



Nederland

⁽¹²⁾ A **Terinzagelegging** ⁽¹¹⁾ **8402109**

⁽¹⁹⁾ NL

⁽⁵⁴⁾ **Werkwijze voor de verdringing van koolwaterstoffen uit een ondergrondse formatie met behulp van verdringingsvloeistoffen.**

⁽⁵¹⁾ Int.Cl.: E21B 43/22.

⁽⁷¹⁾ Aanvrager: Standard Oil Company te Chicago, Illinois, Ver. St. v. Am.

⁽⁷⁴⁾ Gem.: Ir. L.W. Kooy c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

⁽²¹⁾ Aanvraag Nr. 8402109.

⁽²²⁾ Ingediend 3 juli 1984.

⁽³²⁾ Voorrang vanaf 5 juli 1983.

⁽³³⁾ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

⁽³¹⁾ Nummer van de voorrangsaanvraag: 511041 .

⁽⁶²⁾ - -

⁽⁴³⁾ Ter inzage gelegd 1 februari 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Werkwijze voor de verdringing van koolwaterstoffen uit een ondergrondse formatie met behulp van verdringingsvloeistoffen.

Deze uitvinding betreft een verbeterde winning van koolwaterstoffen uit ondergrondse aardolie bevattende formaties waarbij men verdringingsvloeistoffen inspuit. Meer in het bijzonder gaat het om een doeltreffender methode
5 voor het verdringen van koolwaterstoffen door het inspuiten met een mengbare vloeistof die een toeslag bevat.

Bij het winnen van vloeibare koolwaterstoffen of ruwe aardolie uit een ondergrondse formatie is het bekend in die formatie een vloeistof te spuiten die met de ruwe
10 aardolie mengbaar is; deze vloeistof werkt dus als oplosmiddel voor de ruwe aardolie en verdringt die uit de formatie. Een dergelijke wijze van werken wordt "mengbaar verdringen" genoemd.

Mengbaar verdringen is in vele laboratoriumproeven gesimuleerd. Ook is die werkwijze op koolwaterstof-
15 voorraden beproefd, maar bij proeven in het veld blijft de waarnemer aan het oppervlak en kan hij niet zien wat er in de formatie gebeurt. Zich baserende op laboratorium-simuleringen zijn meerdere theorieën over mengbaar verdringen gesteld. Al deze theorieën berusten op de veronderstelling dat die simuleringen
20 overeenkomen met wat er in die formatie gebeurt, ook al kan men dat niet bewijzen.

De werkwijze van mengbaar verdringen is zeer doeltreffend bij het uitdrijven van olie die gevangen zit in delen van de formatie door welke de vloeistof stroomt. Men
25 denkt dat deze doeltreffendheid te danken is aan het feit dat de capillaire krachten en oppervlaktetenspanningen die de olie tegenhouden met zulke vloeistoffen in belangrijke mate of zelfs geheel weggenomen worden.

Bij mengbaar verdringen kiest men een
30 vloeistof die met de aardolie mengbaar is. De ingespoten vloeistof verdringt de olie uit de formatie naar een produktieput. Voorbeelden van zulke vloeistoffen zijn lichte koolwaterstoffen

8402109

en mengsels daarvan zoals C_2 - C_6 -paraffinen en in het bijzonder licht petroleumgas (LPG). Het gebruik van zulke vloeistoffen is echter wegens hun kostprijs commercieel niet mogelijk. Voor het verdringen zijn ook "vloeistoffen" zoals kooldioxyde en verrijkt gas gebruikt, die betrekkelijk goedkoop zijn (verrijkt gas is een mengsel dat in hoofdzaak uit methaan bestaat en verder lichte koolwaterstoffen zoals ethaan en propaan bevat), ook al zijn deze "vloeistoffen" met de olie niet mengbaar. Na inspuiten van CO_2 of verrijkt gas ontwikkelt zich in de formatie door achtereenvolgende meervoudige contacten van olie met ingespoten vloeistof een gemengde fase. Deze gewenste mengbaarheid kan echter alleen optreden bij drukken boven een minimum mengdruk (MMD). Op basis van bepalingen van de MMD in smalle buis-verdringingsproeven dacht men dat gemengd verdringen ook hier mogelijk is als de druk in de formatie maar boven de MMD ligt.

