
Octrooiraad



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8921393**

Nederland

⑲ **NL**

- ⑤4 **Werkwijze voor de omzetting van methaan.**
- ⑤1 Int.Cl⁵: C01B 31/30, C07C 1/00, C07C 2/38, C07C 11/14, C07C 11/22, C10L 3/00.
- ⑦1 Aanvrager: Massachusetts Institute of Technology te Cambridge, Massachusetts, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. L.W. Kooy c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuyperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8921393.
- ⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/US89/05878.
- ②2 Ingediend 11 december 1989.
- ③2 Voorrang vanaf 12 december 1988.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 283401 .
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 november 1990.
- ⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 28 juni 1990.
- ⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO90/06897.

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.

WERKWIJZE VOOR DE OMZETTING VAN METHAAN

5

Achtergrond van de uitvinding

Deze uitvinding heeft betrekking op werkwijzen voor de omzetting van methaan in produkten zoals chemische uitgangsmaterialen, transporteerbare vaste stoffen en vloeistoffen of andere brandbare brandstoffen en in het bijzonder op werkwijzen voor het omzetten van methaan in magnesiumtricarbide, hydrolyse van magnesiumtricarbide tot C_3H_4 koolwaterstof(fen) en condensatie/dehydrocyclisatie van C_3H_4 tot benzeen of dergelijke.

15 Methaan is het hoofdbestanddeel van aardgas en vormt een belangrijke brandstof voor huishoudelijk gebruik en een belangrijke bron van chemische uitgangsmaterialen in de Verenigde Staten en in andere landen. Er bestaat grote belangstelling voor de ontwikkeling van nieuwe werkwijzen voor de omzetting van methaan in andere nuttige produkten met een eventuele hoge waarde voor het opwekken van energie, voor de bereiding van chemische produkten, enz.. Een belangrijk deel van de wereldvoorraden aan methaan bestaat uit zogenaamd "remote" gas. "Remote" gas is aardgas dat 20 wordt aangetroffen op plaatsen die zich op grote afstand (1000 tot meer dan 12000 mijl) bevinden van de belangrijkste markten. Significante hoeveelheden (> 10 quad/jaar) op grote afstand aangetroffen gas zijn tegenwoordig droog of als nevenprodukt van het winnen van ruwe pretroleum, verkrijgbaar. De hoge transportkosten houden op grote afstand 30 gewonnen gas weg van de meeste belangrijke internationale brandstof en chemische markten, tenzij economisch een significante volumetrische energieverdichting kan worden bereikt. Eenvoudig comprimeren om gecomprimeerd aardgas 35 (natuurlijk gas; CNG) te vormen is economisch uitvoerbaar voor verschepingsafstanden tot ongeveer 1000 mijl. Langere transportafstanden vragen om een meer ingrijpende behande-

ling, zoals rechtstreeks vloeibaar maken (bereiding van LNG) of chemische omzetting in andere vloeistoffen zoals methanol of Fischer-Tropsch (FT) koolwaterstoffen.

Methanol en vloeibare FT (koolwaterstoffen) breiden de mogelijkheden tot het op de markt brengen van op grote afstand gewonnen gas uit tot nuttige en transporteerbare brandstoffen en tot chemische bereidingsmogelijkheden. De gevestigde technologieën vormen methanol en FT koolwaterstoffen echter indirect door katalytisch verhogen van de waarde van synthese gas dat tegen hoge kosten wordt bereid door reformen van het op grote afstand gewonnen gas. Er bestaat nu dan ook een grote belangstelling voor onderzoek naar en ontwikkeling van nieuwe technologieën voor de "direkte" omzetting van op grote afstand gewonnen gas in economisch transporteerbare produkten.

Kim, c.s., bespreken in Ind. Eng. Chem. Proses Des. Dev., Vol. 18, No. 2 (1979) de bereiding van calciumcarbide door een vooraf op een bepaalde deeltjesgrootte gebrachte suspensie van fijnverdeelde kalk in methaan of etheen of fijnverdeelde kalk en een bitumineuze kool in waterstof, door een roterende boogreactor te voeren.

Er bestaat echter nog altijd behoefte aan werkwijzen voor het economisch in waarde verhogen van methaan (door omzetten) in andere nuttige produkten, waaronder produkten die economisch transporteerbare en bruikbare vormen hebben.

Samenvatting van de uitvinding.

