



Patentdirektoratet
TAASTRUP

-
- (21) Patentansøgning nr.: 0383/85 (51) Int.Cl.5 C 01 B 3/38
(22) Indleveringsdag: 28 jan 1985 B 01 J 8/06
(41) Alm. tilgængelig: 31 jul 1985
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 12 jul 1993
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 30 jan 1984 US 574921

(73) Patenthaver: *FLUOR CORPORATION; 3333 Michelson Drive; Irvine, California 92730, US
(72) Opfinder: Jerry Lee *Lewis; US

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Autotermisk fremgangsmåde til fremstilling af syntesegas ud fra en carbonhydridfødestrøm samt en autotermisk reaktor til brug ved fremgangsmåden

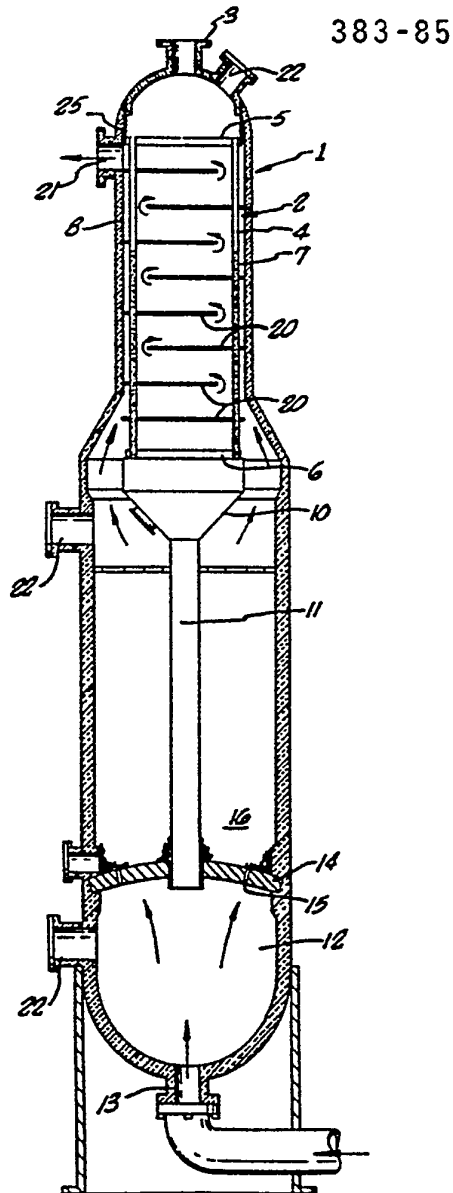
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag: 383-85

Fremgangsmåde og anlæg til autotermisk fremstilling af en hydrogenrig syntesegas. En blanding af vanddamp og en carbonhydridfødegas omsættes ved passage gennem en katalysator i modstrøm med afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen for processen. Reaktionsrør (14) er monteret i et varmevekslerkammer (2) i en reaktor (1) og er indrettet til at indeholde katalysator (7) til fremkaldelse af blandingens omsætning. Oxygen eller oxygenberiget luft indføres i et forbrændingskammer (12) i reaktoren (1) til fremkaldelse af forbrænding, og afgangsgassen fra forbrændingen føres gennem en anden katalysatorzone (16) til yderligere omsætning og føres derefter omkring reaktionsrørens (4) yderside til varmeveksling med den blanding, der går gennem rørene (4). Den fra forbrændingen udviklede reaktionsvarme giver således varmen til den endoterme reaktion, der foregår i reaktionsrørene (4) og den anden katalysatorzone (16).

383-85

Med fremgangsmåden og anlægget opnås en effektiv udnyttelse af den ved forbrændingen udviklede varmemængde samt en fremragende styring af de forskellige procesparametre.



Opfindelsen angår en autotermisk fremgangsmåde til fremstilling af syntesegas udfra en carbonhydridfødestrøm, især en syntesegas til fremstilling af methanol, ammoniak, hydrogen, oxo-alkoholer eller et carbonhydrid
5 ved en Fischer-Tropsch proces, samt en autotermisk reaktor til fremstilling af en syntesegas ved anvendelse af fremgangsmåden, i hvilken såvel en primær reformering som en sekundær reformering udføres med høj virkningsgrad ved brug af fremgangsmåden.