In "Multiple Phase Generation During CO_2 Flooding" van R.L. Henry en R.S. Metcalfe, (SPE/DOE-Symposium over aardolie-winning van 20-23 april 1980), SPE-voordruk no. 8812 staat dat bij waarnemingen aan uitspoelen met CO_2 van een aardolie-reservoir mengsels van kooldioxyde en de ruwe aardolie over beperkte trajecten van temperatuur en druk ingewikkelde meerfasen-systemen vormen, waarin een CO_2 -rijke dampfase, een CO_2 -rijke vloeistoffase, een olie-rijke vloeistoffase en (in sommige gevallen) een vaste asfalteenfase naast elkaar bestaan. Maar de auteurs zagen bij drukken hoger dan die van een bepaald traject slechts twee vloeistoffen.

In het Amerikaanse octrooischrift 3.623.552 voor een werkwijze voor het uitspoelen met CO_2 staat geschreven dat CO_2 ingespoten wordt "onder omstandigheden van druk en temperatuur zodanig dat in het systeem van CO_2 en aardolie drie fasen met elkaar in evenwicht staan". Een moeilijkheid met deze werkwijze is dat dit driefasen-systeem alleen over een beperkt traject van omstandigheden mogelijk is en dat niet aangegeven is hoe men een mengbare verdringing in het driefasen-gebied moet uitvoeren in een aardolieformatie waarvan de druk buiten het traject ligt waarbinnen die meerdere fasen naast elkaar optreden.

84 02 109

Bij andere werkwijzen wordt mengbaarheid
breikt door een mengsel van CO_2 en of een lichte koolwaterstof
of een inert gas in te spuiten, zie de Amerikaanse octrooischrif-
ten 3.811.501 en 3.811.503. Hierin is het bepalen van de belang-
5 rijke verhouding van CO_2 tot koolwaterstoffen of inert gas be-
schreven, met welke "onder omstandigheden mengbaarheid mogelijk
is". Geen van deze twee octrooischriften beschrijft hoe men in
een bepaalde aardolieformatie binnen dat meerdere fasen-gebied
met CO_2 kan uitspoelen.

10 Nu werd gevonden dat als mengbaar uitspoelen
met een verdringingsvloeistof zoals CO_2 uitgevoerd wordt bij
drukken binnen het meerdere fasen-gebied van een systeem bestaan-
de uit de aardolie van een bepaalde formatie en de verdringings-
vloeistof, die verdringingsvloeistof beter benut wordt dan in
15 overeenkomstige verdringen bij hogere drukken. Dat is zelfs
het geval als de verdringing bij beide drukken mengbaar gebeurt.
Maar het meerdere fasen-gebied van een mengsel ligt vaak boven
of beneden de druk die in die aardolieformatie optreedt. Dus kan
het onmogelijk zijn een mengbaar verdringen uit te voeren bij
20 een druk binnen het meerdere fasen-traject. De beschreven werk-
wijzen weten voor dit probleem kennelijk geen raad en geven geen
andere werkwijze aan dan een waarbij de minimum mengdruk bereikt
wordt met een mengsel van verdringingsvloeistof en toeslag.
Volgens de uitvinding wordt nu mengbaar verdringen met een ver-
25 dringingsvloeistof bereikt in het meer fasen-gebied bij de druk
die in die formatie heerst.

De uitvinding betreft een werkwijze voor
het verdringen van koolwaterstoffen uit een koolwaterstoffen
bevattende formatie door in die formatie een verdringingsvloei-
30 stof te spuiten die samen met de aardolie in die formatie onder
de omstandigheden van temperatuur en druk die in die formatie
heersen meerdere fasen geeft. De werkwijze wordt uitgevoerd door
via een injectieput in de formatie een vloeistof te spuiten die
een mengsel van een primaire vloeistof en een toeslag is, waarbij
35 de concentratie aan toeslag voldoende is om het fasenevenwicht
van het mengsel van verdringingsvloeistof met aardolie tot in

84 02 109

het gebied met meerdere fasen te verschuiven. De aanwezigheid van de toeslag regelt het fasenevenwicht zodanig bij dat druk en temperatuur waarbij in dit systeem meerdere fasen naast elkaar kunnen bestaan nu de druk en de temperatuur zullen omvatten die in die formatie heersen. Het gebruik van zo'n verdringingsvloeistof leidt tot een meer doeltreffende verdringing van de olie. De primaire vloeistof kan bijvoorbeeld CO_2 zijn. De toeslag kan bijvoorbeeld stikstof zijn, of een koolwaterstof zoals propaan, of een andere stof zoals waterstofsulfide.

