

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **78200341.2**

51 Int. Cl.²: **E 21 C 43/00**
E 21 B 43/24

22 Anmeldetag: **02.12.78**

30 Priorität: **06.12.77 NL 7713455**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.79 Patentblatt 79/12

64 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB LU

71 Anmelder: **STAMICARBON B.V.**
Postbus 10
NL-6160 MC Geleen(NL)

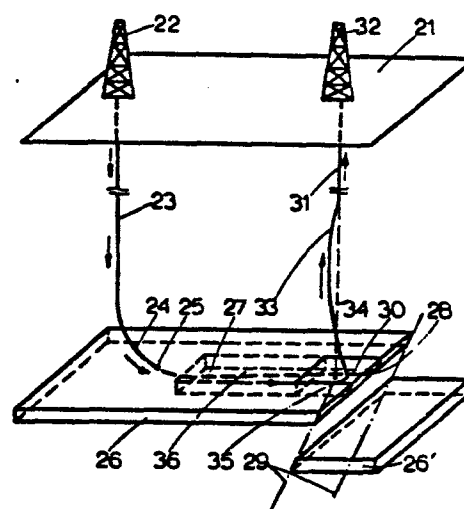
72 Erfinder: **Steeman, Johannes Wilhelmus Maria**
Seipgensstraat 48
NL-6164 HR Geleen(NL)

74 Vertreter: **Stuffken, Jan et al,**
OCTROOIBUREAU DSM Postbus 9
NL-6160 MA Geleen(NL)

64 **Verfahren zur Gewinnung von Kohle in situ.**

57 Zur Gewinnung von Kohle in situ wird von der Tagesoberfläche aus ein Bohrloch (23) niedergebracht, das sich zumindest zu einem grossen Teil in der Fläche des Flözes (26) erstreckt, sofern als es die Bedingungen erlauben. Am Ende oder in der Nähe des Endes dieses Loches wird das Loch über eine solche Länge und eine solche Breite erweitert, als minimal zweimal der zu erwartenden Ablenkung in der horizontalen Projektion eines zweiten Bohrlochs (31) das bis in diese Erweiterung (30) gebohrt wird, entspricht. Die Erweiterung wird vorzugsweise auf mechanischem Wege zustande gebracht.

Nachdem die Bohrlöcher miteinander verbunden sind, wird die Kohle durch Vergasung, Auflösung oder Extraktion gewonnen, ggf. unter überkritischen Bedingungen und ggf. in Kombination mit chemisch/physikalischer Pulverung. Das Erfindungsgemässe Verfahren eignet sich vor allem für das 'inline'-Vergasungsverfahren.



VERFAHREN ZUR GEWINNUNG VON KOHLE IN SITU

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Kohle in situ, indem von der Tagesoberfläche zwei Bohrlöcher bis in das betreffende Flöz gebohrt werden, von denen sich zumindest ein Loch wenigstens teilweise in der Fläche des Flözes befindet,
- 5 welche zwei Bohrlöcher in der Nähe des Endes miteinander in Verbindung gebracht werden, durch eines der Bohrlöcher ein Mittel zugeführt wird, das chemisch und/oder physikalisch mit der Kohle reagiert, und das Reaktionsprodukt durch das andere Bohrloch abgeführt wird.
- 10 Als 'Kohle' wird hier jedes schichtförmiges Gestein bezeichnet, das völlig oder teilweise aus kohlenstoffhaltigen Stoffen besteht, wie Lignit, Braunkohle oder Steinkohle. Wo hier von einer Reaktion der Kohle mit einem Reaktionsmittel die Rede ist, wird an erster Stelle die partielle Verbrennung der Kohle
- 15 unter gleichzeitiger Bildung von brennbaren Gasen, die abgeführt werden, gemeint ('Vergasung' von Kohle), aber auch das Auflösen oder Extrahieren der Kohle mit Hilfe eines Reaktionsmittels, manchmal unter überkritischen Bedingungen, ggf. in Kombination mit Pulverung. Da der Stand der Technik bei der Vergasung von
- 20 Kohle die meisten Anknüpfungspunkte für das allgemeinere Problem der Gewinnung von Kohle in situ bietet, wird nachstehend die 'Vergasung' von Kohle besprochen. Die Gewinnung durch Auflösung oder Extraktion der Kohle, ggf. in Kombination mit Pulverung, wie oben genannt, ist ebenfalls als Gegenstand der vorliegenden

Erfindung zu betrachten.