Fremgangsmåden til fremstilling af ammoniak ud
10 fra en carbonhydrid-fødestrøm, såsom naturgas, er selvfølgelig velkendt. En blanding af carbonhydridfødegassen og vand i form af vanddamp underkastes således en endoterm katalytisk reaktion til opnåelse af carbonmono-oxid og hydrogen. Reaktionen betegnes oftes som primær
15 reformering. Det er dernæst nødvendigt at tilføre nitrogen, hvilket typisk gøres i form af luft, til fremstilling af den nødvendige ammoniaksyntesegas ved det, der betegnes som sekundær reformering.

I tidligere kommercielle ammoniakfremstillings-
20 processer er det primære og det sekundære reformerings-trin typisk blevet udført i separate reaktorer, og sådanne processer er ganske egnede og tilfredsstillende i anlæg, hvor det er nødvendigt eller ønskeligt at fremstille vanddamp til andre anvendelser indenfor anlægget.
25 I sådanne processer anvendes den varme reaktionsafgangsgas fra den sekundære reformering således til fremstilling og/eller overophedning af vanddamp, enten til andre anvendelser inden for ammoniakfremstillingsprocessen eller til udførelse.

30 I situationer, hvor fremstillingen af vanddamp ikke er nødvendig, er det følgelig fordelagtigt at anvende varmen, der er til rådighed fra det sekundære reformeringstrin, til andre formål indenfor syntesegasfremstillingsprocessen. En sådan anvendelse af varmen,
35 der er til rådighed fra den sekundære reformering, er tilvejebringelse af den nødvendige varme til den primære reformering. Det tilsigtes således først og fremmest med

opfindelsen at tilvejebringe en fremgangsmåde og et anlæg til opnåelse af en sådan anvendelse med et højt effektivitetsniveau.

Fremstillingen af ammoniak og andre produkter, såsom methanol, som opnås ud fra carbonhydrider, har i de sidste mange år udviklet sig til en raffineret fremskredet teknologi, indenfor hvilken omkostningsbesparende forbedringer er vigtige, men overordentligt vanskelige at opnå. I betragtning af dette er det meget ønskeligt at blive i stand til at opnå både primær og sekundær reformering i en enkelt reaktor, således at produktionsprocessens totale omkostninger kan reduceres ved elimination af dyre reaktorer og tilhørende essentielt udstyr.

Der har tidligere været gjort forsøg på at tilvejebringe tilfredsstillende reaktorer af denne art, men har stødt på visse væsentlige ulemper. Der beskrives f.eks. i US patent 3.751.228 en reaktor, i hvilken det varme reformerede gasformige produkt fjernes fra bunden af reaktoren, i stedet for at blive udnyttet til tilvejebringelse af varme for reformeringsreaktionen. I stedet indføres varm gas ude fra til reaktoren til tilvejebringelse af den nødvendige varme til reformeringstrinnet. En lignende reaktor er beskrevet i US patent 4.127.289.

I US patent 4.071.330 beskrives en reaktor, som er placeret i en opvarmet ovn og udnytter varmeoverførsel fra ovnen gennem reaktorens kappe til tilvejebringelse af den nødvendige varme til den endoterme reformeringsreaktion. Kappen er fremstillet af et varmeledende materiale, såsom højlegeret nikkel-chromstål.

I US patent 3.549.335 beskrives og illustreres en autotermisk reaktor, som omfatter en ydre væg og en indre væg anbragt med et mellemrum derfra til tilvejebringelse af en ringformet passage, gennem hvilken carbonhydrid- og vanddampblandingen passerer, gennem

åbninger i den indre kappe i den nedre del af reaktoren og gennem lejet med den primære reformeringskatalysator placeret uden for rørene. Gassen bringes dernæst i kontakt med produkterne fra forbrændingsreaktionen og
5 fjernes til sidst fra reaktoren. Ved en sådan reaktionsproces, ved hvilken der anvendes atmosfærisk luft til forbrændingstrinnet, tilvejebringes ikke en effektiv udnyttelse af den udviklede reaktionsvarme, som det er stærkt ønskeligt indenfor den nuværende raffinerede og
10 konkurrencedygtige teknologi.