10 Figuur 1 is een fasendiagram van een mengsel van aardolie met CO_2 , en figuur 2 laat zien welke veranderingen in dit systeem kunnen optreden als er een toeslag bij komt.

15 Bij wijze van voorbeeld is figuur 1 het fasendiagram van een mengsel van CO_2 met ruwe aardolie uit het Levelland-veld in Texas. Men ziet hierin een gebied 1 met één vloeistof, een gebied 2 met twee vloeistoffen en een gebied 3 met meerdere fasen. Hierbij is niet meegeteld de waterfase die gewoonlijk ook in zo'n formatie aanwezig is. Het meerdere fasengebied 3 kan ook een vaste asfalteen-fase hebben indien de olie een belangrijke hoeveelheid asfaltenen bevat.

20 Verdringingen die bij drukken boven de minimum mengdruk gebeuren worden hierna als "vloeistof-vloeistof-verdringingen" aangeduid. Verdringingen uitgevoerd bij zodanige temperatuur en druk dat daarbij meerdere fasen naast elkaar kunnen bestaan worden verder aangeduid als "verdringingen in het meerdere fasengebied". Bij verdringingen in het meerdere fasengebied boven de MMD is er een doeltreffender benutting van de ingespoten verdringingsvloeistof, ook al gebeuren beide verdringingen mengbaar. Maar het meerdere fasengebied bestaat, anders dan het twee vloeistoffen-gebied alleen bij een druk tussen twee betrekkelijk nauwe grenzen die met stippellijnen 4 en 5 aangegeven zijn. Het meerdere fasengebied hoeft dus niet noodzakelijkerwijs de druk te omvatten die binnen een bepaalde aardolieformatie heerst.

35 Maar het fasenevenwicht van een mengsel van

8402109

CO₂ en ruwe aardolie kan bijgeregeld worden door met het CO₂ een toeslag in te brengen. Figuur 2 is het fasendiagram bij constante temperatuur van een mengsel van CO₂, toeslag en dezelfde ruwe Levelland-aardolie. Het evenwicht is zodanig verschoven dat het
5 meerdere fasen-gebied 7 nu veel breder dan het oorspronkelijke gebied 3 is; de hoogste en laagste druk waarbij het kan bestaan (welke met stippellijnen 8 en 9 aangegeven zijn) liggen verder uit elkaar. Hoewel figuur 2 een meerdere fasen-gebied toont dat
10 hogere drukken verplaatst is is het ook mogelijk dat men met een toeslag dat traject in hoofdzaak naar lagere drukken kan verplaatsen.

De toeslag regelt dus het fasenevenwicht van het mengsel van verdringingsvloeistof met ruwe aardolie,
15 en dat kan zodanig bijgesteld worden dat de druk nu bij de heersende temperatuur ook die druk omvat die in een bepaalde aardolie-formatie heerst. Het inspuiten van zo'n verdringingsvloeistof kan de koolwaterstoffen dan mengbaar verdringen, waardoor de benutting van de ingespoten verdringingsvloeistof omhoog gaat.

20 De uitvinding betreft dus het uitspoelen van koolwaterstoffen uit een formatie door in die formatie een verdringingsvloeistof te spuiten die een mengsel van primaire verdringingsvloeistof en een toeslag is. De verdringing gebeurt bij een druk die binnen het traject ligt waarbij in het systeem
25 van aardolie en verdringingsvloeistof meerdere fasen naast elkaar kunnen bestaan. De primaire vloeistof kan bijvoorbeeld CO₂ of verrijkt gas zijn.

Bij de praktijk van de uitvinding moet men het fasenevenwicht van mengsels van toeslag bevattende verdringingsvloeistof met de op te pompen olie bepalen. Dat is nodig om-
30 dat de wenselijke concentratie aan toeslag in de verdringingsvloeistof zodanig moet zijn dat het traject waarbij meerdere fasen naast elkaar kunnen bestaan de druk in die formatie omvat. Het fasensysteem wordt dus onderzocht om na te gaan of dat het
35 geval is en hoe men dat bij moet regelen. Voor elke toeslag is er een traject aan concentraties die het fasensysteem op de ge-

8402109

wenste wijze bijregelt. Dit traject kan bepaald worden door eerst vast te stellen dat in een bepaalde aardolieformatie een constante temperatuur heerst, en in de tweede plaats dat er bij die temperatuur slechts een beperkt druktraject is waarbij meerdere
5 fasen inderdaad naast elkaar bestaan. Alle toeslag-concentraties die bij de gegeven temperatuur en druk tot meerdere fasen aanleiding geven vormen het toe te passen traject. Dit traject kan voor elke aardolieformatie anders zijn.

