

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>C08F 4/605, 10/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/18135</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. April 1999 (15.04.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05589</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. September 1998 (03.09.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 44 102.5            6. Oktober 1997 (06.10.97)            DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): TARGOR GMBH [DE/DE]; Rheinstrasse 4 G, D-55116 Mainz (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOHNEN, Hans [DE/DE]; Danziger Strasse 10, D-65527 Niedernhausen (DE). FRITZE, Cornelia [DE/DE]; Geisenheimer Strasse 97, D-60529 Frankfurt am Main (DE).</p> <p>(74) Anwalt: ACKERMANN, Joachim; Hoechst Research &amp; Tech- nology Deutschland GmbH &amp; CO. KG, Patent- und Lizen- zabteilung, Gebäude K 801, D-65926 Frankfurt am Main (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(54) Title: CATALYST SYSTEM</p> <p>(54) Bezeichnung: KATALYSATORSYSTEM</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a catalyst system containing a) one chemical compound A which acts as a co-catalyst, b) at least one metallocene B and c) an aluminium compound C, said chemical compound A being an organo-boron-aluminium compound containing units of formula (I): <math>R_1^1Al-O-BR_j^2</math>.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die vorliegende Erfindung betrifft somit ein Katalysatorsystem, enthaltend a) eine cokatalytisch wirkende chemische Verbindung A, b) mindestens ein Metallocen B, und c) eine Aluminiumverbindung C, worin die chemische Verbindung A eine Organobor-aluminiumverbindung ist, die Einheiten der Formel (I) enthält: <math>R_1^1Al-O-BR_j^2</math>.</p>		

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Beschreibung

## Katalysatorsystem

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Katalysatorsystem, enthaltend eine chemische Verbindung, die kokatalytische Wirkung aufweist, in Kombination mit einem Metallocen und einer Aluminiumverbindung. Die kokatalytisch wirkende chemische Verbindung ist neutral aufgebaut und weist mehrere Lewis-saure Zentren auf. Das Katalysatorsystem kann vorteilhaft zur Polymerisation von Olefinen eingesetzt  
10 werden. Hierbei kann auf die Verwendung von Aluminoxanen wie Methylaluminoxan (MAO) als Kokatalysator verzichtet werden und dennoch hohe Katalysatoraktivitäten erzielt werden. Das Katalysatorsystem kann sowohl homogen als auch geträgert zur Polymerisation eingesetzt werden.

15 Die Rolle von kationischen Komplexen bei der Ziegler-Natta-Polymerisation mit Metallocenen ist allgemein bekannt (H.H. Brintzinger, D. Fischer, R. Mülhaupt, R. Rieger, R. Waymouth, Angew. Chem. 1995, 107, 1255-1283).

MAO als Co-Katalysator hat den Nachteil in hohem Überschuß eingesetzt zu werden. Die Darstellung kationischer Alkylkomplexe eröffnet den Weg MAO freier  
20 Katalysatoren mit vergleichbarer Aktivität, wobei der Co-Katalysator nahezu stöchiometrisch eingesetzt werden kann.

Die Synthese von „Kationen-ähnlichen“ Metallocen-Polymerisationskatalysatoren, wird im J. Am. Chem. Soc. 1991, 113, 3623 beschrieben. Darin erfolgt die Alkylabstraktion von einer Metallocenalkylverbindung mittels  
25 Tris(pentafluorphenyl)boran. In EP 427 697 wird dieses Syntheseprinzip und ein entsprechendes Katalysatorsystem, bestehend aus einer neutralen Metallocenspezies (z.B.  $Cp_2ZrMe_2$ ), einer Lewis-Säure (z.B.  $B(C_6F_5)_3$ ) und Aluminiumalkylen beschrieben. Ein Verfahren zur Herstellung von Salzen der allgemeinen Form  $LMX^+ XA^-$  nach dem oben beschriebenen Prinzip wird in EP 520  
30 732 beschrieben.

EP 558158 beschreibt zwitterionische Katalysatorsysteme, die aus Metallocendialkyl-Verbindungen und Salzen der Form  $[R_3NH]^+ [B(C_6H_5)_4]^-$  dargestellt werden. Die Umsetzung eines solchen Salzes mit z.B.  $Cp_2ZrMe_2$  liefert durch Protolyse unter Methanabspaltung intermediär ein Zirkonocenmethyl-Kation. Dieses reagiert über C-H-Aktivierung zum Zwitterion  $Cp_2Zr^+-(m-C_6H_4)-BPh_3^-$  ab. Das Zr-Atom ist dabei kovalent an ein Kohlenstoffatom des Phenylrings gebunden und wird über agostische Wasserstoffbindungen stabilisiert.

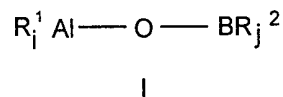
US 5, 348, 299 beschreibt zwitterionische Katalysatorsysteme, die aus Metallocendialkyl-Verbindungen und Salzen der Form  $[R_3NH]^+ [B(C_6F_5)_4]^-$  durch Protolyse dargestellt werden. Die C-H-Aktivierung als Folgereaktion unterbleibt dabei. EP 426 637 nutzt ein Verfahren in dem das lewis-saure  $CPh_3^+$  Kation zur Abstraktion der Methylgruppe vom Metallzentrum eingesetzt wird. Als schwach koordinierendes Anion fungiert ebenfalls  $B(C_6F_5)_4^-$ .

Nachteile der bislang bekannten Katalysatorsysteme sind die hohe Empfindlichkeit gegenüber Katalysatorgiften und das Problem des „leaching“ bei der Trägerung der Katalysatorsysteme.

Die Aufgabe bestand darin ein alternatives Katalysatorsystem zur Verfügung zu stellen, mit dem die Nachteile des Standes der Technik vermieden und trotzdem hohe Polymersationsaktivitäten erreicht werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft somit ein Katalysatorsystem, enthaltend a) mindestens eine kokatalytisch wirkende chemische Verbindung A b) mindestens ein Metallocen B und c) mindestens eine Aluminiumverbindung C, sowie ein Verfahren zur Herstellung dieses Katalysatorsystems. Eingesetzt werden kann das Katalysatorsystem sowohl für die homogene als auch für die heterogene Polymerisation von Olefinen. Bei der heterogenen Polymerisation wird zusätzlich ein Trägermaterial eingesetzt, welches gegebenenfalls vorbehandelt ist. Zudem ist ein Verfahren zur Herstellung von Polyolefinen in Gegenwart des erfindungsgemäßen Katalysatorsystems beschrieben.

Das erfindungsgemäße Katalysatorsystem enthält als cokatalytisch wirkende chemische Verbindung A eine Organobor-aluminiumverbindung, die Einheiten der Formel I enthält,



5

worin R<sup>1</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind oder R<sup>1</sup> kann eine OSiR<sub>3</sub><sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind,

10

15

R<sup>2</sup> ist ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl oder R<sup>2</sup> kann eine OSiR<sub>3</sub><sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind, i gleich 0, 1 oder 2 ist, und j gleich 0 oder 1 ist.

20

25

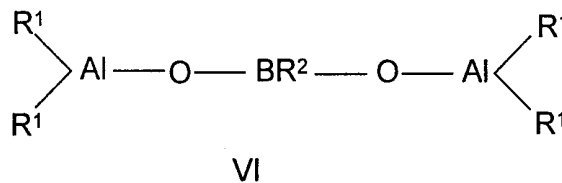
Die Einheiten der Formel I enthaltende chemische Verbindung A kann als Monomer oder als lineares, cyclisches oder käfigartiges Oligomer vorliegen, wobei

4

i gleich oder verschieden sind und 0, 1 oder 2 sind, und j gleich 0 oder 1 ist. Es können auch zwei oder mehr chemische Verbindungen, welche Einheiten der Formel I enthalten durch Lewis-Säure-Base Wechselwirkungen untereinander Dimere, Trimere oder höhere Assoziate bilden.

