

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85102572.6

51 Int. Cl.⁴: **E 21 B 43/243**
E 21 B 7/14, C 10 J 5/00

22 Anmeldetag: 07.03.85

30 Priorität: 14.03.84 DE 3409245

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 25.09.85 Patentblatt 85/39

84 Benannte Vertragsstaaten:
 BE DE FR GB NL

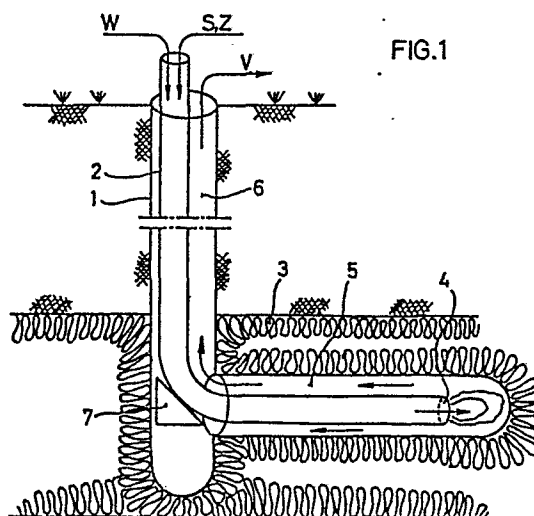
71 Anmelder: **BASF Aktiengesellschaft**
Carl-Bosch-Strasse 38
D-6700 Ludwigshafen(DE)

72 Erfinder: **Wisseroth, Karl, Dr.**
Brucknerstrasse 5
D-6700 Ludwigshafen(DE)

72 Erfinder: **Scholl, Richard**
Nordring 7
D-6718 Gruenstadt(DE)

54 Verfahren zur untertägigen Vergasung von Kohle.

57 Ein oder mehrere Vergasungsmittel (S) für die Vergasungsreaktion mit Kohle sowie Zündmittel (Z) zu deren Auslösung werden durch eine Rohrleitung (2), die in einer von der Erdoberfläche bis zum Kohleflöz reichenden Bohrung (1) angeordnet ist, bis an das Flöz (3) herangeführt. Nach Zündung der exothermen Vergasungsreaktion wird die Rohrleitung mit ihrer Mündung (4) in die durch Abbrand entstehende Vertiefung im Flöz nachgeführt und dabei zusätzlich Wasser (W) zur Kühlung der Rohrmündung herangeführt. Mit Fortschritt einer den Abbrand bewirkenden Bohrflamme und zur Herabsetzung der Vergasungstemperatur durch endotherme Teilreaktion entsteht ein Brennkanal (5), wobei die entstehenden Vergasungsprodukte (V) durch den Ringraum (6) zwischen Bohrung und Rohrleitung nach Übertage geleitet werden.



Verfahren zur untertägigen Vergasung von Kohle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur untertägigen Vergasung von Kohle in Kohleflözen, bei dem ein oder mehrere Vergasungsmittel für die Vergasungsreaktion sowie Zündmittel zu deren Auslösung von der Erdoberfläche aus durch eine Bohrung dem Flöz zugeführt werden.

Zur untertägigen Vergasung von Kohle wird nach einem in P. Ledent, T.K. Li, V. Chandelle, R. Fabry, M. Kurth und C. Sonntag, Verfahren und Stand der Untertagevergasung von Kohle, Seminar: Eigenschaften und Reaktionen von Kohle für Untertage-Umwandlungsprozesse sowie in situ-Meßverfahren, Kurzfassung der Vorträge, Hannover 12.-14.10.1983, beschriebenen Verfahren von einem Bohrloch ausgehend eine Abbrandzone in Richtung auf mindestens ein weiteres Bohrloch vorgetrieben, durch welches die gasförmigen Umsetzungsprodukte nach Übertage gefördert werden. Dieses Verfahren wurde bereits mit Erfolg in mäßigen Teufen (>500 m) betrieben. Seine Durchführung setzt eine gewisse Permeabilität der Kohle voraus, um den gasförmigen Produkten den Abzug bzw. Durchgang zu ermöglichen. Während bei der Durchführung in geringen Teufen die Porosität des Deckgebirges zu hohen Gasverlusten führt, verhindert eine mangelhafte Durchlässigkeit der Kohle eine einfache Durchführung des Verfahrens in großen Teufen (>1000 m). In diesen Tiefen fehlen die für den Fortschritt des Abbrandes notwendigen, als Durchlässe dienenden Klüfte (Schlechten) in der Kohle.

