

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/051891 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

C07F 9/30 (2006.01) C08K 5/53 (2006.01)  
C07F 9/48 (2006.01) C09K 21/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007131

(22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Oktober 2009 (06.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 056 342.0  
7. November 2008 (07.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **CLARIANT INTERNATIONAL LTD**  
[CH/CH]; Rothausstrasse 61, CH-4132 Muttenz 1 (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HILL, Michael**  
[DE/DE]; Rochusstrasse 35, 50827 Köln (DE). **KRAU-**  
**SE, Werner** [DE/DE]; Henriette-Lott-Weg 8, 50354  
Hürth (DE). **SICKEN, Martin** [DE/DE]; Mainstrasse  
40a, 51149 Köln (DE).

(74) Anwälte: **HÜTTER, Klaus** et al.; Clariant Produkte  
(Deutschland) GmbH, Group Intellectual Property, Am  
Unisys-Park 1, 65843 Sulzbach (DE).

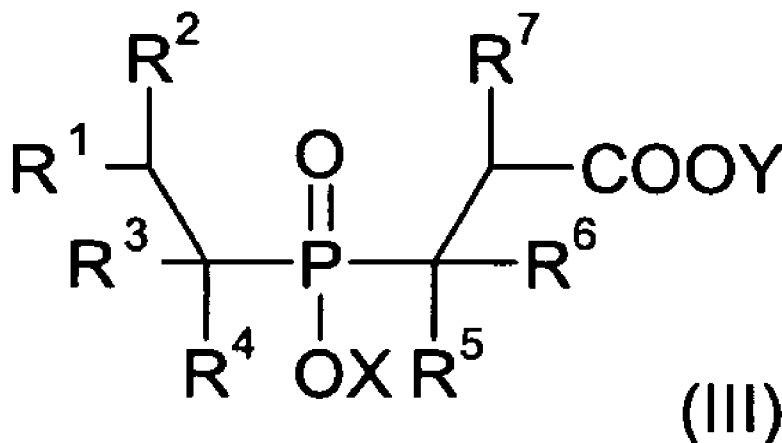
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING DIALKYLPHOSPHINIC ACIDS AND ESTERS AND SALTS THEREOF BY  
MEANS OF ACRYLNITRILES AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON DIALKYLPHOSPHINSÄUREN, -ESTERN UND -SALZEN  
MITTELS ACRYLNITRILEN UND IHRE VERWENDUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing mono-carboxyfunctionalized dialkylphosphinic acids and esters and salts thereof, characterized in that a) a phosphinic acid source (I) is reacted with olefins (IV) to yield an alkylphosphonic acid, salt or ester (II) thereof in the presence of a catalyst A, b) the thus obtained alkylphosphonic acid, salt or ester (II) thereof is reacted with compounds of formula (V) to yield mono-functionalized dialkylphosphinic acid derivatives (VI) in the presence of a catalyst B, and c) the thus obtained mono-functionalized dialkylphosphinic acid derivatives (VI) are reacted to yield a mono-carboxyfunctionalized dialkylphosphinic acid derivative (III) in the presence of a catalyst C, wherein R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> are the same or different and stand independently of each other, among other things, for H, C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub> alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> aralkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> alkylaryl and X and Y are the same or different and stand independently of each for H, C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub> alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> aralkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub> alkylaryl, Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Cu, Ni, Li, Na, K and/or a protonized nitrogen base, and the catalyst A is formed by transition metals and/or transition metal compounds and/or catalyst systems composed of a transition metal and/or a transition metal compound and at least one ligand, and catalyst B is formed by

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/051891 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

compounds forming peroxides and/or peroxo compounds and/or azo compounds and/or alkali metals and/or alkaline earth metals, alkali hydrides, alkaline earth hydrides and/or alkali alcoholates and alkaline earth alcoholates, and catalyst C is an acid or a base.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen, dadurch gekennzeichnet, dass man a) eine Phosphinsäurequelle (I) mit Olefinen (IV) in Gegenwart eines Katalysators A zu einer Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) umsetzt, b) die so entstandene Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) mit Verbindungen der Formel (V) in Gegenwart eines Katalysators B zu mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivaten (VI) umsetzt, und c) so entstandene mono-funktionalisierte Dialkylphosphinsäurederivate (VI) in Gegenwart eines Katalysators C zum mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (III) umsetzt, wobei  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander u.a. H,  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aryl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aralkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Alkylaryl und X und Y gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander für H,  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aryl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aralkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Alkylaryl, Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Cu, Ni, Li, Na, K und/oder eine protonierte Stickstoffbase stehen und es sich bei dem Katalysator A um Übergangsmetalle und/oder Übergangsmetallverbindungen und/oder Katalysatorsysteme handelt, die sich aus einem Übergangsmetall und/oder einer Übergangsmetallverbindung und mindestens einem Liganden zusammensetzen und es sich bei dem Katalysator B um Peroxide bildende Verbindungen und/oder Peroxoverbindungen und/oder um Azo-Verbindungen und/oder um Alkali- und/oder Erdalkalimetalle, -hydride und/oder -alkoholate und es sich bei dem Katalysator C um eine Säure oder eine Base handelt.

## Verfahren zur Herstellung von Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen mittels Acrylnitrilen und ihre Verwendung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Dialkylphosphinsäuren,  
5 -estern und -salzen mittels Acrylnitrilen und ihre Verwendung.

Von bestimmten Dialkylphosphinsäuren, den sog. mono-carboxyfunktionalisierten  
Dialkylphosphinsäuren, wie sie weiter unten definiert sind, sind bisher fast  
ausschließlich die Ester zugänglich. Letztere können über mehrere Schritte  
10 ausgehend von Phosponigsäuredihalogeniden hergestellt werden. Hierzu gehört  
die Umsetzung von Dihalogenphosphinen mit aktivierten olefinischen  
Verbindungen wie Acrylsäure, gefolgt von der Veresterung der zunächst  
gebildeten Säurechlorid- und Anhydrid-Derivate mit Alkoholen (V.K. Khairullin,  
R. R. Shagidullin, Zh. Obshch. Khim. 36, 289-296).

15 Dialkylphosphinsäuren im Sinne der vorliegenden Erfindung sind also immer  
mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, auch wenn dies nicht  
ausdrücklich erwähnt ist. Dies schließt die entsprechenden Ester und Salze mit  
ein.

20 Solche Dialkylphosphinsäureester werden auch erhalten, wenn man  
Phosponigsäureester in Gegenwart peroxidischer Katalysatoren an  
 $\alpha,\beta$ -ungesättigte Carbonsäure-ester addiert (Houben-Weyl, Band 1211,  
S. 258-259). Die Phosponigsäureester selbst werden aus  
25 Phosponigsäuredihalogeniden durch Umsetzung mit Alkoholen bzw. Hydrolyse  
und anschließender Veresterung hergestellt. Die vorgenannten  
Phosponigsäuredihalogenide selbst werden in einer aufwendigen Synthese aus  
Phosphortrichlorid und Alkylchlorid in Gegenwart von Aluminiumchlorid hergestellt  
(Houben-Weyl, Band 1211, S. 306). Die Reaktion ist stark exotherm und technisch  
30 nur schwierig zu beherrschen. Es werden zudem verschiedene Nebenprodukte  
gebildet, die, wie zum Teil auch die vorgenannten Ausgangsprodukte, giftig  
und/oder korrosiv, also höchst unerwünscht sind (insbesondere weil die Produkte  
nicht halogenfrei hergestellt werden können).

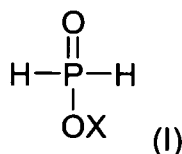
Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäureestern basiert auf der Umsetzung von gelbem Phosphor mit Methylchlorid, wobei Methylphosphonigsäure entsteht, die in dann verestert und  
5 daraufhin mit Acrylsäureester umgesetzt wird (DE-A-101 53 780).

Mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäureester können auch durch Umsetzung von Phosphonigsäure- Bis(trimethylsilyl)ester -  $\text{HP}(\text{OSiMe}_3)_2$  - mit  $\alpha, \beta$ -ungesättigten Carbonsäure-Komponenten, anschließender Alkylierung mit  
10 Alkylhalogeniden nach der Arbuzov-Reaktion und Alkoholyse erhalten werden (Kurdyumova, N. R.; Rozhko, L. F.; Ragulin, V. V.; Tsvetkov, E. N.; Russian Journal of General Chemistry (Translation of Zhurnal Obshchei Khimii (1997), 67(12), 1852-1856). Der Phosphonigsäure-Bis(trimethylsilyl)ester wird dabei aus Kalium- oder Ammoniumhypophosphit durch Umsetzung mit Hexamethyldisilazan  
15 erhalten.

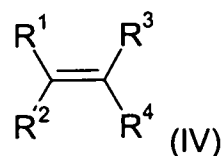
Bisher fehlt es an Verfahren zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen, die wirtschaftlich und großtechnisch zugänglich sind und die insbesondere eine hohe Raum-/Zeitausbeute  
20 ermöglichen. Auch fehlt es an Verfahren, die ohne störende Halogenverbindungen als Edukte ausreichend effektiv sind und zudem an solchen, bei denen die Endprodukte leicht erhalten bzw. isoliert werden können oder auch unter gezielten Reaktionsbedingungen (wie etwa einer Umesterung) gezielt und gewünscht hergestellt werden können.

25 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen, dadurch gekennzeichnet, dass man

a) eine Phosphinsäurequelle (I)

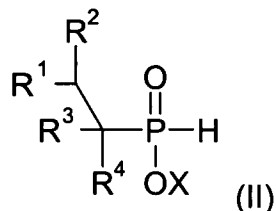


30 mit Olefinen (IV)



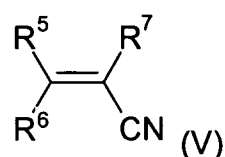
in Gegenwart eines Katalysators A zu einer Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II)

5

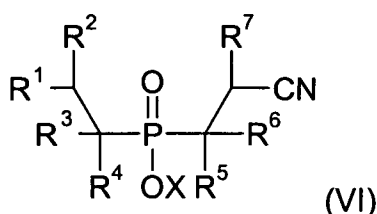


umsetzt,

b) die so entstandene Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) mit einem Acrylnitril (V)

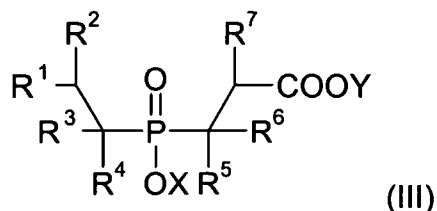


10 in Gegenwart eines Katalysators B zum mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (VI) umsetzt



und

c) das mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (VI) in Gegenwart  
15 eines Katalysators C zum mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (III)



umsetzt, wobei  $\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3, \text{R}^4, \text{R}^5, \text{R}^6, \text{R}^7$  gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander H,  $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ -Alkyl,  $\text{C}_6\text{-C}_{18}$ -Aryl,  $\text{C}_6\text{-C}_{18}$ -Aralkyl,  $\text{C}_6\text{-C}_{18}$ -Alkyl-

Aryl, CN, CHO, OC(O)CH<sub>2</sub>CN, CH(OH)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>, 9-Anthracen, 2-Pyrrolidon, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NCS, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NC(S)NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SH, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>S-2-thiazolin, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SiMe<sub>3</sub>, C(O)R<sup>8</sup>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>C(O)R<sup>8</sup>, CH=CH-R<sup>8</sup> und/oder CH=CH-C(O)R<sup>8</sup> bedeuten, wobei R<sup>8</sup> für C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>-Alkyl oder C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aryl steht und m eine ganze Zahl von 0 bis 10 bedeutet und X und Y gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander für H, C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>-Alkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aralkyl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Alkyl-Aryl, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>OH, CH<sub>2</sub>-CHOH-CH<sub>2</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>O(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CH(OH)-(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)O-alkyl, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CH=CH(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>N[(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H]<sub>2</sub> stehen wobei k eine ganze Zahl von 0 bis 10 ist und/oder für Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Cu, Ni, Li, Na, K, H und/oder eine protonierte Stickstoffbase steht und es sich bei den Katalysatoren A um Übergangsmetalle und/oder Übergangsmetallverbindungen und/oder Katalysatorsysteme handelt, die sich aus einem Übergangsmetall und/oder einer Übergangsmetallverbindung und mindestens einem Liganden zusammensetzen und es sich bei dem Katalysator B um Peroxide bildende Verbindungen und/oder Peroxoverbindungen und/oder um Azo-Verbindungen und/oder um Alkali- und/oder Erdalkalimetalle, -hydride und/oder -alkoholate und es sich bei dem Katalysator C um eine Säure oder eine Base handelt.

Bevorzugt wird die nach Schritt c) erhaltene mono-carboxyfunctionalisierte Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder Ester (III) anschließend in einem Schritt d) mit Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Li, Na, K und/oder einer protonierte Stickstoffbase zu den entsprechenden mono-carboxyfunctionalisierten Dialkyl-phosphinsäuresalzen (III) dieser Metalle und/oder einer Stickstoffverbindung umgesetzt.

Bevorzugt wird die nach Schritt a) erhaltene Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) und/oder die nach Schritt b) erhaltene mono-funktionalisierte Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder Ester (VI) und/oder die nach Schritt c) erhaltene mono-carboxyfunctionalisierte Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder

Ester (III) und/oder die jeweils resultierende Reaktionslösung davon mit einem Alkylenoxid oder einem Alkohol M-OH und/oder M'-OH verestert, und der jeweils entstandene Alkylphosphonigsäureester (II), monofunktionalisierte Dialkylphosphinsäureester (VI) und/oder mono-carboxyfunktionalisierten

- 5 Dialkylphosphinsäureester (III) den weiteren Reaktionsschritten b), c) oder d) unterworfen.

- 10 Bevorzugt sind die Gruppen C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aralkyl und C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Alkyl-Aryl mit SO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, -C(O)CH<sub>3</sub>, OH, CH<sub>2</sub>OH, CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, PO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, OCH<sub>3</sub>, SH und/oder OC(O)CH<sub>3</sub> substituiert.

- 15 Bevorzugt sind R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> gleich oder verschieden und bedeuten, unabhängig voneinander H, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, tert. Butyl und/oder Phenyl.

- 20 Bevorzugt sind X und Y gleich oder verschieden und bedeuten jeweils H, Ca, Mg, Al, Zn, Ti, Fe, Ce, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, tert. Butyl, Phenyl, Ethylenglykol, Propylglykol, Butylglykol, Pentylglykol, Hexylglykol, Allyl und/oder Glycerin.

- 25 Bevorzugt ist m = 1 bis 10 und k = 2 bis 10.

- 30 Bevorzugt wird das Katalysatorsystem A durch Umsetzung von einem Übergangsmetall und/oder einer Übergangsmetallverbindung und mindestens einem Liganden gebildet.

- 35 Bevorzugt handelt es sich bei den Übergangsmetallen und/oder Übergangsmetallverbindungen um solche aus der siebten und achten Nebengruppe.

- 40 Bevorzugt handelt es sich bei den Übergangsmetallen und/oder Übergangsmetallverbindungen um Rhodium, Nickel, Palladium, Platin und/oder Ruthenium.

- Bevorzugt handelt es sich bei dem Katalysator B um Wasserstoffperoxid, Natriumperoxid, Lithiumperoxid, Kaliumpersulfat, Natriumpersulfat, Ammoniumpersulfat, Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxoborat, Peressigsäure,
- 5 Benzoylperoxid, Di-t-butylperoxid und/oder Peroxodischwefelsäure und/oder um Azodiisobutyronitril, 2,2'-Azobis(2-amidinopropan)-dihydrochlorid und/oder 2,2'-Azobis(N,N'-dimethylen-isobutyramidin)-dihydrochlorid und/oder um Lithium, Lithiumhydrid, Lithium-aluminiumhydrid, Methyllithium, Butyllithium, t-Butyllithium, Lithiumdiisopropylamid, Natrium, Natriumhydrid, Natriumborhydrid,
- 10 Natriummethanolat, Natriumethanolat oder Natriumbutylat, Kaliummethanolat, Kaliumethanolat und/oder Kaliumbutylat.

- Bevorzugt handelt es sich bei dem Katalysator C um Metalle, Metallhydride, Metallhydroxide und Metallalkoholate und Mineralsäuren, beispielsweise
- 15 Schwefel-, Salpeter-, Salz-, Phosphorsäure oder Mischungen davon.

Bevorzugt handelt es sich bei den Acrylnitrilen (V) um Acrylnitril, Methacrylnitril, Ethyl-2-cyanoacrylat, 3-Phenylacrylnitril, 2-Methyl-2-butenitril.

- 20 Bevorzugt handelt es bei dem Alkohol der allgemeinen Formel M-OH um lineare oder verzweigte, gesättigte und ungesättigte, einwertige organische Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub> und bei dem Alkohol der allgemeinen Formel M'-OH um lineare oder verzweigte, gesättigte und ungesättigte, mehrwertige organische Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>.

25

- Die Erfindung betrifft auch die Verwendung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 als Zwischenprodukt für weitere Synthesen, als Binder, als Vernetzer bzw. Beschleuniger beim Aushärten von Epoxyharzen, Polyurethanen,
- 30 ungesättigten Polyesterharzen, als Polymerstabilisatoren, als Pflanzenschutzmittel, als Therapeutikum oder Additiv in Therapeutika für Menschen und Tiere, als Sequestrierungsmittel, als Mineralöl-Additiv, als



Korrosionsschutzmittel, in Wasch- und Reinigungsmittelanwendungen, in Elektronikanwendungen.

Die Erfindung betrifft ebenfalls die Verwendung von mono-

- 5 carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -salzen und -estern, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, als Flammenschutzmittel, insbesondere Flammenschutzmittel für Klarlacke und Intumeszenzbeschichtungen, Flammenschutzmittel für Holz und andere
- 10 cellulosehaltige Produkte, als reaktives und/oder nicht reaktives Flammenschutzmittel für Polymere, zur Herstellung von flammgeschützten Polymerformmassen, zur Herstellung von flammgeschützten Polymerformkörpern und/oder zum flammhemmend Ausrüsten von Polyester und Cellulose-Rein- und Mischgeweben durch Imprägnierung.
- 15 Die Erfindung betrifft zudem eine flammgeschützte thermoplastische oder duroplastische Polymerformmasse, enthaltend 0,5 bis 45 Gew.-% mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, 0,5 bis 95 Gew.-% thermoplastisches oder duroplastisches Polymer oder Mischungen derselben, 0
- 20 bis 55 Gew.-% Additive und 0 bis 55 Gew.-% Füllstoff bzw. Verstärkungsmaterialien, wobei die Summe der Komponenten 100 Gew.-% beträgt.