De onderhavige uitvinding voorziet in middelen voor het omzetten van methaan in een gemakkelijk transporteerbare vaste stof die ter plaatse waar hij wordt verkocht kan worden gehydrolyseerd om een nuttig koolwaterstof uitgangsmateriaal te leveren. Volgens de uitvinding omvat een werkwijze voor het verdichten van koolstof uit methaan het laten reageren van een uitgangsstroom die magnesiumoxyde (MgO) en methaan bevat bij een temperatuur van ongeveer 1400°C of hoger om magnesiumtricarbide (Mg₂C₃) te vormen en

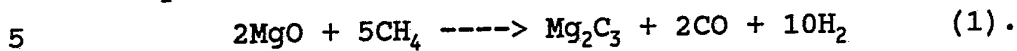
vervolgens, bij voorkeur, de reactieprodukten snel af te schrikken tot een temperatuur van ongeveer 700°C of lager. Het zo verkregen Mg_2C_3 kan gemakkelijk worden getransporteerd naar een marktplaats en daar worden gehydrolyseerd tot propyn (methylacetyleen, $CH_3C\equiv CH$) of tot 1.2-propadieen (alleen, $H_2C=C=CH_2$) die bijvoorbeeld als uitgangsmaterialen kunnen worden gebruikt voor chemische werkwijzen, als brandstoffen voor verbranding, enz..

De onderhavige uitvinding voorziet ook in een werkwijze voor de bereiding van benzeen uit de hydrolyseprodukten van Mg_2C_3 . Volgens een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding wordt zo 1.2-propadieen en/of propyn bij een temperatuur van tenminste 100°C en bij voorkeur in het traject van ongeveer 100°C tot ongeveer 700°C in contact met een dehydrocyclisatiekatalysator in reactie gebracht om de reagentia te dehydrogeneren en onder cycliseren te isomeriseren en zo benzeen te vormen. Aan bifunctionele katalysatoren zoals bijvoorbeeld platina (of platina en rhenium) aangebracht op een drager van zuur aluminiumoxyde waarbij de metallieke plaatsen dienen voor het katalyseren van het dehydrogeneren en de zure plaatsen voor het katalyseren van de cyclische isomerisatie (in dit geval dimerisatie), wordt de voorkeur gegeven.

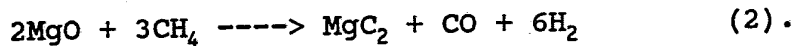
25 GEDETAILEERDE BESCHRIJVING VAN DE UITVINDING EN DE VOOR-
KEURSUITVOERINGSVORMEN

Volumetrisch verdichten van in het begin gasvormig methaan wordt volgens de onderhavige uitvinding tot stand gebracht door magnesiumoxyde of een magnesiumoxyde voorlopermaterialaal te laten reageren met methaan bij temperaturen van ongeveer 1400°C of hoger en bij voorkeur tenminste ongeveer 1500°C om magnesiumtricarbide te bereiden. Het magnesiumoxyde (MgO) kan worden gebruikt als een chemische verbinding van reactiekwaliteit of kan in de vorm van een MgO bevatten mineraal zoals dolomiet. Magnesiumoxydevoorlopers omvatten materialen die ontleden of dehydrateren onder vorming van MgO , zoals magnesiumhydroxyde, magnesiumcarbo-

naat, enz. en dergelijke. Bij voorkeur wordt fijnverdeeld MgO of MgO-voorloper meegevoerd in een stroom methaangas en verhit tot 1400°C of hoger om zo magnesiumtricarbide en nevenprodukten te bereiden volgens de reactie



Er kan ook wat magnesiumcarbide (MgC₂) worden gevormd volgens de reactie:



Door de reactie volgens de uitvinding uit te voeren bij temperaturen van ongeveer 1400°C of hoger wordt echter preferentieel Mg₂C₃ gevormd. De werkwijzen volgens de uitvinding waaraan de voorkeur wordt gegeven leveren zo meer dan 50% Mg₂C₃ en nog liever tenminste 90% Mg₂C₃ en vormen liefst nagenoeg uitsluitend Mg₂C₃ uit het Mg in de
15 uitgangsstroom.