Mit großem und kostspieligem Aufwand wurde daher schon versucht, durch zusätzliche Maßnahmen, wie Rißaufsprengung durch Flüssigkeitskapillarkwirkung, mikrobiologische Aufschlußverfahren, flözzgängige Bohrungen, eine Auflockerung bzw. eine Erhöhung der Durchlässigkeit zu bewirken.

Eine weitere hohe Kostenbelastung dieser Untertagevergasungsverfahren ist gegeben durch die verhältnismäßig stark ansteigenden Bohrkosten mit zunehmender Teufe.

Vorliegender Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur untertägigen Vergasung von Kohle in Kohleflözen zu entwickeln, das unter Vermeidung der geschilderten Nachteile einen wirtschaftlichen Betrieb gestattet.

Zur Lösung der Aufgabe werden bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art die Vergasungs- und Zündmittel durch eine in der Bohrung koaxial angeordnete Rohrleitung bis an das Flöz herangeführt und nach Zündung der exothermen Vergasungsreaktion die Rohrleitung mit ihrer Sp/P

Mündung in die durch Abbrand entstehende Vertiefung im Flöz nachgeführt und dabei Wasser zur Kühlung der Rohrmündung und zur Herabsetzung der Vergasungstemperatur durch endotherme Teilreaktion herangeführt, so daß mit Fortschritt einer den Abbrand bewirkenden Bohrflamme ein Brennkanal
05 entsteht, wobei die entstehenden Vergasungsprodukte durch den Ringraum zwischen Bohrung und Rohrleitung nach Übertage geleitet werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden nach dem Anlegen eines ausreichend langen Brennkannels mit Hilfe der Bohrflamme die Vergasungs-
10 und Zündmittel durch den Ringraum an das die vorgeschobene Rohrleitung umgebende Flözmateriel herangeführt, so daß nach erneuter Zündung der Brennkanal durch Abbrand kavernenartig erweitert wird, wobei die entstehenden Vergasungsprodukte durch die Rohrleitung nach Übertage geleitet werden.

15 Einzelheiten und Erläuterungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind anhand der Zeichnung nachfolgend beschrieben.

Es zeigen

20

Figur 1 die Erzeugung eines Brennkannels im Flöz durch die Bohrflamme
Figur 2 die kavernenartige Erweiterung des Brennkannels.

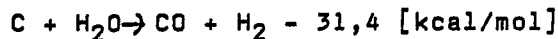
Wie Figur 1 veranschaulicht, werden durch eine in einer Tiefbohrung 1
25 koaxial angeordnete Rohrleitung 2 sowohl ein oder mehrere Vergasungsmittel S wie Luft, Sauerstoff und Wasser für die Vergasungsreaktion als auch Zündmittel Z wie z.B. gerolltes und Übertage gezündetes Salpeterpapier zur Auslösung der Vergasungsreaktion bis an das Flöz 3 herangeführt.

30

Nach Zündung der exothermen Vergasungsreaktion entsteht durch Abbrand eine Vertiefung im Flöz, in die die Rohrleitung mit ihrer Mündung 4 oder einer aufgesetzten Düse mit der sich ausbildenden Bohrflamme nachgeführt wird, so daß mit fortschreitendem Abbrand ein Brennkanal 5 entsteht. Die
35 dabei erzeugten Vergasungsprodukte V werden durch den Ringraum 6 zwischen Bohrung und Rohrleitung nach Übertage geleitet.