Im Boden von Westeuropa gibt es riesige Kohlenvorkommen, die sich jedoch in derart grosser Teufe befinden, dass ihre Gewinnung mit den heute bekannten Mitteln, namentlich in klassischen Untertagebau, unmöglich ist. Die Suche nach anderen Verfahren, mit denen wenigstens ein Teil dieses Energievorrats gewonnen werden kann, liegt somit nahe. Möglichkeiten dazu sind die Vergasung, Auflösung oder Extraktion der Kohle unter Tage, wobei allerdings vor allem das Problem der hohen Kosten auftaucht. Beim gegenwärtigen Stand der Technik sind z.B. sowohl die Länge als die Breite des Gewinnungsgebiets und somit die je Bohrloch zu gewinnende Menge Kohle beschränkt. Da die Bohrarbeiten einen wichtigen Kostenfaktor darstellen, ist der Kostenpreis je Tonne gewonnene Kohle oder davon abgeleitetes Produkt noch hoch.

Der erste einschränkende Faktor, die Länge des Gewinnungsgebietes, wird bedingt durch die Möglichkeiten, die Bohrlöcher miteinander zu verbinden. Der Abstand zwischen den Bohrlöchern beträgt mit den heutigen Mitteln wie 'electro-linking' oder 'hydraulic-fracturing' 20 bis 50 m. Unter 'electro-linking' wird das Verbinden von zwei Bohrlöchern durch Benutzung der Schrumpfrisse verstanden, die in der Kohle entstehen, wenn diese mit Hilfe eines elektrischen Stromes in Koks umgesetzt wird. Unter 'hydraulic-fracturing' wird das Verbinden von zwei Bohrlöchern unter Anwendung eines Spaltensystems verstanden, das entsteht, wenn unten in einem oder beiden Bohrlöchern von einem Medium (Wasser oder Luft) ein hoher Druck auf das Flöz ausgeübt wird.

Der zweite einschränkende Faktor, die Breite, wird bedingt durch das Strömungsbild des umlaufenden Reaktionsmittels. Es hat sich herausgestellt, dass diese Strömung turbulent bleiben muss. Wenn der geschaffene Hohlraum zu breit wird, nimmt die Qualität des Gases ab oder hört die Verbrennung sogar infolge der zu wenig turbulenten Strömung des Reaktionsmittels auf. Bei Anwendung flüssiger Reaktionsmittel gibt es ähnliche Nachteile.

Die Verfahren zur partiellen Vergasung von Kohle unter Anwendung von Bohrlöchern zur Zufuhr eines Reaktionsmittels und zur Abfuhr eines Reaktionsproduktes lassen sich in zwei Gruppen verteilen:

- a. das 'longwall'-Verfahren;
- 5 b. das 'inline-burn'-Verfahren.

Der Unterschied zwischen beiden Verfahren ist, dass die Vergasungsfront sich beim 'long-wall'-Verfahren quer zur Gasströmungsrichtung fortbewegt, während die Front sich bei der 'inline-burn'-Technik in der gleichen Richtung wie das Gas oder in entgegengesetzter Richtung bewegt.

- 10 Beim 'long-wall'-Verfahren entsteht eine längliche Reaktionsfront. Am Ende der Front wird das Reaktionsprodukt abgeführt. Während die Kohle verbrennt, wird der Raum breiter und treten Probleme infolge unzureichender Vermischung der Gase auf, wodurch das produzierte Gas soviel Sauerstoff enthalten kann, dass es manchmal in der
- 15 Abfuhrleitung zündet. In einem schrägstehenden Flöz kann dies zum Teil vermieden werden, indem man den gebildeten Hohlraum versetzt. Dies ist mit Nachteilen verbunden, einerseits weil die Technik zum Heranführen des Versatzmaterials nicht genügend entwickelt ist und sich die benötigte Menge Versatzmaterial schwer bestimmen lässt,
- 20 andererseits weil man in der Wahl eines Bohrlöchersystems im schrägstehenden Flöz weniger frei ist.