Som angivet i det foregående tilsigtes det med opfindelsen at tilvejebringe en forbedret fremgangsmåde og et forbedret anlæg til autotermisk fremstilling af en hydrogenrig syntesegas, såsom en ammoniaksyntesegas,
15 gas, ved hvilken man effektivt udnytter den udviklede reaktionsvarme under syntesegasm fremstillingsprocessen.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved en autotermisk fremgangsmåde til fremstilling af syntesegas udfra en carbonhydridfødestrøm, især en syntesegas til fremstilling af methanol, ammoniak, hydrogen, oxo-alkoholer eller et carbonhydrid ved en Fischer-Tropsch proces, der er ejendommelig ved, at en blanding af vanddamp og carbonhydridfødegas ledes til en reaktionsbeholder, hvor blandingen i en første zone af beholderen underkastes en endoterm primær reformering, ved hvilken blandingen opvarmes og ledes gennem en første katalysator til dannelse til en partielt reformeret gas, hvilken partielt reformeret gas i en anden zone af reaktionsbeholderen, undergår en partiel forbrænding i en oxygenberiget luft under udvikling af en afgangsgas, hvor en del deraf udgøres af den forbrændbare fødegas fra den anden zone, hvilken afgangsgas i en tredje zone i reaktionsbeholderen underkastes en sekundær reformering, ved hvilken afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen fra den anden zone ledes gennem en tredje zone i nærværelse af en katalysator, og reaktionsblandingen fra den sekundære reformering ledes til den første zone af reaktionsbeholderen, hvorved den eksoterme reaktionsvarme fra

forbrændingen tilvejebringer tilstrækkelig varme til den endoterme primære reformering.

Opfindelsen angår desuden en autotermisk reaktor til fremstilling af en syntesegas, i hvilken såvel en primær reformering som en sekundær reformering udføres med høj virkningsgrad ved brug af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvilken reaktor er ejendommelig ved, at den omfatter et varmevekslingskammer, et første indløb forbundet til varmevekslingskammeret til indførelse af vanddamp og fødegas i varmevekslingskammeret, et antal i forhold til det første indløb langsgående reaktorrør monteret i det indre af varmevekslingskammeret i en ekscentrisk anordning i forhold til dette indløb, hvorved der dannes en strømningsvej for vanddamp og fødegas fra det første indløb gennem flerheden af reaktionsrør, hvor hvert reaktionsrør indeholder en katalysator, til dannelse af en første katalysatorzone til fremkaldelse af en første reformeringsreaktion og er placeret således i forhold til det første indløb, at den gennem det første indløb indførte strøm af vanddamp og syntesegas fordeles over flerheden af reaktionsrør, et forbrændingsreaktionskammer, en med reaktionsrørene i forbindelse stående anordning, som leder den reagerede gas fra rørene til forbrændingsreaktionskammeret, hvilken anordning udstrækker sig i længderetningen fra reaktionsrørene til forbrændingsreaktionskammeret, et andet indløb, som er forbundet til forbrændingsreaktionskammeret, og som tjener til tilførsel af oxygen eller oxygenberiget luft til forbrændingsreaktionskammeret, hvilket andet indløb er placeret ekscentrisk i forbrændingsreaktionskammeret, en anden katalysatorzone, en skillevæg, som adskiller varmevekslingskammeret fra forbrændingsreaktionskammeret, hvilken skillevæg er forsynet med åbninger, således at afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen kan passere ind i den anden katalysatorzone, hvilken anden katalysatorzone omfatter et på skillevæggen placeret katalysatorleje til gennemføring af en anden reformeringsreak-

tion, ved hvilken afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen kan passere gennem skillevæggen og den anden katalysatorzone, og undergå en yderligere reformeringsreaktion til fremstilling af syntesegassen, et udløb til
5 fjernelse af syntesegassen placeret tæt ved det første indløb og ekscentrisk i forhold til dette og til reaktionsrørene, til muliggørelse af, at syntesegassen kan passere omkring ydersiden af reaktionsrørene, inden den fjernes gennem udløbet, hvorved varme overføres til
10 den første reformeringsreaktion i reaktionsrørene, og syntesegassen afkøles.

Ved fremgangsmåden og i reaktoren ifølge opfindelsen underkastes en blanding af vanddamp- og carbonhydrid-fødegas primær reformering ved passage
15 gennem en katalysator i modstrøm med afgangsgassen fra processens forbrændingsreaktion. Blandingen ledes gennem reaktionsrør, som indeholder en katalysator for den primære reformering, og bringes derefter i kontakt med oxygen eller oxygenberiget luft til frem-
20 kaldelse af forbrænding. Afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen ledes gennem en anden katalysatorzone til tilvejebringelse af yderligere omsætning, dvs. den sekundære reformeringsreaktion, og til fremstilling af syntesegassen. Syntesegasproduktet ledes forbi yder-
25 siden af reaktionsrørene, således at den udviklede forbrændingsvarme udnyttes til tilvejebringelse af varmen til henholdsvis det endoterme primære og sekundære reaktionstrin.