Zur Kühlung der Rohrmündung 4 bzw. Düse wird dem Vergasungsmittel Wasser W zugesetzt. Ohne den Wasserzusatz entstehen - z.B. bei Einsatz
40 von reinem Sauerstoff - sehr rasch hohe Temperaturen (2000°C), so daß das Material der Rohrmündung bzw. der Düse schmelzen würde. Einerseits kann durch Beimischung geeigneter Wassermengen unter Ausnützung der

Endothermie der Umsetzung zwischen Kohle und Wasser gemäß der chemischen Gleichung



05

eine Absenkung der Reaktionstemperatur erzwungen werden. Zum anderen kann bei Einspeisung der gasförmigen Vergasungsmittel mit hoher Austrittsgeschwindigkeit (bis etwa Schallgeschwindigkeit) der Abstand zwischen Abbrandfront und Rohrmündung bzw. Düse vergrößert werden, wobei gleichzeitig noch eine schärfere Ausbildung der Bohrflamme und eine lokale Konzentration des Abbrandes erreicht wird, was die Ausbildung eines engeren Brennkannels und damit einen rascheren Vortrieb bewirkt. Durch diese Maßnahmen kann ohne weiteres eine Absenkung der Reaktionstemperatur auf Temperaturen unterhalb 1500°C und eine Vorverlegung der heißen Flammenspitze in Bezug auf die Düse erreicht werden, wodurch keine Gefahr für das Schmelzen des Rohr- bzw. Düsenmaterials mehr besteht.

Als Rohr- und Düsenmaterial eignen sich übliche feuer- und oxidationsfeste Materialien wie Asbest, Schamotte, Sillimanit, Magnesit, Chromit.

20

Die Rohrleitung kann sowohl als starre wie auch als flexible Anordnung ausgebildet sein. Im letzteren Fall wird die Rohrleitung in einer etwa senkrechten Bohrung von der Erdoberfläche aus niedergebracht, dann dem Verlauf des Kohleflözes entsprechend an einer Stütz- und Ablenkeinrichtung 7 abgebogen und dem fortschreitenden Abbrand folgend vorangetrieben. Es genügt im allgemeinen, nur den vorderen Abschnitt der Rohrleitung flexibel auszubilden, dessen Länge bestimmt ist durch die vorgesehene Länge des Brennkannels.

25

Der Brennkanal ist je nach Betriebsweise teils sehr glatt und sauber an seiner inneren Oberfläche und weist einen Durchmesser auf, der nur wenig größer als der äußere Durchmesser der Rohrleitung ist. Teils ist er von merklich größerem Durchmesser und auch stark zerklüftet. Letzteres ist der Fall bei Überwiegender Verwendung von Luft als Oxidationsmittel. Der erstere Fall entspricht dagegen dem Einsatz von Sauerstoff, wobei Vortriebsgeschwindigkeiten von mehreren Metern je Stunde erreicht werden.

30

35

Beim Abbrand verbrennen sowohl der Kohlenstoff der Kohle als auch die Teeranteile. Letztere entweichen infolge der hohen Temperatur zunächst als gasförmige Schwelprodukte und werden schließlich zum Teil oxidativ umgesetzt. Dadurch verbleibt eine konzentrische koksartige Zone um den Brennkanal. Diese Kokszone hat gewöhnlich eine Ausdehnung vom 3- bis 5-Fachen des Brennkalandurchmessers und weist eine hohe Porösität auf.

40

Diese hochporöse Zone hat Bedeutung für den Abzug der Vergasungsprodukte, die sowohl durch den Ringraum zwischen Rohrleitung und Brennkanalwandung als auch durch die porösen Kohlepartien entweichen.