5

Bevorzugt sind kokatalytisch wirkende chemische Verbindungen A der Formel VI



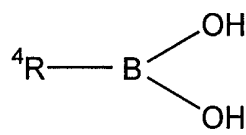
worin R<sup>1</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind oder R<sup>1</sup> kann eine OSiR<sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind,

R<sup>2</sup> ist ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl oder R<sup>2</sup> kann eine OSiR<sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind.

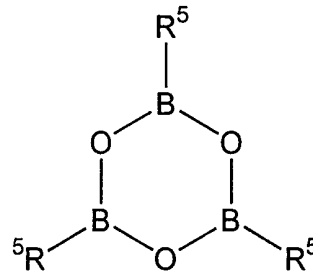
25

Cokatalytisch wirkende chemische Verbindungen A sind erhältlich durch Umsetzungen von Dihydroxy-organo-boranen gemäß Formel III oder Triorganoboroxinen gemäß der Formel IV mit Organoaluminiumverbindungen der Formel V.

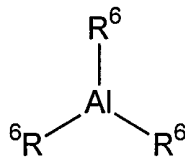
5



III



IV



V

10 Darin ist  $\text{R}^4$  Halogenatom, eine  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{40}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Alkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenalkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$ -Alkoxy,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Aryl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenaryl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Aryloxy,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Arylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenarylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Alkylaryl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenalkylaryl  
 15 bedeuten, oder  $\text{R}^4$  kann eine  $\text{OSiR}_3^3$ -Gruppe sein, worin  $\text{R}^3$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{40}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Alkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenalkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{10}$ -Alkoxy,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Aryl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenaryl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Aryloxy,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Arylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenarylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Alkylaryl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenalkylaryl sein.

Bevorzugt sind dabei folgende Reste wie Pentafluor-phenyl-, 3,5-bis(trifluormethyl)-phenyl-, phenyl-, methyl-, ethyl-, propyl-, butyl-, 3,4,5-trifluor-phenyl-, 3,5-difluor-phenyl-, 4-methyl-phenyl-, 4-tertbutyl-phenyl-, 3,5-dimethyl-phenyl-, 2,3-dimethyl-

20

phenyl-, 2-methyl-phenyl- oder 4-(trifluormethyl)phenyl-. Besonders bevorzugt sind die Reste Pentafluor-phenyl-, phenyl- und 4-methyl-phenyl-.

Die Reste R<sup>5</sup> können gleich oder verschieden sein und ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl bedeuten, oder R<sup>5</sup> können eine OSiR<sub>3</sub><sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sein.

Bevorzugt sind dabei folgende Reste wie Pentafluor-phenyl-, 3,5-bis(trifluormethyl)-phenyl-, phenyl-, methyl-, ethyl-, propyl-, butyl-, 3,4,5-trifluor-phenyl-, 3,5-difluor-phenyl-, 4-methyl-phenyl-, 4-tertbutyl-phenyl-, 3,5-dimethyl-phenyl-, 2,3-dimethyl-phenyl-, 2-methyl-phenyl- oder 4-(trifluormethyl)phenyl-.

Besonders bevorzugt sind die Reste Pentafluor-phenyl-, phenyl- und 4-methyl-phenyl-.

Die Reste R<sup>6</sup> können gleich oder verschieden sein und ein Halogenatom, ein Wasserstoffatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl oder C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl bedeuten. Bevorzugt für R<sup>6</sup> sind C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl-Gruppen, besonders bevorzugt für R<sup>6</sup> sind C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-Gruppen.

Zur Herstellung der kokatalytisch wirkenden chemischen Verbindung A, können eine oder mehrere Verbindungen der Formel III oder IV mit einer oder mehreren Verbindungen der Formel V, in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis, umgesetzt werden. Bevorzugt ist die Menge von 2 bis 6 Äquivalenten einer Verbindung der Formel V bezogen auf 1 Äquivalent einer Verbindung der Formel III



oder IV. Besonders bevorzugt ist die Menge von 2 bis 2.5 Äquivalenten einer Verbindung der Formel V bezogen auf 1 Äquivalent einer Verbindung der Formel III oder IV.

Die Umsetzung erfolgt in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether. Es können auch Lösemittelgemische eingesetzt werden.

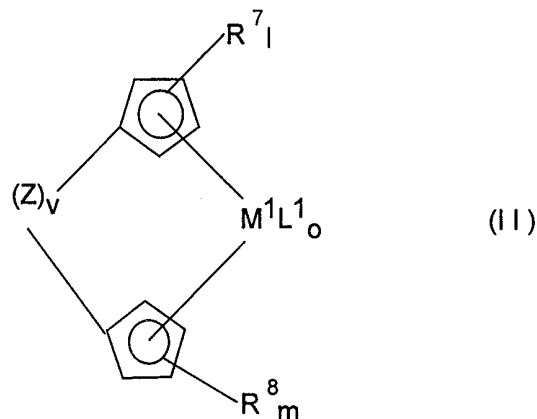
Die kokatalytisch wirkende chemische Verbindung der Formel I kann isoliert werden oder ohne Isolierung in Lösung weiter umgesetzt werden. Unter dem Begriff Lösung bzw. Lösemittel werden auch Suspensionen bzw. Suspensionsmittel verstanden, d.h. die in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Edukte wie auch die erhaltenen Produkte können zum Teil oder vollständig gelöst sein oder auch zum Teil oder vollständig suspendiert vorliegen.

Die in dem erfindungsgemäßen Katalysatorsystem enthaltenen Metallocene B können z.B. verbrückte oder unverbrückte Biscyclopentadienylkomplexe sein, wie sie z.B. in EP 129 368, EP 561 479, EP 545 304 und EP 576 970 beschrieben sind, Monocyclopentadienylkomplexe, wie verbrückte Amidocyclopentadienylkomplexe die z.B. in EP 416 815 beschrieben sind, mehrkernige Cyclopentadienylkomplexe wie in EP 632 063 beschreiben,  $\pi$ -Ligand substituierte Tetrahydropentalene wie in EP 659 758 beschrieben oder  $\pi$ -Ligand substituierte Tetrahydroindene wie in EP 661 300 beschrieben.

Außerdem können Organometallverbindungen eingesetzt werden in denen der komplexierende Ligand kein Cyclopentadienyl-Liganden enthält. Beispiele hierfür sind Diamin-Komplexe der III. und IV. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente, wie sie z.B. bei D.H. McConville, et al., *Macromolecules*, 1996, 29, 5241 und D.H. McConville, et al., *J. Am. Chem. So.*, 1996, 118, 10008 beschrieben werden. Außerdem können Diimin-Komplexe der VIII. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente (z.B.  $Ni^{2+}$  oder  $Pd^{2+}$  Komplexe), wie sie bei Brookhart et al., *J. Am. Chem. So.* 1995, 117, 6414 und, Brookhart et al., *J. Am. Chem. So.*, 1996, 118, 267 beschrieben werden, eingesetzt werden. Ferner lassen sich 2,6-bis(imino)pyridyl-Komplexe der VIII. Nebengruppe des Periodensystems der

Elemente (z.B.  $\text{Co}^{2+}$  oder  $\text{Fe}^{2+}$  Komplexe), wie sie bei Brookhart et al., J. Am. Chem. So. 1998, 120, 4049 und Gibson et al., Chem. Commun. 1998, 849 beschrieben werden, einsetzen.

