

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **80103236.8**

⑱ Anmeldetag: **11.06.80**

① Int. Cl.³: **C 07 C 27/06, C 07 C 31/08,**
C 07 C 47/06, C 07 C 53/08,
C 07 C 1/04, C 07 C 11/04,
C 07 C 11/06, C 07 C 11/08

⑳ Priorität: **21.06.79 DE 2924962**

② Anmelder: **HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT, Zentrale**
Patentabteilung Postfach 80 03 20,
D-6230 Frankfurt/Main 80 (DE)

㉓ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **07.01.81**
Patentblatt 81/1

④ Erfinder: **Wunder, Friedrich, Dr., Jahnstrasse 46,**
D-6093 Flörsheim am Main (DE)
Erfinder: **Arpe, Hans-Jürgen, Dr., de-Ridder-Weg 10,**
D-6230 Frankfurt am Main 80 (DE)
Erfinder: **Leupold, Ernst Ingo, Dr., Am Zäunefeld 15,**
D-6392 Neu-Anspach (DE)
Erfinder: **Schmidt, Hans-Joachim, Dr., Am Burgenblick 6,**
D-6240 Königstein/Taunus (DE)
Erfinder: **Hachenberg, Horst, Dr., Mohnweg 1,**
D-6229 Walluf (DE)

⑤ Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB IT NL**

⑥ **Verfahren zur Herstellung von sauerstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen und Olefinen aus Synthesegas.**

⑦ Es werden Gemische aus Essigsäure, Acetaldehyd, Ethanol und Olefinen mit zwei bis vier Kohlenstoffatomen aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff durch katalytische Umsetzung bei 1–300 bar und 150 bis 350° C in der Gasphase hergestellt. Die sauerstoffhaltigen Verbindungen und die Olefine entstehen im Mol-Verhältnis von 1:1 bis 2.5:1. Die Katalysatoren enthalten Rhodium, Alkalimetalle und gegebenenfalls Promotoren auf Trägern.

Vorzugsweise werden die mit Alkalimetall und gegebenenfalls mit Promotoren dotierten Träger vor der Imprägnierung mit Rhodium bei Temperaturen zwischen 400 und 1200° C gesintert.

EP 0 021 241 A1

Verfahren zur Herstellung von sauerstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen und Olefinen aus Synthesegas

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Gemischen aus sauerstoffhaltigen C₂-Verbindungen und niedermolekulären Olefinen. Sie betrifft insbesondere die Herstellung von Gemischen aus Essigsäure, Acetaldehyd, Ethanol, 5 Ethylen und Propylen durch Umsetzung von Kohlenmonoxid mit Wasserstoff in der Gasphase.

Es sind bereits zahlreiche Verfahren bekannt, in denen die Gasphasenumsetzung von Synthesegas, d.h. von Mischungen 10 des Kohlenmonoxids und Wasserstoffs, an Eisen- oder Kobalthaltigen Katalysatoren zu Gemischen aus sauerstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen und gesättigten oder ungesättigten Kohlenwasserstoffen beschrieben wird. Diese allgemein als Fischer-Tropsch-Verfahren bekannte Umsetzung des 15 Synthesegases ist jedoch wenig selektiv und führt zu Gemischen mit einer breiten, wenig spezifischen Produktverteilung, wobei die Einzelkomponenten bis zu 20 oder mehr Kohlenstoffatome enthalten können. Der Zusatz von Alkali, insbesondere Kaliumcarbonat bzw. Kaliumoxid, bewirkt bei 20 diesen Katalysatoren zwar eine verminderte Methan- und erhöhte Olefinbildung, führt andererseits aber zu einem verstärkten Kettenwachstum, d.h. die Bildung höhermolekularer Verbindungen wird durch den Alkalizusatz begünstigt (vgl. Büssemeier et al, Hydrocarbon Processing, 25 Nov. 1976, Seite 161).

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 2 507 647 ist weiter bekannt, daß an überwiegend Mangan enthaltenden Katalysatoren bevorzugt Olefine mit zwei bis vier Kohlenstoffatomen im Molekül neben sauerstoffhaltigen Ver- 30 bindungen entstehen können. Bei diesem Verfahren wird



jedoch ein großer Teil des Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid umgesetzt, außerdem ist der Anteil an sauerstoffhaltigen Verbindungen im Reaktionsgemisch sehr gering.

