



Ausschliessungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

201 748

Int.Cl.³

3(51) C 07 F 9/40

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 07 F/ 2330 180
(31) P3033615.3

(22) 03.09.81
(32) 06.09.80

(44) 10.08.83
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) KLEINER, HANS-JERG, DR.; DUERSCH, WALTER, DR.; DE;
(73) HOECHST AG, FRANKFURT, DE
(74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON VINYLPHOSPHONSAEUREDERIVATEN**

(57) Verfahren zum Herstellen von Vinylphosphonsäurederivaten durch Erhitzen von 2-Chlorethanphosphonsäurederivaten, die 2-Chlorethylestergruppen enthalten, auf Temperaturen von 150–230°C.

233018 0 -1-

Berlin, 22. 12. 1981
AP C 07 F / 233 018
59 529 11

Verfahren zur Herstellung von Vinylphosphonsäurederivaten
und deren Verwendung

Anwendung der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vinylphosphonsäurederivaten und deren Verwendung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vinylphosphonsäurediester können bekanntlich aus 2-Halogenethanphosphonsäurediestern durch Halogenwasserstoffabspaltung mit Basen hergestellt werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein einfaches Verfahren, aus 2-Halogenethanphosphonsäurederivaten Vinylphosphonsäurederivate herzustellen, wobei die Abspaltung von Halogenwasserstoff entfällt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, daß man auf einfache und wirtschaftliche Weise Vinylphosphonsäurederivate herstellen kann, indem man 2-Chlorethylestergruppen enthaltende 2-Chlorethanphosphonsäurederivate auf 150 bis 230 °C, vorzugsweise 170 bis 215 °C, erhitzt, wobei 1,2-Dichlorethan abgespalten wird. Die Abspaltung kann gegebenenfalls in Gegenwart saurer oder basischer Katalysatoren durchgeführt werden. Weiterhin kommen Salze der unterphosphorigen Säure als Katalysatoren in Frage.

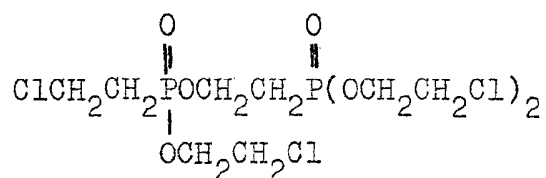
22. 12. 1981

AP C 07 F / 233 018

59 529 11

233018 0 - 1a -

Die als Ausgangsprodukt dienenden 2-Chlorethanphosphon-säurederivate, welche 2-Chlorethylestergruppen enthalten, werden hergestellt durch die bekannte Arbusow-Umlagerung von Tris-chlorethylphosphit. Bei dieser Umlagerung erhält man als wichtigste Verbindung den 2-Chlorethanphosphon-säure-bis-2-chlorethylester. Weiterhin erhält man bei der Arbusow-Umlagerung von Tris-chlorethylphosphit auch häufig nicht destillierbare sogenannte Polykondensate von im wesentlichen unbekannten Strukturen, darunter auch die Verbindung der Formel



Alle diese Produkte können allein oder in Mischung miteinander als Ausgangsprodukt für die Herstellung der Vinylphosphonsäurederivate dienen. Außerdem kann man auch von dem 2-Chlorethanphosphonsäuremono-2-chlorethylester
5 ausgehen.

Bevorzugt ist jedoch als Ausgangsprodukt das gesamte Reaktionsgemisch der Arbusow-Umlagerung, wie es bei der Umlagerung anfällt, d. h. im Regelfall der 2-Chlorethan-
10 phosphonsäure-bis-2-chlorethylester im Gemisch mit den nicht destillierbaren sogenannten Polykondensaten.

Als saure oder basische Katalysatoren kommen zahlreiche Verbindungen in Frage. Als saure Katalysatoren lassen sich verwenden:

15

A) Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlorwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure;

20

B) Halogenhaltige Carbonsäuren mit einem P_{Ka} -Wert $< 2,5$ wie Dichloressigsäure, Trichloressigsäure, Trifluoressigsäure;

25

C) Aromatische Sulfonsäuren mit einem P_{Ka} -Wert $< 2,5$ wie Benzolsulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure;

30

D) Bevorzugt Phosphinsäuren mit 2 bis 18 Kohlenstoffatomen wie Dimethylphosphinsäure, Methylethylphosphinsäure, Dioktylphosphinsäure, Methylphenylphosphinsäure, Diphenylphosphinsäure;

35

E) Besonders bevorzugt Phosphonsäuren mit 1 bis 18 Kohlenstoffatomen und deren Halbestere mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen im Alkoholrest wie Methanphosphonsäure, Propanphosphonsäure, Propanphosphonsäuremonomethylester, Oktadekanphosphonsäure, 2-Chlorethanphosphonsäure, 2-Chlorethanphosphonsäuremono-2-chlorethylester,

Vinylphosphonsäure, Vinylphosphonsäuremono-2-chlorethylester, Vinylphosphonsäuremonoethylester, Benzolphosphonsäure.