- 5 Bevorzugte Metallocenverbindungen sind unverbrückte oder verbrückte Verbindungen der Formel II,



worin

- $M^1$  ein Metall der III., IV., V. oder VI. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente ist, insbesondere Ti, Zr oder Hf,
- 10  $R^7$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom oder  $\text{SiR}_3^{12}$  sind, worin  $R^{12}$  gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom oder eine  $\text{C}_1\text{-C}_{40}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ -Alkyl,  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -Fluoralkyl,  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ -Alkoxy,  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$ -Aryl,  $\text{C}_6\text{-C}_{10}$ -Fluoraryl,  $\text{C}_6\text{-C}_{10}$ -Aryloxy,  $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ -Alkenyl,  $\text{C}_7\text{-C}_{40}$ -Arylalkyl,  $\text{C}_7\text{-C}_{40}$ -Alkylaryl oder  $\text{C}_8\text{-C}_{40}$ -Arylalkenyl sind, oder  $R^7$  sind eine  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $\text{C}_1\text{-C}_{25}$ -Alkyl, z. B. Methyl, Ethyl, tert.-Butyl, Cyclohexyl oder Octyl,  $\text{C}_2\text{-C}_{25}$ -Alkenyl,  $\text{C}_3\text{-C}_{15}$ -Alkylalkenyl,  $\text{C}_6\text{-C}_{24}$ -Aryl,  $\text{C}_5\text{-C}_{24}$ -Heteroaryl wie Pyridyl, Furyl oder Chinolyl,  $\text{C}_7\text{-C}_{30}$ -Arylalkyl,  $\text{C}_7\text{-C}_{30}$ -Alkylaryl, fluorhaltiges  $\text{C}_1\text{-C}_{25}$ -Alkyl, fluorhaltiges  $\text{C}_6\text{-C}_{24}$ -Aryl, fluorhaltiges  $\text{C}_7\text{-C}_{30}$ -Arylalkyl, fluorhaltiges  $\text{C}_7\text{-C}_{30}$ -Alkylaryl oder  $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkoxy ist, oder zwei oder mehrere Reste  $R^7$  können so miteinander verbunden sein, daß die Reste  $R^7$  und die sie verbindenden Atome des Cyclopentadienylringes ein  $\text{C}_4\text{-C}_{24}$ -Ringsystem bilden, welches seinerseits substituiert sein kann,
- 20

- $R^8$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom oder  $SiR_3^{12}$  sind, worin  $R^{12}$  gleich oder verschieden ein Wasserstoffatom oder eine  $C_1-C_{40}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $C_1-C_{20}$ -Alkyl,  $C_1-C_{10}$ -Fluoralkyl,  $C_1-C_{10}$ -Alkoxy,  $C_6-C_{14}$ -Aryl,  $C_6-C_{10}$ -Fluoraryl,  $C_6-C_{10}$ -Aryloxy,  $C_2-C_{10}$ -Alkenyl,  $C_7-C_{40}$ -Arylalkyl,  $C_7-C_{40}$ -Alkylaryl oder  $C_8-C_{40}$ -Arylalkenyl sind, oder  $R^8$  sind eine  $C_1-C_{30}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $C_1-C_{25}$ -Alkyl, z. B. Methyl, Ethyl, tert.-Butyl, Cyclohexyl oder Octyl,  $C_2-C_{25}$ -Alkenyl,  $C_3-C_{15}$ -Alkylalkenyl,  $C_6-C_{24}$ -Aryl,  $C_5-C_{24}$ -Heteroaryl, z. B. Pyridyl, Furyl oder Chinolyl,  $C_7-C_{30}$ -Arylalkyl,  $C_7-C_{30}$ -Alkylaryl, fluorhaltiges  $C_1-C_{25}$ -Alkyl, fluorhaltiges  $C_6-C_{24}$ -Aryl, fluorhaltiges  $C_7-C_{30}$ -Arylalkyl, fluorhaltiges  $C_7-C_{30}$ -Alkylaryl oder  $C_1-C_{12}$ -Alkoxy ist, oder zwei oder mehrere Reste  $R^8$  können so miteinander verbunden sein, daß die Reste  $R^8$  und die sie verbindenden Atome des Cyclopentadienylringes ein  $C_4-C_{24}$ -Ringsystem bilden, welches seinerseits substituiert sein kann,
- $l$  gleich 5 für  $v = 0$ , und  $l$  gleich 4 für  $v = 1$  ist,
- $m$  gleich 5 für  $v = 0$ , und  $m$  gleich 4 für  $v = 1$  ist,
- $L^1$  gleich oder verschieden sein können und ein Wasserstoffatom, eine  $C_1-C_{10}$ -Kohlenwasserstoffgruppe wie  $C_1-C_{10}$ -Alkyl oder  $C_6-C_{10}$ -Aryl, ein Halogenatom, oder  $OR^9$ ,  $SR^9$ ,  $OSiR_3^9$ ,  $SiR_3^9$ ,  $PR_2^9$  oder  $NR_2^9$  bedeuten, worin  $R^9$  ein Halogenatom, eine  $C_1-C_{10}$  Alkylgruppe, eine halogenierte  $C_1-C_{10}$  Alkylgruppe, eine  $C_6-C_{20}$  Arylgruppe oder eine halogenierte  $C_6-C_{20}$  Arylgruppe sind, oder  $L^1$  sind eine Toluolsulfonyl-, Trifluoracetyl-, Trifluoracetoxyl-, Trifluormethansulfonyl-, Nonfluorbutansulfonyl- oder 2,2,2-Trifluorethansulfonyl-Gruppe,
- $o$  eine ganze Zahl von 1 bis 4, bevorzugt 2 ist,
- $Z$  ein verbrückendes Strukturelement zwischen den beiden Cyclopentadienylringen bezeichnet und  $v$  ist 0 oder 1.

Beispiele für  $Z$  sind Gruppen  $M^2R^{10}R^{11}$ , worin  $M^2$  Kohlenstoff, Silizium, Germanium oder Zinn ist und  $R^{10}$  und  $R^{11}$  gleich oder verschieden eine  $C_1-C_{20}$ -kohlenwasserstoffhaltige Gruppe wie  $C_1-C_{10}$ -Alkyl,  $C_6-C_{14}$ -Aryl oder Trimethylsilyl bedeuten. Bevorzugt ist  $Z$  gleich  $CH_2$ ,  $CH_2CH_2$ ,  $CH(CH_3)CH_2$ ,  $CH(C_4H_9)C(CH_3)_2$ ,

$C(CH_3)_2$ ,  $(CH_3)_2Si$ ,  $(CH_3)_2Ge$ ,  $(CH_3)_2Sn$ ,  $(C_6H_5)_2Si$ ,  $(C_6H_5)(CH_3)Si$ ,  $(C_6H_5)_2Ge$ ,  
 $(C_6H_5)_2Sn$ ,  $(CH_2)_4Si$ ,  $CH_2Si(CH_3)_2$ ,  $o-C_6H_4$  oder  $2,2'-(C_6H_4)_2$ . Z kann auch mit einem  
 oder mehreren Resten  $R^7$  und/oder  $R^8$  ein mono- oder polycyclisches Ringsystem  
 bilden.

5

Bevorzugt sind chirale verbrückte Metallocenverbindungen der Formel II,  
 insbesondere solche in denen v gleich 1 ist und einer oder beide  
 Cyclopentadienylringe so substituiert sind, daß sie einen Indenylring darstellen. Der  
 Indenylring ist bevorzugt substituiert, insbesondere in 2-, 4-, 2,4,5-, 2,4,6-, 2,4,7  
 oder 2,4,5,6-Stellung, mit  $C_1$ - $C_{20}$ -kohlenstoffhaltigen Gruppen, wie  $C_1$ - $C_{10}$ -Alkyl oder  
 $C_6$ - $C_{20}$ -Aryl, wobei auch zwei oder mehrere Substituenten des Indenylrings  
 zusammen ein Ringsystem bilden können.