Figuren på tegningen viser et snit gennem en
30 foretrukket udførelsesform for den autotermiske reaktor ifølge opfindelsen.

Idet der nu refereres til figuren, er den autotermiske reaktor alment angivet med tallet 1. Reaktoren omfatter et varmevekslingskammer 2 og et
35 første indløb 3 til tilførsel af en blanding af vanddamp- og carbonhydrid-fødegas, såsom naturgas. Et antal reaktionsrør 4 (kun to er vist for at gøre figuren klarere) er monteret i varmevekslingskammeret i rørpladerne 5 og 6. Reaktionsrørene er

designet således, at en primær katalysator ⁶ 7 i fast
leje kan placeres deri. Katalysatoren kan selvfølgelig
være en vilkårlig egnet reformeringskatalysator, såsom
nikkel, med valget af en bestemt katalysator liggende
5 indenfor fagfolks formåen.

Anordningen, der er vist som en kugleformet kollektor
10 med et vertikalt rør 11 gående ud derfra, er
placeret i forbindelse med reaktionsrørene op
til rørpladen 6 til tilvejebringelse af passage for
10 de reagerede partielt reformerede gasser fra reaktions-
rørene til et forbrændingsreaktionskammer 12, som er
placeret i den nedre del af reaktoren 1. Skønt ud-
formningen af kollektoren 10 er illustreret som en
konus, vil det være let at forstå, at andre udformninger
15 også kan anvendes.

Et andet indløb 13 er placeret ved bunden af
reaktoren til tilførsel af oxygen eller oxygenberiget
luft til fremkaldelse af forbrænding i forbrændings-
kammeret. En skillevæg 14 er placeret i tilslutning
20 til enden af det vertikale rør 11 til adskillelse af
forbrændingskammeret 12 fra varmevekslingskammeret 2.
Skillevæggen 14 er forsynet med anordninger i form af
en række åbninger 15, således at afgangsgassen fra
forbrændingsreaktionen kan passere der igennem og
25 træde ind i en anden katalysatorzone, betegnet alment
med tallet 16, hvorved afgangsgassen kan passere
gennem katalysatorzonen og undergå yderligere eller
sekundær reformering til dannelse af den ønskede syntese-
gas. Reformeringskatalysatoren kan igen være en vil-
30 kårlig af de katalysatorer, der typisk anvendes, og det
er en opgave, der ligger indenfor fagfolks formåen at
vælge. Kun en lille del af katalysatoren er vist, igen
for at gøre figuren klarere, men det må forstås, at
en tilstrækkelig mængde katalysator vil være tilveje-
35 bragt til opnåelse af en komplet katalysatorzone.

Idet den således fremstillede syntesegas passerer
opad fra den anden katalysatorzone, ledes den ved hjælp
af strømningsledepladerne 20 omkring ydersiden af
reaktionsrørene 4 til tilvejebringelse af en intim

kontakt mellem reaktionsrørene og den varme afgangsgas. Dette muliggør så igen effektiv udnyttelse af den udviklede forbrændingsvarme til tilvejebringelse af varmen til den endoterme reaktion, der sker i reaktionsrørene 4.

Et udløb 21, gennem hvilket syntesegassen fraføres til rensning og yderligere oparbejdning til fremstilling af ammoniak (eller andre produkter, afhængigt af den givne reaktionsproces) er også placeret ved siden af indløbet 3. Reaktoren er illustreret som omfattende mandehuller 22, som det er sædvanligt, til anvendelse ved installationer, eftersyn eller anden vedligeholdelse. Reaktoren kan også, hvis det ønskes, være forsynet med yderligere indløb og udløb til strømningsfordeling eller til indførsel af yderligere forbrændingsgas eller vanddamp til forbrændingskammeret.