De toe te passen toeslag-concentratie
10 kan bepaald worden met smalle buis-verdringingsproeven in een apparaat met een venstertje, dat door Henry en Metcalfe (loc. cit.) in detail beschreven is. Bijvoorbeeld wordt in zo'n smalle buisproef de verdringingsvloeistof in een met zand gepakte en olie opgevulde buis geperst en analyseert men de uittredende vloeistoffen.
15

Een complicatie bij het verdringen van koolwaterstoffen is dat men deze werkwijze niet ter plekke kan bekijken, en dat men af moet gaan op laboratorium-simuleringen. Het optreden van meerdere fasen dat men in laboratoriumproeven
20 ziet en hierboven beschreven is wordt ook geacht bij de werkwijze volgens de uitvinding in een ondergrondse formatie op te treden. Maar voor toepassing van de uitvinding doet het er niet toe of die meerdere fasen ook werkelijk in de ondergrondse formatie optreden als een verdringingsvloeistof volgens de uitvinding
25 ingespoten wordt. De uitvinding is dat men een verdringingsvloeistof inspuist met daarin een zodanige concentratie en toeslag dat zich in de ondergrondse formatie meerdere fasen zullen vormen, afgaande op simuleringproeven in het laboratorium.

Bij elke formatie kan meer dan één toeslag
30 onder de omstandigheden van die formatie tot meerdere fasen aanleiding geven. Elke toeslag heeft zijn eigen traject van geschikte concentraties omdat elk systeem van toeslag, verdringingsvloeistof en aardolie zijn eigen fasenevenwichten heeft. Met een gegeven formatie is het druktraject voor meerdere fasen voor
35 de verschillende toeslag bevattende verdringingsvloeistoffen niet hetzelfde. Daaruit volgt dan ook dat er voor het bijregelen van

84 02 109

het meerfasen-systeem gewoonlijk een keuze aan toeslagen is.

De keuze van een bepaalde toeslag voor toepassing in een bepaalde formatie is van andere factoren afhankelijk. In de eerste plaats hangt dat er vanaf of het druk-
5 traject waarbij meerdere fasen optreden boven of beneden de druk ligt die in die formatie optreedt. Als het meer fasen-gebied bijvoorbeeld optreedt bij een druk beneden de heersende druk en dus naar hogere waarden verschoven moet worden, gebruikt men toeslagen die vluchtiger dan de primaire vloeistof (bijvoor-
10 beeld CO_2) zijn zodat het traject daarna die heersende druk wel omvat. Toeslagen die vluchtiger dan CO_2 zijn zijn onder meer methaan, stikstof, argon en helium. Als het meer fasen-gebied op een lager druktraject ingesteld moet worden moet een toeslag gebruikt worden die minder vluchtig is dan CO_2 , bijvoorbeeld LPG
15 of propaan. Andere factoren betreffen beschikbaarheid, kostprijs, het afscheiden van een bepaalde toeslag uit het opgepompte mengsel, en andere economische overwegingen.

Omdat er een traject van toeslag-concentraties is waarmee het fasensysteem bijgeregeld kan worden kan men
20 ook meer dan één toeslag-concentratie instellen. Dat is een onderdeel van de uitvinding daar storingen in de aardolieformatie of bij het inspuiten van de verdringingsvloeistof met een zekere regelmaat voorkomen. De verdringing blijft dus doeltreffend, ook al kunnen er veranderingen in de samenstelling van de ver-
25 dringingsvloeistof optreden.

Daar een traject aan concentraties beschikbaar is kan de keuze van de in feite toe te passen toeslag-concentratie berusten op overwegingen die de vakman welbekend zijn. Deze overwegingen zijn dezelfde als hierboven genoemd bij
30 het kiezen van de te gebruiken toeslag.