- 05 Nach dem Anlegen eines genügend langen Brennkannels, beispielsweise mit einer Länge von 10 bis 20 Metern, wird die Arbeitsrichtung in Bezug auf die Gasströme umgekehrt; d.h. die gebildeten Vergasungsprodukte werden dann durch das Innere der Rohrleitung nach Übertage geleitet, während die Vergasungsmittel einschließlich Wasser - dieses gegebenenfalls in Form
- 10 von Dampf - durch den Ringraum 6 zugeführt werden (Figur 2). Das die Rohrleitung umgebende Flözmateriäl wird am Anfang des Brennkannels 5 gegebenenfalls erneut gezündet, so daß sich die Abbrandfront um die von Übertage in das Kohleflöz niedergebrachte Bohrung ausdehnt. Die gasförmigen Umsetzungsprodukte entweichen aus der Abbrandzone durch den
- 15 Brennkanal und schließlich durch die koaxiale Rohrleitung nach Übertage. Hierdurch bildet sich eine kavernenartige Erweiterung 8 des Brennkannels bzw. um das Bohrloch von Übertage aus. Durch Anlegen verschiedener Brennkannäle radial zur Bohrung 1 können durch Stützpfeiler getrennte Abbaukavernen gebildet werden. Auf diese Weise wird den gebirgsmechanischen
- 20 Festigkeitserfordernissen entsprochen, um ein unerwünschtes Hereinbrechen des Hangenden zu vermeiden.

- Das Verfahren nach der Erfindung umgeht zwei wesentliche Schwierigkeiten
- 25 des herkömmlichen Vorgehens zur Untertagevergasung, indem es grundsätzlich mit einer Bohrung von Übertage auskommt und durch die Brennkannaltechnik mittels Flammbohren nicht auf eine vorgegebene Porösität der Kohle als Voraussetzung für den Abbrand angewiesen ist. Das Verfahren eignet sich daher ganz besonders für die Aufschließung der in großen
- 30 Teufen (1500 bis 5000 m und gegebenenfalls noch tiefer) lagernden Steinkohle.

Die nachfolgenden Beispiele veranschaulichen das erfindungsgemäße Verfahren.

35

Beispiel 1

- Ein Steinkohlenwürfel von etwa 10 cm Kantenlänge wird auf seiner Oberfläche mit einer Gasflamme erhitzt, wobei sich eine Vertiefung von etwa
- 40 20 mm Durchmesser ausbildet. In diese Vertiefung wird ein Sauerstoffstrom von 180 l/h, dem Wasserdampf entsprechend 190 g/h flüssigem Wasser zugemischt ist, durch eine Quarzglasdüse von 1 mm lichter Weite und aus

einer Entfernung von etwa 15 mm gelenkt. Am Boden der Vertiefung leuchtet die Kohle weißglühend auf. Der oberflächennahe Teil der Vertiefung erscheint in einem helleren bis dunkleren Rot.

- 05 Bei stationärer Beschickung der Düse mit Sauerstoff und Wasserdampf wird die Rohrleitung mit der Düse langsam und stetig in den entstehenden Brennkanal gesenkt. Nach 6 Minuten ist der Kohleblock in seiner ganzen Länge durchbohrt. Der Brennkanal ist sehr glatt an seiner Wand und hat einen nur geringfügig größeren Durchmesser (etwa 10 mm) als die Düse bzw.
- 10 die Rohrleitung. Die Quarzdüse bleibt unter diesen Betriebsbedingungen unbeschädigt.

Beispiel 2

- 15 Betrieb in der gleichen Weise wie in Beispiel 1. Als Oxidationsmittel wird anstelle von Sauerstoff 900 l/h Luft zugeführt, welcher 200 g/h Wasser in Form von Dampf zugemischt wird. Nach etwa 1/4 Stunde ist der Kohleblock durchbohrt. Das entstandene Loch ist unregelmäßig und in der Wand zerklüftet. Der Durchmesser ist mit 20 bis 25 mm wesentlich größer.
- 20 als beim Durchbrennen mit einer Sauerstoffflamme.