- 5 In neuerer Zeit sind weiterhin zahlreiche Verfahren bekannt geworden, die die Gasphasenumsetzung von Synthesegas an Rhodium enthaltenden Katalysatoren zum Gegenstand haben und die in hoher Selektivität zu sauerstoffhaltigen Verbindungen mit vorzugsweise zwei Kohlenstoffatomen im
- 10 Molekül führen. Solche Verfahren sind beispielsweise aus DE-AS 2 503 233, DE-AS 2 503 204, DE-OS 2 628 463 und der US-Patentschrift 4 096 164 bekannt bzw. wurden in den deutschen Patentanmeldungen P 28 14 365.9, P 28 14 427.6, P 28 25 495.7, P 28 25 598.3, P 28 50 110.2 und
- 15 P 28 50 201.4 vorgeschlagen.

Diese auf Basis von Rhodium als katalytisch aktiver Komponente beruhenden Verfahren geben neben sauerstoffhaltigen Produkten mit vorzugsweise zwei Kohlenstoff-

20 atomen im Molekül im wesentlichen noch Kohlendioxid, Methan und nur geringe Mengen anderer gesättigter bzw. ungesättigter Kohlenwasserstoffe. So reagieren beispielsweise nach M.M. Bhasin et al (J. of Catalysis 54, 120 (1978)) bei der Umsetzung von Synthesegas an einem 2,5

25 Gew.-% Rhodium enthaltenden Katalysator bei 300°C und 70 bar nur 3,4 % des umgesetzten Kohlenmonoxids zu gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen mit zwei oder mehr Kohlenstoffatomen, 43,1 % des Kohlenmonoxids zu sauerstoffhaltigen C₂-Verbindungen und 52 % zu Methan.

30 Durch Verwendung von Katalysatoren, die neben Rhodium noch Promotoren wie Magnesium oder Mangan enthalten, lassen sich die sauerstoffhaltigen Verbindungen wie Essigsäure, Acetaldehyd und Ethanol in verbesserter Selektivität

35 gewinnen. Wenn auch in vielen Fällen die möglichst selektive Herstellung dieser sauerstoffhaltigen Verbindungen

im Vordergrund steht, so kann doch die gleichzeitige Gewinnung niedermolekularer Olefine, die technisch wichtige Basisprodukte der chemischen Industrie sind, von Bedeutung sein, insbesondere dann, wenn mit einer vermehrten Olefinbildung eine geringere Umsetzung zu Methan als Nebenprodukt verbunden ist.

Es wurde nun gefunden, daß man Gemische aus sauerstoffhaltigen C_2 -Verbindungen und einem hohen Anteil niedermolekularer Olefine erhält, wenn man Katalysatoren verwendet, die neben Rhodium und gegebenenfalls Promotoren noch 0,1 bis 5,0 Gew.-% Alkalimetalle in Form von Oxiden, Hydroxiden, Salzen oder Komplexverbindungen enthalten. Außerdem wurde gefunden, daß durch den Zusatz der Alkaliverbindungen die Aktivität der Katalysatoren gesteigert und die Selektivität zu Methan verringert wird.

Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zur Herstellung von Gemischen aus Essigsäure, Acetaldehyd, Ethanol und Olefinen mit zwei bis vier Kohlenstoffatomen im Molverhältnis der genannten sauerstoffhaltigen Verbindungen zu den Olefinen von 1:1 bis 2,5:1 durch Umsetzung von Kohlenmonoxid und Wasserstoff in Gegenwart von Rhodium und gegebenenfalls Promotoren enthaltenden Katalysatoren in der Gasphase bei Temperaturen zwischen 150 und 350°C und Drücken zwischen 1 und 300 bar, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoren 0,1 bis 5,0 Gew.-% Alkalimetall in Form von Oxiden, Hydroxiden, Salzen oder Komplexverbindungen enthalten.

Der Befund, daß Alkali-Ionen in geringen Konzentrationen die Bildung von Olefinen begünstigen, die Umsetzung des Synthesegases zu Methan verringern und zusätzlich die Gesamtaktivität der Katalysatoren erhöhen, war überraschend und nicht vorauszusehen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entstehen als Olefine

hauptsächlich Ethylen und Propylen, neben geringen Mengen Butenen, und als sauerstoffhaltige Verbindungen Essigsäure, Acetaldehyd und Ethanol, sowie solche Produkte, die in einer Folgereaktion, beispielsweise durch Veresterung
5 oder Kondensation, unter den Reaktionsbedingungen gebildet werden können, vor allem Ethylacetat und das Diethylacetal des Acetaldehyds.