10

Chirale verbrückte Metallocenverbindungen der Formel II können als reine  
 racemische oder reine meso Verbindungen eingesetzt werden. Es können aber  
 auch Gemische aus einer racemischen Verbindung und einer meso Verbindung  
 verwendet werden.

15

Beispiele für Metallocenverbindungen sind:

20

Dimethylsilandiylbis(indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(4-naphthyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-benzo-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(1-naphthyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid

25

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(2-naphthyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-t-butyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-isopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-ethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

30

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-acenaphth-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2,4-dimethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

- Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-ethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4,5-benzo-indenyl)zirkoniumdichlorid  
5 Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4,6 diisopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4,5 diisopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2,4,6-trimethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2,5,6-trimethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2,4,7-trimethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
10 Dimethylsilandiylbis(2-methyl-5-isobutyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-5-t-butyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4,6 diisopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4-isopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
15 Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4,5-benzo-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4,5-(methylbenzo)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4,5-(tetramethylbenzo)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-4-acenaphth-indenyl)zirkoniumdichlorid  
20 Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Methyl(phenyl)silandiylbis(2-methyl-5-isobutyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,2-Ethandiylbis(2-methyl-4-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,4-Butandiylbis(2-methyl-4-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,2-Ethandiylbis(2-methyl-4,6 diisopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
25 1,4-Butandiylbis(2-methyl-4-isopropyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,4-Butandiylbis(2-methyl-4,5-benzo-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,2-Ethandiylbis(2-methyl-4,5-benzo-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,2-Ethandiylbis(2,4,7-trimethyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
1,2-Ethandiylbis(2-methyl-indenyl)zirkoniumdichlorid  
30 1,4-Butandiylbis(2-methyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

[4-( $\eta^5$ -Cyclopentadienyl)-4,6,6-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5-tetrahydropentalen)]-

dichlorozirkonium

[4-( $\eta^5$ -3'-Trimethylsilyl-cyclopentadienyl)-4,6,6-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5-tetrahydropentalen)]-

dichlorozirkonium

5 [4-( $\eta^5$ -3'-Isopropyl-cyclopentadienyl)-4,6,6-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5-tetrahydropentalen)]-

dichlorozirkonium

[4-( $\eta^5$ -Cyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-dichlorotitan

[4-( $\eta^5$ -Cyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

dichlorozirkonium

10 [4-( $\eta^5$ -Cyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

dichlorohafnium

[4-( $\eta^5$ -3'-tert. Butyl-cyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

dichlorotitan

4-( $\eta^5$ -3'-Isopropylcyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

15 dichlorotitan

4-( $\eta^5$ -3'-Methylcyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

dichlorotitan

4-( $\eta^5$ -3'-Trimethylsilyl-cyclopentadienyl)-2-trimethylsilyl-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-dichlorotitan

20 4-( $\eta^5$ -3'-tert. Butyl-cyclopentadienyl)-4,7,7-trimethyl-( $\eta^5$ -4,5,6,7-tetrahydroindenyl)]-

dichlorozirkonium

(Tertbutylamido)-(tetramethyl- $\eta^5$ -cyclopentadienyl)-dimethylsilyl-dichlorotitan

(Tertbutylamido)-(tetramethyl- $\eta^5$ -cyclopentadienyl)-1,2-ethandiyl-dichlorotitan-

dichlorotitan

25 (Methylamido)-(tetramethyl- $\eta^5$ -cyclopentadienyl)-dimethylsilyl-dichlorotitan

(Methylamido)-(tetramethyl- $\eta^5$ -cyclopentadienyl)-1,2-ethandiyl-dichlorotitan

(Tertbutylamido)-(2,4-dimethyl-2,4-pentadien-1-yl)-dimethylsilyl-dichlorotitan

Bis-(cyclopentadienyl)-zirkoniumdichlorid

Bis-(n-butylcyclopentadienyl)-zirkoniumdichlorid

30 Bis-(1,3-dimethylcyclopentadienyl)-zirkoniumdichlorid

Tetrachloro-[1-[bis( $\eta^5$ -1H-inden-1-yliden)methylsilyl]-3- $\eta^5$ -cyclopenta-2,4-dien-1-yliden)-3- $\eta^5$ -9H-fluoren-9-yliden)butan]di-zirkonium

Tetrachloro-[2-[bis( $\eta^5$ -2-methyl-1H-inden-1-yliden)methoxysilyl]-5-( $\eta^5$ -2,3,4,5-tetramethylcyclopenta-2,4-dien-1-yliden)-5-( $\eta^5$ -9H-fluoren-9-yliden)hexan]di-zirkonium

Tetrachloro-[1-[bis( $\eta^5$ -1H-inden-1-yliden)methylsilyl]-6-( $\eta^5$ -cyclopenta-2,4-dien-1-yliden)-6-( $\eta^5$ -9H-fluoren-9-yliden)-3-oxaheptan]di-zirkonium

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(tert-butyl-phenyl-indenyl)-zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-methyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-ethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-trifluormethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-methoxy-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-tert-butyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-methyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-ethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-trifluormethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-methoxy-phenyl-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-tert-butyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-methyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-ethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-trifluormethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4-methoxy-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-tert-butyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-methyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-ethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdiethyl

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-trifluormethyl-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4-methoxy-phenyl-indenyl)zirkoniumdimethyl

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafnuimdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)titandichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-n-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid

Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-iso-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid

- Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-n-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-hexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-sec-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-n-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
5 Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-iso-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-n-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-hexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-pentyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-cyclohexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
10 Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-sec-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-methyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-ethyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-n-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
15 Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-iso-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-n-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-hexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-cyclohexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-sec-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
20 Dimethylsilandiylbis(2-n-propyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-methyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-ethyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-n-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
25 Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-iso-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-n-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-hexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-cyclohexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-sec-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
30 Dimethylsilandiylbis(2-n-butyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid



- Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-methyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-ethyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-n-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-iso-propyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
5 Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-n-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-hexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-cyclohexyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-sec-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Dimethylsilandiylbis(2-hexyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
10 Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-  
indenyl)zirkoniumbis(dimethylamid)  
Dimethylsilandiylbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdibenzyl  
Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdimethyl  
Dimethylgermandiylbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
15 Dimethylgermandiylbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafniumdichlorid  
Dimethylgermandiylbis(2-propyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)titandichlorid  
Dimethylgermandiylbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
20 Ethylidenbis(2-n-propyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Ethylidenbis(2-n-butyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)titandichlorid  
Ethylidenbis(2-hexyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdibenzyl  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafniumdibenzyl  
Ethylidenbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)titandibenzyl  
25 Ethylidenbis(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafniumdimethyl  
Ethylidenbis(2-n-propyl-4-phenyl)-indenyl)titandimethyl  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumbis(dimethylamid)  
Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafniumbis(dimethylamid)  
30 Ethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)titanbis(dimethylamid)  
Methylethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid

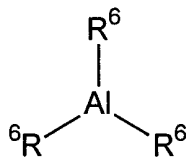
Methylethylidenbis(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)hafniumdichlorid  
 Phenylphosphan-diyl(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl)zirkoniumdichlorid  
 Phenylphosphan-diyl(2-methyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl) zirkoniumdichlorid  
 Phenylphosphan-diyl(2-ethyl-4-(4'-tert.-butyl-phenyl)-indenyl) zirkoniumdichlorid

5

Weiterhin bevorzugt sind die entsprechenden Zirkondimethyl-Verbindungen und die entsprechenden Zirkon- $\eta^4$ -Butadien-Verbindungen, sowie die entsprechenden Verbindungen mit 1,2-(1-methyl-ethandiyl)-, 1,2-(1,1-dimethyl-ethandiyl)- und 1,2-(1,2-dimethyl-ethandiyl)-Brüche.