Beispiel 3

- Ein in etwa 300 m Teufe befindliches und etwa waagrecht verlaufendes
- 25 Kohleflöz von 1,60 m Mächtigkeit wird über eine vertikale Bohrung von 200 mm Durchmesser angebohrt. Bis zum Flöz ist die Bohrung mit einem Stahlrohr ausgekleidet. In diesem Rohr verläuft eine weitere stählerne Rohrleitung von 100 mm lichter Weite, die am unteren Ende in eine flexible Schlauchleitung aus Asbestgeflecht mündet und mit einer keramischen Düse aus Schamotte abschließt. Durch eine Ablenkvorrichtung im Flöz
- 30 gemäß Figur 1 wird die Düsenöffnung gegen die Kohle gerichtet. Nach Füllen der Anlage mit Sauerstoff wird ein Übertage gezündetes Bündel aus gerolltem Salpeterpapier durch die innere Rohrleitung nach Untertage befördert. Das brennende Bündel bewegt sich nicht nur im freien Fall,
- 35 sondern wird durch die am oberen Ende entweichenden Verbrennungsgase schubartig beschleunigt. Bereits nach wenigen Sekunden hat das brennende Bündel den Kohlenstoß erreicht, wobei die Kohle sofort oberflächlich erhitzt wird. Der gleichzeitig durch die innere Rohrleitung nachströmende Sauerstoff von mehreren Kubikmetern pro Stunde erzeugt eine gerichtete
- 40 Flamme, die eine Vertiefung bildet. Unmittelbar darauf wird stündlich der Sauerstoff bis auf 600 m³/h erhöht und außerdem Dampf mit 475 kg/h dem Sauerstoffstrom zugemischt. Die abgelenkte Rohrleitung kann mit einer Ge-

schwindigkeit von etwa 10 m/h in den Brennkanal eingesenkt bzw. vorge-schoben werden. Aus der Bohrung entweicht eine Gasmenge von stündlich etwa 3000 m³. Das Gas zeigt die folgende Zusammensetzung

05	CO ₂	17,1 Vol.-%
	C=C	1,9
	O ₂	0,5
	CO	27,0
	H ₂	46,5
10	KW	3,5
	N ₂	3,5

und hat einen Heizwert von etwa 2570 kcal/Nm³.

15 Beispiel 4

Nach zweistündigem, stationärem Betrieb gemäß Beispiel 3 hat die vorange-schobene Rohrleitung einen Brennkanal von etwa 20 m Länge erzeugt. Es wird nun - nach zwischengeschalteter Spülung des gesamten Gasweges mit
20 Stickstoff - die Strömungsrichtung der Gase umgekehrt. Hierdurch ver-lagert sich die Abbrandfront in Richtung auf den Anfang des Brennkanaals, so daß im allgemeinen keine erneute Zündung von Übertage erforderlich wird. Das jetzt durch den Ringraum der Bohrung eingeführt Oxidations-gemisch wird langsam steigernd auf etwa 1500 m³/h Sauerstoff und
25 1200 kg/h Dampf erhöht. Aus der Rohrleitung strömen jetzt stündlich etwa 7500 m³/h Gas von vergleichbarer Analyse und Heizwert wie in Beispiel 3.

Patentansprüche

- 05 1. Verfahren zur untertägigen Vergasung von Kohle in Kohleflözen, bei dem ein oder mehrere Vergasungsmittel für die Vergasungsreaktion sowie Zündmittel zu deren Auslösung von der Erdoberfläche aus durch eine Bohrung dem Flöz zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergasungs- und Zündmittel (S, Z) durch eine in der Bohrung (1) koaxial angeordnete Rohrleitung (2) bis an das Flöz (3) herangeführt werden und nach Zündung der exothermen Vergasungsreaktion die Rohr-
- 10 leitung mit ihrer Mündung (4) in die durch Abbrand entstehende Vertiefung im Flöz nachgeführt und dabei Wasser (W) zur Kühlung der Rohrmündung und zur Herabsetzung der Vergasungstemperatur durch endotherme Teilreaktion herangeführt wird, so daß mit Fortschritt der den Abbrand bewirkenden Bohrflamme ein Brennkanal (5) entsteht, wobei
- 15 die entstehenden Vergasungsprodukte (V) durch den Ringraum (6) zwischen Bohrung und Rohrleitung nach Übertage geleitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Anlegen eines ausreichend langen Brennkannels (5) die Vergasungs- und
- 20 Zündmittel (S, Z) durch den Ringraum (6) an das die vorgeschobene Rohrleitung (2) umgebende Flözmateri al herangeführt werden, so daß nach erneuter Zündung der Brennkanal durch Abbrand kavernenartig erweitert wird, wobei die entstehenden Vergasungsprodukte (V) durch die Rohrleitung nach Übertage geleitet werden.