Die Gesamtselektivität zu sauerstoffhaltigen Produkten
10 und Olefinen liegt im allgemeinen zwischen 70 und 90%, bezogen auf umgesetztes Kohlenmonoxid. Restliches Kohlenmonoxid wird zu Alkanen einschließlich Methan, zu Kohlendioxid und in geringen Mengen zu sauerstoffhaltigen Verbindungen mit drei oder mehr Kohlenstoffatomen umgesetzt.

15 Das Molverhältnis von sauerstoffhaltigen C_2 -Verbindungen zu Olefinen liegt zwischen 1:1 und 2,5 :1, wobei als Molverhältnis das Verhältnis der Molsumme der sauerstoffhaltigen C_2 -Verbindungen, also Essigsäure, Acetaldehyd
20 und Ethanol, zur Molsumme der Olefine mit 2 bis 4 C-Atomen zu verstehen ist.

Für die erfindungsgemäße Umsetzung des Synthesegases werden Katalysatoren verwendet, die Rhodium und gegebenenfalls
25 Promotoren, sowie 0,1 bis 5,0 Gew.-% Alkali auf einem Träger enthalten.

Als Träger können handelsübliche Trägermaterialien mit unterschiedlichen spezifischen Oberflächen verwendet
30 werden. Allerdings werden Träger mit spezifischen Oberflächen von 50 bis 1000 m^2/g bevorzugt. Geeignet sind z.B. Kieselsäure, natürliche oder synthetische Silikate von Elementen der II. bis VIII. Gruppe des Periodischen Systems (also beispielsweise die Silikate des Magnesiums,
35 Calciums, Aluminiums, der Seltenen Erden, des Titans, Zirkons, Mangans), ferner Aluminiumoxid, Titandioxid, Zirkondioxid, Thoriumdioxid, Zeolithe und Spinelle.

Rhodium kann auf dem Träger in metallischer Form oder auch in einer Wertigkeitsstufe unter drei, also als Komplexverbindung des nullwertigen Rhodiums oder als Salz oder Komplexverbindung des ein- oder zweiwertigen Rhodiums vorliegen. Man kann dabei von Salzen oder Komplexverbindungen des Rhodiums beliebiger Wertigkeitsstufe ausgehen und gegebenenfalls eine Reduktionsstufe anschließen, wie sie weiter unten beschrieben ist. Geeignete Verbindungen des Rhodiums sind z.B. Chloride, Bromide, Jodide, Nitrate oder Carboxylate oder auch Doppelsalze des Rhodiums mit Alkalihalogeniden, wie z.B. Dikaliumtrichlorrhodat. Geeignet sind ferner Komplexverbindungen, die neben Rhodium und Halogen noch komplexbildende Liganden, wie Trialkylphosphin, Triarylphosphin, Ethylendiamin, Pyridin, Kohlenmonoxid, Olefine oder Wasser enthalten, also z.B. Tris-triphenylphosphin-rhodium-I-chlorid, -bromid oder -jodid, Tris-triphenylphosphin-rhodium-III-chlorid, Dichlor-bis-ethylendiamin-rhodium-I-chlorid, Tris-ethylendiamin-rhodium-III-chlorid, Bis-tri-*o*-tolyl-phosphin-rhodium-II-chlorid, Carbonyl-bis-triphenyl-phosphin-rhodium-I-bromid oder Dicäsium-carbonylpentachloro-rhodat-III. Darüber hinaus kommen auch solche Verbindungen des Rhodiums in Betracht, in denen es ionogen oder komplex an einen Träger gebunden ist. Beispiele hierfür sind die mit Rhodiumhalogeniden ausgetauschten Zeolithe und Ionenaustauscher.

Als Alkaliverbindungen werden die Oxide, Salze oder Komplexverbindungen des Lithiums, Natriums, Kaliums, Rubidiums oder Cäsiums oder deren Gemische verwendet, also beispielsweise die Oxide, Hydroxide, Carbonate, Chloride, Bromide, Jodide, Nitrate, Acetate, Silikate und/oder Aluminate der Alkalimetalle. Besonders bevorzugt sind die Natriumverbindungen.

