



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 285 726 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

4(51) B 01 J 29/28
C 07 C 1/20

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD B 01 J / 330 402 4	(22)	05.07.89	(44)	03.01.91
------	-----------------------	------	----------	------	----------

- (71) VEB „Otto Grotewohl“ Böhlen, Böhlen, 7202, DD
(72) Gottschling, Jürgen, Dr. Dipl.-Phys.; Hinze, Thomas, Dipl.-Krist.; Sachse, Dieter, Dipl.-Chem.; Hädicke, Udo, Dr. Dipl.-Chem.; Höse, Werner, Dr. Dipl.-Chem.; Fürtig, Helmut, Prof. Dr. sc. Dipl.-Chem.; Roscher, Wolfgang, Dr. Dipl.-Chem.; Bergk, Karl-Heinz, Prof. Dr. Dipl.-Chem.; Schwieger, Wilhelm, Dr.; Becker, Karl, Doz. Dr. sc. nat. Dipl.-Chem.; Neubauer, Hans-Dieter, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Berrouschot, Hans-Dieter; Spindler, Herbert, Dr. sc. nat.; Hodek, Evelin, Dipl.-Krist.; Kraak, Peter, Dr. rer. nat., DD
(73) VEB „Otto Grotewohl“ Böhlen, Böhlen, 7202; VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, Leuna 3, 4220; VEB Chemiekombinat Bitterfeld, Bitterfeld, 4400, DD
-

(54) Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren für die Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether zu Kohlenwasserstoffen

(55) Methanol; Dimethylether; Kohlenwasserstoffe; Katalysator; Gasphase; Aluminium; Metallsilikate; Pentasilstruktur; Protonenform; thermische Behandlung; Säureextraktion

(57) Die Erfindung betrifft ein kostengünstiges und umweltfreundliches Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren für die Umwandlung von Methanol und/oder Dimethylether zu vorzugsweise flüssigen oder vorzugsweise gasförmigen Kohlenwasserstoffen. Die Katalysatoren werden aus Aluminium enthaltenden Metallsilikaten mit Pentasilstruktur, die aus Reaktionsminderungen erhalten werden, die frei von organischen Verbindungen sind, durch eine komplexe Behandlung in der Folge Herstellung der Protonenform, thermische Behandlung und Säureextraktion hergestellt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren für die Umwandlung von Methanol und/oder Dimethylether in Kohlenwasserstoffe, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether bei einem Methanol-Partialdruck von 10 bis 500 kPa, bei Temperaturen zwischen 520 bis 720 K und einer Belastung von 0,2 bis 20 g/g · h als Katalysatorkomponente die Wasserstoffform eines Aluminium enthaltenden Silikates mit Pentasilstruktur, die aus einem ohne Zusatz einer als Template wirkenden Verbindung hergestellten Metallsilikat der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25 \text{ bis } 35 \text{SiO}_2$ (dehydratisierte Form) durch Behandlung mit anorganischen Säuren oder Ammoniumsalzlösungen, Temperung bei 773 bis 1173 K und einer darauffolgenden nochmaligen Behandlung mit anorganischen Säuren hergestellt wurde, eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Herstellung der Wasserstoffform als anorganische Säuren Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure und als Ammoniumverbindungen Ammoniumnitrat, -chlorid, -karbonat, -hydrogenkarbonat oder -hydroxid eingesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die thermische Behandlung vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 873 und 1073 K erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die thermische Behandlung vorzugsweise in ruhender Luft bei Normaldruck durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß für die nochmalige Behandlung des Silikates mit anorganischen Säuren Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure eingesetzt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Umwandlungsbedingungen vorzugsweise für die Reaktionstemperatur 500 bis 650 K, die Katalysatorbelastung 0,5 bis 10 g/gh und den Methanol-Partialdruck 20 bis 200 kPa betragen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Katalysatoren, die für Verfahren zur Umwandlung von Methanol und/oder Dimethylether zur vorzugsweise flüssigen oder vorzugsweise gasförmigen Kohlenwasserstoffen eingesetzt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Für die Erzeugung von Benzin, Olefinen und Aromaten aus Methanol sind Katalysatoren bekannt, die siliziumreiche kristalline Alumosilikate enthalten. Besonders bevorzugte Vertreter dieser Klasse von Alumosilikaten sind Zeolithe vom ZSM-5-Typ. Neuere Anstrengungen sind darauf gerichtet, die Selektivität dieser Katalysatoren zu verbessern, wobei insbesondere hohe Ausbeuten an Olefinen mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen angestrebt werden. Eine weitere Entwicklungsrichtung ist die Verlängerung der Lebensdauer der Katalysatoren. So wird in der DE 333250 die Verwendung der Wasserstoffform von Zeolithen des Typs ZSM-5 beschrieben. Die unter Benutzung von Tetrapropylammoniumbromid hergestellten Zeolithe mit einer Kristallitgröße von mindestens 1 µm wurden bei Temperaturen von 448 bis 1093 K mit Wasserdampf behandelt, um die katalytische Aktivität zu vermindern (-Wert 6 bis 100).