Volgens de uitvinding in verdringingsvloeistoffen toe te passen toeslagen zijn onder meer koolwaterstoffen zoals ethaan, propaan, LPG, butaan en mengsels daarvan, gassen zoals methaan, stikstof, verbrandingsgas, lucht, argon,
35 helium en mengsels daarvan, en andere verbindingen zoals watersulfide en koolmonoxyde. In het algemeen kan elke toeslag

8402109

gebruikt worden die het meer fasen-gebied van het systeem kan bijregelen.

De werkwijze volgens de uitvinding wordt uitgevoerd door in een ondergrondse formatie waarin ten minste
5 één injectieput reikt een verdringingsvloeistof te spuiten bestaande uit een primaire vloeistof, bijvoorbeeld CO₂ of verrijkt gas, en daarin genoeg toeslag om het fasenevenwicht van primaire vloeistof met aardolie bij te regelen. Bij de uitvinding wordt als primaire vloeistof aan CO₂ de voorkeur gegeven omdat het
10 betrekkelijk weinig kost en er goed mee te werken valt. De in te spuiten verdringingsvloeistof moet genoeg zijn om de formatie uit te spoelen. Die hoeveelheid kan gemakkelijk door een vakman bepaald worden en wordt bij een bepaalde formatie technologisch ingesteld. Nadat de aardolie door de formatie naar een produktie-
15 put toe gespoeld is wordt de olie opgepompt en gescheiden van daarin aanwezig CO₂ en toeslag. Het mengsel van CO₂ en toeslag kan dan opnieuw gebruikt worden.

Bij een uitvoeringsvorm van de uitvinding gaat men na inspuiten van het vloeibare verdringingsmengsel verder met het inspuiten van een opdrijfvloeistof om verdringings-
20 vloeistof en verdrongen olie door de formatie naar een produktieput te spoelen, waaruit de olie opgepompt wordt. De opdrijfvloeistof kan elke betrekkelijk goedkope vloeistof zijn, waaronder gassen zoals lucht, stikstof, verbrandingsgassen en mengsels
25 daarvan. De opdrijfvloeistof kan ook water of pekels zijn en kan toeslagen zoals een oppervlak-actieve stof zijn om een doeltreffende verdringing te bewerkstelligen. De in te spuiten hoeveelheid opdrijfvloeistof moet genoeg zijn om de mobiel gemaakte koolwaterstoffen door de formatie naar de produktieput toe te
30 drijven. Maar voor de uitvinding is het inspuiten van opdrijfvloeistof niet nodig, want continu inspuiten van toeslag bevattende verdringingsvloeistof kan ook toegepast worden.

Als de opdrijfvloeistof water of pekels is heeft de uitvinding het voordeel de teruggang aan water-injicieer-
35 baarheid tegen te gaan die bij afwisselend inpompen van verdringingsvloeistof en water veelal optreedt. Dit is beschreven

84 02 109

in de gelijktijdig ingediende octrooiaanvraag no. 84.

Bij een bevoorkeurde uitvoeringsvorm worden verdringingsvloeistof en oprijfvlloeistof afwisselend ingepompt. Met bijzondere voorkeur pompt men een hoeveelheid verdringingsvloeistof in overeenkomende met 1 tot 5 % van het porievolumen van de formatie, en daarna 1 tot 5 % van het porievolumen aan oprijfvlloeistof, waarna men dit inspuiten herhaalt.

De uitvinding wordt nader toegelicht door de volgende voorbeelden.

10 Voorbeeld I

Een olie bevattende formatie in het Levelland-veld in West Texas heeft een druk van 134 ato en een temperatuur van 41°C. Olie uit deze formatie onderging smalle buis-proeven met CO₂ en CO₂-toeslagmengsels. De minimum druk voor mengbaar verdringen (MMD) van deze Levelland-olie met zuiver CO₂ was bij 41°C 83 ato. De maximum druk waarbij met CO₂ nog meerdere fasen waargenomen werden was 113 ato. Dus kon men zonder de uitvinding toe te passen onder die omstandigheden geen mengbaar verdringen uitvoeren.

20 Toen CO₂ met stikstof gemengd werd tot een mengsel met 10 % N₂ was de minimum druk waarbij meerdere fasen waargenomen werden 113 ato en de maximum druk 240 ato. Deze verschuiving in fasenevenwichten door de toeslag is in figuur 2 afgebeeld. Het door deze toeslag verbrede meerfasengebied ligt bij hogere drukken en het traject is van 30 tot 25 127 atm verbreed.