Die Erfindung betrifft außerdem flammgeschützte thermoplastische oder

- 25 duroplastische Polymer-Formkörper, -Filme, -Fäden und -Fasern, enthaltend 0,5 bis 45 Gew.-% mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, 0,5 bis 95 Gew.-% thermoplastisches oder duroplastisches Polymer oder Mischungen derselben, 0 bis 55 Gew.-% Additive und 0 bis 55 Gew.-% Füllstoff
- 30 bzw. Verstärkungsmaterialien, wobei die Summe der Komponenten 100 Gew.-% beträgt.

Alle vorgenannten Umsetzungen können auch stufenweise ausgeführt werden; ebenso können in den verschiedenen Verfahrensschritten auch die jeweiligen resultierenden Reaktionslösungen eingesetzt werden.

- 5 Handelt es sich bei der mono-carboxyfunktionalisierter Dialkylphosphinsäure (III) nach Schritt c) um einen Ester, so kann bevorzugt eine saure oder basische Hydrolyse durchgeführt werden, um die freie mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure oder deren Salz zu erhalten.
- 10 Bevorzugt handelt es sich bei der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure um 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(Propylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(i-Propylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(Butylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(sec-Butylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(i-Butylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(2-Phenylethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure, 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(Propylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(i-Propylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(Butylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(sec-Butylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(i-Butylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(2-Phenylethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure, 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(Propylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(i-Propylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(Butylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(i-Butylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(sec-Butylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure, 3-(2-Phenylethylhydroxyphosphinyl)-3-phenylpropionsäure.
- 25 Bevorzugt handelt es sich bei den herzustellenden Zielverbindungen auch um mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäureester, wie Propionsäure-, Methyl-, Ethyl-, i-Propyl-, Butyl-, Phenyl-, 2-Hydroxyethyl-, 2-Hydroxypropyl-, 3-Hydroxypropyl-, 4-Hydroxybutyl- und/oder 2,3-Dihydroxypropylester der
- 30 vorgenannten mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren oder Mischungen davon.

Bevorzugt handelt es sich bei den herzustellenden Zielverbindungen auch um mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure-Salze, wie Aluminium(III)-, Calcium(II)-, Magnesium (II)-, Cer(III)-, Ti(IV)- und/oder Zink(II)salze der vorgenannten mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren oder der  
5 vorgenannten Ester der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren.

Dabei gelten als Zielverbindungen auch diejenigen Ester und Salze, bei denen die Veresterung bzw. die Salzbildung an der Phosphinsäuregruppe (bei X in Formel (III)) oder an der Propionsäuregruppe (bei Y in Formel (III)) erfolgt.

10

Bevorzugt handelt es sich bei den Übergangsmetallen für den Katalysator A um Elemente der siebten und achten Nebengruppe (nach moderner Nomenklatur ein Metall der Gruppe 7, 8, 9 oder 10), wie etwa Rhenium, Ruthenium, Cobalt, Rhodium, Iridium, Nickel, Palladium und Platin.

15

Bevorzugt werden als Quelle der Übergangsmetalle und Übergangsmetallverbindungen deren Metallsalze verwendet. Geeignete Salze sind solche von Mineralsäuren, die die Anionen Fluorid, Chlorid, Bromid, Iodid, Fluorat, Chlorat, Bromat, Iodat, Fluorit, Chlorit, Bromit, Iodit, Hypofluorit, Hypochlorit, Hypobromit, Hypiodit, Perfluorat, Perchlorat, Perbromat, Periodat, Cyanid, Cyanat, Nitrat, Nitrid, Nitrit, Oxid, Hydroxid, Borat, Sulfat, Sulfit, Sulfid, Persulfat, Thiosulfat, Sulfamat, Phosphat, Phosphit, Hypophosphit, Phosphid, Carbonat und Sulfonat, wie etwa Methansulfonat, Chlorosulfonat, Fluorosulfonat, Trifluoromethansulfonat, Benzolsulfonat, Naphthylsulfonat, Toluolsulfonat, t-Butylsulfonat, 2-Hydroxypropansulfonat und sulfonierte Ionentauscherharze;  
20 und/oder organische Salze, wie etwa Acetyl-acetonate und Salze einer Carbonsäure mit bis zu 20 Kohlenstoffatomen, wie etwa Format, Acetat, Propionat, Butyrat, Oxalat, Stearat und Zitrat einschliesslich halogenierter Carbonsäuren mit bis zu 20 Kohlenstoffatomen, wie etwa Trifluoracetat, Trichloracetat, enthalten.

25

30

Eine weitere Quelle der Übergangsmetalle und Übergangsmetallverbindungen stellen Salze der Übergangsmetalle mit Tetraphenylborat- und halogenierten Tetraphenylboratanionen, wie etwa Perfluorophenylborat, dar.

Geeignete Salze beeinhalteten ebenso Doppelsalze und Komplexsalze bestehend aus einem oder mehreren Übergangsmetallionen und unabhängig voneinander ein oder mehrere Alkalimetall-, Erdalkalimetall-, Ammonium-, organische Ammonium-,  
5 Phosphonium- und organische Phosphoniumionen und unabhängig voneinander ein oder mehrere oben genannter Anionen. Geeignete Doppelsalze stellen z. B. Ammoniumhexachloropalladat und Ammoniumtetrachloropalladat dar.

10 Bevorzugt ist eine Quelle der Übergangsmetalle das Übergangsmetall als Element und/oder eine Übergangsmetallverbindung in dessen null-wertigem Zustand.

Bevorzugt wird das Übergangsmetall metallisch eingesetzt oder als Legierung mit weiteren Metallen verwendet, wobei hier Bor, Zirkonium, Tantal, Wolfram, Rhenium, Kobalt, Iridium, Nickel, Palladium, Platin und/oder Gold bevorzugt ist.  
15 Dabei ist der Übergangsmetallgehalt in der eingesetzten Legierung bevorzugt 45 - 99,95 Gew.-%.

Bevorzugt wird das Übergangsmetall mikrodispers (Teilchengröße 0,1 mm - 100 µm) eingesetzt.

20

Bevorzugt wird das Übergangsmetall auf einem Metalloxid wie etwa Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titandioxid, Zirkoniumdioxid, Zinkoxid, Nickeloxid, Vanadiumoxid, Chromoxid, Magnesiumoxid, Celite®, Kieselgur, auf einem Metallcarbonat wie etwa Bariumcarbonat, Calciumcarbonat, Strontiumcarbonat,  
25 auf einem Metallsulfat wie etwa Bariumsulfat, Calciumsulfat, Strontiumsulfat, auf einem Metallphosphat wie etwa Aluminiumphosphat, Vanadiumphosphat, auf einem Metallcarbid wie etwa Siliconcarbid, auf einem Metallaluminat wie etwa Calciumaluminat, auf einem Metallsilikat wie etwa Aluminiumsilikat, Kreiden, Zeolithe, Bentonit, Montmorillonit, Hectorit, auf funktionalisierten Silikaten,  
30 funktionalisierten Silikagelen wie etwa SiliaBond®, QuadraSil™, auf funktionalisierten Polysiloxanen wie etwa Deloxan®, auf einem Metallnitrid, auf Kohle, Aktivkohle, Mullite, Bauxite, Antimonite, Scheelite, Perovskite, Hydrotalcite, Heteropolyanionen, auf funktionalisierter und unfunktionalisierter Cellulose,

Chitosan, Keratin, Heteropolyanionen, auf Ionentauschern wie etwa Amberlite™, Amberjet™, Ambersep™, Dowex®, Lewatit®, ScavNet®, auf funktionalisierten Polymeren wie etwa Chelex®, QuadraPure™, Smopex®, PolyOrgs®, auf polymergebundenen Phosphanen, Phosphanoxiden, Phosphinaten, Phosphonaten, Phosphaten, Aminen, Ammoniumsalzen, Amiden, Thioamiden, Harnstoffen, Thioharnstoffen, Triazinen, Imidazolen, Pyrazolen, Pyridinen, Pyrimidinen, Pyrazinen, Thiolen, Thioether, Thiolester, Alkoholen, Alkoxiden, Ether, Ester, Carbonsäuren, Acetaten, Acetalen, Peptiden, Heterarenen, Polyethylenimin/Siliciumdioxid und/oder Dendrimeren geträgert verwendet.

10

Geeignete Quellen der Metallsalze und/oder Übergangsmetalle stellen bevorzugt ebenfalls deren Komplexverbindungen dar. Komplexverbindungen der Metallsalze und/oder Übergangsmetalle setzen sich aus den Metallsalzen bzw. Übergangsmetalle und einem oder mehreren Komplexbildnern zusammen.

15

Geeignete Komplexbildner sind z. B. Olefine, Diolefine, Nitrile, Dinitrile, Kohlenmonoxid, Phosphine, Diphosphine, Phosphite, Diphosphite, Dibenzylidenaceton, Cyclopentadienyl, Indenyl oder Styrol. Geeignete Komplexverbindungen der Metallsalze und/oder Übergangsmetalle können auf den oben genannten Trägermaterialien geträgert sein.

20

Bevorzugt ist der Gehalt an den genannten geträgerten Übergangsmetallen 0,01 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 10 Gew.-%, insbesondere 0,2 bis 5 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmasse des Trägermaterials.

25

Geeignete Quellen von Übergangsmetallen und Übergangsmetallverbindungen sind beispielsweise

Palladium, Platin, Nickel, Rhodium; Palladium-Platin, Nickel oder Rhodium, auf Alumina, auf Silika, auf Bariumcarbonat, auf Bariumsulfat, auf Calciumcarbonat, auf Strontiumcarbonat, auf Kohle, auf Aktivkohle; Platin-Palladium-Gold-,

30

Aluminum-Nickel-, Eisen-Nickel-, Lanthanoid-Nickel-, Zirkonium-Nickel-, Platin-Iridium-, Platin-Rhodium-Legierung; Raney®-Nickel, Nickel-Zink-Eisen-Oxid; Palladium(II)-, Nickel(II)-, Platin(II)-, Rhodiumchlorid, -bromid, -iodid, -fluorid, -hydrid, -oxid, -peroxid, -cyanid, -sulfat, -nitrat, -phosphid, -borid, -chromoxid,

- cobaltoxid, -carbonathydroxid, -cyclohexanbutyrat, -hydroxid, -molybdat,  
 -octanoat, -oxalat, -perchlorat, -phthalocyanin, -5,9,14,18,23,27,32,36-octabutoxy-  
 2,3-naphthalocyanin, -sulfamat, -perchlorat, -thiocyanat, -bis(2,2,6,6-tetramethyl-  
 3,5-heptanedionat), -propionat, -acetat, -stearat, -2-ethylhexanoat,
- 5 -acetylacetonat, -hexafluoroacetylacetonat, -tetrafluoroborat, -thiosulfat,  
 -trifluoroacetat, -phthalocyanintetrasulfonsäure Tetranatriumsalz, -methyl,  
 -cyclopentadienyl, -methylcyclopentadienyl, -ethylcyclopentadienyl,  
 -pentamethylcyclopentadienyl, -2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H,23H-porphin,  
 -5,10,15,20-tetraphenyl-21H,23H-porphin, -bis(5-[[4-(dimethylamino)phenyl]imino]-
- 10 8(5H)-quinolinon), -2,11,20,29-tetra-tert-butyl-2,3-naphthalocyanin, -2,9,16,23-  
 tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanin, -5,10,15,20-tetrakis(pentafluorophenyl)-  
 21H,23H-porphin und deren 1,4-Bis(diphenylphosphin)butan-,  
 1,3-Bis(diphenylphosphino)propan-, 2-(2'-Di-tert-butylphosphin)biphenyl-,  
 Acetonitril-, Benzonitril-, Ethylendiamin-, Chloroform-, 1,2-Bis(phenylsulfinyl)ethan-
- 15 -, 1,3-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-imidazoliden)(3-chloropyridyl)-,  
 2'-(Dimethylamino)-2-biphenyl-, Dinorbornylphosphin-, 2-(Dimethylamino-  
 methyl)ferrocen-, Allyl-, Bis(Diphenylphosphino)butan-, (N-succinimidyl)bis-  
 (triphenylphosphin)-, Dimethylphenylphosphin-, Methyl-diphenyl-phosphin-,  
 1,10-Phenanthrolin-, 1,5-Cyclooctadien-, N,N,N',N'-Tetramethyl-ethylendiamin-,  
 20 Triphenyl-phosphin-, Tri-o-tolylphosphin-, Tricyclohexylphosphin-,  
 Tributylphosphin-, Triethylphosphin-, 2,2'-Bis(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl-,  
 1,3-Bis(2,6-diisopropylphenyl)imidazol-2-yliden-, 1,3-Bis(mesityl)imidazol-2-  
 yliden-, 1,1'-Bis(diphenylphosphino)ferrocen-, 1,2-Bis(diphenylphosphino)ethan-,  
 N-Methylimidazol-, 2,2'-Bipyridin-, (Bicyclo[2.2.1]-hepta-2,5-dien)-, Bis(di-tert-  
 25 butyl(4-dimethylamino-phenyl)phosphin)-, Bis(tert.-butylisocyanid)-,  
 2-Methoxyethylether-, Ethylenglycol-dimethylether-, 1,2-Dimethoxyethan-, Bis(1,3-  
 diamino-2-propanol)-, Bis(N,N-diethylethylendiamin)-, 1,2-Diaminocyclohexan-,  
 Pyridin-, 2,2':6',2"-terpyridin-, Diethylsulfid-, Ethylen-, Amin-Komplexe; Kalium-,  
 Natrium-, Ammoniumhexa-chloropalladat(IV), Kalium-, Natrium-, Ammonium-  
 30 tetrachloropalladat(II), Bromo(tri-tert-butylphosphin)palladium(I) Dimer, (2-Methyl-  
 allyl)palladium(II)chlorid Dimer, Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0), Tris(di-  
 benzylidenaceton)dipalladium(0), Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0),  
 Tetrakis(tricyclohexylphosphin)palladium (0), Bis[1,2-bis(diphenylphos-

- phin)ethan]-palladium(0), Bis(3,5,3',5'-dimethoxydibenzylidenaceton)palladium(0), Bis(tri-tert-butylphosphin)palladium(0), meso-Tetraphenyltetrabenzoporphin Palladium, Tetrakis(methyldiphenylphosphin)palladium(0), Tris(3,3',3''-phosphinidyn-tris(benzolsulfonato)palladium(0) Nonanatriumsalz, 1,3-Bis(2,4,6-trimethylphenyl)-imidazol-2-yliden(1,4-naphthoquinon)palladium(0), 1,3-Bis(2,6-diisopropylphenyl)-imidazol-2-yliden(1,4-naphthoquinon)palladium(0), und deren Chloroform-Komplex;
- Allylnickel(II)chlorid Dimer, Ammoniumnickel(II)sulfat, Bis(1,5-cyclooctadien)nickel(0), Bis(triphenylphosphin)dicarbonylnickel(0), Tetrakis(triphenylphosphin)nickel(0), Tetrakis(triphenylphosphit)nickel(0), Kaliumhexafluoronickelat(IV), Kaliumtetracyanonickelat(II), Kaliumnickel(IV)paraperiodat, Dilithiumtetrabromonickelat(II), Kaliumtetracyanonickelat(II);
- Platin(IV)chlorid, -oxid, -sulfid, Kalium-, Natrium-, Ammoniumhexachloroplatinat(IV), Kalium-, Ammoniumtetrachloroplatinat(II), Kaliumtetracyanoplatinat(II), Trimethyl(methylcyclopentadienyl)platin(IV), cis-Diammintetrachloroplatin(IV), Kaliumtrichloro(ethylen)platinat(II), Natriumhexahydroxyplatinat(IV), Tetraaminplatin(II)tetrachloroplatinat(II), Tetrabutylammoniumhexachloroplatinat(IV),
- Ethylenbis(triphenylphosphin)platin(0), Platin(0)-1,3-divinyl-1,1,3,3-tetramethyldisiloxan, Platin(0)-2,4,6,8-tetramethyl-2,4,6,8-tetravinylcyclotetrasiloxan, Tetrakis(triphenyl-phosphin)platin(0), Platinooctaethylporphyrin, Chloroplatinsäure, Carboplatin;
- Chlorobis(ethylen)rhodium Dimer, Hexarhodiumhexadecacarbonyl, Chloro(1,5-cyclooctadien)rhodium Dimer, Chloro(norbomadien)-rhodium Dimer, Chloro(1,5-hexadien)rhodium Dimer.

