korea
AU	Australien	LI	Liechtenstein
BE	Belgien	LK	Sri Lanka
BR	Brasilien	LU	Luxembourg
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MC	Monaco
CG	Kongo	MG	Madagaskar
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Sowjet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren zur Verflüssigung von Kohle und zur Konvertierung von Schwer- und Rückstandsölen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verflüssigung von Kohle, insbesondere Braunkohle, durch katalytische Umsetzung der Kohle in einer Aufschlammung in einem hochsiedenden Kohlenwasserstoff-Öl und zur Konvertierung von Schwer- und Rückstandsölen bei Temperaturen von 400 - 500° C unter Drücken von 50 - 700 bar in Gegenwart von Wasserstoff.

Die Verflüssigung von Kohle durch Erhitzen einer Aufschlammung der Kohle in Kohlenwasserstoffölen unter erhöhtem Druck in Gegenwart von Wasserstoff und eines feinverteilten Katalysators ist bekannt. Während man in der Anfangszeit die Kohleumwandlung bei Drücken von etwa 500 - 700 bar durchführte, ist man heute aus Wirtschaftlichkeitsgründen bestrebt, bei niedrigeren Drücken, z. B. 100 - 300 bar, zu arbeiten. Dies setzt jedoch das Vorhandensein entsprechend wirksamer Katalysatoren voraus.

Als katalytisch gut wirkende Substanzen sind z. B. Verbindungen von Molybdän, Wolfram oder Nickel bekannt. Diese verlieren jedoch verhältnismässig schnell, z. B. durch Kohlenstoff-Ablagerungen und Bildung von hochsiedenden aromatischen Kondensationsprodukten auf ihnen, ihre Aktivität. Man hat daher nach billigeren Verbindungen gesucht, die eine ausreichende katalytische Aktivität besitzen, und ist zu einem Einsatz von Eisenverbindungen übergegangen, insbesondere von Eisenoxiden, wie sie z. B. in den sogenannten Lux- oder Bayermassen vorliegen (Fuel Processing Technology 1 (1977) 10-13). Auch eisenreiche Bauxite oder Zeolithe wurden als Katalysatoren vorgeschlagen, wobei man auf die Anwesenheit von H_2S achtete



(DE-PS 926 664). Es wurde auch eine vollständige Neutralisation des Eisensulfats z. B. mit Natriumcarbonat vorgeschlagen, wobei dieses in überstöchiometrischer Menge eingesetzt wurde (FR-PS 793 108).

Nach einem anderen Vorschlag soll calciumhaltige subbituminöse Kohle zunächst z. B. mit einer wässrigen Lösung von Eisensulfat behandelt werden, um thermisch stabile Calciumverbindungen zu bilden, die beim Einsatz der von der Lösung abgetrennten und danach getrockneten Kohle zur Hydrierung in Gegenwart üblicher Katalysatoren, z. B. Kobalt-Molybdän-Verbindungen, nicht zu den sonst häufig auftretenden Ablagerungen im Reaktor führen sollen (DE-OS 28 07 203). Insgesamt gesehen konnten die für hohe Umsetzungsdrücke entwickelten Eisenkatalysatoren bei den erwünschten relativ niedrigen Drücken nicht befriedigen, so dass es erforderlich war, ausreichend aktive, aber preiswerte Katalysatoren zu entwickeln.

Gemäss der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass man in Gegenwart eines Katalysators arbeitet, der durch Umsetzung von Eisensulfat mit einer unterstöchiometrischen Menge einer alkalischen Verbindung erhalten wurde.

Zur Bearbeitung des Katalysators kann man reines Eisensulfat, z. B. in Form eines Eisen-II-sulfat-Heptahydrats, aber auch entsprechende technische Salze, z. B. das bei der Herstellung von Titandioxid als Nebenprodukt anfallende sogenannte Grün-salz, das zur Hauptsache aus $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ besteht, einsetzen. Unter alkalischen Verbindungen sind insbesondere Natronlauge, aber auch Kalilauge und Ammoniumhydroxid und die entsprechenden Carbonate sowie Kalkmilch (CaO) und Natriumsulfid zu verstehen. Man gibt von diesen Verbindungen eine unterstöchiometrische Menge, bezogen auf das vorliegende Eisensulfat, zu. Dies kann z. B. derart geschehen, dass man das Eisensalz mit Wasser zu einem Brei anrührt und in diesem die entsprechende Menge alkalischer Verbindungen eingibt, beispielsweise mit

- 3 -

einem Molverhältnis von alkalischer Verbindung zum Grünsalz oder dgl. zwischen 0,3 und 1,0 ggf. auch noch höher. Dem Katalysator kann mit Vorteil Eisenoxid in reiner Form oder in Form der bekannten technischen Massen zugesetzt werden. Als derartige Massen seien genannt z. B. Bayermasse, Luxmasse, Rotschlamm, Raseneisenerz.