Voorbeeld II

Er werden vergelijkende proeven met olie-verdringen uit boormonsters uitgevoerd. Vergeleken werden 30 zuiver CO₂ en een 90:10 mengsel van CO₂ en N₂. Men gebruikte hiervoor een boormonster uit Berea van 2,5 meter lengte en 5 cm doorsnede, die bij 41°C en 134 ato aan ruwe Levelland-olie verzadigd was. Bij het inpompen van CO₂ brak het CO₂ er aan het einde weer uit na 45 % van het porievolumen aan geïnjecteerde 35 vloeistof, en na het inpompen van 1,2 maal het porievolumen was 68 % van de ingebrachte olie teruggewonnen. Bij inpompen van het

8402109

CO_2/N_2 -mengsel brak het gas er na 68 % van het porievolume uit en met 1,2 maal het porievolume werd 74,6 % van de ingebrachte olie teruggewonnen.

- Uit voorbeeld I kan men zien dat met een
- 5 mengsel van CO_2 en 10 % N_2 de verdringingsvloeistof bij constante temperatuur een veel breder druktraject krijgt waarbij in het systeem van een bepaalde olie en die verdringingsvloeistof meet-
- 10 dere fasen naast elkaar kunnen bestaan. Het toevoegen van stikstof aan koolzuur maakt dus uitspoelen van de Levelland-formatie
- mogelijk was. Uit voorbeeld II ziet men dat inspuiten van een mengsel van CO_2 en N_2 als verdringingsvloeistof de efficiëntie van het verbruikte CO_2 verbetert. Verder is er bij toepassing van de uitvinding minder behoefte aan een vroegtijdige scheiding
- 15 van de opgepompte vloeistof omdat het verdringende CO_2 vertraagd doorkomt.

8402109

C o n c l u s i e s

1. Werkwijze voor het verdringen van koolwaterstoffen uit een ondergrondse, koolwaterstoffen bevattende
5 formatie, waarbij verdringingsvloeistof via een tot in de formatie reikende put in die formatie gespoten wordt, met het kenmerk, dat in de formatie door ten minste een injectieput een verdringingsvloeistof gespoten wordt die uit een primaire vloeistof en ten minste één toeslag bestaat, waarbij de concentratie aan toeslag
10 voldoende is om bij temperatuur en druk die in de formatie heersen in het systeem van verdringingsvloeistof en aardolie meerdere fasen naast elkaar te laten bestaan.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de primaire verdringingsvloeistof in wezen CO₂ en/of verrijkt
15 gas is.

3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij de toeslag uit inert gas of een mengsel daarvan, uit koolwaterstof-damp of een mengsel daarvan, uit waterstofsulfide, koolmonoxyde of een mengsel daarvan bestaat.

20 4. Werkwijze volgens conclusie 2 of 3, waarbij
a) na het inspuiten van de verdringingsvloeistof door de injectieput een opdrijfvloeistof ingepompt wordt om de koolwaterstoffen door de formatie naar de produktieput te spoelen, en
25 b) de koolwaterstoffen uit de produktieput opgepompt worden.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, waarbij de opdrijfvloeistof lucht, stikstof, verbrandingsgas, kooldioxyde, koolwaterstoffen of een mengsel daarvan is.

6. Werkwijze volgens een der conclusies
30 2 t/m 5, waarbij de primaire verdringingsvloeistof CO₂ is.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, waarbij de toeslag stikstof is.

8. Werkwijze volgens conclusie 6, waarbij de toeslag vluchtiger dan CO₂ is.

35 9. Werkwijze volgens conclusie 6 waarbij de toeslag minder vluchtig dan CO₂ is.