Bevorzugt handelt es sich bei den Liganden um Phosphine der Formel (VII)



- in der die Reste R<sup>9</sup> unabhängig voneinander für Wasserstoff, geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylaryl, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkenyl, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkinyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Carboxyat, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkoxy, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkenyloxy, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkinyloxy, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkoxy-carbonyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylthio, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylsulfonyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-

- Alkylsulfinyl, Silyl und/oder deren Derivative und/oder durch wenigstens ein R<sup>10</sup> substituiertes Phenyl- oder durch wenigstens ein R<sup>10</sup> substituiertes Naphtyl stehen. R<sup>10</sup> steht unabhängig voneinander für Wasserstoff, Fluor, Chlor, Brom, Iod, NH<sub>2</sub>, Nitro, Hydroxy, Cyano, Formyl, geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches
- 5 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkoxy, HN(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl), N(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl)<sub>2</sub>, -CO<sub>2</sub>-(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl), -CON(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl)<sub>2</sub>, -OCO(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl), NHCO(C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl), C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Acyl, -SO<sub>3</sub>M, -SO<sub>2</sub>N(R<sup>11</sup>)M, -CO<sub>2</sub>M, -PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, -AsO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, -SiO<sub>2</sub>M, -C(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OM (M = H, Li, Na oder K), wobei R<sup>11</sup> Wasserstoff, Fluor, Chlor, Brom, Iod, geradkettiges, verzweigtes oder cyclisches C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkyl, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkenyl, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkinyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-
- 10 Carboxyat, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkoxy, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkenyloxy, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkinyloxy, C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>-Alkoxy-carbonyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylthio, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylsulfonyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylsulfinyl, Silyl und/oder deren Derivative, Aryl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Arylalkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylaryl, Phenyl und/oder Biphenyl bedeutet. Vorzugsweise sind alle Gruppen R<sup>9</sup> identisch.
- 15 Geeignete Phosphine (VII) sind beispielsweise Trimethyl-, Triethyl-, Tripropyl-, Triisopropyl-, Tributyl-, Triisobutyl-, Triisopentyl-, Trihexyl-, Tricyclohexyl-, Trioctyl-, Tridecyl-, Triphenyl-, Diphenylmethyl-, Phenyldimethyl-, Tri(o-tolyl)-, Tri(p-tolyl)-, Ethyldiphenyl-, Dicyclohexylphenyl-, 2-Pyridyldiphenyl-, Bis(6-methyl-2pyridyl)-phenyl-, Tri-(p-chlorophenyl)-, Tri-(p-methoxyphenyl)-, Diphenyl(2-
- 20 sulfonatophenyl)phosphin; Kalium-, Natrium- und Ammoniumsalze von Diphenyl(3-sulfonatophenyl)phosphin, Bis(4,6-dimethyl-3-sulfonatophenyl)(2,4-dimethylphenyl)phosphin, Bis(3-sulfonato-phenyl)phenylphosphinen, Tris(4,6-dimethyl-3-sulfonatophenyl)phosphinen, Tris(2-sulfonatophenyl)phosphinen, Tris(3-sulfonatophenyl)phosphinen; 2-Bis(diphenylphosphinoethyl)trimethyl-
- 25 ammoniumiodid, 2'-Dicyclohexylphosphino-2,6-dimethoxy-3-sulfonato-1,1'-biphenyl Natriumsalz, Trimethylphosphit und/oder Triphenylphosphit.

Besonders bevorzugt handelt es sich bei den Liganden um bidentate Liganden der allgemeinen Formel



In dieser Formel repräsentieren M'' unabhängig voneinander N, P, As oder Sb. Bevorzugt sind die beiden M'' gleich und besonders bevorzugt steht M'' für ein Phosphoratom.



Jede Gruppe  $R^9$  repräsentiert unabhängig voneinander die unter Formel (VII) beschriebenen Reste. Vorzugsweise sind alle Gruppen  $R^9$  identisch.

- 5 Z stellt bevorzugt eine bivalente Überbrückungsgruppe dar, die wenigstens 1 Brückenatom enthält, wobei bevorzugt 2 bis 6 Brückenatome enthalten sind.

Brückenatome können ausgewählt werden aus C-, N-, O-, Si- und S-Atomen.

- Bevorzugt ist Z eine organische Überbrückungsgruppe, die wenigstens ein  
10 Kohlenstoffatom enthält. Bevorzugt ist Z eine organische Überbrückungsgruppe, die 1 bis 6 Brückenatome enthält, wovon wenigstens zwei Kohlenstoffatome sind, die unsubstituiert oder substituiert sein können.

Bevorzugte Gruppen Z sind  $-CH_2-$ ,  $-CH_2-CH_2-$ ,  $-CH_2-CH_2-CH_2-$ ,

- 15  $-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-$ ,  $-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-$ ,  $-CH_2-C(C_2H_5)-CH_2-$ ,  $-CH_2-Si(CH_3)_2-CH_2-$ ,  $-CH_2-O-CH_2-$ ,  $-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$ ,  $-CH_2-CH(C_2H_5)-CH_2-$ ,  $-CH_2-CH(n-Pr)-CH$  und  $-CH_2-CH(n-Bu)-CH_2-$ , unsubstituierte oder substituierte 1,2-Phenyl-, 1,2-Cyclohexyl-, 1,1'- oder 1,2-Ferrocenyl-Reste, 2,2'-(1,1'-Biphenyl)-, 4,5-Xanthen- und/oder Oxydi-2,1-phenylen-Reste.

20

Geeignete bidentate Phosphinliganden (VIII) sind beispielsweise

- 1,2-Bis(dimethyl-), 1,2-Bis(diethyl-), 1,2-Bis(dipropyl-), 1,2-Bis(diisopropyl-),  
1,2-Bis(dibutyl-), 1,2-Bis(di-tert.-butyl-), 1,2-Bis(dicyclohexyl-) und  
1,2-Bis(diphenylphosphino)ethan; 1,3-Bis(dicyclohexyl-), 1,3-Bis(diisopropyl-),  
25 1,3-Bis(di-tert.-butyl-) und 1,3-Bis(diphenylphosphino)propan; 1,4-Bis-(diisopropyl-) und 1,4-Bis(diphenylphosphino)butan; 1,5-Bis(dicyclohexylphosphino)pentan; 1,2-Bis(di-tert.-butyl-), 1,2-Bis(di-phenyl-), 1,2-Bis(di-cyclohexyl-),  
1,2-Bis(dicyclo-pentyl-), 1,3-Bis(di-tert.-butyl-), 1,3-Bis(diphenyl-), 1,3-Bis(di-cyclohexyl-) und 1,3-Bis(dicyclopentylphosphino)benzol; 9,9-Dimethyl-4,5-  
30 bis(diphenylphosphino)xanthen, 9,9-Dimethyl-4,5-bis(diphenyl-phosphino)-2,7-di-tert.-butylxanthen, 9,9-Dimethyl-4,5-bis(di-tert.-butylphosphino)-xanthen,  
1,1'-Bis(diphenylphosphino)-ferrocen, 2,2'-Bis(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl,  
2,2'-Bis(di-p-tolylphosphino)-1,1'-binaphthyl, (Oxydi-2,1-phenylen)-

bis(diphenylphosphin), 2,5-(Di-isopropylphospholano)benzol,  
 2,3-O-Isopropopyriden-2,3-dihydroxy-1,4-bis(diphenylphosphino)butan,  
 2,2'-Bis(di-tert.-butylphosphino)-1,1'-biphenyl, 2,2'-Bis(dicyclohexylphosphino)-  
 1,1'-biphenyl, 2,2'-Bis(diphenylphosphino)-1,1'-biphenyl, 2-(Di-tert.-butylphos-  
 5 phino)-2'-(N,N-dimethylamino)biphenyl, 2-(Dicyclohexylphosphino)-2'-(N,N-  
 dimethylamino)biphenyl, 2-(Diphenylphosphino)-2'-(N,N-dimethylamino)biphenyl,  
 2-(Diphenylphosphino)ethyl-amin, 2-[2-(Diphenyl-phosphino)ethyl]pyridin; Kalium-,  
 Natrium- und Ammoniumsalze von 1,2-Bis(di-4-sulfonatophenylphosphino)-benzol,  
 (2,2'-Bis [[bis(3-sulfonato-phenyl)phosphino]methyl]-4,4',7,7'-tetrasulfonato-1,1'-  
 10 binaphthyl, (2,2'-Bis[[bis(3-sulfonatophenyl)phosphino]-methyl]-5,5'-tetrasulfonato-  
 1,1'-biphenyl, (2,2'-Bis [[bis(3-sulfonatophenyl)phosphino]-methyl]-1,1'-binaphthyl,  
 (2,2'-Bis[[bis(3-sulfonatophenyl)phosphino]-methyl]-1,1'-biphenyl, 9,9-Dimethyl-  
 4,5-bis(diphenylphosphino)-2,7-sulfonatoxanthen, 9,9-Dimethyl-4,5-bis(di-tert.-  
 butylphosphino)-2,7-sulfonatoxanthen, 1,2-Bis(di-4-sulfonatophenylphosphino)-  
 15 benzol, Meso-tetrakis(4-sulfonatophenyl)porphin, Meso-tetrakis(2,6-dichloro-3-  
 sulfonatophenyl)porphin, Meso-tetrakis(3-sulfonatomesityl)porphin, Tetrakis(4-  
 carboxyphenyl)porphin und 5,11,17,23-Sulfonato-25,26,27,28-  
 tetrahydroxycalix[4]aren.

20 Zudem können die Liganden der Formel (VII) und (VIII) durch die Reste R<sup>9</sup>  
 und/oder die Überbrückungsgruppe an ein geeignetes Polymer oder  
 anorganisches Substrat gebunden sein.

Das Katalysatorsystem hat ein Übergangsmetall-Ligand-Molverhältnis von 1:0,01  
 25 bis 1:100, bevorzugt von 1:0,05 bis 1:10 und insbesondere von 1:1 bis 1:4.

Bevorzugt erfolgen die Umsetzungen in den Verfahrensstufen a), b), c) und d)  
 wahlweise in einer Atmosphäre, die weitere gasförmige Bestandteile wie zum  
 Beispiel Stickstoff, Sauerstoff, Argon, Kohlendioxid enthält; die Temperatur beträgt  
 30 -20 bis 340 °C, insbesondere 20 bis 180 °C und der Gesamtdruck von 1 bis  
 100 bar.

Die Isolierung der Produkte und/oder des Übergangsmetalls und/oder der Übergangs-metallverbindung und/oder Katalysatorsystems und/oder des Liganden und/oder der Edukte nach den Verfahrensstufen a), b), c) und d) erfolgt wahlweise durch Destillation oder Rektifikation, durch Kristallisation oder Fällen, durch  
5 Filtration oder Zentrifugieren, durch Adsorption oder Chromatographie oder anderen bekannten Methoden.

Erfindungsgemäß werden Lösungsmittel, Hilfsmittel und ggf. andere flüchtige Bestandteile durch z. B. Destillation, Filtration und/oder Extraktion abgetrennt.

10

Bevorzugt erfolgt die Umsetzungen in den Verfahrensstufen a), b), c) und d) wahlweise in Absorptionskolonnen, Sprühtürmen, Blasensäulen, Rührkesseln, Reiselbettreaktor, Strömungsrohren, Schlaufenreaktoren und/oder Knetern.

15 Geeignete Mischorgane sind z. B. Anker-, Blatt-, MIG-, Propeller-, Impeller-, Turbinen-, Kreuz-Rührer, Dispergierscheiben, Hohl-(Begasungs-)-Rührer, Rotor-Stator-Mischer, statische Mischer, Venturi-Düsen und/oder Mammutpumpen.

Die Reaktionslösungen/-mischungen erfahren dabei eine Mischintensität, die einer  
20 Rotations-Reynolds-Zahl von 1 bis 1.000.000, bevorzugt von 100 bis 100.000 entspricht.

Bevorzugt erfolgt eine intensive Durchmischung der jeweiligen Reaktionspartner etc. unter einem Energieeintrag von 0,080 bis 10 kW/m<sup>3</sup>, bevorzugt 0,30 -  
25 1,65 kW/m<sup>3</sup>.

Bevorzugt wirkt der Katalysator A während der Umsetzung homogen und/oder heterogen. Daher wirkt der jeweils heterogen wirkende Katalysator während der Umsetzung als Suspension oder an eine feste Phase gebunden.

30

Bevorzugt wird der Katalysator A vor der Umsetzung und/oder zu Beginn der Umsetzung und/oder während der Umsetzung in situ generiert.

Bevorzugt erfolgt die jeweilige Umsetzung in einem Lösungsmittel als Ein-Phasen-System in homogener oder heterogener Mischung und/oder in der Gasphase.

Wird ein Mehr-Phasen-System verwendet kann zusätzlich ein

- 5 Phasentransferkatalysator eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäßen Reaktionen können in flüssiger Phase, in der Gasphase oder in überkritischer Phase durchgeführt werden. Dabei wird der Katalysator A bei Flüssigkeiten vorzugsweise homogen oder als Suspension eingesetzt, während bei Gasphasen- oder überkritischer Fahrweise eine Festbettanordnung von Vorteil ist.

Geeignete Lösungsmittel sind Wasser, Alkohole wie z. B. Methanol, Ethanol, i-Propanol, n-Propanol, n-Butanol, i-Butanol, t-Butanol, n-Amylalkohol, i-Amylalkohol, t-Amylalkohol, n-Hexanol, n-Octanol, i-Octanol, n-Tridecanol, Benzylalkohol etc. Bevorzugt sind weiterhin Glycole wie z.B. Ethylenglycol, 1,2-Propandiol, 1,3-Propandiol, 1,3-Butandiol, 1,4-Butandiol, Diethylenglycol etc.; aliphatische Kohlenwasserstoffe wie Pentan, Hexan, Heptan, Octan, und Petrolether, Petroleumbenzin, Kerosin, Petroleum, Paraffinöl etc.; aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol, Mesitylen, Ethylbenzol, Diethylbenzol etc.; Halogenkohlenwasserstoffe wie Methylenchlorid, Chloroform, 1,2-Dichloroethan, Chlorobenzol, Tetrachlorkohlenstoff, Tetrabromoethylen etc.; alicyclische Kohlenwasserstoffe wie Cyclopentan, Cyclohexan und Methylcyclohexan etc.; Ether wie Anisol (Methylphenylether), t-Butylmethylether, Dibenzylether, Diethylether, Dioxan, Diphenylether, Methylvinylether, Tetrahydrofuran, Triisopropylether etc.; Glycolether wie Diethylenglycoldiethylether, Diethylenglycoldimethylether (Diglyme), Diethylenglycolmonobutylether, Diethylenglycolmonomethylether, 1,2-Dimethoxy-ethan (DME Monoglyme), Ethylenglycolmonobutylether, Triethylenglycoldimethylether (Triglyme), Triethylenglycolmonomethylether etc.; Ketone wie Aceton, Diisobutylketon, Methyl-n-propylketon; Methylethylketon, Methyl-i-butylketon etc.; Ester wie Methylformat, Methylnacetat, Ethylacetat, n-Propylacetat und n-Butylacetat etc.;

Carbonsäuren wie Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure etc.;  
einzeln oder in Kombination miteinander.

Geeignete Lösungsmittel sind auch die eingesetzten Olefine und

- 5 Phosphinsäurequellen. Diese bieten Vorteile in Form einer höheren Raum-Zeit-Ausbeute.

Bevorzugt wird die Umsetzung unter dem eigenen Dampfdruck des Olefins  
und/oder des Lösungsmittels durchgeführt.

10

Bevorzugt sind  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$  des Olefins (IV) gleich oder verschieden und  
bedeuten, unabhängig voneinander, H, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl,  
Isobutyl, tert.-Butyl und/oder Phenyl.

- 15 Bevorzugt werden auch funktionalisierte Olefine wie Allylthiocyanat,  
Allylmethacrylat, 2-Allylphenol, N-Allylthioharnstoff, 2-(Allylthio)-2-thiazolin,  
Allyltrimethylsillan, Allylacetat, Allylacetacetat, Allylalkohol, Allylamin, Allylbenzol,  
Allylcyanid, Allyl-(cyanacetat), Allylanisol, trans-2-Pentenal, cis-2-Pentennitril,  
1-Penten-3-ol, 4-Penten-1-ol, 4-Penten-2-ol, trans-2-Hexenal, trans-2-Hexen-1-ol,  
20 cis-3-Hexen-1-ol, 5-Hexen-1-ol, Styrol, -Methylstyrol, 4-Methylstyrol, Vinylacetat,  
9-Vinylanthracen, 2-Vinylpyridin, 4-Vinylpyridin und 1-Vinyl-2-pyrrolidon  
eingesetzt.

- Bevorzugt erfolgt die Umsetzung bei einem Partialdruck des Olefins von 0,01 -  
25 100 bar, besonders bevorzugt bei einem Partialdruck des Olefins von 0,1 - 10 bar.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in einem Phosphinsäure-Olefin-Molverhältnis von  
1:10.000 bis 1:0,001, besonders bevorzugt im Verhältnis von 1:30 bis 1:0,01.

- Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in einem Phosphinsäure-Katalysator-  
30 Molverhältnis von 1:1 bis 1:0,00000001, besonders bevorzugt bei 1:0,01 bis  
1:0,000001.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in einem Phosphinsäure-Lösungsmittel-Molverhältnis von 1:10.000 bis 1:0, besonders bevorzugt bei 1:50 bis 1:1.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel  
5 (II) ist dadurch gekennzeichnet, dass man eine Phosphinsäurequelle mit Olefinen in Gegenwart eines Katalysators umsetzt und das Produkt (II) (Alkylphosphonigsäure bzw. -salze, -ester) von Katalysator, Übergangsmetall bzw. Übergangsmetall-Verbindung, Ligand, Komplexbildner, Salzen und Nebenprodukten befreit wird.

10

Erfindungsgemäß wird der Katalysator, das Katalysatorsystem, das Übergangsmetall und/oder die Übergangsmetallverbindung abgetrennt durch Zugabe eines Hilfsmittels 1 und Entfernen des Katalysators, des Katalysatorsystems, des Übergangsmetalls und/oder der  
15 Übergangsmetallverbindung durch Extraktion und/oder Filtration.

Erfindungsgemäß wird der Ligand und/oder Komplexbildner durch Extraktion mit Hilfsmittel 2 und/oder Destillation mit Hilfsmittel 2 abgetrennt.

20 Hilfsmittel 1 ist bevorzugt Wasser und/oder mindestens ein Vertreter der Familie der Metallfänger (Metal Scavenger). Bevorzugte Metallfänger sind Metalloxide wie etwa Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titandioxid, Zirkoniumdioxid, Zinkoxid, Nickeloxid, Vanadiumoxid, Chromoxid, Magnesiumoxid, Celite®, Kieselgur; Metallcarbonate wie etwa Bariumcarbonat, Calciumcarbonat, Strontiumcarbonat;  
25 Metallsulfate wie etwa Bariumsulfat, Calciumsulfat, Strontiumsulfat; Metallphosphate wie etwa Aluminiumphosphat, Vanadiumphosphat; Metallcarbide wie etwa Siliconcarbid; Metallaluminat wie etwa Calciumaluminat; Metallsilikate wie etwa Aluminiumsilikat, Kreiden, Zeolithe, Bentonit, Montmorillonit, Hectorit; funktionalisierte Silikate, funktionalisierte Silikagele wie  
30 etwa SiliaBond®, QuadraSil™; funktionalisierte Polysiloxane wie etwa Deloxan®; Metallnitride, Kohle, Aktivkohle, Mullite, Bauxite, Antimonite, Scheelite, Perovskite, Hydrotalcite, funktionalisierte und unfunktionalisierte Cellulose, Chitosan, Keratin, Heteropolyanionen, Ionentauscher wie etwa Amberlite™, Amberjet™,

Ambersep™, Dowex®, Lewatit®, ScavNet®; funktionalisierte Polymere wie etwa Chelex®, QuadraPure™, Smopex®, PolyOrgs®; polymergebundene Phosphane, Phosphanoxide, Phosphinate, Phosphonate, Phosphate, Amine, Ammoniumsalze, Amide, Thioamide, Harnstoffe, Thioharnstoffe, Triazine, Imidazole, Pyrazole, Pyridine, Pyrimidine, Pyrazine, Thiole, Thiolether, Thiolester, Alkohole, Alkoxide, Ether, Ester, Carbonsäuren, Acetate, Acetale, Peptide, Heterarene, Polyethylenimin/Siliciumdioxid und/oder Dendrimere.