Selbstverständlich ist auch ein Zusatz weiterer katalytisch wirksamer Metalloxide möglich. Man kann auch Eisensulfid, z. B. in Form des Pyrits, zugeben.

Wenn der Katalysator in trockener Form z. B. auf die zur Hydrierung vorgesehene Kohle aufgebracht oder in ein Kohle/Öl-Gemisch eingegeben werden soll, wird das im erhaltenen Umsetzungsgemisch vorhandene Wasser in üblicher Weise entfernt, wobei man im allgemeinen einen Wassergehalt unter 10% einstellen wird. Der trockene Katalysator wird anschliessend auf die für die Hydrierung erforderliche Kornfeinheit gemahlen, die z. B. bei einer Korngrösse kleiner als 500 μ liegt. Selbstverständlich kann der Katalysator auch in wasserhaltiger Form z. B. auf die Kohle aufgebracht und mit dieser gemeinsam getrocknet werden. Der erfindungsgemässe Katalysator ist so aktiv, dass im allgemeinen, z. B. auch beim Einsatz von Rheinischer Braunkohle zur Hydrierung, Mengen von 1 - 5 % Fe, bezogen auf die eingesetzte Kohle, für eine ausreichende Verflüssigungsausbeute genügen. Es kann zweckmässig sein, in bekannter Weise zusätzlich zum Katalysator Schwefel, z. B. 2%, bezogen auf die eingesetzte Kohle oder das zu konvertierende Schwer- oder Rückstandsöl hinzuzufügen oder während der Verflüssigung bzw. der Konvertierung für einen ausreichenden Gehalt von Schwefelwasserstoff im Hydriergas zu sorgen. Verflüssigung und Konvertierung können im übrigen in bekannter Weise und in den bekannten Apparaturen durchgeführt werden.

- 4 -

Beispiel

Es wurden Versuche durchgeführt mit elf Katalysatoren, die durch Umsetzung von Eisensulfat mit Natronlauge hergestellt worden waren, wobei das Molverhältnis $\text{NaOH}/\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ im Verlauf der Versuche von einem Ausgangswert 0 (Versuch 1) auf einen Endwert 2 (Versuch 11) gesteigert wurde. Der Endwert 2 entspricht einer stöchiometrischen Umsetzung.

Die Herstellung des Katalysators erfolgte in der Weise, dass technisches Eisenfulat mit einem Wassergehalt von 38% mit Wasser zu einem Brei angerührt wurde, zu welchem dann 10%-ige Natronlauge gegeben wurde. Der gut durchgerührte Brei wurde bei 140° C auf einen Wassergehalt von 3% getrocknet und anschliessend soweit gemahlen, dass 82% des Katalysators mit einer Korngrösse kleiner als 50 μ vorlagen.

Zum Einsatz gelangte Braunkohlenbrüdenstaub mit einer Körnung überwiegend von 0 - 0,1 mm, der mit aus der Braunkohlehydrierung stammendem Öl angemaischt wurde. Die Menge des Anmaischoils betrug etwa 175% bezogen auf die wasser- und aschefreie Kohle. Die Katalysatormenge wurde so bemessen, dass sie 2% Fe, bezogen auf wasser- und aschefreie Kohle enthielt. Ferner wurden 2% Schwefel, ebenfalls auf wasser- und aschefreie Kohle bezogen, zugegeben.

Die Hydrierung wurde unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

Reaktionstemperatur	450° C
Reaktionszeit	ab 430° C 45 min.
Reaktionsdruck	220 - 260 bar
H ₂ -Partialdruck	210 - 250 bar.

In der Abbildung sind die mit den Katalysatoren gemäss der Erfindung erzielten Umsetzungsergebnisse in Abhängigkeit vom Molverhältnis $\text{NaOH}/\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ dargestellt. Die Molverhältnisse von 0 - 2,0 sind auf der unteren Ordinate eingetragen. Auf der oberen Ordinate sind die laufenden Nummern der vorerwähnten elf Versuche jeweils entsprechend dem vorerwähnten Molverhältnis des jeweils eingesetzten Katalysators angegeben. Auf der Abszisse sind die Gewichtsprozente bezüglich C-Umwandlung, Rückstand und Asphaltenen angegeben.