10

Das erfindungsgemäße Katalysatorsystem enthält weiterhin eine Aluminiumverbindung C, die vorzugsweise ebenfalls der Formel V entspricht .



V

15

Die Reste  $\text{R}^6$  in Formel V können gleich oder verschieden sein und ein Halogenatom, ein Wasserstoffatom, eine  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{40}$ -kohlenstoffhaltige Gruppe wie  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Alkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenalkyl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Aryl,  $\text{C}_6$ - $\text{C}_{20}$ -Halogenaryl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Arylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenarylalkyl,  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Alkylaryl oder  $\text{C}_7$ - $\text{C}_{40}$ -Halogenalkylaryl bedeuten.

20

Bevorzugt für  $\text{R}^6$  sind  $\text{C}_1$ - $\text{C}_6$ -Alkyl-Gruppen, besonders bevorzugt für  $\text{R}^6$  sind  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkyl-Gruppen.

25

Die Aluminiumverbindung kann dabei die gleiche sein wie die, welche zur Herstellung der cokatalytisch wirkenden Verbindung A verwendet wird, sie kann von dieser aber auch verschieden sein.

Bevorzugte Aluminiumverbindungen C sind

Trimethylaluminium

Triethylaluminium

Triisopropylaluminium

Trihexylaluminium

5 Trioctylaluminium

Tri-n-butylaluminium

Tri-n-propylaluminium

Triisoprenaluminium

Dimethylaluminiummonochlorid

10 Diethylaluminiummonochlorid

Diisobutylaluminiummonochlorid

Methylaluminiumsesquichlorid

Ethylaluminiumsesquichlorid

Dimethylaluminiumhydrid

15 Diethylaluminiumhydrid

Diisopropylaluminiumhydrid

Dimethylaluminium(trimethylsiloxid)

Dimethylaluminium(triethylsiloxid)

Phenylalan

20 Pentafluorphenylalan

o-Tolylalan

Besonders bevorzugt sind Trimethylaluminium, Triethylaluminium und

Triisobutylaluminium.

25 Das erfindungsgemäße Katalysatorsystem kann auf verschiedene Weise hergestellt werden. Die nachfolgende Erläuterung der Herstellung des erfindungsgemäßen Katalysatorsystems erfolgt beispielhaft anhand einer cokatalytisch wirkenden Verbindung der Formel VI. Es können aber auch alle anderen chemischen Verbindungen A eingesetzt werden, die Einheiten gemäß Formel I enthalten.

30 Folgende Herstellungsverfahren können z.B. angewendet werden:

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Katalysatorsystems kann ein Metallocen der Formel II mit einer Verbindung A und einer Aluminium-Verbindung der Formel V in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis umgesetzt werden. Als Lösemittel werden dabei aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan,  
5 Tetrahydrofuran oder Diethylether eingesetzt. Es können auch Lösemittelgemische verwendet werden.

Eine mögliche Verfahrensweise ist, daß eine Verbindung der Formel II in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel gelöst bzw. suspendiert wird. Im Anschluß daran wird eine Organobor-aluminium-Verbindung A entweder in Substanz  
10 oder in gelöster bzw. in suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 0 °C und 50 °C bevorzugt wird. Danach wird eine Verbindung der Formel V oder in gelöster bzw. in  
15 suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 0 °C und 50 °C bevorzugt wird. Alle Edukte können in jedem beliebigen, stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind  
20 Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen 1 : 0.1 und 1 : 200 liegt und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen 1 : 00.1 und 1 : 400 liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen 1 : 1 und 1 : 20 liegt  
25 und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen 1 : 1 und 1 : 10 liegt. Die Reihenfolge der Zugabe der einzelnen Komponenten kann aber auch beliebig vertauscht sein, so daß z.B. zuerst eine Verbindung A , anschließend eine Verbindung der Formel V und dann eine Verbindung der Formel II zugegeben werden. Das erhaltene erfindungsgemäße Katalysatorsystem wird direkt in den  
30 Polymerisationsautoklav eingespritzt.

Die erfindungsgemäßen Katalysatorsysteme können auch geträgert eingesetzt werden.

Bevorzugt enthält der Träger mindestens ein anorganisches Oxid, wie Siliziumoxid, Aluminiumoxid, Zeolithe, MgO, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, ZnO, ThO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, BaSO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, oder Li<sub>2</sub>O, insbesondere Siliziumoxid und/oder Aluminiumoxid. Der Träger kann auch mindestens ein Polymer enthalten, z.B. ein Homo- oder Copolymer, ein vernetztes Polymer oder Polymerblends. Beispiele für Polymere sind Polyethylen, Polypropylen, Polybuten, Polystyrol, mit Divinylbenzol vernetztes Polystyrol, Polyvinylchlorid, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymer, Polyamid, Polymethacrylat, Polycarbonat, Polyester, Polyacetal oder Polyvinylalkohol.

Der Träger weist eine spezifische Oberfläche im Bereich von 10 bis 1000 m<sup>2</sup>/g, bevorzugt von 150 bis 500 m<sup>2</sup>/g auf. Die mittlere Partikelgröße des Trägers beträgt 1 bis 500 µm, bevorzugt 5 bis 350 µm, besonders bevorzugt 10 bis 200 µm.

Bevorzugt ist der Träger porös mit einem Porenvolumen des Trägers von 0,5 bis 4,0 ml/g, bevorzugt 1,0 bis 3,5 ml/g. Ein poröser Träger weist einen gewissen Anteil an Hohlräumen (Porenvolumen) auf. Die Form der Poren ist meist unregelmäßig, häufig sphärisch ausgebildet. Die Poren können durch kleine Porenöffnungen miteinander verbunden sein. Der Porendurchmesser beträgt vorzugsweise etwa 2 bis 50 nm. Die Partikelform des porösen Trägers ist abhängig von der Nachbehandlung und kann irregulär oder sphärisch sein. Die Teilchengröße des Trägers kann z. B. durch kryogene Mahlung und/oder Siebung beliebig eingestellt werden.

Erfindungsgemäße geträgerte Katalysatorsysteme sind durch verschiedene präparative Methoden erhältlich. Die nachfolgende näheren Erläuterungen erfolgen beispielhaft anhand cokatalytisch wirkender Verbindungen der Formel VI. Es können

aber auch alle anderen chemischen Verbindungen A eingesetzt werden, die Einheiten A enthalten. Folgende Herstellungsverfahren können z.B. angewendet werden:

Der Träger wird in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether vorgelegt. Anschließend wird eine Verbindung A entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Im Anschluß daran wird eine Organometallübergangsverbindung der Formel II in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Danach erfolgt die Zugabe einer Organoaluminiumverbindung der Formel V entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger. Auch hier liegt die Reaktionszeit zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei ebenfalls eine Reaktionszeit von 5 bis 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Alle Edukte können in jedem beliebigen, stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen  $1 : 0.1$  und  $1 : 200$  liegt und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 0.01$  und  $1 : 400$  liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen  $1 : 1$  und  $1 : 20$  liegt und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 1$  und  $1 : 10$  liegt. Die Reihenfolge der Zugabe der einzelnen Komponenten kann aber auch beliebig vertauscht sein, so daß z.B. zuerst eine Verbindung A, anschließend eine Verbindung der Formel V und dann eine Verbindung der Formel II zu dem Träger gegeben werden. Das geträgerte

Katalysatorsystem kann direkt zur Polymerisation eingesetzt werden. Es kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert zur Polymerisation eingesetzt werden.

