



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

2007 515

INT. CL.:

G(51) E 21 G 43/22

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP E 21 B/ 2344 016

(22) 28.10.81

(44) 08.06.83

(71) siehe (72)

(72) WAGNER, MANFRED, DR. RER. NAT. DIPL.-BIOL.; ZIRAN, BARBARA, DIPL.-BIOL.; DD;

(73) siehe (72)

(74) IRMHILD BLANK, FI F. D. ERKUNDUNG U. FOERDERUNG V. ERDGAS UND ERDOEL, 3304 GOMMERN,  
MAGDEBURGER CHAUSSEE

(54) VERFAHREN ZUR MIKROBIELLEN SEKUNDAERGWINNUNG VON ERDOELEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren der mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen, bei dem in Erdöllagerstätten eine aktive bakterielle Tätigkeit angeregt wird, so daß wirksame Stoffwechselprodukte entstehen, die eine Freisetzung von Erdöl bewirken und die Ausbeute an Erdöl aus Lagerstätten erhöhen. Durch die Erfindung sollen die üblicherweise durchgeführte Injektion hochwertiger, energiereicher Rohstoffe eingespart, die Kosten des Verfahrens verringert und die Einsatzmöglichkeit erweitert werden. Es ist Aufgabe der Erfindung, in den Erdöllagerstätten eine starke Vermehrung von Bakterien zu erreichen, wobei erdöldesorbierende Substanzen in hohem Maße gebildet werden sollen. Einzusetzende Rohstoffe sollen in ausreichender Menge vorhanden sein, um eine einfache großtechnische Anwendung zu ermöglichen. Das wird erreicht, indem in Erdöllagerstätten komplexe Nährsalzquellen, wie Gülle, so injiziert werden, daß im Schichtwasser Güllekonzentrationen von 1–20% vorliegen. In der Lagerstätte vorhandene bzw. in Gülle/Erdöl-Nährlösung gezüchtete und injizierte Bakterien nutzen Energiequellen der Lagerstätte und produzieren in hohem Maße Substanzen, die die Ausbeute an Erdöl erhöhen.

234401 6

4

### Erfindungsbeschreibung

Titel Verfahren zur mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen

Wagner, Manfred und Ziran, Barbara

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen, bei dem in Erdöllagerstätten eine aktive bakterielle Tätigkeit angeregt wird, so daß wirksame Stoffwechselprodukte entstehen, die eine Freisetzung von 1 Erdölen bewirken und die Ausbeute an Erdöl aus Lagerstätten erhöhen.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind beispielsweise Verfahren bekannt, bei denen durch Einsatz von Desulfurizierern unter Nutzung eines Kohlen- 2 wasserstoffabbaues die Bildung oberflächenaktiver Substanzen bzw. die Hydrogenierung von Kohlenwasserstoffen angestrebt wird (US-PS 2.413.278; US-PS 2.641.566).

Mikrobielle Verfahren der Sekundärgewinnung von Erdöl durch sulfatreduzierende Bakterien waren in der Praxis nicht ef- 3 fektiv und führten darüberhinaus durch Schwefelwasserstoffbildung in der Lagerstätte zu einer Minderung der Qualität des Erdöles, zu Korrosionen an Sondeninstallationen und Rohrleitungen sowie zu Sulfidverstopfungen in der Lagerstätte.

4 Die mangelnde Effektivität dieser Verfahren ist auf die erreichte zu geringe biologische Aktivität in der Lagerstätte

004001.0027990

zurückzuführen. Ein unzureichendes Angebot an Nährstoffen ermöglichte den Bakterien nur eine geringe Vermehrung. Wirksame Substanzen wurden nur in kleiner Menge gebildet, 5 die für die Freisetzung größerer Mengen an Erdöl nicht ausreichend waren.

Effektivere Verfahren, bei denen die genannten Schäden vermieden wurden, sind beschrieben im US-PS 2.807.570 und DL-PS 140 067. Hier werden gemeinsam mit Bakterien der Gat- 6 tungen *Aerobacter*, *Clostridium* und *Bacillus* energiereiche organische Verbindungen, wie Zucker, in die Lagerstätte injiziert und dort vergoren, wobei neben oberflächenaktiven Stoffen, auch Kohlendioxid und organische Säuren entstehen. Diese Verfahren weisen jedoch den Nachteil auf, daß für sie 7 nur eine begrenzte Einsatzmöglichkeit besteht und die Verfahren teuer sind. Für intensive bakterielle Stoffwechselprozesse und eine hohe Produktion wirksamer Substanzen aus injizierten Nährstoffen, die große Mengen Erdöl freisetzen sollen, ist ein hoher Rohstoffeinsatz mit leicht verwertba- 8 ren Energiequellen erforderlich. Es werden hochwertige Rohstoffe, wie Melasse, eingesetzt, die hohe Kosten verursachen und für andere Prozesse dringend benötigt werden. Die benötigten energiereichen Rohstoffe stehen nur in begrenzter Menge zur Verfügung und sind für einen umfangreichen groß- 9 technischen Einsatz nicht ausreichend vorhanden.