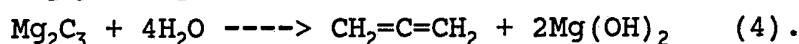
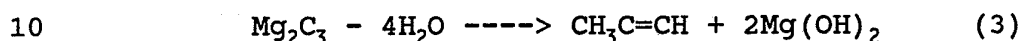
Na de reactie worden de produkten snel afgeschrikt tot een temperatuur van ongeveer 700°C of lager, bij voorkeur tot tenminste 500°C of lager, om ontleding van het Mg₂C₃ te voorkomen. Met snel afschrikken wordt bedoeld dat
20 de temperatuur ongeveer 700 tot 1300°C wordt verlaagd in een tijdsduur van ongeveer 1/10 tot 1 seconde.

Bij voorkeur wordt de reactie uitgevoerd in een doorstroomreactor waarin de gasstroom wordt voorverhit, bijvoorbeeld door warmteuitwisseling met de stroom van
25 reactieprodukten. De reactietemperatuur kan in de reactiezone van de reactor worden bereikt door toepassing als energiebron van verbranding van methaangas alleen of met het afgescheiden koolmonoxyde en/of waterstof uit de stroom van reactieprodukten en daardoor de stroom van uitgangsmateriaal te verhitten. Ook kan desgewenst de energie worden
30 gebruikt om een generator aan te drijven voor het opwekken van elektriciteit voor een ontladingsboog voor de reactie. Het waterstofnevenprodukt kan ook worden gebruikt voor het opwekken van elektriciteit met behulp van brandstofcellen.

35 Het deeltjesvormige Mg₂C₃ wordt afgescheiden uit de stroom van reactorprodukt met behulp van conventionele scheidingstechnieken, bijvoorbeeld met een cycloonsepara-

tor. Een stoichiometrische overmaat methaan in de uitgangs-
stroom naar de reactor helpt om een volledige reactie van
MgO tot Mg₂C₃ te waarborgen, terwijl een overmaat MgO helpt
om de reactie van de methanol onder vorming van magnesium-
5 carbonaat af te doen lopen. Het MgO kan worden voorbehan-
deld met koolstofpoeder of kolenstof voordat het wordt
meegevoerd in de stroom van methaanreagens.

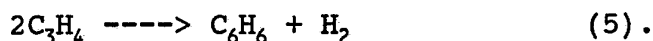
Mg₂C₃ wordt geschikt omgezet in koolwaterstoffen
door hydrolyse volgens de volgend reacties:



Het daarbij verkregen Mg(OH)₂ kan worden gecalcii-
neerd om MgO te regenereren of kan rechtstreeks worden
gerecirculeerd in de uitgangsstroom van methaan om carbide
15 te bereiden.

1.2-Propadieen isomeriseert bij aanwezigheid van
sterke basen, zoals natriumamide in vloeibare amoniak of
KOH in ethanol, tot methylacetyleen. De omzetting van
methaan in magnesiumtricarbide levert zo een middel om op
20 grote afstand gewonnen gas om te zetten in C₃ koolwater-
stof. Beide C₃ koolwaterstofhydrolyseprodukten zijn bij
kamertempertuur gassen en hebben hoge volumetische verwar-
mingswaarden. Ze zijn derhalve bruikbaar als brandstoffen.
Ze zijn ook bruikbaar als chemische uitgangsmaterialen,
25 bijvoorbeeld zijn het monomere bouwstenen voor gebruik in
reacties voor het vormen van hogere koolwaterstoffen,
waaronder lineaire koolwaterstoffen en cyclische koolwater-
stoffen zoals, bijvoorbeeld, benzeen en dergelijke.

Volgens een andere uitvoeringsvorm van de onderha-
30 vige uitvinding wordt 1.2-propadieen en/of methylacetyleen
verder in reactie gebracht om benzeen te vormen volgens de
volgende vergelijking:



De C₃ hydrolyseprodukten van Mg₂C₃ worden daarbij
35 in reactie gebracht over een dehydrocyclisatiekatalysator
bij temperatuur van ongeveer 100°C of hoger en bij voorkeur
bij een temperatuur in het traject van ongeveer 100°C tot

ongeveer 700°C en nog liever in het traject van ongeveer 300°C tot ongeveer 600°C en liefst in het traject van ongeveer 450°C tot ongeveer 550°C.