- Beim 'inline-burn'-Verfahren treten diese Nachteile nicht auf. Nach diesem Verfahren werden zwei Bohrlöcher z.B. mittels 'hydraulic fracturing' miteinander verbunden. Sobald sich ein
- 25 Verbindungsspalt oder -kanal gebildet hat, wird das Flöz in der Nähe eines der Bohrlöcher angezündet, während in das andere Bohrloch ein Reaktionsmittel (z.B. Luft) eingeleitet wird. Aus dem erstgenannten Bohrloch wird nun brennbares Gas gewonnen. Man arbeitet vorzugsweise auf solche Weise, dass sich die Vergasungsfront entgegengesetzt zum
- 30 Luftstrom bewegt ('reversed-flow gasification'). In diesem Fall beschränkt sich die Vergasungszone auf die unmittelbare Umgebung des Verbindungskanals. Versuche, die mit der letztgenannten Methode in Hanna (USA) ausgeführt wurden, haben gezeigt, dass die Kohle über eine Breite von nur 20 bis 30 m, abhängig von der Mächtigkeit des

Flöz, verbrennt. Dies ist auf die Abnahme der Turbulenz des strömenden Reaktionsmittels bei zunehmender Breite des Raumes zurückzuführen.

Zusammengefasst sind die wichtigsten einschränkende Faktoren für das 'inline-burn'-Verfahren momentan:

- a. der Abstand, über den zwei Bohrlöcher im Flöz miteinander verbunden werden können;
- b. der Umfang des Raumes, in dem eine ausreichend hohe Reynolds'sche Zahl aufrechterhalten werden kann.

Für das 'inline-burn'-Verfahren ist der Abstand zwischen den Bohrlöchern theoretisch ein freier Parameter. In der Praxis stellt sich jedoch heraus, dass die Verbindung zwischen zwei Bohrlöchern über Abstände von mehr als 50 m sich mit Hilfe der momentan benutzten Techniken wie 'electro-linking' und 'hydraulic-fracturing', der Anwendung von Sprengstoffen, des Durchbrennens eines Loches usw. schwer realisieren lässt.

Für das 'inline-burn'-Verfahren muss der Abstand zwischen den Bohrlöchern bei einer Tiefe von ca. 1000 m aus wirtschaftlichen Gründen 200 m oder mehr betragen. Das Verbinden dieser Bohrlöcher stellt das Hauptproblem bei der Vergasung von Kohle in situ dar. Aus den genannten Gründen muss der Abstand zwischen den Bohrlöchern somit viel grösser als der bisher technisch realisierbare Abstand von ca. 50 m sein.

Die allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist nun die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Gewinnung von Kohle in situ, vor allem bei der Gewinnung in grossen Teufen. Aufgabe der Erfindung ist insbesondere, zu ermöglichen, dass für die Vergasung bestimmte Bohrlöcher in viel grösseren Abständen angeordnet und miteinander verbunden werden können, als bisher praktisch möglich ist. Eine weitere Aufgabe ist vor allem die Vergrösserung der Anwendungsmöglichkeiten des 'inline-burn'-Verfahrens.

Nach der Erfindung wird dies dadurch erreicht, dass eines der Bohrlöcher in der Nähe des Endes im zu gewinnenden Flöz erweitert wird und das andere Bohrloch dort, wo sich diese Erweiterung befindet, mit dem erstgenannten Loch in Verbindung gebracht wird, wonach die

Reaktion ausgelöst und aufrechterhalten wird.

Nach dem bekannten Stand der Technik ist dies möglich, wenn ein erstes Bohrloch durch das Nebengestein bis in das zu gewinnende Flöz gebohrt und in diesem Flöz auf mechanische Weise oder
5 durch chemische Reaktion, Auflösung oder Extraktion erweitert wird, wonach ein zweites Bohrloch zumindest teilweise in der Fläche des Flözes bis in den erweiterten Raum gebohrt wird. Dank der Erweiterung ist trotz Ablenkungen in der Bohrrichtung, die bestimmt zu erwarten sind, die Treffsicherheit beachtlich grösser. Für die mechanische
10 Erweiterung, aber auch für die Erweiterung durch chemische Reaktion, Auflösung, Extraktion oder Pulverung können an sich bekannte Techniken Anwendung finden.