Bevorzugt wird Hilfsmittel 1 in Mengen zugesetzt, die einer 0,1 - 40 gew.-%igen Beladung des Metalls auf dem Hilfsmittel 1 entsprechen.

Bevorzugt wird Hilfsmittel 1 bei Temperaturen von 20 - 90 °C eingesetzt.

Bevorzugt beträgt die Verweilzeit von Hilfsmittel 1 0,5 - 360 Minuten.

Hilfsmittel 2 ist bevorzugt das vorgenannte, erfindungsgemäße Lösungsmittel, wie sie bevorzugt in der Verfahrensstufe a) eingesetzt werden.

Die Veresterung der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure (III) bzw. der mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure (VI) bzw. der Alkylphosphonigsäurederivate (II) sowie der Phosphinsäurequelle (I) zu den entsprechenden Estern kann beispielsweise durch Umsetzung mit höhersiedenden Alkoholen unter Entfernung des gebildeten Wassers durch Azeotropdestillation oder durch Umsetzung mit Epoxiden (Alkylenoxiden) erreicht werden.

Bevorzugt wird hierbei nach Schritt a) die Alkylphosphonigsäure (II) mit einem Alkohol der allgemeinen Formel M-OH und/oder M'-OH oder durch Umsetzung mit Alkylenoxiden, wie nachfolgend angeführt, direkt verestert.

Bevorzugt sind M-OH primäre, sekundäre oder tertiäre Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>. Besonders bevorzugt sind Methanol, Ethanol,

Propanol, Isopropanol, n-Butanol, 2-Butanol, tert.-Butanol, Amylalkohol und/oder Hexanol.

Bevorzugt sind M'-OH Ethylenglykol, 1,2-Propylen-glykol, 1,3-Propylenglykol,  
5 1,4-Butandiol, 2,2-Dimethylpropan-1,3-diol, Neopentyl-glykol, 1,6-Hexandiol,  
1,4-Cyclohexan-dimethanol, Glycerin, Trishydroxymethylethan,  
Trishydroxymethylpropan, Pentaerythrit, Sorbit, Mannit,  $\alpha$ -Naphthol,  
Polyethylenglykole, Polypropylenglykole und/oder EO-PO-Blockpolymere.

- 10 Geeignet sind als M-OH und M'-OH auch ein- oder mehrwertige, ungesättigte  
Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>, etwa n-Buten-2-ol-1,  
1,4-Butendiol und Allylalkohol.

- Geeignet sind als M-OH und M'-OH auch Umsetzungsprodukte von einwertigen  
15 Alkoholen mit einem oder mehreren Molekülen von Alkylenoxiden, bevorzugt mit  
Ethylenoxid und/oder 1,2-Propylenoxid. Bevorzugt sind 2-Methoxyethanol,  
2-Ethoxyethanol, 2-n-Butoxy-ethanol, 2-(2'-Ethyl-hexyloxy)-ethanol,  
2-n-Dodecoxyethanol, Methyldiglykol, Ethyldiglykol, Isopropyldiglykol,  
Fettalkoholpolyglykoether und Arylpolyglykoether.

20

Bevorzugt sind M-OH und M'-OH auch Umsetzungsprodukte von mehrwertigen  
Alkoholen mit einem oder mehreren Molekülen Alkylenoxid, insbesondere Diglykol  
und Triglykol sowie Addukte von 1 bis 6 Molekülen Ethylenoxid oder Propylenoxid  
an Glycerin, Trishydroxymethylpropan oder Pentaerythrit.

25

Als M-OH und M'-OH können auch Umsetzungsprodukte von Wasser mit einem  
oder mehreren Molekülen Alkylenoxid eingesetzt werden. Bevorzugt sind  
Polyethylenglykole und Poly-1,2-propylenglykole verschiedener Molekulargrößen  
mit einem mittleren Molgewicht von 100-1000 g/mol, besonders bevorzugt von

30

150-350 g/mol.

Bevorzugt sind als M-OH und M'-OH auch Umsetzungsprodukte von Ethylenoxid  
mit Poly-1,2-propylen-glykolen oder Fettalkoholpropylenglykole; ebenso



Umsetzungsprodukte von 1,2-Propylenoxid mit Polyethylenglykolen oder Fettalkoholethoxylaten. Bevorzugt sind solche Umsetzungsprodukte mit einem mittleren Molgewicht von 100-1000 g/mol, besonders bevorzugt von 150-450 g/mol.

5

Einsetzbar sind als M-OH und M'-OH auch Umsetzungsprodukte von Alkylenoxiden mit Ammoniak, primären oder sekundären Aminen, Schwefelwasserstoff, Mercaptanen, Sauerstoffsäuren des Phosphors und C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Dicarbonsäuren. Geeignete Umsetzungsprodukte von Ethylenoxid mit

10 Stickstoffverbindungen sind Triethanolamin, Methyldiethanolamin, n-Butyl-diethanolamin, n-Dodecyl-diethanolamin, Dimethyl-ethanolamin, n-Butyl-methyl-ethanolamin, Di-n-butyl-ethanolamin, n-Dodecylmethyl-ethanolamin, Tetrahydroxyethyl-ethylendiamin oder Pentahydroxyethyl-diethylentriamin.

15 Bevorzugte Alkylenoxide sind Ethylenoxid, 1,2-Propylenoxid, 1,2-Epoxybutan, 1,2-Epoxyethylbenzol, (2,3-Epoxypropyl)benzol, 2,3-Epoxy-1-propanol und 3,4-Epoxy-1-buten.

20 Geeignete Lösungsmittel sind die im Verfahrensschritt a) genannten Lösungsmittel und die eingesetzten Alkohole M-OH, M'-OH und die Alkylenoxide. Diese bieten Vorteile in Form einer höheren Raum-Zeit-Ausbeute.

Bevorzugt wird die Umsetzung unter dem eigenen Dampfdruck des eingesetzten Alkohols M-OH, M'-OH und Alkylenoxids und/oder des Lösungsmittels  
25 durchgeführt.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung bei einem Partialdruck des eingesetzten Alkohols M-OH, M'-OH und Alkylenoxids von 0,01 - 100 bar, besonders bevorzugt bei einem Partialdruck des Alkohols von 0,1 - 10 bar.

30

Bevorzugt wird die Umsetzung bei einer Temperatur von -20 bis 340 °C durchgeführt, besonders bevorzugt bei einer Temperatur von 20 bis 180 °C.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung bei einem Gesamtdruck von 1 bis 100 bar.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in einem Molverhältnis der Alkohol- bzw. Alkylenoxidkomponente zu der Phosphinsäurequelle (I) bzw.

- 5 Alkylphosphonigsäure (II) bzw. mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure (VI) bzw. mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure (III) von 10.000:1 bis 0,001:1, besonders bevorzugt im Verhältnis von 1000:1 bis 0,01:1.

- 10 Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in einem Molverhältnis der Phosphinsäurequelle (I) bzw. Alkylphosphonigsäure (II) bzw. mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure (VI) bzw. mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure (III) zum Lösungsmittel von 1:10.000 bis 1:0, besonders bevorzugt in einem Phosphinsäure-Lösungsmittel-Molverhältnis von 1:50 bis 1:1.

- 15 Besonders bevorzugte Katalysatoren B, wie sie in der Verfahrensstufe b) eingesetzt werden, sind Peroxo-Verbindungen wie Peroxomonoschwefelsäure, Kaliummonopersulfat (Kaliumperoxomonosulfat), Caroat<sup>(TM)</sup>, Oxone<sup>(TM)</sup>, Peroxodischwefelsäure, Kaliumpersulfat (Kaliumperoxodisulfat), Natriumpersulfat (Natriumperoxodisulfat), Ammoniumpersulfat (Ammoniumperoxodisulfat).

20

- Besonders bevorzugte Katalysatoren B sind Verbindungen, die im Lösemittelsystem Peroxide bilden können wie Natriumperoxid, -hydrate, Lithiumperoxid, -hydrate, Calciumperoxid, Strontiumperoxid, Bariumperoxid, Magnesiumperoxid, Zinkperoxid, Kaliumhyperoxid, -hydrate, Natriumperoxoborat, -hydrate, Kaliumperoxoboratperoxohydrat, Magnesiumperoxoborat, 25 Calciumperoxoborat, Bariumperoxoborat, Strontiumperoxoborat, Kaliumperoxoborat, Peroxomonophosphorsäure, Peroxidphosphorsäure, Kaliumperoxodiphosphat, Ammoniumperoxodiphosphat, Kaliumammoniumperoxodiphosphate (Doppelsalz), Natriumcarbonatperoxohydrat, 30 Harnstoffperoxohydrat, Ammoniumoxalatperoxid, Bariumperoxidperoxohydrat, Bariumperoxidperoxohydrat, Calciumhydrogenperoxide, Calciumperoxidperoxohydrat, Ammoniumtriphosphatdiperoxophosphathydrat, Kaliumfluoridperoxohydrat, Kaliumfluoridtriperoxohydrat,

Kaliumfluoriddiperoxohydrat, Natriumpyrophosphatdiperoxohydrat, Natriumpyrophosphatdiperoxohydratoctahydrat, Kaliumacetatperoxohydrat, Natriumphosphatperoxohydrat, Natriumsilicatperoxohydrat.

- 5 Bevorzugte Katalysatoren B sind Wasserstoffperoxid, Perameisensäure, Peressigsäure, Benzoylperoxid, Di-tert-butylperoxid, Dicumylperoxid, 2,4-Dichlorobenzoylperoxid, Decanoylperoxid, Laurylperoxid, Cumolhydroperoxid, Pinenhydroperoxid, p-Menthan-hydroperoxid, tert-Butylhydroperoxid, Acetylacetonperoxid, Methylethylketonperoxid, Bernsteinsäureperoxid,
- 10 Dicetylperoxydicarbonat, tert-Butylperoxyacetat, tert-Butylperoxymaleinsäure, tert-Butylperoxybenzoat, Acetylcyclohexylsulfonylperoxid.

Bevorzugte Katalysatoren B sind wasserlösliche Azo-Verbindungen. Besonders bevorzugt sind Azoinitiatoren wie VAZO<sup>®</sup> 52 2,2'-Azobis(2,4-dimethyl-valeronitril),

- 15 VAZO<sup>®</sup> 64 (Azo-bis-(isobutyronitril), AIBN), VAZO<sup>®</sup> 67 2,2'-Azobis(2-methylbutyronitril), VAZO<sup>®</sup> 88 1,1'-Azobis(cyclohexane-1-carbonitril), VAZO<sup>®</sup> 68 der Fa. Dupont-Biesteritz, V-70 2,2'-Azobis(4-methoxy-2,4-dimethyl valeronitril), V-65 2,2'-Azobis(2,4-dimethyl-valeronitril), V-601 Dimethyl 2,2'-azobis(2-methylpropionat), V-59 2,2'-Azobis(2-methylbutyronitril), V-40 1,1'-
- 20 Azobis(cyclohexane-1-carbonitril), VF-096 2,2'-Azobis[N-(2-propenyl)-2-methylpropionamid], V-30 1-[(cyano-1-methylethyl)azo]formamid, VAm-110 2,2'-Azobis(N-butyl-2-methyl-propionamid), VAm-111 2,2'-Azobis(N-cyclohexyl-2-methylpropionamid), VA-046B 2,2'-Azobis[2-(2-imidazolin-2-yl)propandisulfatedi-
- 25 hydrat, VA-057 2,2'-Azobis[N-(2-carboxyethyl)-2-methylpropionamidin]tetrahydrat, VA-061 2,2'-Azobis[2-(2-imidazolin-2-yl)propan], VA-080 2,2'-Azobis{2-methyl-N-[1,1-bis(hydroxymethyl)-2-hydroxyethyl] propionamid, VA-085 2,2'-Azobis{2-methyl-N-[2-(1-hydroxybutyl)]propionamid}, VA-086 2,2'-Azobis[2-methyl-N-(2-hydroxyethyl)-propionamid] von Wako Chemicals.

- 30 Geeignet sind auch Azoinitiatoren wie 2-tert-Butylazo-2-cyanopropan, Dimethylazo-diisobutytrat, Azodiisobutyronitril, 2-tert-Butylazo-1-cyanocyclohexan, 1-tert-Amylazo-1-cyanocyclohexan. Weiterhin sind bevorzugt Alkylperketale wie

2,2-Bis-(tert-butylper-oxy)butan, Ethyl-3,3-bis(tert-butylperoxy)butyrat, 1,1-Di-(tert-butylperoxy)cyclohexan.

5 Bevorzugte Katalysatoren B sind auch Metalle, Metallhydride und Metallalkoholate wie zum Beispiel Lithium, Lithiumhydrid, Lithiumaluminiumhydrid, Methyllithium, Butyllithium, tert-Butyllithium, Lithiumdiisopropylamid, Natrium, Natriumhydrid, Natriumborhydrid, Natriummethanolat, Natriummethanolat oder Natriumbutylat, Kaliummethanolat, Kaliummethanolat oder Kaliumbutylat.

10 Bevorzugt wird der Katalysator B in Mengen von 0.05 bis 5 mol-% bezüglich der jeweiligen Acrylnitrile (V) eingesetzt.

Bevorzugt wird der Katalysator B in Mengen von 0,001 bis 10 mol-%, bezogen auf die phosphorhaltige Verbindung, eingesetzt.

15 Geeignete Lösungsmittel sind die, wie sie weiter vorne in Verfahrensstufe a) eingesetzt werden.

20 Bevorzugt wird der Initiator B mit einer Geschwindigkeit von 0,01 bis 10 mol-% Katalysator pro Stunde, bezogen auf die phosphorhaltige Verbindung, zudosiert.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung der Alkylphosphonigsäuren (II) mit dem Acrylnitril (V) bei einer Temperatur von 0 bis 250 °C, besonders bevorzugt bei 20 bis 200 °C und insbesondere bei 50 bis 150 °C.

25 Bevorzugt besteht die Atmosphäre bei der Umsetzung mit dem Acrylnitril (V) zu 50 bis 99,9 Gew.-% aus Bestandteilen des Lösungsmittels und Acrylnitril, bevorzugt 70 - 95 %.

30 Bevorzugt erfolgt die Umsetzung während des Zusatzes von Acrylnitril (V) bei einem Druck von 1 - 20 bar.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das nach Verfahrensstufe a) und/oder b) erhaltene Produktgemisch aufgearbeitet.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das nach Verfahrensstufe a) erhaltene Produktgemisch aufgearbeitet und danach die nach Verfahrensstufe b) erhaltenen mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäuren und/oder deren Ester und Alkalisalze in Verfahrensstufe c) umgesetzt.

- Gegenstand der Erfindung ist zudem ein Verfahren in Schritt b) zur
- 10 kontinuierlichen Herstellung von mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureestern (VI) durch Umsetzung von Alkylphosphonigsäureestern (II) mit Acrylnitril (V) in Gegenwart von Metallalkoholaten (Katalysator B), welches dadurch gekennzeichnet ist, dass man
- 15 a) in einem zur Kreislaufführung des Reaktionsgemisches ausgebildeten, in sich geschlossenen und mit Kühleinrichtungen sowie Überlauf versehenen Reaktor eine dem Reaktorvolumen entsprechende Volumenmenge des herzustellenden mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureestern (VI), gegebenenfalls im Gemisch mit dem Metallalkoholat entsprechenden Alkohol als Lösungsmittel, vorlegt und im Kreislauf führt; dass man
- 20 b) in den Reaktor kontinuierlich den Alkylphosphonigsäureester (II), den Acrylnitril (V) sowie eine alkoholische Lösung des Metallalkoholats unter Kühlung des im Kreislauf geführten Reaktorinhaltes einleitet und bei einer Temperatur von etwa Null bis 80 °C im Verlauf von etwa 5 - 120 Minuten umsetzt, wobei das Molverhältnis des Alkylphosphonigsäureesters (II) zu dem Acrylnitril (V) etwa 1 zu
- 25 0,9 - 2 und die Menge des Metallalkoholats, bezogen auf den Alkylphosphonigsäureester (II), etwa 0,1 bis 5 Mol-% beträgt; und dass man
- c) über den Überlauf des Reaktors kontinuierlich ein das Verfahrensprodukt enthaltendes Gemisch abzieht und aus dem Gemisch den mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureester (VI) durch Destillation abtrennt.

30

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass man die Umsetzung der Reaktionskomponenten bei einer Temperatur von 20 bis 50 °C durchführt. Die Beschickung des Reaktors mit den

Reaktionskomponenten und der Katalysatorlösung kann beispielsweise derart erfolgen, dass man

- a) den Alkylphosphonigsäureester (II), das Acrylnitril (V) sowie die alkoholische Lösung des Metallalkoholats getrennt in den Reaktor einleitet
- 5 b) ein Gemisch des Alkylphosphonigsäureesters (II) mit dem Acrylnitril (V), getrennt von der alkoholischen Lösung des Metallalkoholats, in den Reaktor einleitet oder
- c) ein Gemisch des Alkylphosphonigsäureesters (II) mit der alkoholischen Lösung des Metallalkoholats, getrennt von dem Acrylnitril (V), in den Reaktor
- 10 einleitet.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn der als Lösungsmittel eingesetzte Alkohol und/oder die alkoholische Komponente des Metallalkoholats der alkoholischen Komponente des Alkylphosphonigsäureesters (II) entspricht.

15

Im Falle des Einsatzes von Alkylphosphonigsäureester (II) und der alkoholischen Metallalkoholatlösung mit unterschiedlichen alkoholischen Komponenten wird ein Mischprodukt als Verfahrensprodukt erhalten.