Elke katalysator of mengsel van katalysatoren dat
5 dimerisatie, dehydrogeneren en cyclisatie tot stand brengt
onder vorming van benzeen kan worden toegepast. Geschikte
katalysatoren zijn bijvoorbeeld beschreven door C.N.
Satterfield op blz. 247-250 van Heterogeneous Catalysis in
Practice, McGraw-Hill, New York (1980) en door B.C. Gates,
10 J.R. Katzes, en G.C.A. Schmitt op blz. 283-287 van Chemis-
try of Catalytic Process, McGraw-Hill, New York (1979).
Katalysatoren voor het vormen van benzeen volgens de
hiervoor gegeven reactie (5) waaraan de voorkeur wordt
gegeven zijn bifunctionele katalysatoren zoals, bijvoor-
15 beeld, platina (of platina en rhenium) aangebracht op
zuur aluminiumoxyde als drager, en dergelijke. Dergelijke
katalysatoren bezitten metallieke plaatsen voor het kataly-
seren van de dehydrogenering en zure plaatsen voor het
katalyseren van de isomerisatie. Het benzeen kan gemakke-
20 lijk door koelen worden afgescheiden van het waterstofne-
venprodukt. Het waterstofnevenprodukt kan geschikt worden
gebruikt voor het opwekken van energie voor de reactie of
voor uiteenlopende andere toepassingen. Ze kan bijvoorbeeld
worden gebruikt voor het laten werken van brandstofcellen
25 voor het opwekken van elektriciteit die kan worden verkocht
of kan worden gebruikt voor het leveren van energie voor de
werkwijze volgens de onderhavige uitvinding.

VOORBEELD 1

30 Bereiding van magnesiumtricarbide (Mg_2C_3) uit methaan en magnesiumoxyde

Een mengsel van methaan (CH_4) gas en meegevoerde
magnesiumoxyde (MgO) deeltjes in de molaire verhouding 5:3
(dat wil zeggen 5 molen CH_4 per 3 molen MgO) wordt continu
35 toegevoerd aan een buisvormige reactiekamer die op een
temperatuur van ongeveer 1800°C wordt gehouden. Voorafgaand
aan het toevoeren worden de MgO deeltjes geclassificeerd in

het traject van ongeveer 38-45 μm met behulp van standaard zeven (dat wil zeggen (zeven van) 325, +400 mesh). De reactiekamer heeft een ID van ongeveer 1 inch en is vervaardigd uit een geschikt tegen hoge temperatuur bestand
5 materiaal dat een reducerende omgeving bij hoge temperatuur kan doorstaan. De totale invoerdruk van methaan is ongeveer 1,3 atm (absoluut). De lengte van de reactiekamer en de stroomsnelheid van het methaan worden zo gekozen dat de verblijftijd van de reagentia (dat wil zeggen van het CH_4
10 en MgO) bij of bij ongeveer 1800°C , ongeveer 1 seconde bedraagt.

Onmiddellijk na het verlaten van de reactiekamer worden de produkten en onomgezette reagentia, "snel" (dat wil zeggen in ongeveer 0,1 tot 1 seconde) afgekoeld tot
15 600°C door de effluentstroom uit de reactor te overspoelen met een grote overmaat van in het begin koud (dat wil zeggen in het begin op of nabij kamertemperatuur verkerend) afschrikgas- bijvoorbeeld extra methaan, in een verhouding van 6 molen methaan van kamertemperatuur per mol van de
20 methaantoevoer aan de omzettingsreactor. De afgekoelde effluentstroom uit de reactor (temperatuur ongeveer 600°C) wordt daarna door een cycloon geleid om de vaste deeltjes (met inbegrip van Mg_2C_3 produkt en onomgezet MgO) af te scheiden van de reagens-, afschrik- en produktgassen (CH_4 ,
25 CO , H_2 , enz.). De deeltjes worden verzameld in een vat dat door middel van een buis is verbonden met de afvoer aan de onderzijde van de cycloon en de effluentgassen uit de cycloon worden zonodig verder afgekoeld en daarna getransporteerd naar een geschikt gasscheidings- en gasterugwinaparaat (bijvoorbeeld cryogene separators, membranen, sorptie-desorptiebedden) voor het winnen van H_2 en CO en (een) recirculatiestroom van het CH_4 voor gebruik als voeding
30 voor de reactor.

Tijdens de werkwijze moet zeer nauw gezet worden
35 voorkomen dat het Mg_2C_3 of andere carbide-nevenprodukten in kontakt komen met water of stoom. Dit dient om hydrolyse van deze verbindingen tot mogelijk explosieve koolwater-

stofgassen, zoals in het geval van Mg_2C_3 , van methylacetyleen te voorkomen.