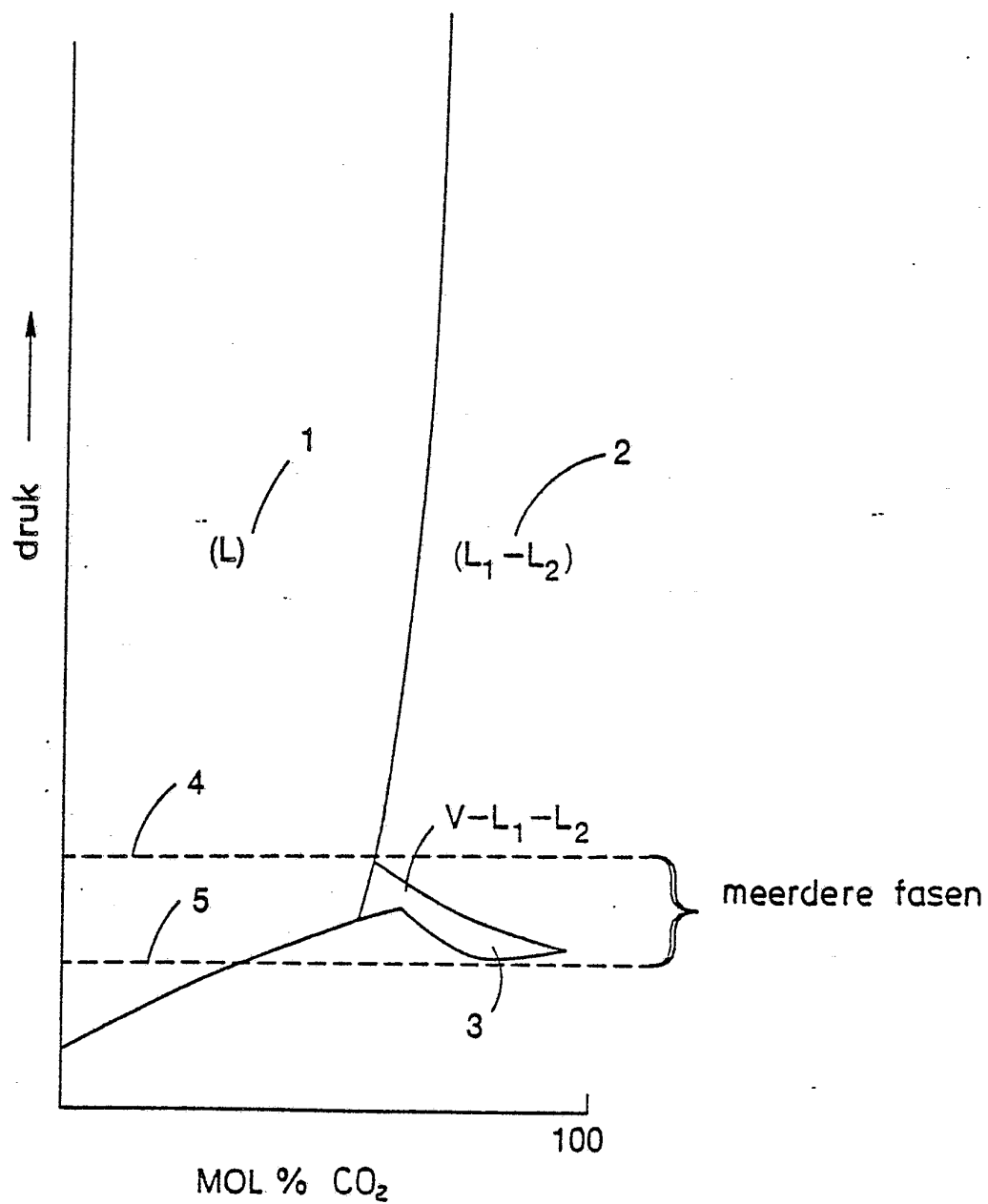
3402109

10. Werkwijze voor het verdringen van koolwaterstoffen uit een ondergrondse, koolwaterstoffen bevattende formatie, met het kenmerk, dat door ten minste één injectieput die tot in die formatie reikt een verdringingsvloeistof
5 gepompt wordt met een zodanige samenstelling dat het druktraject waarbij in het systeem van verdringingsvloeistof, toeslag en aardolie bij de omstandigheden in die formatie meerdere fasen naast elkaar kunnen bestaan.

11. Werkwijze voor het verdringen van
10 koolwaterstoffen uit een ondergrondse, koolwaterstoffen bevattende formatie, waarin ten minste een injectieput steekt, met het kenmerk, dat men
a) voor een combinatie van primaire verdringingsvloeistof en toeslag een concentratietraject bepaalt waarbij onder de omstan-
15 digheden van druk en temperatuur in die formatie in het systeem van verdringingsvloeistof, toeslag en aardolie meerdere systemen naast elkaar kunnen bestaan, en men
b) door de injectieput in de formatie als verdringingsvloeistof een mengsel van primaire verdringingsvloeistof en toeslag pompt,
20 waarvan de samenstelling binnen het bij a) bepaalde traject ligt.