Aus den in der Zeichnung graphisch dargestellten Versuchsergebnissen kann gefolgert werden, dass eine Abhängigkeit nur unterhalb eines Molverhältnisses $\text{NaOH}/\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 gegeben ist. Oberhalb des Molverhältnisses 0,5 sind die Änderungen der Umsetzungen so gering, dass sie praktisch kaum ins Gewicht fallen. Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, dass bei der dabei verwendeten Rheinischen Braunkohle ein Molverhältnis von 0,3 - 1,0 als besonders vorteilhaft angesehen werden kann, wenngleich bei anderen Kohlen ein anderer Bereich des Molverhältnisses - aber immer mit einer unterstöchiometrischen Menge der alkalischen Verbindung - das Optimum darstellen kann. Im allgemeinen dürfte anzustreben sein, einen Katalysator zu verwenden, der unter Anwendung eines möglichst kleinen Molverhältnisses gewonnen wurde, da dies einmal einen geringeren Verbrauch an alkalischen Verbindungen, beispielsweise Natronlauge, bedeutet. Zum anderen wird dadurch der Anteil an freier Natronlauge - oder anderer alkalischer Verbindungen - verringert. Dies ist deshalb vorteilhaft, weil mit steigendem Anteil an freier Natronlauge im Katalysator im allgemeinen der Gehalt an unerwünschten - Asphaltenen steigt. Insgesamt lassen die Versuchsergebnisse erkennen, dass unter Verwendung eines Katalysators, der durch Umsetzung von Eisensulfat und einer unterstöchiometrischen Menge einer alkalischen Verbindung erhalten

- 6 -

wurde, auch bei geringerem Druck sehr günstige Ergebnisse, insbesondere bezüglich der C-Umsetzung und auch des Anteils an Asphaltenen erzielbar sind. Der Anteil der letzteren sollte möglichst gering sein.