VOORBEELD 2

5 Bereiding van benzeen door condensatie/dehydrocycliseren
van methylacetyleen

Er wordt een roestvast stalen buisvormige reactor met een inwendige diameter van 1 inch en een lengte van 15 inch die grondig is gereinigd en die is voorzien van een
10 certificaat voor toepassing met acetyleen en verwante verbindingen, toegepast. Vanwege de kans op vorming van explosieve acetylideverbindingen, worden geen onderdelen van koper, zilver, messing of brons toegepast. De reactor wordt over een afstand van 12 inch van zijn lengte gevuld
15 met persstukjes van een katalysator die platinametaal op zuur aluminiumoxyde bevat, met afmetingen die in overeenstemming zijn met die welke worden gebruikt in de petroleumindustrie voor het katalytisch reformen van paraffinen tot aromatische verbindingen. Om de mogelijkheid van
20 explosies van methylacetyleen of andere gasvormige acetylenische verbindingen te verminderen worden gebieden met een dood volume in het reactorsysteem, waaronder bijvoorbeeld de overgebleven niet (met katalysator) gepakte delen van de reactor zelf, gevuld met kwarts- of roestvast stalen
25 parels. Onder toepassing van een buisvormige oven wordt de reactor voorverhit tot $500^{\circ}C$ en daarna tijdens de omzetting binnen $10^{\circ}C$ van die temperatuur gehouden. Methylacetyleen (C_3H_4) wordt in de reactor ingevoerd onder een partiële invoerdruk van 0,8 atm (abs). Een geschikt dragergas,
30 bijvoorbeeld moleculaire stikstof (N_2) wordt toegepast om een voldoende hoge totale invoerdruk (tot ongeveer 1,5 atm) te leveren om de reagentia en produkten door de reactor en de achter de reactor geschakelde apparatuur voor het winnen van de produkten voort te stuwen. De totale gasstroomsnelheid (CH_4 en N_2) wordt zodanig ingesteld dat de nominale
35 kontakttijd van C_3H_4 (ruimtetijd) met de katalysator tussen 2 en 20 seconden ligt.

Het effluent van de reactor wordt onmiddellijk door een conventionele gekoelde condensor geleid die is vervaardigd uit een verticale roestvast stalen buis omgeven door een koelmantel waar continu koud water doorheen

5 stroomt waardoor produkt benzeen, kan worden afgekoeld tot een vloeistof en vervolgens dat vloeibare benzeen wordt verzameld in een opvangruimte die is verbonden met het

10 ondereinde van de condensor. In de condensor wordt vloeibaar benzeenprodukt gescheiden van de effluentgassen- als nevenprodukt gevormd H_2 , als dragergas dienend N_2 en onomgezet methylacetyleen. Desgewenst kan de waterstof verder van deze andere twee gassen worden afgescheiden en worden gewonnen door middel van cryogenen of sorptie-desorptie-

15 werkwijzen. Het overblijvende methylacetyleen en het N_2 dragergas kunnen worden gerecirculeerd naar de katalytische reactor voor verdere omzetting van het methylacetyleen in benzeen. Het vloeibare benzeenprodukt wordt uit het verzamelvat dat met de condensor is verbonden, gewonnen.

De uitvinding is in detail met inbegrip van de

20 voorkeursuitvoeringsvormen ervan beschreven. Het zal aan de vakmensen na bestuderen van deze beschrijving echter duidelijk zijn dat binnen de geest en het kader van de bijgaande conclusies modificaties en verbeteringen kunnen worden aangebracht.

C O N C L U S I E S

5 1. Werkwijze voor het koolstof-verdichten van methaan, welke werkwijze omvat het laten reageren van een mengsel dat methaan en een magnesiumoxyde of een magnesiumoxydevoorloper bevat bij een reactietemperatuur van ongeveer 1400°C of hoger om magnesiumtricarbide en nevenproduktgas waaronder waterstof, te vormen.

10 2. Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvat-
tende de stap van het hydrolyseren van het gevormde magnesiumtricarbide.

15 3. Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvat-
tende de stap van het verhitten van een mengsel van deeltjesvormig magnesiumoxyde dat is meegevoerd in een stroom methaangas.