Ved udførelse af omdannelsesprocessen ifølge opfindelsen anvendt til ammoniaksyntesegasfremstilling, ledes blandingen af vanddamp og naturgas eller anden carbonhydriddødegas ind i reaktoren 1 gennem indløbet 3 med en temperatur på ca. 482 - ca. 704°C. Blandingen ledes gennem åbningerne i rørpladen 5 og gennem reaktionsrørene 4, ledes fra reaktionsrørene gennem den konusformede kollektor 10, passerer gennem røret 11 og ledes ind i den nedre del af reaktoren 1, og ind i forbrændingskammeret 12 med en temperatur på ca. 593 - ca. 760°C. Oxygen eller oxygenberiget luft med en temperatur i området fra omgivelsestemperaturen til ca. 38°C ledes ind i forbrændingskammeret gennem indløbet 13 til fremkaldelse af forbrænding. Den resulterende afgangsgas fra forbrændingsreaktionen har derefter en temperatur på ca. 1371 - ca. 1927°C og passerer opad gennem åbningerne 15 i skillevæggen 14 og gennem den anden katalysatorzone 16, hvorved den sekundære reformering sker.

Den således ved den sekundære reformering dannede syntesegas har en temperatur på ca. 816 - ca. 1149°C og strømmer opad, som vist på tegningen og beskrevet

ovenfor, i nær kontakt med reaktionsrørene 4, hvorved den ønskede varmeveksling sker til opvarmning af vanddampen og carbonhydridfødegasblandingen i rørene 4 og til afkøling af syntesegasblandingen. Ved fraførsel 5 gennem udløbet 21 er temperaturen af syntesegasblandingen ca. 538 - ca. 704°C.

Trykket i reaktoren kan variere fra i det væsentlige atmosfæretryk op til syntesegasomdannelsetrykket, som med den nuværende teknologi er ca. 84 ato, afhængigt af de anvendte procesbetingelser. Et typisk tryk til fremstilling af ammoniaksyntesegas er ca. 49 ato.

Det vil kunne forstås af det i det foregående beskrevne, at fremgangsmåden og reaktoren ifølge opfindelsen kan anvendes til fremstilling af syntesegasser til fremstilling af andre produkter end ammoniak, såsom methanol, hydrogen, oxo-alkoholer eller et carbonhydrid ved Fischer-Tropsch processen. Da de centrale fremgangsmådetrin er de samme som de trin, der er beskrevet for ammoniaksyntesegasfremstillingen, vil fremgangsmåden ifølge opfindelsen ikke blive beskrevet med hensyn til sådanne syntesegasser.

Det er væsentligt for succesfuld drift af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, at oxygen eller oxygenberiget luft indføres i forbrændingskammeret i stedet for atmosfærisk luft til fremkaldelse af forbrænding. Oxygenberiget luft er defineret som en luftblanding med et oxygenindhold på ca. 25 volumen% eller mere. Oxygenindholdet kan variere fra denne nedre grænse op til 100%, afhængigt af den specifikke reaktionsproces. Ved ammoniaksyntesegasfremstilling kan O_2 -indholdet således variere fra ca. 25 til ca. 40 volumen% eller mere, med ca. 35 volumen% som det optimale for de fleste procesbetingelser ved fremstilling af ammoniaksyntesegas. Ved methanolfremstilling vil man på den anden side anvende praktisk talt 100% oxygen. I alle tilfælde vil fagfolk på basis af beskrivelsen her være i stand til at bestemme passende forhold og om oxygen

eller oxygenberiget luft skal anvendes.

Anvendelsen af oxygenberiget luft i stedet for atmosfærisk luft tilvejebringer en række vigtige fordele. Således opnås bedre styring af nitrogenindholdet i afgangsgassen fra forbrændingen på grund af muligheden for at styre forholdet mellem oxygen og nitrogen i blandingen. Styring af nitrogenindholdet er overordentligt vigtigt for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, fordi nitrogen har tendens til at føre varme ud af reaktoren, hvorved den store varmemængde, der ellers er til rådighed fra forbrændingsreaktionen til procesanvendelse, formindskes. Ved at styre nitrogenindholdet undgår man derfor ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen unødvendigt tab af til rådighed værende varme, og fremgangsmåden muliggør, at den højeste grad af til rådighed værende varme passes sammen med det højeste anvendelsesniveau inden for processen.

Som fagfolk vil kunne forstå, kan vanddamp også indføres i forbrændingskammeret med den oxygenberigede luft. Dette vil gøre det muligt at indføre yderligere vanddampreaktant til compensation for det tab der sker ved den primære reformeringsreaktion. Det vil også lette styringen af forbrændingstemperaturen og forbedre driften af forvarmningsudstyr for opstrøms oxygenberiget luft.