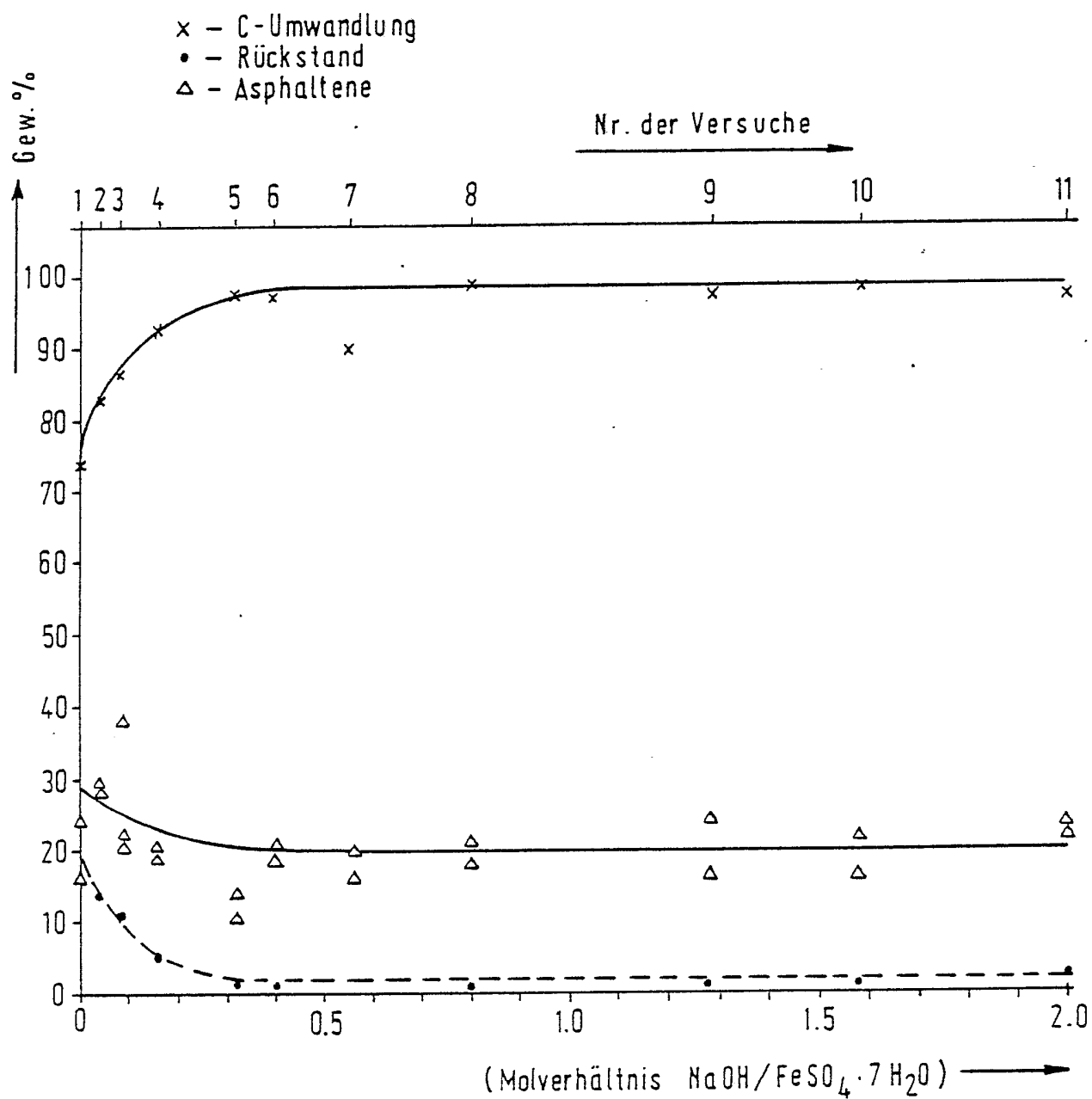
- 7 -

P a t e n t a n s p r ü c h e
=====

1. Verfahren zur Verflüssigung von Kohle, insbesondere Braunkohle, durch katalytische Umsetzung der Kohle in einer Aufschlammung in einem hochsiedenden Kohlenwasserstoff-Öl und zur Konvertierung von Schwer- und Rückstandsölen, beides bei Temperaturen von 400 - 500° C unter Drücken von 50 - 700 bar in Gegenwart von Wasserstoff, dadurch gekennzeichnet, dass man in Gegenwart eines Katalysators arbeitet, der durch Umsetzung von Eisensulfat mit einer unterstöchiometrischen Menge einer alkalischen Verbindung erhalten wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man Hydrate von Eisensulfat einsetzt.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Molverhältnis von alkalischer Verbindung und Eisensulfat von 0,3 - 1,0 beträgt.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man dem Katalysator Eisenoxid oder Eisensulfid zusetzt.

- 1 / 1 -

FIG.1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/ DE 82/00041**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl.³: C 10 G 1/08; C 10 G 47/12											
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched ⁴ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.³</td> <td style="padding: 5px;">C 10 G; B 01 J</td> </tr> </table> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁵			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl.³	C 10 G; B 01 J					
Classification System	Classification Symbols										
Int.Cl.³	C 10 G; B 01 J										
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Category [*]</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">FR, A, 851335 (INTERNATIONAL HYDROGENATION PATENTS CO.), 6 January 1940, see the claims</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, C, 559396 (I.G. FARBENINDUSTRIE), 19 September 1932, see page 1, left-hand column, claims 1,2</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,4</td> </tr> </tbody> </table>			Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸	A	FR, A, 851335 (INTERNATIONAL HYDROGENATION PATENTS CO.), 6 January 1940, see the claims	1	A	DE, C, 559396 (I.G. FARBENINDUSTRIE), 19 September 1932, see page 1, left-hand column, claims 1,2	1,4
Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸									
A	FR, A, 851335 (INTERNATIONAL HYDROGENATION PATENTS CO.), 6 January 1940, see the claims	1									
A	DE, C, 559396 (I.G. FARBENINDUSTRIE), 19 September 1932, see page 1, left-hand column, claims 1,2	1,4									
[*] Special categories of cited documents: ¹⁵ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family											
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 15 June 1982 (15.06.82) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ¹ 28 June 1982 (26.06.82) </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ European Patent Office </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ¹⁰ </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 15 June 1982 (15.06.82)	Date of Mailing of this International Search Report ¹ 28 June 1982 (26.06.82)	International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ¹⁰					
Date of the Actual Completion of the International Search ¹ 15 June 1982 (15.06.82)	Date of Mailing of this International Search Report ¹ 28 June 1982 (26.06.82)										
International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ¹⁰										

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen: PCT/DE 82/00041

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (be mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. ³ : C 10 G 1/08; C 10 G 47/12		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff*		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. ³	C 10 G; B 01 J	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ²		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN¹		
Art ¹	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ²	Beitr. Anspruch Nr. ¹
A	FR, A, 851335 (INTERNATIONAL HYDROGENATION PATENTS CO.), 06. Januar 1940, siehe die Patentansprüche ---	1
A	DE, C, 559396 (I.G. FARBENINDUSTRIE), 19. September 1932, siehe Seite 1, linke Spalte, Patentansprüche 1,2 -----	1, 4
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹: "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ¹		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts ¹
15. Juni 1982		28. Juni 1982
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Beamten ¹
Europäisches Patentamt		G.L.M. KRUYDENBERG