Es ist weiterhin bekannt, daß in Erdöllagerstätten, deren ökologische Bedingungen, wie Schichttemperatur, Mineralisation und chemische Zusammensetzung des Schichtwassers und Lagerstättendruck, bakterielles Leben zuläßt, eine spe- 10 zifische Bakterienflora vorhanden ist bzw. sich nach Aufschluß der Lagerstätten ansiedelt. Sie entwickelt sich auf der Basis der in den Lagerstätten vorhandenen Nährstoffe. Der Keimgehalt der sich natürlich entwickelnden Bakterien ist gering. Entsprechend ist die Wirkung der von ihnen ge- 11 bildeten erdöldesorbierenden Stoffwechselprodukte gering und für eine sekundäre Erdölgewinnung nicht ausreichend.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen zu schaffen, bei dem eine hohe  
12 Wirksamkeit ohne Injektion hochwertiger, energiereicher Substanzen in die Lagerstätte erzielt wird, die Kosten des Verfahrens ohne Schädigung der Förder- und Aufarbeitungsanlagen und ohne Beeinträchtigung der Qualität des Erdöles verringert werden und gleichzeitig die Einsatzmöglichkeit des Ver-  
13 fahrens wesentlich erweitert wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hohe Vermehrung der natürlich vorhandenen oder zu injizierenden Bakterien und eine weite Ausbreitung in der Lagerstätte zu erzielen, wobei die erdöldesorbierenden Substanzen in hohem  
14 Maße gebildet werden sollen und die Ausbeute an Erdöl aus der Lagerstätte erhöht wird. Es sind Wege zu finden, die Rohstoffe zum Einsatz bringen, die in ausreichender Menge vorhanden sind, um eine breite großtechnische Anwendung des  
15 Verfahrens zu ermöglichen, wobei einfache technische Lösungen entwickelt werden sollen, die leicht von einer Lagerstätte auf eine andere übertragbar sind.

Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, daß von Standorten, an denen sich Mikroorganismen in Gegenwart von  
16 Kohlenwasserstoffen entwickeln, also aus Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie unterirdischen Kohlenwasserstoffspeichern, Bakterien isoliert wurden, die unter den anaeroben Bedingungen von Erdöllagerstätten mit den Lagerstättenmaterialien Schichtwasser, Speichergestein und Erdölen wachsen  
17 konnten und deren Vermehrung und Stoffwechsellleistung durch Zusatz von Mineralsalzen, vorrangig von Stickstoff- und Phosphatverbindungen wesentlich erhöht werden konnte. Es

wurde gefunden, daß sich hierzu komplexe Nährsalzlösungen am besten eignen, wobei sich ein geringer Gehalt an energiereichen organischen Verbindungen, wie Aminosäuren, durchaus fördernd auswirkt.

Den genannten Anforderungen eines komplexen Nährsalzangebotes entspricht besonders als Abprodukt der tierischen Großproduktion, die Gülle bzw. Jauche, wobei Rinder- oder Schweinegülle zu bevorzugen sind. Sie wird in einer Menge, gemischt mit Wasser, so in die Lagerstätte injiziert, daß die Konzentration im Schichtwasser der zu behandelnden Struktur etwa 0,5 - 20 % beträgt. Mittels bekannter Verfahren werden vor der Injektion in die Lagerstätte aus der Gülle Feststoffe, die zur Verstopfung der Lagerstätte führen würden, abgetrennt. Auf der Basis des nach vorgeschlagenen Verfahrens in die Lagerstätte eingebrachten Nährsalzangebotes und dem in den Erdöllagerstätten vorhandenen organischen Verbindungen, die von den Bakterien als Energiequelle genutzt werden, erfolgt eine intensive Vermehrung der natürlich vorhandenen oder der nach oben genannten Verfahren gezüchteten und gemeinsam mit der Gülle in die Lagerstätte injizierten Bakterien, wobei Keimgehalte von  $10^8$  bis  $10^9$  Zellen pro Milliliter Schichtwasser erreicht werden. Wachstum und Stoffwechselleistungen der Bakterien erfolgen über mehrere Monate, wobei erdöldesorbierende Substanzen, wie Biogase, organische Säuren und Biolipide in erheblichem Maße gebildet werden. Sie führen zur Freisetzung von Erdöl von Trägergestein und zu einer Migration über Poren und Klüfte.