5 Eine zweite Variante ist, daß das Katalysatorsystem in Lösung hergestellt wird und anschließend mit dem Träger umgesetzt wird. Dazu wird eine Organometallverbindung der Formel II in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether vorgelegt. Anschließend wird eine Verbindung A entweder in Substanz oder in gelöster bzw. 10 suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Danach erfolgt die Zugabe einer Organoaluminiumverbindung der Formel V entweder in Substanz oder in 15 gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger. Auch hier liegt die Reaktionszeit zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Alle Edukte können in jedem beliebigen, stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt 20 werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen  $1 : 0.1$  und  $1 : 200$  liegt und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 0.01$  und  $1 : 400$  liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A 25 zwischen  $1 : 1$  und  $1 : 20$  liegt und von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 1$  und  $1 : 10$  liegt. Die Reihenfolge der Zugabe der einzelnen Komponenten kann aber auch hier beliebig vertauscht sein, so daß z.B. zuerst eine Verbindung A , anschließend eine Verbindung der Formel V und dann eine Verbindung der Formel II miteinander umgesetzt werden. Das so hergestellte 30 Katalysatorsystem wird hiernach zu einem Träger, der in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether

vorgelegt ist, gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 0 °C und 50 °C bevorzugt wird. Das geträgerte Katalysatorsystem kann  
5 direkt zur Polymerisation eingesetzt werden. Es kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert zur Polymerisation eingesetzt werden.

In einer dritten Variante wird der Träger in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether vorgelegt. Im Anschluß daran wird eine Verbindung der Formel V entweder in Substanz oder in  
10 gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird.

Danach wird eine Verbindung der Formel III oder IV entweder in Substanz oder in  
15 gelöster bzw. suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird.

Anschließend kann nochmals eine Verbindung der Formel V entweder in Substanz  
20 oder in gelöster bzw. suspendierter Form zum Reaktionsgemisch gegeben werden. Eine Verbindung der Formel III oder IV kann in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis mit einer Verbindung der Formel V umgesetzt werden. Bevorzugt ist die Menge von 2 bis 6 Äquivalenten einer Verbindung der Formel V bezogen auf 1 Äquivalent einer Verbindung der Formel III oder IV. Besonders bevorzugt ist die  
25 Menge von 2 bis 2.5 Äquivalenten einer Verbindung der Formel V bezogen auf 1 Äquivalent einer Verbindung der Formel III oder IV. Der modifizierte Träger kann direkt weiter eingesetzt werden. Er kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert werden.

Im Anschluß daran wird eine Organometallübergangsverbindung der Formel II in  
30 Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem modifizierten Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden. Die



Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Danach erfolgt die Zugabe einer Organoaluminiumverbindung der Formel V entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger. Auch hier liegt die Reaktionszeit zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Das geträgerte Katalysatorsystem kann direkt zur Polymerisation eingesetzt werden. Es kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert zur Polymerisation eingesetzt werden.

In einer vierten Variante wird der Träger in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether vorgelegt. Im Anschluß daran wird eine Verbindung der Formel II entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 24 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 120 Minuten bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Danach wird eine Verbindung der Formel V entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei eine Temperatur zwischen  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bevorzugt wird. Die Edukte können in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 0$  und  $1 : 400$  liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen  $1 : 1$  und  $1 : 100$  liegt. Die Reihenfolge der Zugabe der einzelnen Komponenten kann aber auch vertauscht sein, so daß zuerst eine Verbindung der Formel V und dann eine Verbindung der Formel II zu dem Träger gegeben werden. Nach dem Aufbringen

der Mischung auf den Träger wird das Lösemittel entfernt und der Feststoff getrocknet. Dieser Feststoff kann in einem weiteren Verfahrensschritt zu einem beliebigen Zeitpunkt durch Umsetzung mit einer kokatalytisch wirkenden Organobor-aluminiumverbindung A in ein polymerisationsaktives Katalysatorsystem verwandelt werden. Dazu wird der modifizierte Träger in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether resuspendiert. Im Anschluß daran wird eine Verbindung A in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem modifiziertem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird. Alle Edukte können in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindung Formel II : Verbindung A zwischen 1 : 0.1 und 1 : 200 liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindung Formel II : Verbindung A zwischen 1 : 1 und 1 : 20 liegt. Das geträgerte Katalysatorsystem kann direkt zur Polymerisation eingesetzt werden. Es kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert zur Polymerisation eingesetzt werden.

In einer fünften Variante wird der Träger in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether vorgelegt. Im Anschluß daran wird eine Verbindung A entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird. Danach wird eine Verbindung der Formel V entweder in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zugegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird. Die Edukte können in

jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen A : Verbindungen der Formel V zwischen 1 : 0 und 1 : 400 liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen der Formel V zwischen 1 : 1 und 1 : 100 liegt. Die Reihenfolge der Zugabe der einzelnen Komponenten kann aber auch vertauscht sein, so daß zuerst eine Verbindung der Formel V und dann eine Verbindung A zu dem Träger gegeben werden. Nach dem Aufbringen der Mischung auf den Träger wird das Lösemittel entfernt und der Feststoff getrocknet. Dieser Feststoff kann in einem weiteren Verfahrensschritt zu einem beliebigen Zeitpunkt durch Umsetzung mit einer Organometallübergangsverbindung der Formel II in ein polymerisationsaktives Katalysatorsystem verwandelt werden. Dazu wird der modifizierte Träger in einem aliphatischen oder aromatischen Lösemittel wie Toluol, Heptan, Tetrahydrofuran oder Diethylether resuspendiert. Im Anschluß daran wird eine Verbindung der Formel II in Substanz oder in gelöster bzw. suspendierter Form zu dem modifiziertem Träger gegeben. Die Reaktionszeit liegt zwischen 1 Minute und 48 Stunden, wobei eine Reaktionszeit zwischen 5 Minuten und 12 Stunden bevorzugt wird. Die Reaktionstemperatur liegt zwischen -10 °C und + 200 °C, wobei eine Temperatur zwischen 20 °C und 100 °C bevorzugt wird. Alle Edukte können in jedem beliebigen stöchiometrischen Verhältnis eingesetzt werden. Bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen 1 : 0.1 und 1 : 200 liegt. Besonders bevorzugt sind Umsetzungen in denen das stöchiometrische Verhältnis von Verbindungen der Formel II : Verbindungen A zwischen 1 : 1 und 1 : 20 liegt. Das geträgerte Katalysatorsystem kann direkt zur Polymerisation eingesetzt werden. Es kann aber auch nach Entfernen des Lösemittels resuspendiert zur Polymerisation eingesetzt werden.

Zudem wird ein Verfahren zur Herstellung eines Olefinpolymers durch Polymerisation eines oder mehrerer Olefine in Gegenwart des erfindungsgemäßen

Katalysatorsystems beschrieben. Die Polymerisation kann eine Homo- oder eine Copolymerisation sein.