Die Katalysatoren enthalten neben Rhodium und Alkaliverbindungen vorzugsweise noch Promotoren oder Aktiva-

- toren. Als solche sind besonders geeignet die Kombination Magnesium / Halogenidionen sowie Mangan. Gegebenenfalls können die Katalysatoren aber auch solche Stoffe enthalten, die die Selektivität zu den einzelnen sauerstoffhaltigen Produkten beeinflussen, wie Eisen, Zirkon, Hafnium, Lanthan, Platin, Quecksilber, Molybdän, Wolfram. Die genannten Elemente, die als Promotoren wirken oder die Selektivität beeinflussen, können als einfache anorganische oder organische Verbindungen vorliegen, wie z.B. als Chloride, Bromide, Nitrate, Carbonate, Oxide, Hydroxide, Silicate oder Acetate. Geeignet sind auch Komplexverbindungen dieser Elemente mit anorganischen oder organischen Liganden, wie z.B. Kaliummagnesiumtrichlorid, Trinatriumhexacyanomanganat-(III), Dikaliumhexacyanoferrat-(II), ferner Chlorokomplexverbindungen der genannten Elemente mit Rhodium der allgemeinen Formel $Me_m [RhCl_6]_n$, wobei Me für eines der genannten Metalle steht, beispielsweise $Mg_3 [RhCl_6]_2$. Die in Kombination mit Magnesium verwendeten Halogenidionen können die Chloride, Bromide oder Jodide sein. Das Halogenid kann als Rhodium-, Alkali- oder Magnesiumverbindung aufgebracht werden; geeignete Verbindungen sind bereits erwähnt worden.
- Man kann aber auch halogenfreie Magnesiumverbindungen, z.B. die Acetate oder Nitrate einsetzen und durch anschließende Behandlung mit Halogenwasserstoff oder Imprägnierung mit einem Metallhalogenid die Halogenidionen auf den Träger aufbringen. Man kann auch mit einer Halogen enthaltenden organischen Verbindung (wie z.B. 1,1-Dichloräthan), aus der Halogen freizusetzen ist, den für die selektive Synthesegasumsetzung erforderlichen Halogengehalt des Katalysators nach der Imprägnierung mit der Magnesiumverbindung einstellen.
- Als Lösungsmittel für die aktiven Komponenten eignen sich z.B. Wasser und wasserfreie oder wasserhaltige Carbonensäuren, insbesondere Wasser und Essigsäure.

Zum Aufbau des Katalysators wird der Träger mit der Rhodiumverbindung, der Alkaliverbindung und ggf. den Promotoren bzw. den Zusatzstoffen, die die Selektivität beeinflussen, gleichzeitig oder in aufeinanderfolgenden 5 Stufen in beliebiger Reihenfolge getränkt.

Eine besonders bevorzugte Form der Katalysatorherstellung besteht darin, den Träger mit der Lösung der Alkaliverbindung und des Promotors zu tränken, zu trocknen, anschließend bei Temperaturen zwischen 400 und 1200°C zu 10 sintern und danach die Rhodiumverbindung aufzubringen.

Das Alkalimetall und die Promotoren können aber auch in eine Gerüstsubstanz eingebaut sein, beispielsweise in 15 eine Silikat oder Aluminiumoxid enthaltende Trägersubstanz, wie Kieselsäure, Aluminiumoxid oder Aluminiumsilikat. Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, das Alkalimetall oder die Promotoren mittels 20 Ionenaustausch an Kationenaustauscher zu binden, die auch als Träger für das Rhodium geeignet und unter den Versuchsbedingungen beständig sind, beispielsweise die als Molsiebe bekannten natürlichen oder synthetischen Aluminiumsilikate.

25 Vor Verwendung des Katalysators für die Synthesegasumsetzung muß noch reduziert werden, wenn die Umsetzung an metallischem Rhodium erfolgen soll, oder wenn für die Katalysatorherstellung dreiwertiges Rhodium verwendet wurde. Die Reduktion kann im Reaktor selbst oder in einer 30 getrennten Apparatur durchgeführt werden. Als Reduktionsmittel kommen beispielsweise Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Methanol oder Aceton in Betracht. Reduktionstemperaturen oberhalb 300°, vorzugsweise zwischen 350 und 550°C führen zu metallischem Rhodium, Reduktions- 35 temperaturen unter 300°C, vorzugsweise zwischen 100 und 275°C, zu einer niederen (nicht-metallischen) Wertigkeitsstufe des Rhodiums.

Vielfach ist es zweckmäßig, die Reduktion nicht mit dem unverdünnten Reduktionsmittel vorzunehmen, sondern es mit einem zusätzlichen Anteil an Inertgas, wie z.B. Stickstoff oder Kohlendioxid, zu verdünnen.