Nach der erfindungsgemässen Ausführung wird die Verbindung aber zustande gebracht, indem man das Bohrloch zumindest soweit
15 in der Fläche des zu gewinnenden Flözes bohrt als es die geologischen Bedingungen, die Bedingungen der Tagesoberfläche oder die technischen Bedingungen erlauben, und dieses Bohrloch wenigstens am Ende über eine solche Länge und bis zu einer solchen Breite erweitert, als mindestens zweimal der maximal zu erwartenden
20 Ablenkung in der horizontalen Projektion des zweiten Bohrlochs entspricht, das wenigstens bis in die Erweiterung gebohrt wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren bietet den grossen Vorteil, dass mit dem zweiten Bohrloch erst begonnen zu werden braucht, nachdem man mit Sicherheit weiss, über welche Strecke man das erste Bohrloch,
25 das in der Fläche des zu gewinnenden Flözes gebohrt wird, hat fortsetzen können. Die Länge kann z.B. durch einen vorher nicht bekannte geologischen Umstände im Flöz oder durch mechanische Umstände bedingt sein.

Die Erweiterung am Ende des erstgenannten Bohrlochs
30 wird vorzugsweise mit mechanischen Mitteln zustande gebracht. Eine hierfür geeignete Anlage wird in der amerikanischen Patentschrift 3.961.824 beschrieben und besteht aus einer Vorrichtung verteilt in Schüssen, die in gestrecktem Zustand in das Bohrloch eingebracht und dort zickzackförmig angeordnet werden. Die auf diese Weise

angeordneten Schüsse werden hin- und herbewegt, so dass mittels Kratzer oder Wasserdüsen, die sich auf den Gelenken der Schüsse befinden, die Wand des Bohrlochs und somit die Kohle gelöst werden kann. Die gelöste Kohle wird mit Hilfe von Spülflüssigkeit
5 durch das gleiche Bohrloch abgeführt. Die Länge und die Breite des Teiles, über den die Kohle auf diese Weise gelöst werden muss, hängen von der maximal zu erwartenden Ablenkung des zweiten Bohrlochs ab.

Obwohl Erweiterung des Endes des ersten Bohrlochs mit
10 mechanischen Mitteln zu bevorzugen ist, wird Erweiterung mittels Verbrennung, Lösung, Extraktion und/oder Pulverung nicht ausgeschlossen.

Wie bereits erörtert, werden beim erfindungsgemässen Verfahren die Anordnung und/oder der Stand des zweiten Bohrlochs durch Neben-
15 faktoren bedingt, etwa durch geologische Faktoren. Im allgemeinen wird es sich um ein mehr oder weniger senkrecht gebohrtes Loch handeln, das die Schichten des Nebengesteins schneidet und bis in die Erweiterung des ersten Loches reicht. Es lassen sich jedoch Situationen erdenken, in denen dieses Bohrloch auch zum Teil in der
20 Fläche des Flözes gebohrt wird. Eine dieser Situationen kann sein, dass man von jedem der beiden Bohrlöcher aus soweit in die Fläche des Flözes bohren wird, als technisch möglich ist, um auf diese Weise einen möglichst langen Kanal zu erhalten. Auch in diesem Fall ist eine Erweiterung am Ende eines der Bohrlöcher unentbehrlich, um die
25 Treffsicherheit zu erhöhen.

Unter bestimmten Bedingungen, die von der Härte der Kohle und/oder des Nebengesteins und von den auf ein Bohrloch oder auf beide Bohrlöcher ausgeübten Kräften abhängen, kann es erforderlich sein, ein oder beide Bohrlöcher völlig oder über einen grossen
30 Teil ihrer Länge in der Kohle zu erweitern. Dies kann manchmal notwendig sein, um sich in der Kohle kreuzende Bohrlöcher miteinander zu verbinden, und ist sogar erforderlich, wenn die beiden Bohrlöcher von nahezu entgegengesetzten Richtungen aus gebohrt werden.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren wird somit bereits

eine gute Verbindung zwischen den Bohrlöchern erhalten, bevor die Kohle in Reaktion (Zündung) gebracht wird. Nach der Zündung kann unmittelbar eine ausreichend grosse Gasbelastung und somit eine turbulente Strömung in dem gebildeten Hohlraum erhalten werden, dies
5 im Gegensatz zu denjenigen Verfahren, bei denen das Reaktionsmittel ständig oder in erster Linie über ein Spaltensystem zugeführt wird. Es wird klar sein, dass namentlich das 'inline-burn'-Verfahren mit gutem Erfolg Anwendung finden werden kann.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.
10 Die Figur zeigt schematisch, wie eine Verbindung zwischen zwei Bohrlöchern zustande gebracht wird, wobei zunächst in der Fläche des zu gewinnenden Flözes ein Loch gebohrt und dieses Loch am Ende erweitert wird, wonach durch das Nebengestein ein Bohrloch bis zur Erweiterung am Ende des ersten Loches niedergebracht wird.