5 Bevorzugt werden Olefine der Formel  $R^{\alpha} -CH=CH-R^{\beta}$  polymerisiert, worin  $R^{\alpha}$  und  $R^{\beta}$  gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine Alkoxy-, Hydroxy-, Alkylhydroxy-, Aldehyd, Carbonsäure- oder Carbonsäureestergruppe oder einen gesättigten oder ungesättigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen, insbesondere 1 bis 10 C-Atomen bedeuten, der mit einer Alkoxy-, Hydroxy-, Alkylhydroxy-, Aldehyd-, Carbonsäure- oder Carbonsäureestergruppe substituiert sein kann, oder R und R mit den sie  
10 verbindenden Atomen einen oder mehrere Ringe bilden. Beispiele für solche Olefine sind 1-Olefine wie Ethylen, Propylen, 1-Buten, 1-Hexen, 4-Methyl-1-penten, 1-Octen, Styrol, cyclische Olefine wie Norbornen, Vinylnorbornen, Tetracyclododecen, Ethylidennorbornen, Diene wie 1,3-Butadien oder 1,4-Hexadien, Biscyclopentadien  
15 oder Methacrylsäuremethylester.

Insbesondere werden Propylen oder Ethylen homopolymerisiert oder Ethylen wird mit einem oder mehreren  $C_3-C_{20}$ - $\alpha$ -Olefinen, insbesondere Propylen, und /oder einem oder mehreren  $C_4-C_{20}$ -Dienen, insbesondere 1,3-Butadien, copolymerisiert  
20 oder Ethylen mit einem oder mehreren Cycloolefinen wie Norbornen copolymerisiert.

Die Polymerisation wird bevorzugt bei einer Temperatur von -60 bis 300°C, besonders bevorzugt 30 bis 250°C, durchgeführt. Der Druck beträgt 0,5 bis 2500 bar, bevorzugt 2 bis 1500 bar. Die Polymerisation kann kontinuierlich oder  
25 diskontinuierlich, ein- oder mehrstufig, in Lösung, in Suspension, in der Gasphase oder in einem überkritischem Medium durchgeführt werden.

Das geträgerte System kann als Pulver oder noch Lösemittel behaftet wieder resuspendiert und als Suspension in einem inerten Suspensionsmittel in das  
30 Polymerisationssystem eidosiert werden.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Katalysatorsystems kann eine Vorpolymerisation erfolgen. Zur Vorpolymerisation wird bevorzugt das (oder eines der) in der Polymerisation eingesetzte(n) Olefin(e) verwendet.

Zur Herstellung von Olefinpolymeren mit breiter Molekulargewichtsverteilung werden  
5 bevorzugt Katalysatorsysteme verwendet, die zwei oder mehr verschiedene Übergangsmetallverbindungen, z.B. Metallocene enthalten.

Zur Entfernung von im Olefin vorhandenen Katalysatorgiften ist eine Reinigung mit einem Aluminiumalkyl, beispielsweise Trimethylaluminium, Triethylaluminium oder  
10 Triisobutylaluminium vorteilhaft. Diese Reinigung kann sowohl im Polymerisationssystem selbst erfolgen oder das Olefin wird vor der Zugabe in das Polymerisationssystem mit der Al-Verbindung in Kontakt gebracht und anschließend wieder getrennt.

15 Als Molmassenregler und/oder zur Steigerung der Aktivität wird, falls erforderlich, Wasserstoff zugegeben. Der Gesamtdruck im Polymerisationssystem beträgt 0,5 bis 2500 bar, bevorzugt 2 bis 1500 bar.

Dabei wird die erfindungsgemäße Verbindung in einer Konzentration, bezogen auf das Übergangsmetall von bevorzugt  $10^{-3}$  bis  $10^{-8}$ , vorzugsweise  $10^{-4}$  bis  $10^{-7}$  mol  
20 Übergangsmetall pro  $\text{dm}^3$  Lösemittel bzw. pro  $\text{dm}^3$  Reaktorvolumen angewendet.

Geeignete Lösemittel zur Darstellung sowohl der erfindungsgemäßen geträgerten chemischen Verbindung als auch des erfindungsgemäßen Katalysatorsystems sind aliphatische oder aromatische Lösemittel, wie

25 beispielsweise Hexan oder Toluol, etherische Lösemittel, wie beispielsweise Tetrahydrofuran oder Diethylether oder halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methylenechlorid oder halogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise o-Dichlorbenzol.

30 Vor Zugabe des Katalysatorsystems kann zum Polymerisationssystem zusätzlich eine andere Alkylaluminiumverbindung wie beispielsweise Trimethylaluminium,

Triethylaluminium, Triisobutylaluminium, Trioctylaluminium oder Isoprenylaluminium zur Inertisierung des Polymerisationssystems (beispielsweise zur Abtrennung vorhandener Katalysatorgifte im Olefin) in den Reaktor gegeben werden. Diese wird in einer Konzentration von 100 bis 0,01 mmol Al pro kg Reaktorinhalt dem  
5 Polymerisationssystem zugesetzt. Bevorzugt werden Triisobutylaluminium und Triethylaluminium in einer Konzentration von 10 bis 0,1 mmol Al pro kg Reaktorinhalt eingesetzt. dadurch kann bei der Synthese eines geträgerten Katalysatorsystems das molare Al/M-Verhältnis klein gewählt werden.

10 Weiterhin kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Additiv wie ein Antistatikum verwendet werden z.B. zur Verbesserung der Kornmorphologie des Olefinpolymers. Generell können alle Antistatika, die für die Polymerisation geeignet sind, verwendet werden. Beispiele hierfür sind Salzgemische aus Calciumsalzen der Medialansäure und Chromsalze der N-Stearyl-anthranilsäure, die in DE-A-3543360  
15 beschrieben werden. Weitere geeignete Antistatika sind z.B. C<sub>12</sub>- bis C<sub>22</sub>- Fettsäureseifen von Alkali- oder Erdalkalimetallen, Salze von Sulfonsäureestern, Ester von Polyethylenglycolen mit Fettsäuren, Polyoxyethylenalkylether usw. Eine Übersicht über Antistatika wird in EP-A 107127 angegeben.

20 Außerdem kann als Antistatikum eine Mischung aus einem Metallsalz der Medialansäure, einem Metallsalz der Anthranilsäure und einem Polyamin eingesetzt werden, wie in EP-A 636636 beschrieben.

Kommerziell erhältliche Produkte wie Stadis<sup>7</sup> 450 der Fa. DuPont, eine Mischung  
25 aus Toluol, Isopropanol, Dodecylbenzolsulfonsäure, einem Polyamin, einem Copolymer aus Dec-1-en und SO<sub>2</sub> sowie Dec-1-en oder ASA<sup>7</sup>-3 der Fa. Shell und ARU5R<sup>7</sup> 163 der Firma ICI können ebenfalls verwendet werden.

Vorzugsweise wird das Antistatikum als Lösung eingesetzt, im bevorzugten Fall von  
30 Stadis<sup>7</sup> 450 werden bevorzugt 1 bis 50 Gew.-% dieser Lösung, vorzugsweise 5 bis 25 Gew.-%, bezogen auf die Masse des eingesetzten Trägerkatalysators (Träger mit

kovalent fixierter metalloceniumbildende Verbindung und eine oder mehrere Metallocenverbindungen z.B. der Formel IV) eingesetzt. Die benötigten Mengen an Antistatikum können jedoch, je nach Art des eingesetzten Antistatikums, in weiten Bereichen schwanken.

5

Die nachfolgenden Beispiele dienen zur näheren Erläuterung der Erfindung.

Allgemeine Angaben: Herstellung und Handhabung der Verbindungen erfolgten unter Ausschluß von Luft und Feuchtigkeit unter Argonschutz (Schlenk-Technik).  
10 Alle benötigten Lösemittel wurden vor Gebrauch durch mehrstündiges Sieden über geeignete Trockenmittel und anschließende Destillation unter Argon absolutiert.

Die Herstellung der Pentafluorphenylboronsäure (R.D. Chambers et al., J. Chem. Soc., 1965, 3933) erfolgte nach Literaturvorschrift.