25

Zeichn.

30

35

40

1/2

FIG.1

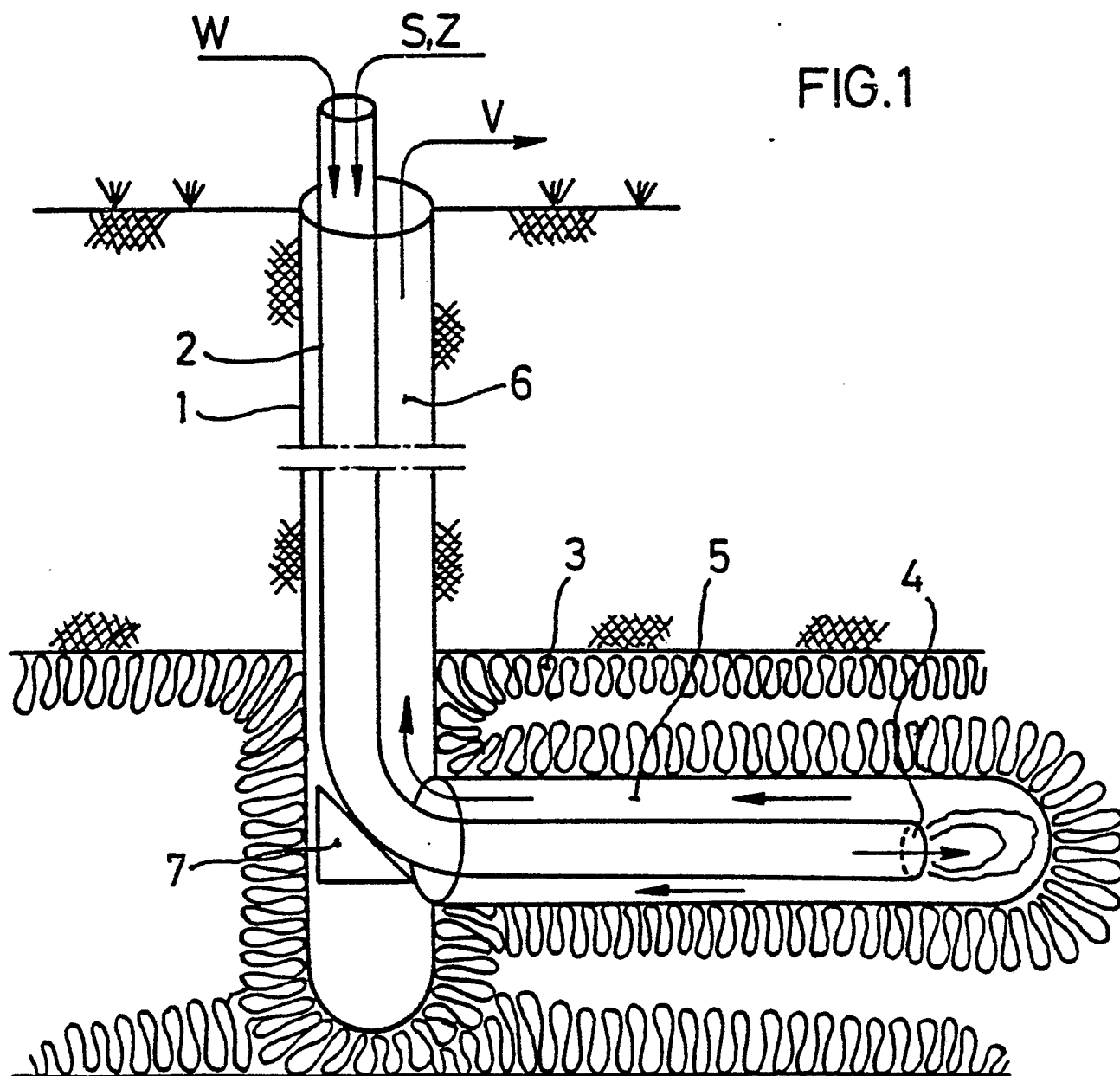


FIG.2