- 5 F) Ebenfalls besonders bevorzugt Pyrophosphonsäuren oder deren Halbester wie 2-Chlorethanpyrophosphonsäure, Benzolpyrophosphonsäure, Vinylpyrophosphonsäure, Vinylpyrophosphonsäuremono-2-chlorethylester.
- 10 G) Geeignet sind auch die Alkalisalze, bevorzugt Natrium- oder Kaliumsalze, der unter A bis F genannten Säuren.
- H) Sehr geeignet sind auch die sauren Reaktionsgemische, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entstehen.

15

Als basische Katalysatoren lassen sich verwenden:

- A) Tertiäre aliphatische und aromatische Amine und Phosphine mit 3 bis 18 Kohlenstoffatomen wie Trimethylamin, Tripropylamin, Tributylamin, Triphenylamin, Trimethylphosphin, Triethylphosphin, Tripropylphosphin, Tributylphosphin, Triphenylphosphin, und Tris-(p-dimethylaminophenyl)-phosphin und die entsprechenden gemischten Amine, Phosphine, Phospholane und Phospholene wie Dimethylethylamin, Diethylbutylamin, N-Dimethylanilin, 4-Methyl-N-dimethylanilin, N-Diethylanilin, N,N-Tetramethylphenyldiamin oder N-Methylpyrrolidin; Methyl-diethylphosphin, Dimethylpropylphosphin, Diethylbenzylphosphin, 1-Methyl-phospholen-3 und 2-Ethyl-3-methylphospholen-3.
- 20
- 25
- 30
- B) Quartäre Ammoniumsalze bzw. Phosphoniumsalze mit 3 bis 18 Kohlenstoffatomen wie Tetramethylammoniumchlorid oder -bromid, Tetraethylphosphoniumchlorid, Trimethylbenzylammoniumchlorid, Triethylbenzylammoniumchlorid,
- 35

Triethylbenzylammoniumbromid, Trimethylbenzylphosphoniumchlorid, Triphenylethylphosphonium-2,4-diaminobenzo-sulfonat;

- 5 C) Heterocyclische Verbindungen mit aromatischem Charakter wie Pyridin, 4-(Dimethylamino)-pyridin, Chinolin, ihre verschiedenen Alkyl- und Dialkyl-, vorzugsweise Methyl- bzw. Dimethylderivate, Imidazol, N-Vinylimidazol, Benzthiazol, 2-Amino-6-ethoxybenzthiazol, ferner Phospha-
10 benzole;
- D) Säureamide wie Dimethylformamid, Diethylformamid, N-Dimethylacetamid, N-Diethylpropionamid, N-Methylbenzamid, N-Methylpyrrolidon, N,N'-Tetramethylterephthalsäure-diamid oder Harnstoffe wie Tetramethylharnstoff und Trimethylphenylharnstoff;
- E) Sonstige Stickstoff- oder Phosphorverbindungen mit einer höheren Wertigkeit eines N- oder P-Atoms als 3
20 wie Pyridin-N-oxid, Trimethylphosphinoxid, Tributylphosphinoxid, Trihexylphosphinoxid, Triphenylphosphinoxid, Trihexylphosphinoxid, Trimethylphosphinoxid, Dimethylphenylphosphinoxid, Dimethylphenylphosphinsulfid, Dimethylchlormethylphosphinoxid, Dimethyleikosylphosphinoxid, Dimethyldodecylphosphinoxid, Dimethylphosphinoxid,
25 Dimethylpyrrolidinyl-1-methylphosphinoxid, Triphenylphosphin-dichlorid, Dimethyldodecylphosphinsulfid, Triphenylphosphinimin, Dimethylchlormethylphosphindichlorid, N-2-Dimethylphosphinylethyl-methyl-acetamid,
30 N-2-Dimethylphosphinyl-ethylmethyl-amin, Phospholenoxid wie 1-Methylphospholen-1-oxid und 1-Ethyl-3-methylphospholen-1-oxid;
- F) Amide der phosphinigen und phosphonigen Säure und der
35 Phosphin- und Phosphonsäuren sowie ihrer Thioanaloga,

wie Ethanphosphonsäure-bis-diethylamid, Methan-butanphosphinigsäure-dimethylamid, Diethylphosphinigsäure-isobutylamid. Ferner Triamide der Phosphor- und der Thiophosphorsäure wie Hexamethylphosphorsäuretrisamid.