15

#### 1. Beispiel: Synthese von Bis(dimethylalumoxy)pentafluorphenylboran

10 ml Trimethylaluminium (2M in Toluol, 20 mmol) werden in 40 ml Toluol vorgelegt. Bei -40°C werden zu dieser Lösung 2,1 g Pentafluorphenylboronsäure (10 mmol) in  
20 50 ml Toluol über 15 Minuten zugetropft. Es wird 1 Stunde bei -40°C gerührt und anschließend eine weitere Stunde bei Raumtemperatur. Die leicht trübe, hellgelbe Lösung wird über eine G4-Fritte filtriert. Es resultiert eine klare, hellgelbe Lösung (0.1 M bezogen auf Bor) von Bis(dimethylalumoxy)pentafluorphenylboran in Toluol.

25

#### 2. Beispiel: Herstellung des Katalysatorsystems

Zu einer Lösung von 53 mg (90 µmol) Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-phenylindenyl)-zirkoniumdimethyl in 10.75 ml Toluol werden 9 ml der im Beispiel 1 hergestellten Stammlösung an Co-Katalysator zugegeben. Anschließend werden  
30 0.25 ml Trimethylaluminium (2M in Toluol) zugespritzt und danach wird 1 Stunde bei

Raumtemperatur nachgerührt. Zum Einschleusen in das Polymerisationssystem werden 0.5 ml der hergestellten Stammlösung eingesetzt.

### 3. Beispiel: Polymerisation

5

Ein 300 ml Polymerisationsautoklav (Parr 4560) wird unter Argonatmosphäre mit 150 ml Heptan befüllt. Anschließend werden 1.1 ml TIBA (20% ig) zudosiert und 20 Minuten bei 20°C gerührt. Danach wird der Reaktor auf 50°C aufgeheizt und 0.5 ml der unter Beispiel 2 hergestellten Katalysatorlösung werden eingespritzt. 10  
Anschließend wird ein Ethylendruck von 10 bar aufgepreßt und es wird eine Stunde bei gleichbleibenden Ethylendruck polymerisiert. Es resultieren 11.7 g Polyethylen-Pulver. Die Katalysatoraktivität betrug 8.9 kg PE/g Metallocen x h.

### Beispiel 4

15

5 g SiO<sub>2</sub> (PQ MS 3030, vorbehandelt bei 140°C, 10 h, 10 mbar) wurden unter Rühren mit 10 ml 20%iger Trimethylaluminiumlösung in Varsol versetzt. Nach 20 Minuten Rühren wurde die Suspension filtriert und der Rückstand dreimal mit 30 ml Toluol gewaschen. Der Rückstand wurde dann mit 100 ml Bis(dimethylalumoxy)pentafluorphenylboran-Lösung analog Beispiel 1 versetzt. Man 20  
ließ 1 Stunde rühren und entfernte dann das Lösemittel im Ölpumpenvakuum. Zu dem getrockneten geträgerten Cokatalysator wurden dann 55 mg Dimethylsilandiylbis(2-methyl-4-phenyl-indenyl)-zirkoniumdimethyl gelöst in Toluol getropft. Man ließ 30 Minuten rühren und entfernte dann das Lösemittel im Ölpumpenvakuum. Man erhielt 11g geträgerten Katalysator als freifließendes Pulver.

25

Parallel dazu wurde ein trockener 16-dm<sup>3</sup>-Reaktor zunächst mit Stickstoff und anschließend mit Propylen gespült und mit 10 dm<sup>3</sup> flüssigem Propylen befüllt. Dann wurden 0,5 cm<sup>3</sup> einer 20 %igen Triisobutylaluminiumlösung in Varsol mit 30 cm<sup>3</sup> Heptan verdünnt in den Reaktor gegeben und der Ansatz bei 30°C 15  
30 Minuten gerührt.

Anschließend wurden 1,5 g des geträgerten Katalysators in 30 ml Heptan



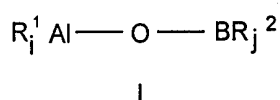
resuspendiert und in den Reaktor gegeben. Das Reaktionsgemisch wurde auf die Polymerisationstemperatur von 60°C aufgeheizt (4°C/min) und das Polymerisationssystem 1 h durch Kühlung bei 60°C gehalten.

5 Gestoppt wurde die Polymerisation durch Abgasen des restlichen Propylens. Das Polymer wurde im Vakuumtrockenschrank getrocknet.

Es resultieren 0,9 kg Polypropylen-Pulver. Der Reaktor zeigte keine Beläge an Innenwand oder Rührer. Die Katalysatoraktivität betrug 70 kg PP/g Metallocen x h.

## Patentansprüche:

1. Katalysatorsystem, enthaltend a) mindestens eine kokatalytisch wirkende chemische Verbindung A b) mindestens ein Metallocen B und c) mindestens eine Aluminiumverbindung C, worin die chemische Verbindung A eine Organoboraluminiumverbindung ist, die Einheiten der Formel I enthält



worin R<sup>1</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind oder R<sup>1</sup> kann eine OSiR<sub>3</sub><sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind, R<sup>2</sup> ist ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl oder R<sup>2</sup> kann eine OSiR<sub>3</sub><sup>3</sup>-Gruppe sein, worin R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sind und ein Wasserstoffatom, ein Halogenatom, eine C<sub>1</sub>-C<sub>40</sub>-kohlenstoffhaltige Gruppe wie C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkoxy, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Halogenaryl, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Aryloxy, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Arylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenarylalkyl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Alkylaryl, C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>-Halogenalkylaryl sind, i gleich 0, 1 oder 2 ist, und j gleich 0 oder 1 ist

2. Katalysatorsystem gemäß Anspruch 1, zusätzlich enthaltend einen Träger.
3. Verfahren zur Herstellung eines Polyolefins durch Polymerisation eines oder mehrerer Olefine, in Gegenwart eines Katalysatorsystems gemäß Anspruch 1 oder 2.
4. Verwendung eines Katalysatorsystems gemäß Anspruch 1 oder 2 zur Herstellung eines Polyolefins.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/05589

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 C08F4/605 C08F10/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C08F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 601 830 A (MITSUBISHI PETROCHEMICAL CO) 15 June 1994 see examples 11,15 see example 5 see page 4	1,3,4
Y	---	2
Y	WO 92 01005 A (EXXON CHEMICAL PATENTS INC) 23 January 1992 see claims 1,7 see example 3 see page 5, line 3 - line 20 -----	2

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  <b>18 January 1999</b>	Date of mailing of the international search report  <b>17/02/1999</b>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Fischer, B</b>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/05589

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0601830 A	15-06-1994	JP 6172438 A	21-06-1994
		JP 6172439 A	21-06-1994
		US 5449650 A	12-09-1995
		US 5648440 A	15-07-1997
-----			
WO 9201005 A	23-01-1992	US 5001244 A	19-03-1991
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In  nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05589

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 6 C08F4/605 C08F10/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 C08F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 601 830 A (MITSUBISHI PETROCHEMICAL CO) 15. Juni 1994 siehe Beispiele 11,15 siehe Beispiel 5 siehe Seite 4	1,3,4
Y	----- siehe Ansprüche 5-8	2
Y	WO 92 01005 A (EXXON CHEMICAL PATENTS INC) 23. Januar 1992 siehe Ansprüche 1,7 siehe Beispiel 3 siehe Seite 5, Zeile 3 - Zeile 20 -----	2

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Januar 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/02/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fischer, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In: Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05589

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0601830 A	15-06-1994	JP 6172438 A	21-06-1994
		JP 6172439 A	21-06-1994
		US 5449650 A	12-09-1995
		US 5648440 A	15-07-1997
-----			
WO 9201005 A	23-01-1992	US 5001244 A	19-03-1991
-----			