Det vil også være klart for fagfolk, at fremgangsmåden og reaktoren ifølge opfindelsen har yderligere væsentlige fordele i forhold til kendte fremgangsmåder og reaktorer. De nødvendige kapitalomkostninger for reaktoren ifølge opfindelsen er således væsentligt lavere end for sædvanligt fyrede reformeringsreaktorer. Desuden kan opfindelsen let tilpasses til anvendelse ved højtryksreformering, og den er meget egnet til opbygning i moduler, hvilket er af største vigtighed i udviklingslande eller ved udnyttelse af off-shore gas. Endvidere kan opstartstiden reduceres, hvilket igen resulterer i en besparelse i gasforbruget, og den tid reformeringsreaktoren står stille uden effektiv gasan-

vendelse, når syntese-enheden er ude af drift, kan også reduceres. Opfindelsen er altså mere velegnet til automatisk opstart og styring end de primære multiple passage reformeringsreaktorer fyret med multiple
5 brændere, der i dag er i brug.

Det skal også nævnes, at skønt den autotermiske reaktor illustreret og beskrevet heri er en vertikalt anbragt reaktor med varmevekslerkammeret placeret over det sekundære reformeringskatalysatorleje og forbrændings-
10 kammeret, vil andre fysiske arrangementer for en sådan reaktor være indlysende for fagfolk efter læsning af nærværende beskrivelse. Skønt der ved en foretrukken form for opfindelsen anvendes reaktionsrør med katalysator i, som illustreret og beskrevet, vil det være
15 indenfor fagfolks formåen, på basis af beskrivelsen, at modificere strømningsvejen i reaktoren, således at det gasformige produkt, der strømmer fra den anden eller sekundære reformeringskatalysatorzone, vil passere gennem rørene, og den indkommende vanddamp-fødegasblanding
20 vil passere gennem et katalysatorleje udenfor rørene. Sådanne udførelsesformer er selvfølgelig omfattet af opfindelsens rammer, så længe de væsentlige træk og principper beskrevet ovenfor er til stede.

Det skal også nævnes, at kappen eller væggen på
25 reaktoren 1 er isoleret indvendigt, som vist ved 8, med et materiale såsom armeret keramik til minimering af varmeoverførslen gennem væggen. Dette resulterer i bevarelse af varmen, beskyttelse af personalet i nærheden af reaktoren, og desuden en lavere kapitalom-
30 kostning, idet et materiale, såsom kulstofstål, kan anvendes til kappen. Desuden er reaktionsrørene 4 i rørpladerne 5 og 6 ophængt i reaktorens væg som vist ved 25. Dette muliggør anvendelsen af tyndvæggede rør, som er billigere og har bedre varmeover-
35 førelsegenskaber end tykkere rør, da tyndvæggede rør har større styrke ved trækning end kompression, er de monteret i reaktionsbeholderen ved ophængning, idet rørene ellers kunne deformere, eller endog knække.

P A T E N T K R A V

1. Autotermisk fremgangsmåde til fremstilling af syntesegas udfra en carbonhydridfødestrøm, især en syntesegas til fremstilling af methanol, ammoniak, hydrogen, oxo-alkoholer eller et carbonhydrid ved en Fischer-Tropsch
5 proces, k e n d e t e g n e t ved, at en blanding af vanddamp og carbonhydridfødegas ledes til en reaktionsbeholder, hvor blandingen i en første zone af beholderen underkastes en endoterm primær reformering, ved hvilken blandingen opvarmes og ledes gennem en første katalysa-
10 tor til dannelse til en partielt reformeret gas, hvilken partielt reformeret gas i en anden zone af reaktionsbeholderen, undergår en partiel forbrænding i en oxygenberiget luft under udvikling af en afgangsgas, hvor en del deraf udgøres af den forbrændbare fødegas fra den an-
15 den zone, hvilken afgangsgas i en tredje zone i reaktionsbeholderen underkastes en sekundær reformering, ved hvilken afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen fra den anden zone ledes gennem en tredje zone i nærværelse af en katalysator, og reaktionsblandingen fra den sekundære
20 reformering ledes til den første zone af reaktionsbeholderen, hvorved den eksoterme reaktionsvarme fra forbrændingen tilvejebringer tilstrækkelig varme til den autoterm primære reformering.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g -
25 n e t ved, at blandingen af vanddamp og carbonhydridfødegas ledes gennem rør, som indeholder katalysator og herefter bringes i kontakt med ilt eller iltberiget luft og forbrændes, hvorefter afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen ledes gennem en anden katalysatorzone til
30 videre reaktion, hvorefter det gasformige reaktionsprodukt herfra ledes langs ydersiden af rørene, hvorved den exoterme forbrændingsvarme tilvejebringer den nødvendige varme til den endoterme reaktion i den indre af rørene.