Bei einer Methanolumwandlung in Kohlenwasserstoff von 58% konnten Ausbeuten an C₂- bis C₄-Olefinen, bezogen auf den Kohlenwasserstoffanteil, von etwa 50 Ma.-% erzielt werden. Die Katalysatorlaufzeit betrug 21 Tage.

In den DD 238733 und 238736 wird die Modifizierung von ZSM-5, hergestellt unter Verwendung von Amingemischen, durch Kationsaustausch mit Mangan, Kalzium und Magnesium in alkalischem Milieu beschrieben. Diese Behandlung ergibt erhöhte Ausbeuten an C₂- bis C₄-Olefinen bei verlängerten Standzeiten.

Bekannt ist auch die Anwendung von Zeolithen der Erionit-Offretit-Chabasit-Familie wie ZSM-34 mit engen Poren von weniger als 4,5 Å, die eine viel höhere Selektivität für die Erzeugung niedermolekularer Olefine als die der ZSM-5-Zeolithe mit mittleren Porenöffnungen ergeben. Die engporigen Zeolithe verkoken jedoch sehr schnell. In der US 4471150 werden Verfahren zur Modifizierung von ZSM-34 angegeben, die zu einer Verlängerung der Lebensdauer führen. In den unter Verwendung von Cholinchlorid hergestellten ZSM-34-Zeolithen werden Magnesium-, Mangan- und Platinoxid eingebracht. Die Zykluszeit für einen Abfall des Methanolumwandlungsgrades auf 50% wird so auf etwa 10 h erhöht.

Weiterhin werden Katalysatoren mit ZSM-5-Struktur vorgeschlagen, bei denen sich im Kristallgitter anstelle von Aluminium andere Elemente befinden. So wird in der DE 3304479 die Herstellung von Borosilikatzeolithen und deren Anwendung als Katalysatoren für die Methanolumwandlung beschrieben. Die Zeolithe werden unter Verwendung einer wäßrigen 1,6-Hexandiamin-Lösung synthetisiert. In den EP 77522 und 77523 wird die Herstellung und Anwendung von Zeolithen vom Pentasiltyp beansprucht, die anstelle von Aluminium und/oder Silizium im Kristallgitter die Elemente Titan, Zirkon und Hafnium enthalten.

Die EP 105512 beschreibt die Herstellung und Verwendung von neuartigen Siliziumaluminiumphosphaten mit Zeolithstruktur. Geeignete Vertreter dieser Zeolithklasse ergeben bei Methanolumsätzen von mehr als 90 Mol-% eine Selektivität zu C₂- bis C₄-Olefinen von mindestens 50 Mol-%, zum Teil von mehr als 75 Mol-%. So liefert der Zeolith SAPO-34, der unter Verwendung von Tetraethylammoniumhydroxid hergestellt wird, bei einer Reaktionstemperatur von 648 K nach 3,3 h Laufzeit, die folgenden Selektivitäten bei 100% Umwandlung des eingesetzten Methanols (bezogen auf den zu Kohlenwasserstoffen umgesetzten Anteil): Ethen 41,3 Mol-%, Propen 42,8 Mol-% und Butene 11,2 Mol-%. Angaben über die Zykluszeiten der Katalysatoren werden nicht gemacht.