5

G) Alkalicarbonat, bevorzugt Soda und Pottasche, Alkalihydroxyde, bevorzugt Natrium- und Kaliumhydroxyd, Alkalialkoholate, bevorzugt Natriummethylat.

10 Weiterhin kommen als Katalysatoren in Frage die Salze der hypophosphorigen Säure, z. B. Natriumhypophosphit, Kaliumhypophosphit. Diese Katalysatoren sind besonders bevorzugt auch als Zusatzstoffe, die eine Dunkelfärbung des Reaktionsgutes weitgehend verhindern.

15

Die Katalysatoren werden in Mengen von 0,01 bis 10, bevorzugt 0,1 bis 5 Gew.-%, eingesetzt. Bei Verwendung der bereits gewonnenen sauren Reaktionsgemische können auch größere Mengen von 10 bis 50 Gew.-% eingesetzt

20 werden.

Das Verfahren wird im allgemeinen so durchgeführt, daß die Ausgangsprodukte auf die Reaktionstemperatur erhitzt werden. Dann beginnt die Abspaltung des 1,2-Dichlorethans, in der Regel begleitet durch gleichzeitige Abspaltung ge-
25 ringerer Mengen Chlorwasserstoff. Das sich abspaltende 1,2-Dichlorethan destilliert in der Regel unter Normaldruck ab, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme eines Inertgasstroms. Als Inertgas kommt insbesondere Stickstoff in
30 Frage. Es kann im Einzelfall vorteilhaft sein, vor allem zum Ende der Reaktion, im Vakuum abzudestillieren. Die Abspaltung des 1,2-Dichlorethans ist nach etwa 5 bis etwa 20 Stunden beendet. Bei völliger Abspaltung des 1,2-Dichlorethans ist das Endprodukt dann weitgehend chlor-
35 frei oder chlorarm. Es ist aber zweckmäßig, die Abspaltung

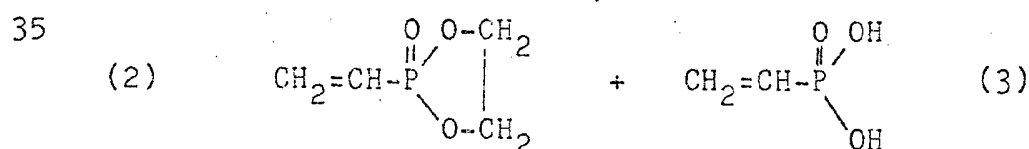
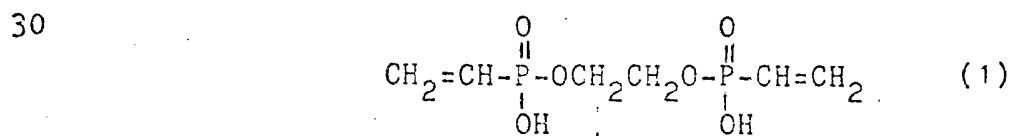
des 1,2-Dichlorethans nicht bis zur völligen Chlorfreiheit des Endproduktes zu führen, sondern nur bis zu einem Gehalt von etwa 1 bis etwa 10 %, vorzugsweise 5 bis 8 %.

Dieses Chlor liegt vor in Form von Chloräthylgruppen.

- 5 Weitgehend chlorfreie Endprodukte sind für die Weiterverarbeitung meistens weniger geeignet, da sie häufig dunkelverfärbt sind und bei den hohen Reaktionstemperaturen bereits zur Zersetzung neigen.
- 10 Die Reaktionstemperaturen liegen bei 150 - 230°C, vorzugsweise 170 - 215°C. Höhere Temperaturen sind möglich, bringen aber keinen Vorteil. Es besteht die Gefahr der Zersetzung, auch der Polymerisation.
- 15 Beim Einsatz der zuvor genannten Katalysatoren kann bei etwas tieferen Temperaturen gearbeitet werden als ohne Katalysatoren. Weiterhin beeinflussen die Katalysatoren häufig die Farbe des Endproduktes günstig.
Das Verfahren kann auch kontinuierlich gestaltet werden.
- 20 Es kann vorteilhaft sein, Polymerisationsinhibitoren wie z. B. Hydrochinon, Hydrochinonmonomethylether oder Phenothiazin zuzusetzen.