5

Die Konzentration an Rhodium, den Alkalimetallen und gegebenenfalls den Promotoren kann in weiten Grenzen variiert werden. Im allgemeinen liegen die Werte bezogen auf die Metalle zwischen 0,1 und 15 Gew.-% für Rhodium, zwischen 0,1 und 5,0 Gew.-% für die Alkalimetalle und zwischen 0,1 und 20 Gew.-% für die Promotoren. Bei Einsatz der Kombination Magnesium /Halogenidionen werden 0,1 - 10 Gew.-% Magnesium und 0,1 - 10 Gew.-% Halogenidionen verwendet. Die Alkalimetallkonzentration beeinflusst die Selektivität zu den Olefinen, und zwar nimmt mit zunehmender Konzentration die Selektivität zu den Olefinen zu.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Gasgemische, die ganz oder zu einem überwiegenden Teil aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bestehen und daneben gegebenenfalls noch andere Komponenten wie Stickstoff, Argon, Kohlendioxid oder Methan enthalten können, über den Katalysator geleitet. Das molare Verhältnis von Kohlenmonoxid zu Wasserstoff kann dabei in weiten Grenzen variiert werden. Bevorzugt sind Molverhältnisse zwischen 5:1 und 1:5 und besonders zwischen 3:1 und 1:3. Die Reaktionstemperaturen liegen im allgemeinen zwischen 175 und 375°C, vorzugsweise zwischen 200 und 350°C, und die Reaktionsdrücke zwischen 1 und 300 bar, vorzugsweise zwischen 10 und 200 bar.

Zweckmäßig ist es, Temperatur und Druck so aufeinander abzustimmen, daß eine hohe Selektivität zu den sauerstoffhaltigen Verbindungen gewährleistet ist und die bei höheren Temperaturen begünstigte exotherme Bildung von

- Methan gering bleibt. Man wird deshalb hohe Drücke und möglichst niedrige Temperaturen bevorzugen. Der Umsatz an Kohlenmonoxid sollte dabei im allgemeinen nicht über 50 % liegen, da höhere Umsätze leicht zu vermehrter Nebenproduktbildung führen können, wobei neben Methan und Kohlendioxid auch höhermolekulare flüssige Kohlenwasserstoffe und sauerstoffhaltige Produkte auftreten können.
- 5
- 10 Für die Verfahrensdurchführung können die herkömmlichen Festbettreaktoren verwendet werden, wobei es zur besseren Wärmeabführung vorteilhaft ist, die Katalysatorschichtdicke gering zu halten. Ferner sind auch Reaktoren mit bewegtem Katalysatorbett oder Wirbelbettreaktoren
- 15 geeignet.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, die Umsetzung in einer Kreisgasapparatur durchzuführen, in der nach Abtrennung der kondensierbaren Reaktionsprodukte das nicht umgesetzte Gasgemisch wieder in den Reaktor zurückgeführt wird.

20

Diese Verfahrensweise ist besonders wirtschaftlich und ermöglicht durch Verdünnung des Frischgases mit dem im Kreisgas zurückgeführten wasserstoffärmeren Restgas höhere Reaktionstemperaturen und damit höhere Raumzeitausbeuten bei unveränderten Selektivitäten. Als Kreisgasapparaturen können dabei solche mit innerem oder äußerem Gasumlauf in Betracht kommen.

25

30

Das Wesen der Erfindung soll in folgenden Beispielen erläutert werden, wobei die Beispiele in keiner Weise einschränkend sein sollen.

Versuchsreihe A

(Verwendung handelsüblicher Träger mit bereits vorhandenem unterschiedlichem Natriumgehalt).

- 5 Je 52 g (120 ml) der in der Tabelle 1 aufgeführten Kieselsäureträger werden mit einer Lösung von 1,08 g Magnesiumchloridhexahydrat in 66 g Wasser bei Raumtemperatur getränkt, dann 2 Stunden bei 80°C und 2 Stunden bei 150°C getrocknet. Anschließend wird 30 Minuten bei 800°C
- 10 gesintert. Der gesinterte Träger wird danach mit einer Lösung von 4,0 g Rhodium-III-chlorid · x H₂O (37,4 Gew.-% Rh) in 66 g Wasser bei Raumtemperatur getränkt und in gleicher Weise wie oben beschrieben getrocknet. Die Katalysatoren werden dann in einem Glasgefäß durch 3-
- 15 stündiges Überleiten von 30 Nl/h Wasserstoff bei 225-275°C unter Normaldruck reduziert. Sie enthalten 2,7 Gew.-% Rh und 0,24 Gew.-% Mg.