20 4. Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij energie voor de verwarmingstrap, tenminste ten dele, wordt geleverd door verbranding van methaan.

 5. Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij energie voor de verwarmingstrap, tenminste ten dele, wordt geleverd door een elektrische ontlading.

25 6. Werkwijze volgens conclusie 5 waarbij de elektriciteit voor de elektrische ontlading, tenminste ten dele, wordt geleverd door omzetting van het als nevenprodukt gevormde waterstofgas, in een brandstofcel.

30 7. Werkwijze voor conclusie 5 waarbij de elektriciteit voor de elektrische ontlading tenminste ten dele wordt geleverd door verbranding van methaan om een generator aan te drijven.

 8. Werkwijze volgens conclusie 3 waarbij energie voor de verwarmingstrap, tenminste ten dele, wordt geleverd door verbranding van nevenproduktgas.

35 9. Werkwijze volgens conclusie 1 waarbij de reactietemperatuur tenminste 1500°C is.

 10. Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvat-

tende de stap van het snel afschrikken van het magnesiumtricarbide en nevenproduktgas tot een temperatuur van ongeveer 700°C of lager.

5 11. Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvat-
tende de stap van het snel afschrikken van het magnesium-
tricarbide en nevenproduktgas tot een temperatuur van
tenminste ongeveer 500°C of lager.

10 12. Werkwijze voor de koolstofverdichting van
methaan, welke werkwijze omvat de volgende stappen: (A)
voorverhitten van een mengsel dat in methaan meergesleurd
MgO omvat; (B) laten reageren van het MgO en methaan bij
een reactietemperatuur van ongeveer 1400°C of hoger om
reactieproducten te vormen die Mg_2C_3 omvatten, en (C) snel
15 afschrikken van de reactieproducten tot een temperatuur van
ongeveer 700°C of lager.

13. Werkwijze volgens conclusie 12 waarbij de
energie voor de voorverhittingstrap, tenminste ten dele,
wordt geleverd door warmteuitwisseling met de reactiepro-
dukten.

20 14. Werkwijze volgens conclusie 12, verder omvat-
tende de stap van het hydrolyseren van het Mg_2C_3 om zo C_3 -
koolwaterstoffen en $Mg(OH)_2$ te vormen.

15 15. Werkwijze volgens conclusie 14, verder omvat-
tende de volgende stappen calcineren van het $Mg(OH)_2$ om MgO
te regenereren en recirculeren van het MgO.

16. Werkwijze voor de koolstofverdichting van
methaan, welke werkwijze de volgende stappen omvat:

30 laten reageren van een mengsel dat methaan en MgO
of een MgO-voorloper omvat om zo magnesiumcarbide en
nevenproduktgassen waaronder waterstof te vormen en ver-
volgens hydrolyseren van het magnesiumcarbide om hogere
koolwaterstoffen te vormen.

35 17. Werkwijze volgens conclusie 16 waarbij de als
nevenprodukt gevormde waterstof wordt gebruikt voor het
opwekken van elektriciteit in een brandstofcel.

18. Werkwijze volgens conclusie 16 waarbij de
nevenproduktgassen worden gebruikt voor het opwekken van

elektriciteit door verbranden van de gassen om een generator aan te drijven.

19. Werkwijze voor het bereiden van benzeen uit C_3 koolwaterstoffen van het type zoals worden gevormd door hydrolyse van Mg_2C_3 welke werkwijze omvat het laten reageren van de C_3 koolwaterstoffen bij een reactietemperatuur van tenminste $100^\circ C$, in contact met een dehydrocycliseringskatalysator om zo benzeen te vormen.

20. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de katalysator metallieke plaatsen bezit voor het katalyseren van de dehydrogenering en zure plaatsen bezit voor het katalytisch isomeriseren van de C_3 koolwaterstoffen om benzeen te vormen.

21. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de reactietemperatuur ligt in het traject van ongeveer $100^\circ C$ tot ongeveer $700^\circ C$.

22. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de katalysator een bifunctionele katalysator is.

23. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de katalysator platina op zuur (aangezuurd) aluminiumoxyde omvat.

24. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de katalysator platina en rhenium op zuur (aangezuurd) aluminiumoxyde omvat.

25. Werkwijze volgens conclusie 19 waarbij de katalysator platina omvat.

26. Werkwijze volgens conclusie 25 waarbij de katalysator bovendien rhenium omvat.