Die den Stand der Technik bestimmenden Verfahren benutzen Katalysatoren auf Basis des ZSM-Typs (N. Y. Chen u. T. F. Degnan, Chemical Engineering Progress, Febr. 1988, S. 33–41), für deren Herstellung durch hydrothermale Synthese neben Quellen für Alkali- und/oder Erdalkalimetalloxid, Siliziumdioxid und Aluminiumoxid organische Verbindungen verwendet werden. Der Zusatz von organischen Verbindungen wirkt sich jedoch nachteilig durch deren Kosten sowie höhere Aufwendungen für die Sicherheitstechnik in den verschiedenen Verfahrensstufen Reaktionsmischungsherstellung, Kristallisation, Filtration, Trocknen und Glühen aus. Darüber hinaus führt das unumgängliche Abbrennen der organischen Substanz, die sich nach dem Kristallisationsprozeß im Porensystem befindet, zu Umweltbelastungen. Es kann auch zu einer teilweisen Desaktivierung des Katalysators durch Koksabscheidung bzw. zu einer unerwünschten Veränderung der aciden Eigenschaften infolge der beim Abbrennen auftretenden thermischen Belastungen kommen. Weiterhin ist bei Verwendung dieses Synthesepinzips die organische Substanzen enthaltende Ablauge des Kristallisationsprozesses umweltfreundlich aufzuarbeiten. Es sind spezielle Verfahren zur Herstellung von Zeolithen des Pentasiltyps bekannt, die auf die Verwendung von organischen Verbindungen verzichten (DD 207 186). Nachteilig ist, daß in einem derartigen Kristallisationsprozeß Produkte entstehen, die als Katalysatoren für eine Reihe von acid katalysierten Kohlenwasserstoffumwandlungsverfahren nicht geeignet sind, da sie wenig selektiv wirken und schnell verkoken.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein flexibles, umweltfreundliches und ökonomisches Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren zur Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether in Kohlenwasserstoffe, die selektiv sind und lange Standzeiten gewährleisten und die wahlweise die Herstellung bevorzugt flüssiger Kohlenwasserstoffe oder bevorzugt niederer Alkene gestatten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren für die Umwandlung von Methanol und/oder Dimethylether in Kohlenwasserstoffe zu entwickeln, bei dem dem Syntheseansatz keine organischen Bestandteile zugesetzt werden.

Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether bei einem Methanol-Partialdruck von 10 bis 500 kPa, bei Temperaturen zwischen 520 und 720 K und einer Belastung von 0,2 bis 20 g/g · h als Katalysatorkomponente die Wasserstoffform eines Aluminium enthaltenden Silikates mit Pentasilstruktur, die aus einem ohne Zusatz einer als Template wirkenden Verbindung hergestellten Metallsilikat der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25 \text{ bis } 35 \text{ SiO}_2$ (dehydratisierte Form) durch Behandlung mit anorganischen Säuren oder Ammoniumsalzlösungen, Temperung bei 773 bis 1173 K und einer darauffolgenden nochmaligen Behandlung mit anorganischen Säuren hergestellt wurde, eingesetzt wird. Zeolithe mit Pentasilstruktur und einer im dehydratisierten Zustand vorliegenden Zusammensetzung von $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25 \text{ bis } 35 \text{ SiO}_2$, die aus einer von organischen Verbindungen freien Reaktionsmischung hergestellt werden, katalysieren in der Wasserstoffform die Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether zu Kohlenwasserstoffen. Sie sind jedoch unselektiv und verkoken schnell. Im Gegensatz dazu kann man mit Zeolithen mit Pentasilstruktur und einem $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Molverhältnis, das erheblich über dem oben angegebenen Bereich liegt, verlängerte Katalysatorstandzeiten erzielen, wobei für die Umsetzung von Methanol und/oder Dimethylether zu flüssigen Kohlenwasserstoffen bzw. niederen Alkenen unterschiedliche $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Molverhältnisse optimal sind. Derartige Pentasile, insbesondere solche mit einem $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Molverhältnis oberhalb von 50, konnten jedoch bisher nicht ohne den Zusatz einer organischen Verbindung zum Synthesegemisch hergestellt werden. Es wurde nun überraschend gefunden, daß Zeolithe mit Pentasilstruktur und einer im dehydratisierten Zustand vorliegenden Zusammensetzung von $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25 \text{ bis } 35 \text{ SiO}_2$, die aus einer von organischen Verbindungen freien Reaktionsmischung hergestellt wurden, nach Überführung in die Wasserstoffform, Tempern an der Luft bei 773 bis 1173 K und nachfolgender Säurebehandlung befriedigende Katalysatorlaufzeiten ergeben.

Es ist für das erfindungsgemäße Verfahren kennzeichnend, daß Zeolithe mit Pentasilstruktur und einer Zusammensetzung im dehydratisierten Zustand von $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25 \text{ bis } 35 \text{ SiO}_2$, hergestellt aus einer von organischen Verbindungen freien Reaktionsmischung, verwendet werden. Die Herstellung dieser Zeolithe ist im DD 207 186 beschrieben. Überraschend war, daß nur die nach diesem Verfahren hergestellten Zeolithe nach der angegebenen Behandlung vorteilhafte katalytische Eigenschaften aufweisen. Ein Vorteil der Erfindung ist, daß derartige Zeolithe nach ihrer Synthese und vor der Überführung in die Wasserstoffform im Gegensatz zu templatehaltigen Pentasilen einer Temperaturbehandlung bei Temperaturen oberhalb von 773 K nicht unterzogen zu werden brauchen.