15 Nach der Figur wird von der Tagesoberfläche 21 mit Hilfe einer Bohranlage 22 ein Bohrloch 23 niedergebracht, das unter einer vorher eingesetzten Ablenkung 24 bei 25 in das hier waagrecht gezeichnete Flöz 26 tritt. Diesem Flöz 26 wird in seiner Fläche über die Strecke 27 durch das Bohrloch gefolgt bis zum Punkt 28, wo sich
20 ein Bruch 29 befindet, der Weiterbohren sinnlos macht. Das verworfene Flöz wird mit 26' bezeichnet.

Anschliessend wird mit Hilfe der vorher beschriebenen Kratzvorrichtung am Ende des Bohrlochs im Flöz die Kammer 30 geschaffen. Erst dann wird ein zweites Loch 31 mit Hilfe der Bohranlage 32 niedergebracht. Der Teil 33 dieser Bohrung 31 zeigt eine deutliche Ablenkung
25 im Vergleich zur senkrechten Linie 34 und erreicht die Kammer 30 bei Punkt 35 am Rande der Kammer. Auf diese Weise ist trotz der Ablenkung des zweiten Bohrlochs (31, 34) doch eine gute durchgehende Verbindung zustande gebracht worden.

30 Nötigenfalls kan die Strecke des Bohrlochs 27 bis zur schraffiert angegebenen Kammer 36 erweitert werden. Nach der Zündung kann das Vergasungsmittel gemäss den Pfeilen über Bohrloch 23, 24, 27 zugeführt werden und können die brennbaren Gase gemäss den Pfeilen

über Bohrlöcher 31, 33 abgeführt werden, nachdem das Flöz z.B. in der Kammer 30 angezündet worden ist und nach der Methode der 'reversed-flow gasification' brennbares Gas liefert.