20

Schließlich bestehen bevorzugte Merkmale der Erfindung darin, dass das Molverhältnis von Alkylphosphonigsäureester (II) zu Acrylnitril (V) 1 zu 1 - 1,3, die Menge an Katalysator B bezogen auf den Alkylphosphonigsäureester (II) 1 - 5 mol-% und die Menge des als Lösungsmittel eingesetzten Alkohols 0,1 - 1000 Mol pro Mol Alkylphosphonigsäureester beträgt.

25

Gemäß der erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird es ermöglicht, in technischem Maßstab kontinuierlich mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureester (VI) in einer bisher nicht erreichten Ausbeute von etwa 90 % der Theorie herzustellen.

30

Die in Schritt c) beschriebene Umsetzung zur mono-carboxyfunktionalisierter Dialkylphosphinsäure, deren Salze und Ester (III) wird durch saure oder alkalische Hydrolyse der mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure, deren Salze oder

Ester (VI) unter Verwendung von Säuren oder Basen in Gegenwart von Wasser unter Abtrennung des entstandenen Ammoniumsalzes bzw. Ammoniaks erreicht.

- 5 Wird ein mono-carboxyfunctionalisiertes Dialkylphosphinsäuresalz (III) erhalten, kann dieses mit einer Mineralsäure zur entsprechenden Säure umgesetzt und mit einem Alkohol M-OH oder M'-OH oder einem Alkylenoxid verestert werden.

- 10 Wird ein mono-carboxyfunctionalisiertes Dialkylphosphinsäureammoniumsalz (III) erhalten, kann dieses zunächst mit einer Base zu einem mono-carboxyfunctionalisierter Dialkylphosphinsäuresalz (III) umgesetzt werden, welches dann mit einer Mineralsäure zur entsprechenden Säure umgesetzt und mit einem Alkohol M-OH oder M'-OH oder einem Alkylenoxid verestert werden.

- 15 Geeignete Mineralsäuren sind beispielsweise Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Phosphorsäure oder Mischungen der Säuren.

- 20 Geignete Basen sind die als Katalysatoren B genannten Metalle, Metallhydride und Metallalkoholate wie zum Beispiel Lithium, Lithiumhydrid, Lithiumaluminiumhydrid, Methyllithium, Butyllithium, t-Butyllithium, Lithiumdiisopropylamid, Natrium, Natriumhydrid, Natriumborhydrid, Natriummethanolat, Natriummethanolat oder Natriumbutylat, Kaliummethanolat, Kaliumethanolat oder Kaliumbutylat und zudem Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Lithiumhydroxid, Bariumhydroxid.

- 25 Bevorzugt kann die saure oder alkalische Hydrolyse in Gegenwart von Wasser und eines inerten Lösungsmittles erfolgen. Geeignete inerte Lösungsmittel sind die in Verfahrensschritt a) genannten Lösungsmittel, bevorzugt sind niedermolekulare Alkohole mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen. Die Verwendung gesättigter, aliphatischer Alkohole ist besonders bevorzugt. Beispiele geeigneter
- 30 Alkohole sind Methanol, Ethanol, Propanol, i-Propanol, Butanol, 2-Methyl-1-propanol, n-Pentanol, 2-Pentanol, 3-Pentanol, 2-Methyl-2-butanol, 3-Methyl-2-butanol, 2-Methyl-3-butanol, 3-Methyl-1-butanol oder 2-Methyl-1-butanol.

Bevorzugte Basen (Katalysator C) zur Durchführung der alkalischen Hydrolyse sind die als Katalysatoren B genannten Metalle, Metallhydride und Metallalkoholate wie zum Beispiel Lithium, Lithiumhydrid, Lithiumaluminiumhydrid, Methyllithium, Butyllithium, t-Butyllithium, Lithiumdiisopropylamid, Natrium, Natriumhydrid, Natriumborhydrid, Natriummethanolat, Natriumethanolat oder Natriumbutylat, Kaliummethanolat, Kaliumethanolat oder Kaliumbutylat und zudem Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Lithiumhydroxid, Bariumhydroxid, Ammoniumhydroxid. Bevorzugt werden Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid und Bariumhydroxid eingesetzt.

10

Bevorzugte Mineralsäuren (Katalysator C) zur Durchführung der sauren Hydrolyse sind beispielsweise Schwefel-, Salpeter-, Salz-, Phosphorsäure oder Mischungen davon. Bevorzugt werden Schwefel- oder Salzsäure eingesetzt.

15 Bei der Durchführung der Hydrolyse ist die Gegenwart von Wasser wesentlich. Die Wassermenge kann von dem stöchiometrischen Bedarf als Mindestmenge bis zu einem Überschuss reichen.

Vorzugsweise erfolgt die Hydrolyse in einem Phosphor/Wasser-Molverhältnis von 1:1 bis 1:1000, besonders bevorzugt von 1:1 bis 1:10.

20

Vorzugsweise erfolgt die Hydrolyse in einem Phosphor/Base bzw. Säure-Molverhältnis von 1:1 bis 1:300, besonders bevorzugt von 1,1 bis 1:20.

25 Die verwendete Alkoholmenge beträgt im Allgemeinen von 0,5 kg bis 1,5 kg pro kg der mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure, deren Salze oder Ester (VI), bevorzugt von 0,6 kg bis 1,0 kg.

Die Reaktionstemperatur beträgt 50 °C bis 140 °C, bevorzugt von 80 °C bis 130 °C.

30

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung bei einem Gesamtdruck von 1 bis 100 bar, besonders bevorzugt bei einem Gesamtdruck von 1 bis 10 bar.



Die Reaktionszeit beträgt 0,2 bis 20 Stunden, besonders bevorzugt 1 bis 12 Stunden.

5 In einer besonderen Ausführung wird die mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäure, deren Salze oder Ester (VI) mit einer wässrigen Bariumhydroxidlösung zu dem Bariumsalz der entsprechenden mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure (III) hydrolysiert und im Folgenden mit Ammoniumcarbonat oder bevorzugt mit Ammoniak gefolgt von Kohlendioxid  
10 zum Ammoniumsalz der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure (III) und Bariumcarbonat umgesetzt. Letztere kann thermisch in die freie mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure (III) und Ammoniak umgesetzt werden.

15 Die mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure oder deren Salz (III) kann im Folgenden zu weiteren Metallsalzen umgesetzt werden.

Bevorzugt handelt es sich bei den eingesetzten Metallverbindungen der Verfahrensstufe d) um Verbindungen der Metalle Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe,  
20 Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Li, Na, K, besonders bevorzugt Mg, Ca, Al, Ti, Zn, Sn, Ce, Fe.

Geeignete Lösungsmittel für Verfahrensstufe d) sind die, wie sie weiter vorne in Verfahrensstufe a) eingesetzt werden.

25

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung der in Verfahrensstufe d) in wässrigem Medium.

Bevorzugt setzt man in Verfahrensstufe d) die nach Verfahrensstufe c) erhaltenen erhaltene mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, deren Ester  
30 und/oder Alkalisalze (III) mit Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe zu den mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalzen (III) dieser Metalle um.

Die Umsetzung erfolgt dabei in einem Molverhältnis von mono-carboxyfunktionalisierter Dialkylphosphinsäure/-ester/-salz (III) zu Metall von 8 zu 1 bis 1 zu 3 (für vierwertige Metallionen oder Metalle mit stabiler vierwertiger Oxidationsstufe), von 6 zu 1 bis 1 zu 3 (für dreiwertige Metallionen oder Metalle mit stabiler dreiwertiger Oxidationsstufe), von 4 zu 1 bis 1 zu 3 (für zweiwertige Metallionen oder Metalle mit stabiler zweiwertiger Oxidationsstufe) und von 3 zu 1 bis 1 zu 4 (für einwertige Metallionen oder Metalle mit stabiler einwertiger Oxidationsstufe).

10 Bevorzugt führt man in Verfahrenstufe c) erhaltenes mono-carboxyfunktionalisiertes Dialkylphosphinsäureester/-salz (III) in die entsprechende Dialkylphosphinsäure über und setzt in Verfahrensstufe d) diese mit Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe zu den mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalzen (III) dieser Metalle um.

15 Bevorzugt wandelt man in Verfahrenstufe c) erhaltene mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure/-ester (III) in ein Dialkylphosphinsäure-Alkalisalz um und setzt in Verfahrensstufe d) dieses mit Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe zu den mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalzen (III) dieser Metalle um.

25 Bevorzugt handelt es sich bei den Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe für Verfahrenstufe d) um Metalle, Metalloxide, -hydroxide, -oxidhydroxide, -borate, -carbonate, -hydroxocarbonate, -hydroxocarbonathydrate, gemischte -hydroxocarbonate, - gemischte hydroxocarbonathydrate, -phosphate, -sulfate, -sulfat hydrate, -hydroxosulfathydrate, gemischte -hydroxosulfathydrate, -oxysulfate, -acetate, -nitrate, fluoride, -fluoridhydrate, -chloride, chloridhydrate, -oxychloride, -bromide, -iodide, -iodid hydrate, -carbonsäurederivate und/oder -alkoxide.

30 Bevorzugt handelt es sich bei den Metallverbindungen um Aluminiumchlorid, Aluminiumhydroxid, Aluminiumnitrat, Aluminiumsulfat, Titanylsulfat, Zinknitrat, Zinkoxid, Zinkhydroxid und/oder Zinksulfat.

Geeignet sind auch metallisches Aluminium, -fluorid, -hydroxychlorid, -bromid, -iodid, -sulfid, -selenid; -phosphid, -hypophosphit, -antimonid, -nitrid; -carbid, -hexafluorosilicat; -hydrid, -calciumhydrid, -borhydrid; -chlorat; Natrium-

- 5 Aluminiumsulfat, Aluminium-Kaliumsulfat, Aluminiumammoniumsulfat, -nitrat, -metaphosphat, -phosphat, -silicat, -magnesiumsilicat, -carbonat, -hydrotalcit, -natriumcarbonat, -borat; -thiocyanat; -oxid, -oxidhydroxid, ihre entsprechenden Hydrate und/oder Polyaluminiumhydroxyverbindungen, die vorzugsweise einen Aluminiumgehalt von 9 bis 40 Gew.-% besitzen.

10

Geeignet sind auch Aluminiumsalze von Mono-, Di-, Oligo-, Polycarbonsäuren wie z. B. Aluminiumdiacetat, -acetotartrat, -formiat, -lactat, -oxalat, -tartrat, -oleat, -palmitat, -sterarat, -trifluoromethansulfonat, -benzoat, -salicylat, -8-oxychinolat.

- 15 Geeignet sind ebenfalls elementares, metallisches Zink sowie Zinksalze wie z. B. Zinkhalogenide (Zinkfluorid, Zinkchloride, Zinkbromid, Zinkiodid).

Geeignet ist auch Zinkborat, -carbonat, -hydroxidcarbonat, -silicat, -hexafluorosilicat, -stannat, -hydroxidstannat, -Magnesium-Aluminium-

- 20 Hydroxidcarbonat; -nitrat, -nitrit, -phosphat, -pyrophosphat; -sulfat, -phosphid, -selenid, -tellurid und Zinksalze der Oxosäuren der siebten Hauptgruppe (Hypohalogenite, Halogenite, Halogenate, z. B. Zinkiodat, Perhalogenate, z. B. Zinkperchlorat); Zinksalze der Pseudohalogenide (Zinkthiocyanat, -cyanat, -cyanid); Zinkoxide, -peroxide, -hydroxide oder gemischte Zinkoxidhydroxide.

25

Bevorzugt sind Zinksalze der Oxosäuren der Übergangsmetalle (bspw. Zinkchromat(VI)hydroxyd, -chromit, -molybdat, -permanganat, -molybdat).

Geeignet sind auch Zinksalze von Mono-, Di-, Oligo-, Polycarbonsäuren, wie z. B.

- 30 Zinkformiat, -acetat, -trifluoracetat, -propionat, -butyrat, -valerat, -caprylat, -oleat, -stearat, -oxalat, -tartrat, -citrat, -benzoat, -salicylat, -lactat, -acrylat, -maleat, -succinat, Salze von Aminosäuren (Glyzin), von sauren Hydroxyfunktionen

(Zinkphenolat etc.), Zink-p-phenolsulfonat, -acetylacetonat, -stannat, -dimethyldithiocarbamat, -trifluormethansulfonat.

5 Bei den Titan-Verbindungen ist metallisches Titan ebenso wie Titan (III) und/oder (IV) -chlorid, -nitrat, -sulfat, -formiat, -acetat, -bromid, -fluorid, -oxychlorid, -oxysulfat, -oxid, -n-propoxid, -n-butoxid, -isopropoxid, -ethoxid, -2-ethylhexyloxid.

Geeignet ist auch metallisches Zinn sowie Zinnsalze (Zinn (II) und /oder (IV) -chlorid); Zinnoxide und Zinn-Alkoxid wie z.B. Zinn-(IV)-tert-butoxid.

10 Geeignet sind auch Cer(III)fluorid, -chlorid, -nitrat.

Bei den Zirkonium-Verbindungen ist metallisches Zirkonium sowie Zirkoniumsalze wie Zirkoniumchlorid, -sulfat, Zirconylacetat, Zirconylchlorid bevorzugt. Weiterhin bevorzugt sind Zirkonoxide sowie Zirkon-(IV)-tert-butoxid.

15

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in Verfahrensstufe d) bei einem Feststoffgehalt der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalze von 0,1 bis 70 Gew.-%, bevorzugt 5 bis 40 Gew.-%.

20 Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in Verfahrensstufe d) bei einer Temperatur von 20 bis 250 °C, bevorzugt bei einer Temperatur von 80 bis 120 °C.

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in Verfahrensstufe d) bei einem Druck zwischen 0,01 und 1000 bar, bevorzugt 0,1 bis 100 bar.

25

Bevorzugt erfolgt die Umsetzung in Verfahrensstufe d) während einer Reaktionszeit von  $1 \cdot 10^{-7}$  bis  $1 \cdot 10^2$  h.

Bevorzugt wird das nach der Verfahrensstufe d) durch Filtrieren und/oder

30 Zentrifugieren aus dem Reaktionsgemisch abgetrennte mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuresalz (III) getrocknet.

Bevorzugt wird das nach Verfahrensstufe c) erhaltene Produktgemisch ohne weitere Reinigung mit den Metallverbindungen umgesetzt.

Bevorzugte Lösungsmittel sind die in Verfahrensschritt a) genannten

5 Lösungsmittel.

Bevorzugt ist die Umsetzung in Verfahrensstufe d) und/oder c) im durch Stufe a) und/oder b) gegebenen Lösungsmittelsystem.

10 Bevorzugt ist die Umsetzung in Verfahrensstufe d) in einem modifizierten gegebenen Lösungsmittelsystem. Hierfür werden acide Komponenten, Lösevermittler, Schauminhibitoren etc. zugegeben.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das nach Verfahrensstufe a), b), c) und/oder d) erhaltene Produktgemisch aufgearbeitet.

15

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das nach Verfahrensstufe c) erhaltene Produktgemisch aufgearbeitet und danach die nach Verfahrensstufe c) erhaltenen mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren und/oder deren Salze oder Ester (III) in Verfahrensstufe d) mit den Metallverbindungen

20 umgesetzt.

Bevorzugt wird das Produktgemisch nach Verfahrensstufe c) aufgearbeitet, indem die mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren und/oder deren Salze oder Ester (III) durch Entfernen des Lösungsmittelsystems isoliert werden, z. B.

25 durch Eindampfen.

Bevorzugt weist das mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuresalz (III) der Metalle Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe wahlweise

eine Restfeuchte von 0,01 bis 10 Gew.-%, bevorzugt von 0,1 bis 1 Gew.-%,

30 eine mittlere Teilchengröße von 0,1 bis 2000 µm, bevorzugt von 10 bis 500 µm,

eine Schüttdichte von 80 bis 800 g/l, bevorzugt von 200 bis 700 g/l,

eine Rieselfähigkeit nach Pfrengle von 0,5 bis 10, bevorzugt von 1 bis 5, auf.

Besonders bevorzugt enthalten die Formkörper, -Filme, -Fäden und -Fasern 5 bis 30 Gew.-% der mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure/-ester/-salze, hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, 5 bis 90 Gew.-% Polymer oder Mischungen derselben, 5 bis 40 Gew.-% Additive und 5 bis 40 Gew.-% Füllstoff, wobei die Summe der Komponenten immer 100 Gew.-% beträgt.

Bevorzugt handelt es sich bei den Additiven um Antioxidantien, Antistatica, Treibmittel, weitere Flammenschutzmittel, Hitzestabilisatoren, Schlagzähmodifikatoren, Prozesshilfsmittel, Gleitmittel, Lichtschutzmittel, Antidrippingmittel, Compatibilizer, Verstärkungsstoffe, Füllstoffe, Keimbildungsmittel, Nukleierungsmittel, Additive zur Lasermarkierung, Hydrolysestabilisatoren, Kettenverlängerer, Farbpigmente, Weichmacher und/oder Plastifizierungsmittel.

Bevorzugt ist ein Flammenschutzmittel, enthaltend 0,1 bis 90 Gew.-% der mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure, -ester und -salze (III) und 0,1 bis 50 Gew.-% weitere Additive, besonders bevorzugt Diole.

Bevorzugte Additive sind auch Aluminiumtrihydrat, Antimonoxid, bromierte aromatische oder cycloaliphatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, Ether, Chlorparaffin, Hexachloro-cyclopentadien-Addukte, Roter Phosphor, Melaminderivate, Melamincyanurate, Ammoniumpolyphosphate und Magnesiumhydroxid. Bevorzugte Additive sind auch weitere Flammenschutzmittel, insbesondere Salze von Dialkylphosphinsäuren.

Insbesondere betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure, -ester und -salze (III) als Flammenschutzmittel bzw. als Zwischenstufe zur Herstellung von

Flammenschutzmitteln für thermoplastische Polymere wie Polyester, Polystyrol oder Polyamid und für duroplastische Polymere wie ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, Polyurethane oder Acrylate.

Geeignete Polyester leiten sich von Dicarbonsäuren und deren Ester und Diolen und/oder von Hydroxycarbonsäuren oder den entsprechenden Lactonen ab. Besonders bevorzugt wird Terephthalsäure und Ethylenglykol, Propan-1,3-diol und Butan-1,3-diol eingesetzt.