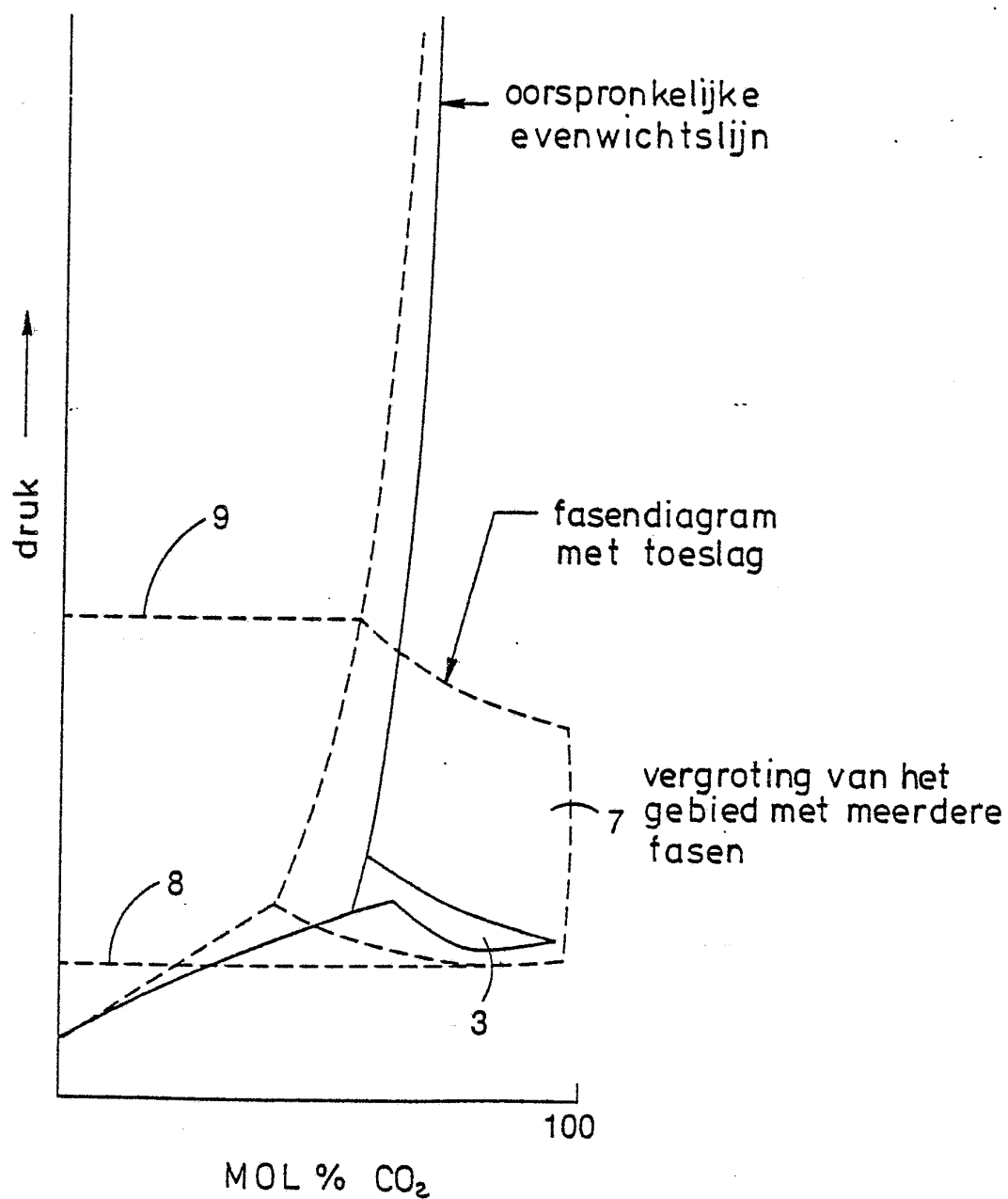
12. Werkwijze in hoofdzaak volgens beschrijving en/of voorbeelden.

84 02 109



84 02 109

FIG. 1



84 02 109

FIG. 2