Die erforderliche technische Ausrüstung und die Fahrweise des beschriebenen Erdölsekundärgewinnungsverfahrens entsprechen denen anderer auf dem Flutprinzip beruhender Sekundärgewinnungsverfahren und sind den jeweiligen Besonderheiten der Lagerstätten anzupassen.

Ausführungsbeispiel

Nachstehend soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Es ist eine, nach vorangegangener Erdölförderung, hochgradig  
25 verwässerte Erdöllagerstätte gegeben. Speichergestein ist ein klüftiger Dolomit. Die Schichttemperatur beträgt 50 °C, der Schichtdruck 6 MPa. Das Lagerstättenwasser gehört dem Natriumchlorid-Typ an und hat einen Salzgehalt von 200 g/l. Die Lagerstätte weist einen geringen Besiedlungsgrad mit  
26 einem Keimgehalt von 100 Bakterien pro Milliliter Schichtwasser auf.

Das beschriebene Verfahren wird wie folgt durchgeführt:

1. Injektion von 500 m<sup>3</sup> Medium bestehend aus 20 % Rindergülle (Feststoffe waren vorher nach üblichen Verfahren  
27 abgetrennt worden) und 80 % Süßwasser zur Anreicherung des sondennahen Raumes mit Nährsalzen und Verbesserung der Wachstumsbedingungen für die Bakterien.
2. Anzucht eines Lagerstättenkeimgemisches, das an die Bedingungen der zu behandelnden Lagerstätte adaptiert ist,  
28 in einem an der Injektionssonde installierten 2,5 m<sup>3</sup> Fermentor unter anaeroben Bedingungen in einem Medium bestehend aus 5 % Gülle, 0,1 % Dikaliumhydrogenphosphat, 2 % Erdöl und Wasser mit einem Salzgehalt von 100 g Natriumchlorid/l.
- 29 3. Animpfung der Lagerstätte durch Injektion von gesamt 25 m<sup>3</sup> Impfgut mit einem Keimgehalt von etwa  $2 \times 10^9$  Bakterien pro Milliliter.
4. Verpressen von 5000 m<sup>3</sup> Gülle-Lösung bestehend aus 10 % Rindergülle und 90 % Wasser mit einem Salzgehalt von  
30 100 g NaCl pro Liter bei einer Injektionsrate von 50 m<sup>3</sup>/Tag.

234401 6

6

5. Verschließen der Injektionssonde.

6. Förderung über eine ca. 500 m entfernt stehende Sonde.

An der Fördersonde wurde beobachtet:

- 31 - Anstieg des Keimgehaltes im Schichtwasser
- Auftreten von Biogas mit den Komponenten  $\text{CO}_2$  und Wasserstoff
- Erhöhter Ammoniakgehalt im Schichtwasser
- Effektiver Anstieg der Erdölförderung bei gleichzeitigem
- 32 Absinken des mitgeführten Wasseranteiles

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen, bei dem in Erdöllagerstätten eine aktive bakterielle Tätigkeit angeregt wird, so daß wirksame Stoffwechselprodukte entstehen, die eine Freisetzung von Erdölen bewirken und die Ausbeute an Erdöl aus Lagerstätten erhöhen, gekennzeichnet dadurch, daß als Nährstoffe komplexe Nährsalzquellen, wie Gülle, bevorzugt Rinder- oder Schweinegülle so injiziert werden, daß im Schichtwasser der Erdöllagerstätten Gülle-Konzentrationen von etwa 1 - 20 % vorliegen und hierdurch in der Lagerstätte unter Nutzung lagerstätteneigener Energiequellen eine intensive bakterielle Tätigkeit angeregt wird, in deren Verlauf Stoffwechselprodukte, die Erdöl freisetzen in hohem Maße gebildet werden.  
33  
34  
35
2. Verfahren zur mikrobiellen Sekundärgewinnung von Erdölen nach Punkt 1 gekennzeichnet dadurch, daß in Lagerstätten, die keine oder keine geeigneten Mikroorganismen enthalten, Bakterien injiziert werden, die an die Lagerstättenbedingungen adaptiert sind und die unter anaeroben Bedingungen in einem Medium mit den Hauptkomponenten einer komplexen Mineralsalzquelle, wie Gülle, Erdöl und Schichtwasser gezüchtet werden.  
36