5

Geeignete Polyester sind u.a. Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat (Celanex<sup>®</sup> 2500, Celanex<sup>®</sup> 2002, Fa Celanese; Ultradur<sup>®</sup>, Fa. BASF), Poly-1,4-dimethylolcyclohexanterephthalat, Polyhydroxybenzoate, sowie Block-Polyetherester, die sich von Polyethern mit Hydroxylendgruppen ableiten; ferner mit Polycarbonaten oder MBS modifizierte Polyester.

10

Synthetische lineare Polyester mit permanentem Flammenschutz setzen sich aus Dicarbonsäure-Komponenten, Diol-Komponenten der erfindungsgemäßen mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren und -ester oder aus der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren und -ester als Phosphor-enthaltende Kettenglieder zusammen. Die Phosphor enthaltenden Kettenglieder machen 2 - 20 Gew.-% der Dicarbonsäure-Komponente des Polyesters aus. Bevorzugt beträgt der resultierende Phosphorgehalt im Polyester 0.1-5%, besonders bevorzugt 0,5 - 3 Gew.-%.

15

20

Die folgenden Schritte können mit oder unter Zugabe der erfindungsgemäß hergestellten Verbindungen ausgeführt werden.

25

Bevorzugt wird zur Herstellung der Formmasse ausgehend von den freien Dicarbonsäure und Diolen zunächst direkt verestert und dann polykondensiert.

Bevorzugt wird ausgehend von Dicarbonsäureestern, insbesondere Dimethylestern, zunächst umgeestert und dann mittels üblicher Katalysatoren polykondensiert.

30

Bevorzugt können bei der Polyesterherstellung neben den gängigen Katalysatoren auch übliche Additive (Vernetzungsmittel, Mattierungs- und Stabilisierungsmittel, Nukleierungsmittel, Farb- und Füllstoffe etc.) zugesetzt werden.

- 5 Bevorzugt findet die Veresterung und/oder Umesterung bei der Polyesterherstellung bei Temperaturen von 100 - 300 °C statt, besonders bevorzugt bei 150 - 250 °C.

- 10 Bevorzugt findet die Polykondensation bei der Polyesterherstellung bei Drücken zwischen 0,1 bis 1,5 mbar und Temperaturen von 150 - 450 °C statt, besonders bevorzugt bei 200 - 300 °C.

Die erfindungsgemäß hergestellten flammgeschützten Polyester-Formmassen werden bevorzugt in Polyester-Formkörpern eingesetzt.

15

Bevorzugte Polyester-Formkörper sind Fäden, Fasern, Folien und Formkörper, die als Dicarbonsäure-Komponente hauptsächlich Terephthalsäure und als Diolkomponente hauptsächlich Ethylenglykol enthalten.

- 20 Bevorzugt beträgt der resultierende Phosphorgehalt in aus flammgeschützten Polyester hergestellten Fäden und Fasern 0,1 - 18, bevorzugt 0,5 - 15 und bei Folien 0,2 - 15, bevorzugt 0,9 - 12 Gew.-%.

- 25 Geeignete Polystyrole sind Polystyrol, Poly-(p-methylstyrol) und/oder Poly-(alpha-methylstyrol).

- 30 Bevorzugt handelt es sich bei den geeigneten Polystyrolen um Copolymere von Styrol oder alpha-Methylstyrol mit Dienen oder Acrylderivaten, wie z. B. Styrol-Butadien, Styrol-Acrylnitril, Styrol-Alkylmethacrylat, Styrol-Butadien-Alkylacrylat und -methacrylat, Styrol-Maleinsäureanhydrid, Styrol-Acrylnitril-Methylacrylat; Mischungen von hoher Schlagzähigkeit aus Styrol-Copolymeren und einem anderen Polymer, wie z. B. einem Polyacrylat, einem Dien-Polymeren oder einem Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymeren; sowie Block-Copolymere des Styrols, wie



z. B. Styrol-Butadien-Styrol, Styrol-Isopren-Styrol, Styrol-Ethylen/Butylen-Styrol oder Styrol-Ethylen/Propylen-Styrol.

Bevorzugt handelt es sich bei den geeigneten Polystyrolen auch um

- 5 Pfropfcopolymere von Styrol oder von alpha-Methylstyrol, wie z. B. Styrol auf Polybutadien, Styrol auf Polybutadien-Styrol- oder Polybutadien-Acrylnitril-Copolymere, Styrol und Acrylnitril (bzw. Methacrylnitril) auf Polybutadien; Styrol, Acrylnitril und Methyl-methacrylat auf Polybutadien; Styrol und Maleinsäureanhydrid auf Polybutadien; Styrol, Acrylnitril und Maleinsäureanhydrid  
10 oder Maleinsäureimid auf Polybutadien; Styrol und Maleinsäureimid auf Polybutadien, Styrol und Alkylacrylate bzw. Alkylmethacrylate auf Polybutadien, Styrol und Acrylnitril auf Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymeren, Styrol und Acrylnitril auf Polyalkylacrylaten oder Polyalkylmeth-acrylaten, Styrol und Acrylnitril auf Acrylat-Butadien-Copolymeren, sowie deren Mischungen, wie sie z. B. als  
15 ABS-, MBS-, ASA- oder AES-Polymere bekannt sind.

Bevorzugt handelt es sich bei den Polymeren auch um Polyamide und Copolyamide, die sich von Diaminen und Dicarbonsäuren und/oder von Aminocarbonsäuren oder den entsprechenden Lactamen ableiten, wie Polyamid  
20 2,12, Polyamid 4, Polyamid 4,6, Polyamid 6, Polyamid 6,6, Polyamid 6,9, Polyamid 6,10, Polyamid 6,12, Polyamid 6,66, Polyamid 7,7, Polyamid 8,8, Polyamid 9,9, Polyamid 10,9, Polyamid 10,10 , Polyamid 11, Polyamid 12, usw. Solche Polyamide sind z. B. unter den Handelsnamen Nylon<sup>®</sup>, Fa. DuPont, Ultramid<sup>®</sup>, Fa. BASF, Akulon<sup>®</sup> K122, Fa. DSM, Zytel<sup>®</sup> 7301, Fa. DuPont,  
25 Durethan<sup>®</sup> B 29, Fa. Bayer und Grillamid<sup>®</sup>, Fa. Ems Chemie u.a. bekannt.

Geeignet sind auch aromatische Polyamide ausgehend von m-Xylol, Diamin und Adipinsäure; Polyamide, hergestellt aus Hexamethyldiamin und Iso- und/oder Terephthalsäure und gegebenenfalls einem Elastomer als Modifikator, z. B. Poly-  
30 2,4,4-trimethylhexamethylen-terephthalamid oder Poly-m-phenylenisophthalamid, Blockcopolymere der vorstehend genannten Polyamide mit Polyolefinen, Olefin-Copolymeren, Ionomeren oder chemisch gebundenen oder gepfropften Elastomeren, oder mit Polyethern, wie z. B. mit Polyethylenglykol,

Polypropylenglykol oder Polytetramethylenglykol. Ferner mit EPDM oder ABS modifizierte Polyamide oder Copolyamide; sowie während der Verarbeitung kondensierte Polyamide ("RIM-Polyamidsysteme").

- 5 Die mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure/-ester/-salze, hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 werden bevorzugt in Formmassen angewendet, die weiter zur Erzeugung von Polymer-Formkörpern eingesetzt werden.
- 10 Besonders bevorzugt enthält die flammgeschützte Formmasse 5 bis 30 Gew.-% mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, 5 bis 90 Gew.-% Polymer oder Mischungen derselben, 5 bis 40 Gew.-% Additive und 5 bis 40 Gew.-% Füllstoff, wobei die Summe der Komponenten immer 100 Gew.-% beträgt.
- 15

Die Erfindung betrifft auch Flammenschutzmittel, die die mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden enthalten.

20

Außerdem betrifft die Erfindung Polymer-Formmassen sowie Polymer-Formkörper, -Filme, -Fäden und -Fasern, enthaltend die erfindungsgemäß hergestellten mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalze (III) der Metalle Mg, Ca, Al, Zn, Ti, Sn, Zr, Ce oder Fe.

25

Die Erfindung wird durch die nachstenden Beispiele erläutert.

Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von flammgeschützten Polymerformmassen und flammgeschützten Polymerformkörpern

30

Die Flammschutzkomponenten werden mit dem Polymergranulat und evtl. Additiven vermischt und auf einem Doppelschnecken-Extruder (Typ Leistritz LSM® 30/34) bei Temperaturen von 230 bis 260 °C (PBT-GV) bzw. von 260 bis 280 °C

(PA 66-GV) eingearbeitet. Der homogenisierte Polymerstrang wurde abgezogen, im Wasserbad gekühlt und anschließend granuliert.

Nach ausreichender Trocknung wurden die Formmassen auf einer

- 5 Spritzgießmaschine (Typ Aarburg Allrounder) bei Massetemperaturen von 240 bis 270 °C (PBT-GV) bzw. von 260 bis 290 °C (PA 66-GV) zu Prüfkörpern verarbeitet. Die Prüfkörper werden anhand des UL 94-Tests (Underwriter Laboratories) auf Flammwidrigkeit (Flammschutz) geprüft und klassifiziert.

- 10 An Prüfkörpern aus jeder Mischung wurden die Brandklasse UL 94 (Underwriter Laboratories) an Probekörpern der Dicke 1,5 mm bestimmt.

Nach UL 94 ergeben sich folgende Brandklassen:

- V-0: kein Nachbrennen länger als 10 sec, Summe der Nachbrennzeiten bei 10  
Beflammungen nicht größer als 50 sec, kein brennendes Abtropfen, kein  
15 vollständiges Abbrennen der Probe, kein Nachglühen der Proben länger als 30 sec nach Beflammungsende  
V-1: kein Nachbrennen länger als 30 sec nach Beflammungsende, Summe der Nachbrennzeiten bei 10 Beflammungen nicht größer als 250 sec, kein Nachglühen der Proben länger als 60 sec nach Beflammungsende, übrige Kriterien wie bei V-0  
20 V-2: Zündung der Watte durch brennendes Abtropfen, übrige Kriterien wie bei V-1  
Nicht klassifizierbar (nkl): erfüllt nicht die Brandklasse V-2.

- Bei einigen untersuchten Proben wurde außerdem der LOI-Wert gemessen. Der LOI-Wert (Limiting Oxygen Index) wird nach ISO 4589 bestimmt. Nach ISO 4589  
25 entspricht der LOI der geringsten Sauerstoffkonzentration in Volumenprozent, die in einer Mischung von Sauerstoff und Stickstoff gerade noch die Verbrennung des Kunststoffs unterhält. Je höher der LOI-Wert, desto schwerer entflammbar ist das geprüfte Material.

- |    |     |       |                       |
|----|-----|-------|-----------------------|
|    | LOI | 23    | brennbar              |
| 30 | LOI | 24-28 | bedingt brennbar      |
|    | LOI | 29-35 | flammwidrig           |
|    | LOI | >36   | besonders flammwidrig |

Eingesetzte Chemikalien und Abkürzungen

VE-Wasser      voll-entsalztes Wasser  
AIBN            Azo-bis-(isobutyronitril), (Fa. WAKO Chemicals GmbH)  
WakoV65       2,2'-Azobis(2,4-dimethyl-valeronitril),  
                    (Fa. WAKO Chemicals GmbH)

5 Deloxan<sup>®</sup> THP II Metallfänger (Fa. Evonik Industries AG)

#### Beispiel 1

Bei Raumtemperatur werden in einem Dreihalskolben mit Rührer und Intensivkühler 188 g Wasser vorgelegt und unter Rühren und Durchleiten von  
10 Stickstoff entgast. Dann werden unter Stickstoff 0,2 mg Palladium(II)sulfat und 2,3 mg Tris(3-sulfo-phenyl)phosphin Trinatriumsalz hinzugegeben und gerührt, dann 66 g Phosphinsäure in 66 g Wasser zugegeben. Die Reaktionslösung wird in einen 2 l-Büchi-Reaktor überführt und unter Rühren und unter Druck mit Ethylen beschickt und das Reaktionsgemisch auf 80 °C geheizt. Nach einer  
15 Ethylenaufnahme von 28 g wird abgekühlt und freies Ethylen abgelassen. Das Reaktionsgemisch wird am Rotationsverdampfer vom Lösungsmittel befreit. Der Rückstand wird mit 100 g VE-Wasser versetzt und bei Raumtemperatur unter Stickstoffatmosphäre gerührt, dann filtriert und das Filtrat mit Toluol extrahiert, danach wird am Rotationsverdampfer vom Lösungsmittel befreit und das Produkt  
20 aufgefangen. Man erhält so 92 g (98 % der Theorie) Ethylphosphonigsäure.

#### Beispiel 2

Wie in Beispiel 1 werden 99 g Phosphinsäure, 396 g Butanol, 42 g Ethylen, 6,9 mg Tris(dibenzylidenaceton)dipalladium, 9,5 mg 4,5-Bis(diphenylphosphino)-9,9-  
25 dimethylxanthen umgesetzt, dann zur Reinigung über eine mit Deloxan<sup>®</sup> THP II beschickte Säule gegeben und danach nochmal n-Butanol zugegeben. Bei einer Reaktionstemperatur von 80 - 110 °C wird das gebildete Wasser durch Azeotropdestillation entfernt. Das Produkt wird durch Destillation bei vermindertem Druck gereinigt. Ausbeute: 189 g (84 % der Theorie)  
30 Ethylphosphonigsäurebutylester.

## Beispiel 3

Wie in Beispiel 1 werden 198 g Phosphinsäure, 198 g Wasser, 84 g Ethylen, 6,1 mg Palladium(II)sulfat, 25,8 mg 9,9-Dimethyl-4,5-bis(diphenylphosphino)-2,7-sulfonato-xanthen Dinatriumsalz umgesetzt, dann zur Reinigung über eine mit

- 5 Deloxan<sup>®</sup> THP II beschickte Säule gegeben und danach n-Butanol zugegeben. Bei einer Reaktionstemperatur von 80 - 110 °C wird das gebildete Wasser durch Azeotropdestillation entfernt. Das Produkt wird durch Destillation bei vermindertem Druck gereinigt. Ausbeute: 374 g (83 % der Theorie)  
Ethylphosphonigsäurebutylester.

10

## Beispiel 4

In einem 500 ml-Fünfhalskolben mit Gaseinleitungsrohr, Thermometer, Intensivrührer und Rückflusskühler mit Gasverbrennung werden 94 g (1 mol) Ethylphosphonigsäure (hergestellt wie in Beispiel 1) vorgelegt. Bei

15 Raumtemperatur wird Ethylenoxid eingeleitet. Unter Kühlung wird eine Reaktionstemperatur von 70 °C eingestellt und noch eine Stunde bei 80 °C nachreagiert. Die Ethylenoxidaufnahme beträgt 65,7 g. Die Säurezahl des Produktes ist kleiner 1 mg KOH/g. Ausbeute: 129 g (94 % der Theorie)  
(Ethylphosphonigsäure-2-hydroxyethylester) als farbloses, wasserklares Produkt.

20

## Beispiel 5

564 g (6 mol) Ethylphosphonigsäure (hergestellt wie in Beispiel 1) werden in 860 g Wasser gelöst und in einen 5 l-Fünfhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler, Intensivrührer und Tropftrichter vorgelegt. Nach Aufheizen der Reaktionsmischung

25 auf 100 °C wird bei Normaldruck innerhalb von 1 h 371 g (7 mol) Acrylnitril und 500 g einer 5 %igen Natriumperoxodisulfat-Lösung (1,5 mol-% bzgl. Acrylnitril) zugetropft. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird in Tetrahydrofuran aufgenommen und extrahiert. Die unlöslichen Salze werden abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt und

30 der Rückstand aus Aceton umkristallisiert. Es werden 732 g (83 % der Theorie) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure als Öl erhalten.

## Beispiel 6

- 94 g (1 mol) Ethylphosphonigsäure (hergestellt wie in Beispiel 1) und 67 g (1 mol) Methacrylnitril werden in einen Vierhalsrundkolben mit Rührer, Rückflusskühler, Thermometer und Stickstoffeinlass gefüllt und erwärmt. Innerhalb von 1 h werden
- 5 bei ca. 100 °C 98,4 g einer 5 %-igen Lösung von AIBN in Ethanol zugetropft. Danach wurde das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert. Es werden 137 g Ethyl-(2-cyano-2-methylethyl)-phosphinsäure erhalten.

## Beispiel 7

- 10 In einem 1 l-Fünfhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler, Intensivrührer und Tropftrichter wurden 447 g (3 mol) Ethylphosphonigsäurebutylester (hergestellt wie in Beispiel 3) und 159 g (3 mol) Acrylnitril vorgelegt. Unter Rühren werden 15 ml Natriumbutylat (30 %ig in Butanol) in einer solchen Geschwindigkeit dazugetropt, dass sich eine Reaktionstemperatur von max. 120 °C einstellt. Das
- 15 so erhaltene Rohprodukt wird im Vakuum destilliert. Es wurden 554 g (91 % der Theorie) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäurebutylester als farblose Flüssigkeit erhalten.

## Beispiel 8

- 20 Ein Umlaufreaktor mit einem Inhalt von 1 L wird mit einem Gemisch aus 914 g (4,5 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäurebutylester (hergestellt wie in Beispiel 7) und 62 g (1,35 mol) Ethanol gefüllt. Nach Inbetriebnahme der Pumpe werden stündlich ein Gemisch von 726 g (6,00 mol) Ethylphosphonigsäureethylester und 318 g (6,00 mol) Acrylnitril sowie eine Lösung von 22,4 g (0,20 mol)
- 25 Kaliumbutylat in 193 g (2,61 mol) Butanol eindosiert, wobei mit Hilfe des Kühlwasserkreislaufes eine Temperatur von ca. 40 °C eingehalten wurde. Das überlaufende Rohprodukt wird 30 Stunden gesammelt und ergab mit dem aus dem Reaktor abgelassenen Produkt eine Gesamtmenge von 37,1 kg. Nach Abtrennung der Leichtsieder durch Destillation unter Wasserstrahlvakuum und
- 30 Filtration wurde das Produkt in einem Dünnschichtverdampfer unter Vakuum destilliert und es wurden 29,1 kg (143,5 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäurebutylester erhalten. Dies entspricht nach Abzug der im Reaktor vorgelegten Menge einer P-Ausbeute von 93,0 % bei einer Leistung von

ca. 970 g/l\*h. Wie dieses Beispiel zeigt, ist eine kontinuierliche Produktion der mono-cyano-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureestern in guten Raum-Zeit-Ausbeuten möglich.