100 ml des Katalysators werden in ein Reaktionsrohr

20 aus rostfreiem Stahl von 810 mm Länge und 16 mm innerem Durchmesser gegeben, das mit einem koaxial angebrachten Thermometerrohr von 6 mm äußerem Durchmesser versehen ist. Die Reaktortemperatur wird mit einem Salzbad eingestellt.

25 Über den Katalysator leitet man bei 20 bar und 275°C Innentemperatur stündlich 70 Nl eines Gemisches von Kohlenmonoxid und Wasserstoff im Volumenverhältnis 1:1. Das Reaktionsgemisch wird gekühlt und die nicht kondensier-

30 baren Komponenten werden entspannt. Die gasförmigen Komponenten und die kondensierten Reaktionsprodukte werden gaschromatographisch bestimmt. Es werden die in Tabelle 1 zusammengefaßten Ergebnisse erhalten.

Tabelle 1

Reaktionsbedingungen: 20 bar, 275°C, Einsatzgas 70 Nl/h, CO : H₂ = 1
 Katalysatorvolumen 0,1 l, Zusammensetzung: 2,7 % Rh, 0,24 % Mg auf SiO₂
 AcOH = Essigsäure, Ach = Acetaldehyd, EtOH = Ethanol

Beisp. Nr.	% Na ¹⁾	CO-Umsatz (Mol.-%)	2)		3)				Molverhältnis ⁴⁾		
			RZA		AcOH	Ach	EtOH	C ₂ H ₄		C ₃ H ₆	C ₄ H ₈
Vergl. Beisp. 1	0,04	28,0	36	15	12	3	0,6	2,2	0,2	53	13,8
Vergl. Beisp. 2	0,07	26,1	41	19	14	2,5	2,6	10,7	0,7	38	3,5
1	0,12	28,4	47	18	16,5	3,5	4,9	17,6	0,6	25	2,2
2	0,18	29,8	57	22,5	17	4	6,3	21,0	0,7	15	2,1
3	0,25	30,8	62	24	19,2	3	7,5	25,3	1,2	8	1,85

- 1) Na-Gehalt im handelsüblichen Träger
 2) Raumzeitausbeute (in g) sauerstoffhaltige C₂-Produkte pro Liter Katalysator und Stunde
 3) in Mol.% vom umgesetzten CO; Ethylacetat und Diethylacetal des Acetaldehyds sind in Essigsäure, Acetaldehyd bzw. Ethanol umgerechnet.

4) Molsumme AcOH, Ach, EtOH
 Molsumme C₂H₄, C₃H₆, C₄H₉

Versuchsreihe B

(Verwendung von Trägern, die mit verschiedenen Alkalisalzen dotiert sind).

- 5 Die in Tabelle 2 angegebenen Mengen Alkalisalz, die jeweils 8,16 mmol der wasserfreien Verbindung entsprechen, werden in je 66 g Wasser gelöst. Mit diesen Lösungen werden je 52 g (120 ml) des in Vergleichsbeispiel 1 der Versuchsreihe A genannten Kieselsäureträgers getränkt. Nach
- 10 dem Tränken wird 2 Stunden bei 80°C und 2 Stunden bei 150°C getrocknet und schließlich 30 Minuten bei 800°C gesintert. Anschließend werden die Träger mit einer Lösung von je 1,08 g Magnesiumchlorid-hexahydrat in 66 g Wasser getränkt und in gleicher Weise, wie vorstehend be-
- 15 schrieben, getrocknet und gesintert. Dann werden die so vorbehandelten Träger noch mit einer Lösung von 4,0 g Rhodium-III-chlorid·x H₂O (37,4 Gew.-% Rh) in 66 g Wasser getränkt, 2 Stunden bei 80°C und 2 Stunden bei 150°C
- 20 getrocknet und zuletzt in einem Glasgefäß durch dreistündiges Überleiten von 30 Nl/h Wasserstoff bei 225-275°C unter Normaldruck reduziert. Die Katalysatoren enthalten 2,7 Gew.-% Rh und 0,24 Gew.-% Mg.