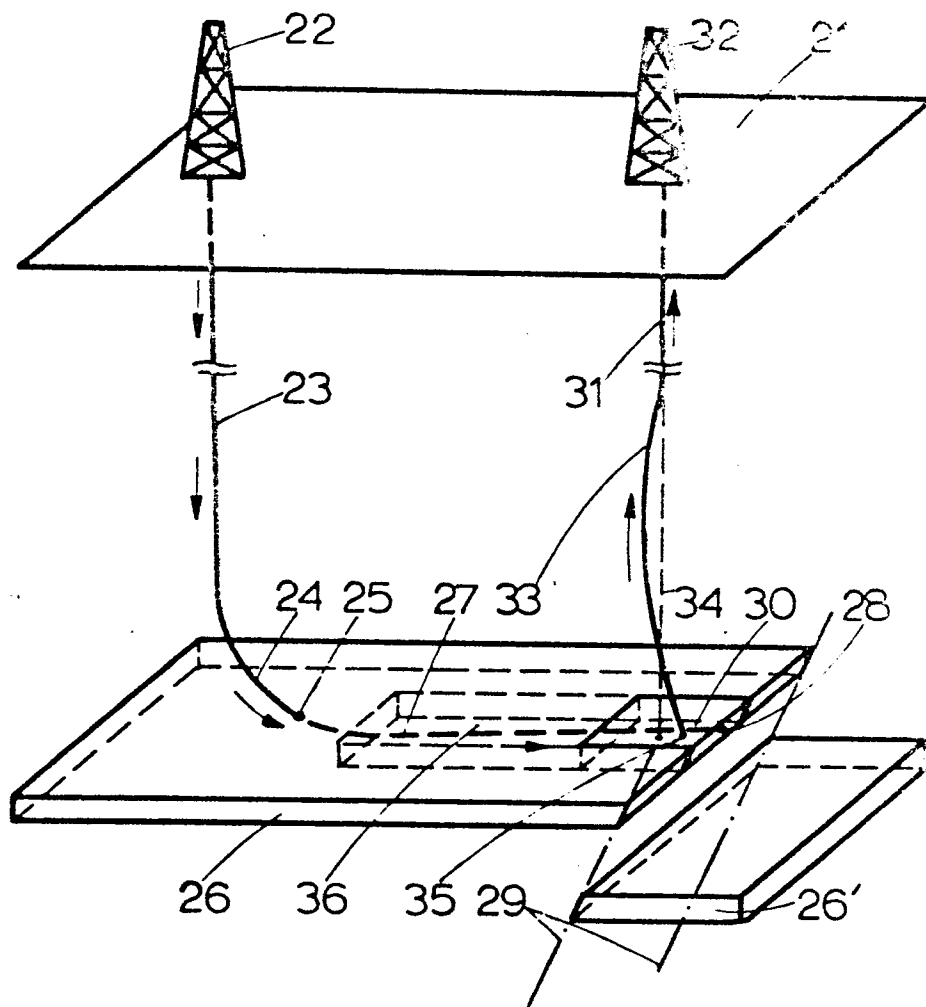
P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Verfahren zur Gewinnung von Kohle in situ, indem man von der Tages-
oberfläche zwei Bohrlöcher bis in das betreffende Flöz bohrt, von
denen sich zumindest ein Loch wenigstens teilweise in der Fläche
des Flözes befindet, welche zwei Bohrlöcher in der Nähe des Endes
5 miteinander in Verbindung gebracht werden, durch eines der
Bohrlöcher ein Mittel zuführt, das chemisch und/oder physikalisch
mit der Kohle reagiert, und das Reaktionsprodukt durch das andere
Bohrloch abführt, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bohrloch
(23, 24, 27) soweit in der Fläche des zu gewinnenden Flözes
10 gebohrt wird, als es die geologischen Bedingungen, die Bedingungen an
der Tagesoberfläche oder die technischen Bedingungen erlauben,
und dieses Bohrloch (23, 24, 27) zumindest am Ende (28) über eine
eine solche Länge und zu einer solchen Breite erweitert wird, als
wenigstens zweimal der maximal zu erwartenden Ablenkung in der
15 horizontalen Projektion des zweiten Bohrloches 31, das minimal bis
in die Erweiterung (30) niedergebracht wird, entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
Erweiterung (30) mit mechanischen Mitteln zustande gebracht wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1-2, dadurch gekennzeichnet, dass
20 das zweite Loch (31) bis in den erweiterten Teil (30) des ersten
Bohrlochs gebohrt wird in einem Stand, in dem es die Schichten des
Nebengesteins schneidet.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Teil des zweiten Bohrlochs (31) in der Fläche des
25 Flözes gebohrt wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder beide Bohrlöcher völlig oder über einen grossen Teil (36) ihrer Länge in der Kohle erweitert werden.

111

0002306





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0002306

Nummer der Anmeldung
EP 78 20 0341

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ²)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<u>US - A - 2 825 408</u> (WATSON) * Spalte 1, Zeilen 41-59; Patentanspruch 1; Figur 1 *	1,2	E 21 C 43/00 E 21 B 43/24
X	<u>US - A - 3 933 447</u> (PASINI) * Spalte 4, Zeile 2 - Spalte 5, Zeile 9; Figur 1 *	1,4,5	
X	<u>US - A - 3 513 913</u> (BRUIST) * Spalte 3, Zeilen 4-20; Spalte 4, Zeilen 2-71 *	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ²)
	<u>US - A - 2 788 956</u> (PEVERE) * Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 2 *	1,2	E 21 C E 21 B C 10 J
	<u>US - A - 3 563 606</u> (SEARS) * Spalte 5, Zeilen 28-60; Figuren 4,5 *	1	
	<u>US - A - 3 960 214</u> (STRIEGLER) * Zusammenfassung *	1,3	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
A	<u>DE - A - 2 609 249</u> (ANTONOVA)		X: von besonderer Bedeutung
A	<u>US - A - 3 999 607</u> (PENNINGTON)		A: technologischer Hintergrund
A	<u>US - A - 3 961 824</u> (VAN EEK)		O: nichtschriftliche Offenbarung
A	<u>US - A - 3 386 508</u> (BIELSTEIN)		P: Zwischenliteratur
			T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
			E: kollidierende Anmeldung
			D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
			L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
xi Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	26-02-1979	PAUCNIK	