#### 5 Beispiel 9

150 g (1 mol) des Ethylphosphonigsäurebutylesters (hergestellt wie in Beispiel 2) und 80 g (1,2 mol) Methacrylnitril in 217 g Toluol werden auf ca. 100 °C erwärmt. Unter Rühren werden 124 g einer 10 %-igen Lösung von WakoV65 in Toluol zudosiert. Das Lösungsmittel wird im Vakuum abdestilliert. Es werden 182 g (84 %  
10 der Theorie) Ethyl-(2-cyano-2-methylethyl)-phosphinsäurebutylester erhalten.

#### Beispiel 10

441 g (3 mol) der erhaltenen Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 5) werden bei 85 °C in 400 ml Toluol gelöst und mit 888 g (12 mol)  
15 Butanol versetzt. Bei einer Reaktionstemperatur von ca. 100 °C wird das gebildete Wasser durch Azeotropdestillation entfernt. Das Produkt Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäurebutylester wird durch Destillation bei vermindertem Druck gereinigt.

#### Beispiel 11

540 g (3,0 mol) Ethyl-(2-cyano-2-methylethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 6) werden bei 80 °C in 400 ml Toluol gelöst und mit 315 g (3,5 mol)  
20 1,4-Butandiol versetzt und in einer Destillationsapparatur mit Wasserabscheider bei ca. 100 °C während 4 h verestert. Nach beendeter Veresterung wird das Toluol im Vakuum abgetrennt. Es werden 643 g (92 % der Theorie) Ethyl-(2-cyano-2-methylethyl)-phosphinsäure-4-hydroxybutylester als farbloses Öl erhalten.  
25

#### Beispiel 12

441 g (3,0 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 5) werden bei 85 °C in 400 ml Toluol gelöst und mit 248 g (4 mol) Ethylenglykol  
30 versetzt und in einer Destillationsapparatur mit Wasserabscheider bei ca. 100 °C während 4 h verestert. Nach beendeter Veresterung wird das Toluol und überschüssiges Ethylglykol im Vakuum abgetrennt. Es werden 510 g (89 % der

Theorie) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure-2-hydroxyethylester als farbloses Öl erhalten

#### Beispiel 13

- 5 In einer Rührapparatur werden 147 g (1 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 5) in 200 ml (2 mol) konzentrierter Salzsäure gelöst. Das Gemisch wurde unter guter Rührung auf ca. 90 °C erwärmt und bei dieser Temperatur etwa 6 Stunden reagieren gelassen. Nach Abkühlen der Reaktionslösung wird von entstandenem Ammoniumhydrochlorid filtriert. Einengen  
10 der Reaktionslösung resultiert in weiterem Fällern von Ammoniumhydrochlorid, welches durch Filtrieren der heißen Reaktionslösung abgetrennt wird. Anschließend wird das Wasser im Vakuum vollständig abdestilliert. Der Rückstand wird in Essigsäure aufgenommen und extrahiert. Die unlöslichen Salze werden abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt und der  
15 Rückstand aus Aceton umkristallisiert. Es werden 161 g (97 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure als Feststoff erhalten.

#### Beispiel 14

- In einer Rührapparatur werden 217 g (1 mol) Ethyl-(2-methyl-2-  
20 cyanoethyl)phosphinsäurebutylester (hergestellt wie in Beispiel 9) in 200 ml (2 mol) konzentrierter Salzsäure gelöst. Das Gemisch wurde unter guter Rührung auf ca. 90 °C erwärmt und bei dieser Temperatur etwa 8 Stunden reagieren gelassen. Nach Abkühlen der Reaktionslösung wird von entstandenem Ammoniumhydrochlorid filtriert. Einengen der Reaktionslösung resultiert in  
25 weiterem Fällern von Ammoniumhydrochlorid, welches durch Filtrieren der heißen Reaktionslösung abgetrennt wird. Anschließend wird das Wasser im Vakuum vollständig abdestilliert. Der Rückstand wird in Essigsäure aufgenommen und extrahiert. Die unlöslichen Salze werden abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt und der Rückstand aus Aceton umkristallisiert. Es  
30 werden 169 g (94 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure als Feststoff erhalten.



## Beispiel 15

In einer Rührapparatur legt man 150 g Butanol, 65 g Wasser, 150 g (3,75 mol) Natriumhydroxid und 183 g (1,25 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 5) vor. Das Gemisch wurde unter guter Rührung auf ca. 120 °C erwärmt und bei dieser Temperatur etwa 6 Stunden reagieren gelassen. Anschließend wurden 250 ml Wasser zugegeben und das Butanol destillativ aus dem Reaktionsgemisch entfernt. Nach Zugabe von weiteren 500 ml Wasser wurde das Gemisch durch Zugabe von etwa 184 g (1,88 mol) konzentrierter Schwefelsäure neutralisiert. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird in Tetrahydrofuran aufgenommen und extrahiert. Die unlöslichen Salze werden abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt und der Rückstand aus Aceton umkristallisiert. Es werden 203 g (98 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure als Feststoff erhalten.

## Beispiel 16

In einer Rührapparatur legt man 150 g Ethanol, 65 g Wasser, 150 g (3,75 mol) Natriumhydroxid und 183 g (1,25 mol) Ethyl-(2-cyanoethyl)-phosphinsäure (hergestellt wie in Beispiel 5) vor. Das Gemisch wurde unter Rückfluss erwärmt und bei dieser Temperatur etwa 10 Stunden reagieren gelassen. Anschließend wurden Wasser und das Butanol destillativ aus dem Reaktionsgemisch entfernt. Nach Zugabe von weiteren 500 ml Wasser wurde das Gemisch durch Zugabe von etwa 61 g (0,63 mol) konzentrierter Schwefelsäure neutralisiert. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird in Ethanol aufgenommen und die unlöslichen Salze abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt. Es werden 234 g (89 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure Natriumsalz als Feststoff erhalten.

## Beispiel 17

In einer Rührapparatur legt man 150 g Butanol, 65 g Wasser, 150 g (3,75 mol) Natriumhydroxid und 271 g (1,25 mol) Ethyl-(2-cyano-2-methylethyl)-phosphinsäure-butylester (hergestellt wie in Beispiel 9) vor. Das Gemisch wurde unter guter Rührung auf ca. 120 °C erwärmt und bei dieser Temperatur etwa 8

Stunden reagieren gelassen. Anschließend wurden 250 ml Wasser zugegeben und das Butanol destillativ aus dem Reaktionsgemisch entfernt. Nach Zugabe von weiteren 500 ml Wasser wurde das Gemisch durch Zugabe von etwa 184 g (1,88 mol) konzentrierter Schwefelsäure neutralisiert. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird in Tetrahydrofuran aufgenommen und extrahiert. Die unlöslichen Salze werden abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt und der Rückstand aus Aceton umkristallisiert. Es werden 216 g (96 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure als Feststoff erhalten.

10

#### Beispiel 18

498 g (3 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure (hergestellt wie in Beispiel 15) werden in 860 g Wasser gelöst und in einem 5 l-Fünfhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler, Intensivrührer und Tropftrichter vorgelegt und mit ca. 480 g (6 mol) 50 %ige Natriumhydroxid-Lösung neutralisiert. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Es werden 624 g (99 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure Natriumsalz als Feststoff erhalten.

15

#### Beispiel 19

630 g (3 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure Natriumsalz (hergestellt wie in Beispiel 16) werden in 860 g Wasser gelöst und in einem 5 l-Fünfhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler, Intensivrührer und Tropftrichter vorgelegt und durch Zugabe von etwa 147 g (1,5 mol) konzentrierter Schwefelsäure neutralisiert. Anschließend wird das Wasser im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird in Ethanol aufgenommen und die unlöslichen Salze abfiltriert. Das Lösungsmittel des Filtrats wird im Vakuum abgetrennt. Es werden 488 g (98 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure als Feststoff erhalten.

20

25

#### Beispiel 20

498 g (3 mol) der erhaltenen 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure (hergestellt wie in Beispiel 15) werden bei 85 °C in 400 ml Toluol gelöst und mit 888 g (12 mol) Butanol versetzt. Bei einer Reaktionstemperatur von ca. 100 °C wird das gebildete Wasser durch Azeotropdestillation entfernt. Das Produkt 3-

30

(Ethylbutoxyphosphinyl)-propionsäurebutylester wird durch Destillation bei vermindertem Druck gereinigt.

#### Beispiel 21

- 5 540 g (3,0 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure (hergestellt wie in Beispiel 17) werden bei 80 °C in 400 ml Toluol gelöst und mit 594 g (6,6 mol) 1,4-Butandiol versetzt und in einer Destillationsapparatur mit Wasserabscheider bei ca. 100 °C während 4 h verestert. Nach beendeter Veresterung wird das Toluol im Vakuum abgetrennt. Es werden 894 g (92 % der Theorie) 3-(Ethyl-4-
- 10 hydroxybutoxy-phosphinyl)-2-methylpropionsäure-4-hydroxybutylester als farbloses Öl erhalten.

#### Beispiel 22

- 15 Zu 276 g (2 mol) 3-(Ethylbutoxyphosphinyl)-propionsäurebutylester (hergestellt wie in Beispiel 20) werden 155 g (2,5 mol) Ethylenglycol und 0,4 g Kaliumtitanyloxalat hinzugegeben und 2 h bei 200 °C gerührt. Durch langsames Evakuieren werden leicht flüchtige Anteile abdestilliert. Es werden 244 g (98 % der Theorie) 3-(Ethyl-2-hydroxyethoxyphosphinyl)-propionsäure-2-hydroxyethylester erhalten.

20

#### Beispiel 23

- 996 g (6 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure (hergestellt wie in Beispiel 15) werden in 860 g Wasser gelöst und in einem 5 l-Fünfhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler, Intensivrührer und Tropftrichter vorgelegt und mit
- 25 ca. 960 g (12 mol) 50 %ige Natriumhydroxid-Lösung neutralisiert. Bei 85 °C wird eine Mischung von 2583 g einer 46 %igen wässrigen Lösung von  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$  zugefügt. Anschließend wird der erhaltene Feststoff abfiltriert, mit heißem Wasser gewaschen und bei 130 °C im Vakuum getrocknet. Ausbeute: 1026 g (94 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxy-phosphinyl)-propionsäure
- 30 Aluminium(III)salz als farbloses Salz.

**Beispiel 24**

- 180 g (1 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure (hergestellt wie in Beispiel 17) und 170 g Titantrabutylat werden in 500 ml Toluol 40 Stunden unter Rückfluss erhitzt. Dabei entstehendes Butanol wird mit Anteilen an Toluol von Zeit zu Zeit abdestilliert. Die entstandene Lösung wird anschließend vom Lösungsmittel befreit. Man erhält 184 g (91 % der Theorie) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure Titansalz.

**Beispiel 25**

- Es werden zu 25,4 g 3-(Ethyl-2-hydroxyethoxyphosphinyl)-propionsäure-2-hydroxyethylester (hergestellt wie in Beispiel 22) 290 g Terephthalsäure, 188 g Ethylenglycol, 0,34 g Zinkacetat gegeben und 2 h auf 200 °C erhitzt. Dann werden 0,29 g Trinatriumphosphatanhydrat und 0,14 g Antimon(III)oxid hinzugegeben, auf 280 °C erhitzt und danach evakuiert.
- Aus der erhaltenen Schmelze (357 g, Phosphorgehalt 0,9 %) werden Probekörper der Dicke 1,6 mm für die Messung des Sauerstoffindex (LOI) nach ISO 4589- 2 als auch für den Brandtest UL 94 (Underwriter Laboratories) gespritzt. Die so hergestellten Probekörper ergaben einen LOI von 42 % O<sub>2</sub> und erfüllten nach UL 94 die Brandklasse V-0. Entsprechende Probekörper ohne 3-(Ethyl-2-hydroxyethoxyphosphinyl)-propionsäure-2-hydroxyethylester ergaben einen LOI von nur 31 % O<sub>2</sub> und erfüllten nach UL 94 nur die Brandklasse V-2. Der 3-(Ethyl-2-hydroxyethoxyphosphinyl)-propionsäure-2-hydroxyethylester enthaltende Polyester-Formkörper zeigt damit eindeutig flammschützende Eigenschaften.

**Beispiel 26**

- Zu 15,2 g 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure (hergestellt wie in Beispiel 17) werden 12,9 g 1,3-Propylenglycol zugegeben und bei 160 °C das bei der Veresterung gebildete Wasser abgezogen. Dann werden 378 g Dimethylterephthalat, 152 g 1,3-Propandiol, 0,22 g Tetrabutylitanat und 0,05 g Lithiumacetat zugegeben und die Mischung zunächst 2 h unter Rühren auf 130 bis 180 °C erhitzt, danach bei Unterdruck auf 270 °C. Das Polymer (438 g) enthält 0,6 % Phosphor, der LOI beträgt 34.

## Beispiel 27

- Zu 14 g 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure (hergestellt wie in Beispiel 13) werden 367 g Dimethylterephthalat, 170 g 1,4-Butandiol, 0,22 g Tetrabutylitanat und 0,05 g Lithiumacetat zugegeben und die Mischung zunächst 2 h lang unter
- 5 Rühren auf 130 bis 180 °C erhitzt, danach bei Unterdruck auf 270 °C. Das Polymer (427 g) enthält 0,6 % Phosphor, der LOI beträgt 34, der von unbehandeltem Polybutylenterephthalat 23.

## Beispiel 28

- 10 In einem 250 ml Fünfhalskolben mit Rückflusskühler, Rührer, Thermometer und Stickstoffeinleitung werden 100 g eines Bisphenol-A-bisglycidethers mit einem Epoxidwert von 0,55 mol/100 g (Beckopox EP 140, Fa. Solutia) und 24,1 g (0,13 mol) 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure (hergestellt wie in Beispiel 17) unter Rühren auf maximal 150 °C erhitzt. Nach 30 min ergibt sich eine
- 15 klare Schmelze. Nach einer weiteren Stunde Rühren bei 150 °C wird die Schmelze abgekühlt und gemörsert. Man erhält 118,5 g eines weißen Pulvers mit einem Phosphorgehalt von 3,3 Gew.-%.

## Beispiel 29

- 20 In einem 2 l-Kolben mit Rührer, Wasserabscheider, Thermometer, Rückflusskühler und Stickstoffeinleitung werden 29,4 g Phthalsäureanhydrid, 19,6 g Maleinsäureanhydrid, 24,8 g Propylenglycol, 18,7 g 3-(Ethyl-2-hydroxyethoxyphosphinyl)-propionsäure-2-hydroxyethylester (hergestellt wie in Beispiel 22) 20 g Xylol und 50 mg Hydrochinon unter Rühren und Durchleiten von
- 25 Stickstoff auf 100 °C erhitzt. Bei Einsetzen der exothermen Reaktion wird die Heizung entfernt. Nach Abklingen der Reaktion wird weiter bei ca. 190 °C gerührt. Nachdem 14 g Wasser abgeschieden sind, wird das Xylol abdestilliert und die Polymerschmelze abgekühlt. Man erhält 91,5 g eines weißen Pulvers mit einem Phosphorgehalt von 2,3 Gew.-%.

30

## Beispiel 30

Eine Mischung von 50 Gew.-% Polybutylenterephthalat, 20 Gew.-% 3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-propionsäure Aluminium(III)salz (hergestellt wie in

Beispiel 23) und 30 Gew.-% Glasfasern werden auf einem Doppelschnecken-Extruder (Typ Leistritz LSM 30/34) bei Temperaturen von 230 bis 260 °C zu einer Polymerformmasse compoundiert. Der homogenisierte Polymerstrang wurde abgezogen, im Wasserbad gekühlt und anschließend granuliert.

- 5 Nach Trocknung werden die Formmassen auf einer Spritzgießmaschine (Typ Aarburg Allrounder) bei 240 bis 270 °C zu Polymerformkörper verarbeitet und eine UL-94 Klassifizierung von V-0 bestimmt.

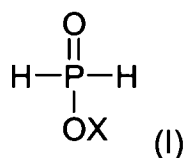
#### Beispiel 31

- 10 Eine Mischung von 53 Gew.-% Polyamid 6.6, 30 Gew.-% Glasfasern, 17 Gew.-% 3-3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-methylpropionsäure Titansalz (hergestellt wie in Beispiel 24) werden auf einem Doppelschnecken-Extruder (Typ Leistritz LSM 30/34) zu Polymerformmassen compoundiert. Der homogenisierte Polymerstrang wurde abgezogen, im Wasserbad gekühlt und anschließend granuliert.
- 15 Nach Trocknung werden die Formmassen auf einer Spritzgießmaschine (Typ Aarburg Allrounder) bei 260 bis 290 °C zu Polymerformkörpern verarbeitet und eine UL-94 Klassifizierung von V-0 erhalten.