Die Herstellung der Wasserstoffform kann nach den dem Fachmann bekannten Techniken erfolgen. Hierzu zählen die Behandlung der Zeolithe mit anorganischen Säuren bis zur vollständigen Elution der Natriumionen. Es lassen sich alle organischen Säuren verwenden, vorteilhafterweise Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure. Auch aluminium- bzw. eisenfreie Abfallsäuren sind einsetzbar.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der Protonenform ist die Behandlung des Zeoliths mit der wäßrigen Lösung einer Ammoniumverbindung. Geeignet sind Ammoniumnitrat, -chlorid, -karbonat, -hydrogenkarbonat oder -hydroxid.

Dem Ionenaustausch schließt sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eine thermische Behandlung bei Temperaturen von 673 bis 1173 K, bevorzugt 773 bis 1073 K, für eine Zeit von 3 bis 24 h, vorzugsweise 5 bis 10 h, an. Sie kann in irgendeiner inerten Atmosphäre wie z. B. Luft, Stickstoff, Kohlendioxid oder Wasserstoff erfolgen. Es ist möglich, die thermische Behandlung in ruhender inerten Atmosphäre auszuführen, das inerte Gas kann aber auch in Form einer Strömung über die Zeolithschüttung geleitet werden. Eine bevorzugte Ausführungsform ist die Behandlung in ruhender Luft bei Normaldruck.

Die thermisch behandelten Produkte werden zur Entfernung von säurelöslichem Aluminiumoxid nach Abkühlung nochmals mit anorganischen Säuren, vorteilhafterweise Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure, bei Temperaturen von 293 bis 353 K, vorzugsweise bei Raumtemperatur, einem Verhältnis von Feststoff zu Flüssigkeit von 1 zu 10 und einer Säurekonzentration von 0,5 bis 3 n, vorzugsweise 1 n, behandelt. Nach dem Neutralwaschen kann das Produkt nach einer dem Fachmann bekannten Technik verformt werden.

Bei der Anwendung der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Katalysatoren wird Methanol und/oder Dimethylether bei einem Methanol-Partialdruck von etwa 10 bis 600 kPa, vorzugsweise 20 bis 200 kPa und bei Temperaturen zwischen 520 und 720 K, vorzugsweise zwischen 560 und 650 K, mit dem Katalysator in Kontakt gebracht. Die Katalysatorbelastung, ausgedrückt in g Einsatzmethanol je g Katalysator je Stunde, liegt bei 0,2 bis 20, vorzugsweise bei 0,5 bis 10. Das Methanol kann einen Wassergehalt bis zu 80 Ma.-% Masseteile haben, zweckmäßigerweise verwendet man als Ausgangsstoff Rohmethanol. Es ist auch möglich, daß man die Umsetzung unter Zusatz weiterer inerte Verdünnungsmittel, wie z. B. Stickstoff, durchführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ergibt Katalysatoren mit hoher Olefinselektivität. Diese kann noch durch gezielte Wahl der Verfahrensparameter gesteigert werden. Die Ausbeute an Olefinen mit 2 bis 4 C-Atomen steigt bei Erniedrigung der Reaktionstemperatur, wobei sich innerhalb der Olefine selbst beim Übergang zu niedrigeren Temperaturen der Ethenanteil erhöht. Sie steigt weiterhin bei der Erhöhung der Katalysatorbelastung, bei einer Erniedrigung des Methanol-Partialdruckes, bei Verdünnung des Methanols mit Wasser, Stickstoff u. a. inerten Verdünnungsmitteln sowie bei einer Erhöhung des Bindemittelanteils im Katalysatorformling. Ein weiteres Mittel zur Anhebung der Olefinselektivität besteht darin, die Reaktion so zu führen, daß am Reaktorausgang nicht umgesetzter Dimethylether bzw. Methanol erscheinen. Im allgemeinen ist es jedoch zweckmäßig, wenn die Ausgangsstoffe möglichst quantitativ umgesetzt werden, so daß keine Abtrennungs- und Rückführprobleme für nicht umgesetzten Dimethylether entstehen.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in einer verlängerten Laufzeit der Katalysatoren, d. h. der Zeit zwischen zwei Regenerierungen.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1 (Katalysator A, Vergleichskatalysator)

Ein Zeolith mit Pentasilstruktur und einer im dehydratisierten Zustand vorliegenden Zusammensetzung von $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 30,2 \text{ SiO}_2$, hergestellt nach DD 207 186 (templatefrei), wird 6 Stunden mit 6 n wäßriger HCl-Lösung bei 353 K und einem Feststoff/Flüssigkeitsverhältnis von 1:10 gerührt, chloridfrei gewaschen und bei 393 K getrocknet. Der Zeolith besitzt nach dieser Behandlung im dehydratisierten Zustand ein $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Molverhältnis von 30,8 und einen Na_2O -Gehalt von 0,06 Ma.-%.