Die Ausprüfung dieser Katalysatoren erfolgt in dem in Versuchsreihe A beschriebenen Reaktor unter den dort angegebenen Reaktionsbedingungen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2

25 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Reaktionsbedingungen: 20 bar, 275°C, Einsatzgas 70 Nl/h, CO : H₂ = 1
 Katalysatorvolumen 0,1 l, Zusammensetzung: 2,7 % Rh, 0,24 % Mg auf SiO₂
 AcOH = Essigsäure, AcH = Acetaldehyd, EtOH = Ethanol

Beisp. Nr.	Zusatz g Alkali- verbind. (wasserfrei)	% Alkali	CO-Umsatz %	RZA ²⁾	S e l e k t i v i t ä t ³⁾						Molverhältnis ⁴⁾	
					AcOH	AcH	EtOH	C ₂ H ₄	C ₃ H ₆	C ₄ H ₈		CH ₄
4	0,670 NaOAc	0,4	31,5	67,6	26,5	19	3	8	28,6	0,4	5	1,77
5	0,477 NaCl	0,4	33,2	72,5	28	18	3	10,2	23,1	0,7	6	1,88
6	0,694 NaNO ₃	0,4	29,5	46	17	12	7	9,6	21,9	0,5	12	1,47
7	0,538 LiOAc	0,15	17,0	32	21	18	4	12,5	19,8	0,7	10	1,65
8	0,800 KOAc	0,65	17,7	33	23	14	5	8,6	14,4	1,0	13	1,82
9	1,204 RbNO ₃	1,36	12,5	20,5	18	16	4	10,3	18,9	0,8	11	1,63
10	1,374 CsCl	2,04	10,4	15	18	12	3	9,5	16,9	0,6	14	1,56

1) einschl. 0,04 % Na im handelsüblichen Träger; die zugesetzte Alkalimenge entspricht je 8,16 mMol

2) Raumzeitausbeute in g sauerstoffhaltige C₂-Produkte pro Liter Katalysator und Stunde

3),4) siehe die entspr. Fußnoten unter Tabelle 1

Versuchsreihe C

(Kreisgasapparatur)

Die Apparatur besteht aus einem beheizten Reaktionsrohr von
5 1 m Länge und 24,4 mm innerem Durchmesser aus korrosions-
beständigem Stahl mit einer koaxial angebrachten Thermo-
meterhülse von 12 mm äußerem Durchmesser, einem nachge-
schalteten Kondensator, einer Vorlage für das Kondensat
und einem Kompressor für die Rückführung eines Teils der
10 nichtkondensierten Gase zum Reaktor (Kreisgas). Es
werden jeweils 250 ml der unten beschriebenen Katalysatoren
eingefüllt. Nach Spülen der Apparatur mit Stickstoff
wird zunächst mit einem Synthesegas der Zusammensetzung
49 Vol.-% CO, 49 Vol.-% H₂, 1 Vol.-% CO₂, 1 Vol.-% N₂
15 (und geringe Mengen anderer Komponenten) ein Druck von
100 bar eingestellt und der Reaktor auf 275°C aufgeheizt.
Während des Aufheizens und im weiteren Versuchsverlauf
werden stündlich 1000 Nl Synthesegas der obigen Zusammen-
setzung über die Saugseite des Kompressors dem Kreisgas
20 zugeführt und zusammen mit diesem über den Katalysator
geleitet. Die Kreisgasmenge beträgt etwa 5000 l/h. Das
den Reaktor verlassende Gasgemisch wird in dem sole-
gekühlten Kondensator auf etwa + 5°C abgekühlt, und die
kondensierten Anteile werden in der Vorlage aufgefangen.
25 Das nicht kondensierte Restgas wird nach Vermischen mit
frischem Synthesegas über den Kompressor wieder dem
Reaktor zugeführt. Zur Aufrechterhaltung des Drucks und
zur Ausschleusung der Olefine und der Nebenprodukte
wird ein Teil des Restgases über ein Druckhalteventil
30 abgeleitet. Nach dieser Methode werden das Vergleichsbei-
spiel 3 und die Beispiele 11-13. ausgeführt. Die Ergeb-
nisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Als Katalysator
werden für Vergleichsbeispiel 3 250 ml des in Vergleichs-
beispiel 1 genannten Katalysators eingesetzt. Für Bei-
35 spiel 11 verwendet man 250 ml des in Beispiel 4 genannten
Katalysators, und für Beispiel 12 verwendet man 250 ml
des in Beispiel 5 genannten Katalysators.