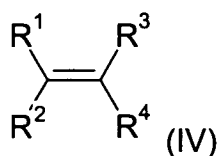
# Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphin-säuren, -estern und -salzen, dadurch gekennzeichnet, dass man

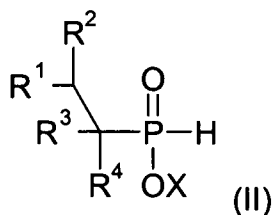
5 a) eine Phosphinsäurequelle (I)



mit Olefinen (IV)

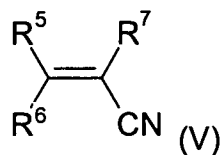


10 in Gegenwart eines Katalysators A zu einer Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II)



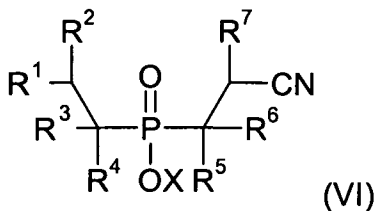
umsetzt,

b) die so entstandene Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) mit einem Acrylnitril (V)



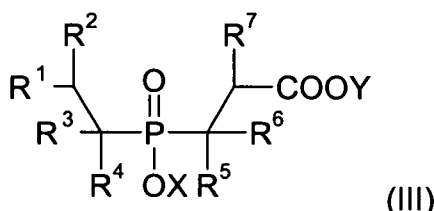
15

in Gegenwart eines Katalysators B zum mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (VI) umsetzt



und

c) das mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (VI) in Gegenwart eines Katalysators C zum mono-carboxyfunctionalisierten Dialkylphosphinsäurederivat (III)



umsetzt, wobei  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander H,  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aryl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aralkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Alkyl-Aryl, CN, CHO, OC(O)CH<sub>2</sub>CN, CH(OH)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, CH<sub>2</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>, 9-Anthracen, 2-Pyrrolidon, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NCS, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>NC(S)NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SH, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>S-2-thiazolin, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>SiMe<sub>3</sub>, C(O)R<sup>8</sup>, (CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>C(O)R<sup>8</sup>, CH=CH-R<sup>8</sup>, CH=CH-C(O)R<sup>8</sup> bedeuten und wobei R<sup>8</sup> für  $C_1$ - $C_8$ -Alkyl oder  $C_6$ - $C_{18}$ -Aryl steht und m eine ganze Zahl von 0 bis 10 bedeutet und X und Y gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander für H,  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aryl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Aralkyl,  $C_6$ - $C_{18}$ -Alkyl-Aryl, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>OH, CH<sub>2</sub>-CHOH-CH<sub>2</sub>OH, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>O(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CH(OH)-(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)H, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>-alkyl, (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>O)<sub>k</sub>(CH<sub>2</sub>-C[CH<sub>3</sub>]HO)O-alkyl, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CH=CH(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>NH<sub>2</sub>, (CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>N[(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>H]<sub>2</sub> stehen wobei k eine ganze Zahl von 0 bis 10 ist und/oder für Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Cu, Ni, Li, Na, K, H und/oder eine protonierte Stickstoffbase steht und es sich bei den Katalysatoren A um Übergangsmetalle und/oder Übergangsmetallverbindungen und/oder Katalysatorsysteme handelt, die sich aus einem Übergangsmetall und/oder einer Übergangsmetallverbindung und mindestens einem Liganden zusammensetzen und es sich bei dem Katalysator B um Peroxide bildende Verbindungen und/oder Peroxoverbindungen und/oder um Azo-Verbindungen und/oder um Alkali- und/oder Erdalkalimetalle, -hydride und/oder -alkoholate und es sich bei dem Katalysator C um eine Säure oder eine Base handelt.



2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die nach Schritt c) erhaltene mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder Ester III anschließend in einem Schritt d) mit Metallverbindungen von Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Fe, Zr, Zn, Ce, Bi, Sr, Mn, Li, Na, K und/oder einer protonierte Stickstoffbase zu den entsprechenden mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuresalzen III dieser Metalle und/oder einer Stickstoffverbindung umsetzt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man die nach Schritt a) erhaltene Alkylphosphonigsäure, deren Salz oder Ester (II) und/oder die nach Schritt b) erhaltene mono-funktionalisierte Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder Ester (VI) und/oder die nach Schritt c) erhaltene mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäure, deren Salz oder Ester (III) und/oder die jeweils resultierende Reaktionslösung davon mit einem Alkylenoxid oder einem Alkohol M-OH und/oder M'-OH verestert, und der jeweils entstandene Alkylphosphonigsäureester (II), mono-funktionalisierten Dialkylphosphinsäureester (VI) und/oder mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäureester (III) den weiteren Reaktionsschritten b) oder c) unterworfen wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Gruppen C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aryl, C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Aralkyl und C<sub>6</sub>-C<sub>18</sub>-Alkyl-Aryl mit SO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, -C(O)CH<sub>3</sub>, OH, CH<sub>2</sub>OH, CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, PO<sub>3</sub>X<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, OCH<sub>3</sub>, SH und/oder OC(O)CH<sub>3</sub> substituiert sind.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> gleich oder verschieden sind und, unabhängig voneinander H, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, tert.-Butyl und/oder Phenyl bedeuten.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass X und Y gleich oder verschieden sind und jeweils H, Ca, Mg, Al, Zn, Ti, Fe, Ce, Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, tert.

Butyl, Phenyl, Ethylenglykol, Propylglykol, Butylglykol, Pentylglykol, Hexylglykol, Allyl und/oder Glycerin bedeuten.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch  
5 gekennzeichnet, dass es sich bei den Übergangsmetallen und/oder  
Übergangsmetallverbindungen um solche aus der siebten und achten  
Nebengruppe handelt.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch  
10 gekennzeichnet, dass es sich bei den Übergangsmetallen und/oder  
Übergangsmetallverbindungen um Rhodium, Nickel, Palladium, Platin und/oder  
Ruthenium handelt.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass es sich bei dem Katalysator B um Wasserstoffperoxid,  
Natriumperoxid, Lithiumperoxid, Kaliumpersulfat, Natriumpersulfat,  
Ammoniumpersulfat, Natriumperoxodisulfat, Kaliumperoxoborat, Peressigsäure,  
Benzoylperoxid, Di-t-butylperoxid und/oder Peroxodischwefelsäure und/oder um  
Azodiisobutyronitril, 2,2'-Azobis(2-amidinopropan)-dihydrochlorid und/oder  
20 2,2'-Azobis(N,N'-dimethylen-isobutyramidin)-dihydrochlorid und/oder um Lithium,  
Lithiumhydrid, Lithiumaluminium-hydrid, Methyllithium, Butyllithium, t-Butyllithium,  
Lithiumdiisopropylamid, Natrium, Natriumhydrid, Natriumborhydrid,  
Natriummethanolat, Natriummethanolat oder Natriumbutylat, Kaliummethanolat,  
Kaliummethanolat und/oder Kaliumbutylat handelt.  
25
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch  
gekennzeichnet, dass es sich bei dem Katalysator C um Metalle, Metallhydride,  
Metallhydroxide und Metallalkoholate und Mineralsäuren handelt.
- 30 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch  
gekennzeichnet, dass es sich bei dem Acrylnitril (V) um Acrylnitril, Methacrylnitril,  
Ethyl-2-cyanoacrylat, 3-Phenylacrylnitril, 2-Methyl-2-butenitril handelt.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es bei dem Alkohol der allgemeinen Formel M-OH um lineare oder verzweigte, gesättigte und ungesättigte, einwertige organische Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub> und es bei dem Alkohol der allgemeinen Formel M'-OH um lineare oder verzweigte, gesättigte und ungesättigte, mehrwertige organische Alkohole mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub> handelt.
13. Verwendung von Mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -estern und -salzen hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 als Zwischenprodukt für weitere Synthesen, als Binder, als Vernetzer bzw. Beschleuniger beim Aushärten von Epoxyharzen, Polyurethanen und ungesättigten Polyesterharzen, als Polymerstabilisatoren, als Pflanzenschutzmittel, als Therapeutikum oder Additiv in Therapeutika für Menschen und Tiere, als Sequestrierungsmittel, als Mineralöl-Additiv, als Korrosionsschutzmittel, in Wasch- und Reinigungsmittelanwendungen und in Elektronikanwendungen.
14. Verwendung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, -salzen und -estern, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, als Flammenschutzmittel, insbesondere Flammenschutzmittel für Klarlacke und Intumeszenzbeschichtungen, Flammenschutzmittel für Holz und andere cellulosehaltige Produkte, als reaktives und/oder nicht reaktives Flammenschutzmittel für Polymere, zur Herstellung von flammgeschützten Polymerformmassen, zur Herstellung von flammgeschützten Polymerformkörpern und/oder zum flammhemmend Ausrüsten von Polyester und Cellulose-Rein- und Mischgeweben durch Imprägnierung.
15. Flammgeschützte thermoplastische oder duroplastische Polymerformmasse, enthaltend 0,5 bis 45 Gew.-% mono-carboxyfunktionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, 0,5 bis 95 Gew.-% thermoplastisches oder duroplastisches Polymer oder Mischungen derselben, 0 bis 55 Gew.-% Additive

und 0 bis 55 Gew.-% Füllstoff bzw. Verstärkungsmaterialien, wobei die Summe der Komponenten 100 Gew.-% beträgt.

16. Flammgeschützte thermoplastische oder duroplastische Polymer-
- 5 Formkörper, -Filme, -Fäden und -Fasern, enthaltend 0,5 bis 45 Gew.-% mono-carboxyfunctionalisierte Dialkylphosphinsäuren, -salze oder -ester, die nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wurden, 0,5 bis 95 Gew.-% thermoplastisches oder duroplastisches Polymer oder Mischungen derselben, 0 bis 55 Gew.-% Additive und 0 bis 55 Gew.-% Füllstoff bzw.
- 10 Verstärkungsmaterialien, wobei die Summe der Komponenten 100 Gew.-% beträgt.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/007131

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C07F9/30 C07F9/48 C08K5/53 C09K21/12

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)

C07F C08K C09K

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)

EPO-Internal, BEILSTEIN Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>MONTCHAMP J L: "Recent advances in phosphorus-carbon bond formation: synthesis of H-phosphinic acid derivatives from hypophosphorous compounds" JOURNAL OF ORGANOMETALLIC CHEMISTRY, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, vol. 690, no. 10, 16 May 2005 (2005-05-16), pages 2388-2406, XP004877374 ISSN: 0022-328X Scheme 10; page 2400 - page 2402; tables 3,4</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family 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

11 January 2010

Date of mailing of the international search report

08/02/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Richter, Herbert

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/007131

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	SYLVINE DEPRÈLE ET AL: "Palladium-Catalyzed Hydrophosphinylation of Alkenes and Alkynes" JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, DC. US, vol. 124, no. 32, 1 January 2002 (2002-01-01), page 9387, XP002500862 ISSN: 0002-7863 tables 1,2	1-12
Y	----- BRAVO-ALTAMIRANO ET AL: "A novel approach to phosphonic acids from hypophosphorous acid" TETRAHEDRON LETTERS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 48, no. 33, 19 July 2007 (2007-07-19) , pages 5755-5759, XP022163552 ISSN: 0040-4039 Scheme 1,; page 5756; table 1	1-12
Y	----- SYLVINE DEPRÈLE ET AL: "Environmentally Benign Synthesis of H-Phosphinic Acids Using a Water-Tolerant, Recyclable Polymer-Supported Catalyst" ORGANIC LETTERS, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, vol. 6, no. 21, 1 January 2004 (2004-01-01), pages 3805-3808, XP002500861 ISSN: 1523-7060 [retrieved on 2004-09-18] Scheme 1, tables 1,2	1-12
Y	----- PATRICE RIBIÈRE ET AL: "NiCl <sub>2</sub> -Catalyzed Hydrophosphinylation" JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, EASTON.; US, vol. 70, no. 10, 1 January 2005 (2005-01-01), pages 4064-4072, XP002530191 ISSN: 0022-3263 Reaktionsgleichung 1; page 4064 - page 4064; table 2	1-12
X	----- US 4 594 199 A (THOTTATHIL JOHN K [US]) 10 June 1986 (1986-06-10)	13
Y	Spalte 2, Absatz 2; Zeilen 30-34 examples 1,2,4,9	1-12
	----- -/--	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/007131

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FROESTL W ET AL: "PHOSPHINIC ACID ANALOGUES OF GABA. 2. SELECTIVE, ORALLY ACTIVE GABAB ANTAGONISTS" JOURNAL OF MEDICINAL CHEMISTRY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, US, no. 17, 1 January 1995 (1995-01-01), pages 3313-3331, XP000999491 ISSN: 0022-2623 Scheme 1; page 3315, column 1 Method C ; page 3322, column 2 -----	1-12
X	EP 1 832 594 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 12 September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	claims 1-3,19-21 -----	1-12
X	EP 1 832 595 A1 (CLARIANT INT LTD [CH] CLARIANT FINANCE BVI LTD [VG]) 12 September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	paragraph [0010] - paragraph [0013]; claims 3-20 -----	1-12
X	EP 1 832 596 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 12 September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	paragraph [0015] - paragraph [0017]; claims 3,19,20 -----	1-12
X	US 6 384 022 B1 (JACKSON PAUL F [US] ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07)	13
A	3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-phenylpropansäure und ähnliche Verbindungen; column 14, line 8; claim 75 column 28, line 2 - line 20 2-[[Ethylhydroxyphosphinyl]methyl]pentanedicarboxylsäure und ähnliche Verbindungen; column 11, line 41 -----	1-12

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2009/007131

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see Supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-12

Method for producing mono-carboxyfunctionalized dialkylphosphinic acids and salts and esters thereof.

---

2. Claims 13-16

Use of mono-carboxyfunctionalized dialkylphosphinic acids, salts and esters thereof, flame-retardant polymer materials.

---

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/007131

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4594199	A	10-06-1986	NONE	
EP 1832594	A1	12-09-2007	DE 102006010362 A1 JP 2007238940 A US 2007213436 A1	13-09-2007 20-09-2007 13-09-2007
EP 1832595	A1	12-09-2007	DE 102006010352 A1 ES 2328287 T3 JP 2007238617 A US 2007213563 A1	13-09-2007 11-11-2009 20-09-2007 13-09-2007
EP 1832596	A1	12-09-2007	DE 102006010361 A1 JP 2007238616 A US 2007210288 A1	13-09-2007 20-09-2007 13-09-2007
US 6384022	B1	07-05-2002	NONE	

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C07F9/30 C07F9/48 C08K5/53 C09K21/12

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C07F C08K C09K

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)

EPO-Internal, BEILSTEIN Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>MONTCHAMP J L: "Recent advances in phosphorus-carbon bond formation: synthesis of H-phosphinic acid derivatives from hypophosphorous compounds"</p> <p>JOURNAL OF ORGANOMETALLIC CHEMISTRY, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, Bd. 690, Nr. 10, 16. Mai 2005 (2005-05-16), Seiten 2388-2406, XP004877374</p> <p>ISSN: 0022-328X</p> <p>Scheme 10; Seite 2400 - Seite 2402; Tabellen 3,4</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-12



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

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Januar 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Richter, Herbert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	SYLVINE DEPRÈLE ET AL: "Palladium-Catalyzed Hydrophosphinylation of Alkenes and Alkynes" JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, DC. US, Bd. 124, Nr. 32, 1. Januar 2002 (2002-01-01), Seite 9387, XP002500862 ISSN: 0002-7863 Tabellen 1,2	1-12
Y	BRavo-ALTAMIRANO ET AL: "A novel approach to phosphonic acids from hypophosphorous acid" TETRAHEDRON LETTERS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 48, Nr. 33, 19. Juli 2007 (2007-07-19), Seiten 5755-5759, XP022163552 ISSN: 0040-4039 Scheme 1,; Seite 5756; Tabelle 1	1-12
Y	SYLVINE DEPRÈLE ET AL: "Environmentally Benign Synthesis of H-Phosphinic Acids Using a Water-Tolerant, Recyclable Polymer-Supported Catalyst" ORGANIC LETTERS, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, Bd. 6, Nr. 21, 1. Januar 2004 (2004-01-01), Seiten 3805-3808, XP002500861 ISSN: 1523-7060 [gefunden am 2004-09-18] Scheme 1,Tabellen 1,2	1-12
Y	PATRICE RIBIÈRE ET AL: "NiCl <sub>2</sub> -Catalyzed Hydrophosphinylation" JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, EASTON.; US, Bd. 70, Nr. 10, 1. Januar 2005 (2005-01-01), Seiten 4064-4072, XP002530191 ISSN: 0022-3263 Reaktionsgleichung 1; Seite 4064 - Seite 4064; Tabelle 2	1-12
X	US 4 594 199 A (THOTTATHIL JOHN K [US]) 10. Juni 1986 (1986-06-10)	13
Y	Spalte 2, Absatz 2; Zeilen 30-34Beispiele 1,2,4,9	1-12
	----- -/--	

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	FROESTL W ET AL: "PHOSPHINIC ACID ANALOGUES OF GABA. 2. SELECTIVE, ORALLY ACTIVE GABAB ANTAGONISTS" JOURNAL OF MEDICINAL CHEMISTRY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, US, Nr. 17, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 3313-3331, XP000999491 ISSN: 0022-2623 Scheme 1; Seite 3315, Spalte 1 Method C ; Seite 3322, Spalte 2 -----	1-12
X	EP 1 832 594 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 12. September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	Ansprüche 1-3, 19-21 -----	1-12
X	EP 1 832 595 A1 (CLARIANT INT LTD [CH] CLARIANT FINANCE BVI LTD [VG]) 12. September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	Absatz [0010] - Absatz [0013]; Ansprüche 3-20 -----	1-12
X	EP 1 832 596 A1 (CLARIANT INT LTD [CH]) 12. September 2007 (2007-09-12)	13-16
A	Absatz [0015] - Absatz [0017]; Ansprüche 3, 19, 20 -----	1-12
X	US 6 384 022 B1 (JACKSON PAUL F [US] ET AL) 7. Mai 2002 (2002-05-07)	13
A	3-(Ethylhydroxyphosphinyl)-2-phenylpropansäure und ähnliche Verbindungen; Spalte 14, Zeile 8; Anspruch 75 Spalte 28, Zeile 2 - Zeile 20 2-[[Ethylhydroxyphosphinyl]methyl]pentanedicarboxylsäure und ähnliche Verbindungen; Spalte 11, Zeile 41 -----	1-12

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1-12

Verfahren zur Herstellung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, deren Salze und Ester

---

## 2. Ansprüche: 13-16

Verwendung von mono-carboxyfunktionalisierten Dialkylphosphinsäuren, deren Salze und Ester , flammgeschützte Polymermassen

---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007131

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4594199	A	10-06-1986	KEINE	
EP 1832594	A1	12-09-2007	DE 102006010362 A1	13-09-2007
			JP 2007238940 A	20-09-2007
			US 2007213436 A1	13-09-2007
EP 1832595	A1	12-09-2007	DE 102006010352 A1	13-09-2007
			ES 2328287 T3	11-11-2009
			JP 2007238617 A	20-09-2007
			US 2007213563 A1	13-09-2007
EP 1832596	A1	12-09-2007	DE 102006010361 A1	13-09-2007
			JP 2007238616 A	20-09-2007
			US 2007210288 A1	13-09-2007
US 6384022	B1	07-05-2002	KEINE	