Beispiel 2 (Katalysator B, erfindungsgemäß)

Der nach Beispiel 1 hergestellte Katalysator A wird 6 h im Muffelofen bei 873 K getempert und nach dem Abkühlen 4 h mit 1 n wäßriger HCl-Lösung bei 353 K gerührt. Die Probe wird anschließend chloridfrei gewaschen und bei 393 K getrocknet.

Beispiel 3 (Katalysator C, Vergleichskatalysator)

Ein Zeolith mit Pentasilstruktur wird gemäß US 3 702 886 unter Verwendung von Tetrapropylammoniumbromid hergestellt. Eine Probe dieses Zeoliths wird 6 h im Muffelofen bei 873 K getempert. Nach dem Abkühlen erfolgt eine sechsstündige Behandlung unter Rühren mit 6 n wäßriger HCl-Lösung bei 353 K und einem Feststoff/Flüssigkeitsverhältnis von 1:10. Die Probe wird chloridfrei gewaschen und bei 293 K getrocknet.

Beispiel 4 (Katalysator D, erfindungsgemäß)

Der nach Beispiel 1 hergestellte Katalysator A wird 6 h im Muffelofen bei 1073 K getempert und nach dem Abkühlen 6 h mit 6 n wäßriger HNO_3 -Lösung bei 373 K am Rückfluß behandelt. Die Probe wird anschließend nitratfrei gewaschen und bei 393 K getrocknet.

Beispiel 5

Die Katalysatoren A bis C werden bindemittelfrei zu Splitt der Korngröße 1 bis 1,25 mm verpreßt und unter den nachfolgenden Bedingungen für die Methanolumwandlung zu Alkenen eingesetzt:

Katalysatormenge	1 g
Verdünnungsgas	N_2
Molverhältnis N_2/MeOH	36:1
Partialdruck des Methanols	20 kPa

Die übrigen Reaktionsbedingungen sind zusammen mit den Versuchsergebnissen in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1:

Ergebnisse der Methanolumwandlung zu Alkenen für die Katalysatoren A bis D

Katalysator	A	B	C	D
Reaktionstemperatur, K	613	593	593	538
Belastung, g MeOH/g · h	2,5	1,5	0,8	0,8
Methanolumsatz, Ma.-%	100,0	100,0	100,0	100,0
Produktausbeuten, bezogen auf Methanol, Ma.-%				
Dimethylether	5,1	3,2	4,9	5,8
Ethen	5,6	0,3	9,3	10,4
Propen	5,4	0,2	6,0	5,5
Olefine C_2 bis C_4	17,0	0,7	20,0	22,0
Aromaten	7,5	24,0	5,2	3,6

Katalysator	A	B	C	D
Zusammensetzung des				
Kohlenwasserstoffanteils, Ma.-%				
Methan	0,5		0,9	0,2
Ethan	0,2		—	—
Ethen	11,6		22,2	26,4
Propan	4,4		2,7	3,4
Propen	11,2		14,3	14,1
Butane	12,3		9,3	4,3
Butene	12,8		11,5	15,5
C ₆ ⁺ -Nichtaromaten	31,5		26,6	26,8
Aromaten	15,5		12,5	9,2
Olefine C ₂ bis C ₄	35,6		48,0	56,0
Desaktivierungsrate, relativ	1,0	0,03	0,04	0,02

Beispiel 6

Der Katalysator B wurde bindemittelfrei zu Splitt der Korngröße 1 bis 1,25 mm verpreßt und unter den nachfolgenden Bedingungen im Vergleich zum Katalysator A für die Methanolumwandlung zu flüssigen Kohlenwasserstoffen eingesetzt:

Katalysatormenge:	10 ml
Druck:	1,5 MPa
Belastung:	1,5 v/v · h
Temperatur:	648 K
Gasatmosphäre:	H ₂

Bei einem Methanolumsatz von 95% betrug die Laufzeit des Katalysators B 270 Stunden, wobei etwa 27,5% flüssige Kohlenwasserstoffe, bezogen auf Methanol, gebildet wurden.
Im Falle des Vergleichskatalysators A war der Abfall des Methanolumsatzes auf 95% schon nach 17 Stunden erreicht.