35 3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g - n e t ved, at en ammoniaksyntesegas fremstilles ved, at blandingen af vanddamp og carbonhydridfødegas reformeres,

når den ledes gennem rørene, og at yderligere reformering sker, når afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen passerer gennem den anden katalysatorzone.

4. Autotermisk reaktor til fremstilling af en syntese-
5 tesegas, i hvilken såvel en primær reformering som en sekundær reformering udføres med høj virkningsgrad ved brug af en af fremgangsmåderne ifølge et vilkårligt af kravene 1 til 3.
k e n d e t e g n e t ved, at den omfatter et varmevekslingskammer (2), et første indløb (3) forbundet til
10 varmevekslingskammeret til indførelse af vanddamp og fødegas til varmevekslingskammeret, et antal i forhold til det første indløb langsgående reaktionsrør (4) monteret i det indre af varmevekslingskammeret (2) i en ekscentrisk anordning i forhold til dette indløb, hvorved der
15 dannes en strømningsvej for vanddamp og fødegas fra det første indløb gennem flerheden af reaktionsrør, hvor hvert reaktionsrør indeholder en katalysator (7), til dannelse af en første katalysatorzone til fremkaldelse af en første reformeringsreaktion, hvilke reaktionsrør er placeret
20 således i forhold til det første indløb (3), at den gennem det første indløb tilførte strøm af vanddamp og syntesegas fordeles over flerheden af reaktionsrør, et forbrændingsreaktionskammer (12), en med reaktionsrørene (4) i forbindelse stående anordning (10, 11), som leder den reage-
25 rede gas fra rørene (4) til forbrændingsreaktionskammeret (12), hvilken anordning (11) udstrækker sig i længderetningen fra reaktionsrørene (4) til forbrændingsreaktionskammeret (12), et andet indløb (13), som er forbundet til forbrændingsreaktionskammeret (12), og som tjener til
30 tilførsel af oxygen eller oxygenberiget luft til forbrændingsreaktionskammeret, hvilket andet indløb er placeret ekscentrisk i forbrændingsreaktionskammeret, en anden katalysatorzone (16), en skillevæg (14), som adskiller varmevekslingskammeret fra forbrændingsreaktionskammeret
35 (12), hvilken skillevæg er forsynet med åbninger (15), således at afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen kan passere ind i den anden katalysatorzone (16), hvilken anden katalysatorzone omfatter et på skillevæggen (14)

placeret katalysatorleje til gennemføring af en anden reformeringsreaktion, ved hvilken afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen kan passere gennem skillevæggen (14) og den anden katalysatorzone (16), og undergå en yderligere reformeringsreaktion til fremstilling af syntesegassen, et udløb (21) til fjernelse af syntesegassen placeret tæt ved det første indløb (3) og ekscentrisk i forhold til dette og til reaktionsrørene (4), til muliggørelse af, at syntesegassen kan passere omkring ydersiden af reaktionsrørene (4), inden den fjernes gennem udløbet (21), hvorved varme overføres til den første reformeringsreaktion i reaktionsrørene (4), og syntesegassen afkøles.

5. Reaktor ifølge krav 4, kendet i tegnet ved, at strømningsplader (20) er placeret i varmevekslingskammeret (2) til at lede afgangsgassen fra forbrændingsreaktionen omkring reaktionsrørene (4).

6. Reaktor ifølge krav 4, kendt i tegnet ved, at anordningen forbundet med reaktionsrørene (4) omfatter en kollektor (10), som er anbragt i tilknytning til den nedre ende af reaktionsrørene, og et fra kollektoren udgående vertikalt rør (11), der strækker sig nedad gennem skillevæggen (14) og ind i forbrændingskammeret (12).

7. Reaktor ifølge krav 4, kendt i tegnet ved, at reaktionsrørene (4) er fastgjort til et ophæng (25) i reaktoren.