Für Beispiel 13 werden 250 ml eines wie folgt hergestellten Katalysators eingesetzt:

- 120 g des in Vergleichsbeispiel 1 genannten Kieselsäureträgers mit einem Na-Gehalt von 0,04 Gew.-% werden mit einer Lösung von 2,49 g Magnesiumchlorid-hexahydrat und 1,55 g Natriumacetat in 152 g Wasser getränkt und 2 Stunden bei 80°C, 2 Stunden bei 120°C und 2 Stunden bei 150°C getrocknet. Der Träger wird anschließend mit einer
- 5 Lösung von 9,24 g Rhodium-III-chlorid (37,4 Gew.-% Rh) in 152 g Wasser getränkt und wieder in gleicher Weise, wie vorstehend beschrieben, getrocknet. Danach wird der Katalysator in einem Glasgefäß durch 3-stündiges Überleiten von 50 Nl/h Wasserstoff bei 225-275°C unter Normal-
- 10 druck reduziert. Der fertige Katalysator enthält 2,7 Gew.-% Rh, 0,24 Gew.-% Mg, 0,37 Gew.-% Na und 1,9 Gew.-% Cl.
- 15

Tabelle 3

Kreisgasapparatur, 100 bar, 275°C, Einsatzgas 1000 NL/h, CO : H₂ = 1
 Katalysatorvolumen 0,25 l, Zusammensetzung: 2,7 % Rh, 0,24 % Mg auf SiO₂
 ACOH = Essigsäure, Ach = Acetaldehyd, EtOH = Ethanol

Beisp. Nr.	% Alkali 1)	CO-Umsatz %	RZA 2)	S e l e k t i v i t ä t 3) zu						Molverhältnis 4)	
				ACH	EtOH	C ₂ H ₄	C ₃ H ₆	C ₄ H ₈	CH ₄		
Vergl. Beisp.3	0,04	21,6	380	42,1	27,6	4,8	2,3	4,4	0,4	8,7	13,7
11	0,4	39,2	452	31,5	18,3	3,7	9,6	24,1	0,8	3,8	2,05
12	0,4	33,9	428	37,4	12,3	2,1	11,5	23,6	1,0	4,1	1,86
13	0,37	34,6	410	32,6	15,5	1,5	12,2	25,1	1,1	3,2	1,68

1) einschl. 0,04 % Na im handelsüblichen Träger

2) Raumzeitausbeute in g sauerstoffhaltige C₂-Produkte pro Liter Katalysator
 und Stunde; die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte von 100 Stunden Betriebszeit

3), 4) siehe die entspr. Fußnoten zu Tabelle 1

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Gemischen aus Essigsäure, Acetaldehyd, Ethanol und Olefinen mit zwei bis vier Kohlenstoffatomen im Molverhältnis der genannten sauerstoffhaltigen Verbindungen zu den Olefinen von
5 1:1 bis 2,5 :1 durch Umsetzung von Kohlenmonoxid und Wasserstoff in Gegenwart von Rhodium und gegebenenfalls Promotoren enthaltenden Katalysatoren in der Gasphase bei Temperaturen zwischen 150 und 350°C und Drücken zwischen 1 und 300 bar, dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Katalysatoren 0,1 bis 5,0 Gew.-% Alkalimetalle in Form von Oxiden, Hydroxiden, Salzen oder Komplexverbindungen enthalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
15 als Alkalimetall Natrium verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß man die mit Alkalimetall und gegebenenfalls
/ mit Promotoren dotierten Träger vor der Imprägnierung
20 / mit Rhodium bei Temperaturen zwischen 400 und 1200°C sintert.



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	FR - A - 2 277 805 (UNION CARBIDE) * Ansprüche 1,4,8,11; Seite 5, Zeilen 25-32; Seite 11, Zeile 22 - Seite 12, Zeile 10 *	1-3	C 07 C 27/06 31/08 47/06 53/08 1/04 11/04 11/06 11/08
A	FR - A - 2 391 982 (UNION CARBIDE) * Anspruch 1; Seite 5, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 2; Seite 10, Zeilen 24-28 *	1-3	
A	FR - A - 2 326 397 (UNION CARBIDE) * Anspruch; Seite 13, Zeilen 3-20; Seite 20, Zeile 35 - Seite 21, Zeile 25 *	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3) C 07 C 27/06 51/10 53/08 29/15 45/49 47/06
A	FR - A - 2 326 399 (UNION CARBIDE) * Anspruch 1; Seite 15, Zeilen 20-35; Seite 21, Zeilen 10-13 *	1-3	
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort: Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 06-10-1980	Prüfer KLAG	