Die Reaktionsprodukte bestehen aus Gemischen von Vinylphosphonsäurederivaten, wobei die Art und die Menge der einzelnen Bestandteil nicht bekannt ist. Im idealisierten Fall

- 25 erhält man, ausgehend von 2-Chlorethanphosphonsäure-bis-2-chlorethylester, ein Gemisch der Verbindungen der Formeln



Die beiden Verbindungen (2) und (3) stehen im Gleichgewicht mit der Verbindung (1). Daneben enthält das Reaktionsgemisch auch noch Vinylpyrophosphonsäure bzw. deren Derivate. Unabhängig von der Art der verwendeten Ausgangsverbindungen sind aber alle in dem Reaktionsprodukt vorhandenen Einzelverbindungen dadurch gekennzeichnet, daß sie Vinylphosphonsäure-Gruppen enthalten und, in Abhängigkeit vom Chlorgehalt, eine gewisse Anzahl von Chloräthylgruppen. Die erfindungsgemäßen Vinylphosphonsäurederivate sind wasserlöslich, auch bei dem angegebenen Chlorgehalt von 1 bis 10 %.

Die so erhaltenen Gemische von verschiedenen Vinylphosphonsäurederivaten können direkt ohne Isolierung einzelner Verbindungen verwendet werden, und zwar als wertvolle Zwischenprodukte für die Herstellung von Substanzen zur Flammhemmung für Textilmaterialien. Hierzu werden die Vinylphosphonsäurederivate zunächst mit Ethylenoxid umgesetzt. Diese Oxethylierungsprodukte werden dann über die Vinylgruppen auf dem auszurüstenden Material polymerisiert, wodurch man einen ausgezeichneten Flammhemmeffekt erhält.

Beispiel 1:

120 g 2-Chlorethanphosphonsäure-bis-2-chlorethylester werden auf 208 - 215°C unter Rühren erhitzt. Im Verlauf von 5 Stunden destillieren 59 g 1,2-Dichlorethan ab. Es
5 verbleiben 59 g Vinylphosphonsäurederivate (Säurezahl: 371, Jodzahl: 144, 22,7 % P, 7,6 % Cl).

Beispiel 2:

120 g nicht destillierbare Polykondensate, die bei der
10 Arbusow-Umlagerung von Trischlorethylphosphit anfallen, mit einem Anteil von 32 % an 2-Chlorethanphosphonsäure-2-chlorethylester-2-(bis-(2-chlorethoxy)-phosphono)-ethylester werden auf 200°C unter Rühren erhitzt. Im Verlauf von 6 Stunden spalten sich 41 g 1,2-Dichlorethan mit einem
15 Gehalt von 0,8 % Chlorwasserstoff ab. Man erhält 76 g Vinylphosphonsäurederivate (Säurezahl: 338, Jodzahl: 148).

Beispiel 3:

20 240 g Arbusow-Umlagerungsgemisch von Trischlorethylphosphit, das 50 % 2-Chlorethanphosphonsäure-bis-2-chlorethylester und 16 % 2-Chlorethanphosphonsäure-2-chlorethylester-2-(bis-(2-chlorethoxy)-phosphono)-ethylester enthält, werden auf 190 - 212°C unter Rühren erhitzt. Im
25 Verlauf von 7,5 Stunden werden 108 g 1,2-Dichlorethan abgespalten. Eine weitere Stunde wird Wasserstrahlvakuum angelegt, wobei sich weitere 10 g 1,2-Dichlorethan in einer der Pumpe vorgeschalteten Kühlfalle sammeln. Es verbleiben 117 g Vinylphosphonsäurederivate
30 (Säurezahl: 415, Jodzahl 141, 3,1 % Chlor).

Beispiel 4:

800 g Arbusow-Umlagerungsgemisch, wie es in Beispiel 3 verwendet wurde, werden mit 2,4 g Natriumhypophosphit-1-
35 hydrat versetzt und unter Stickstoffspülung auf 160°C

unter Rühren erhitzt. Es beginnt die Abspaltung von 1,2-Dichlorethan. Nun wird die Temperatur allmählich auf ca. 180°C gesteigert und 1100 g desselben Arbusow-Gemisches, vermischt mit 3,3 g Natriumhypophosphit-1-hydrat, 5 gleichmäßig zugetropft, während 1,2-Dichlorethan abdestilliert. Nach 7,5 Stunden wird im Zuge dieses Verfahrens die Temperatur auf 200°C gesteigert. Nach 12 Stunden wird unter Stickstoffspülung abgekühlt. Man erhält 821 g 1,2-Dichlorethan mit einem Gehalt von 0,3 % Chlorwasserstoff in der Vorlage. In einer der Vorlage nachgeschalteten 10 Kühlfalle sind weitere 25 g 1,2-Dichlorethan gesammelt. Es verbleiben 1035 g Vinylphosphonsäurederivate (Säurezahl: 414, Jodzahl: 126, 22,8 % Phosphor, 8,9 % Chlor).

15

Beispiel 5:

135 g 2-Chlorethanphosphonsäure-bis-2-chlorethylester und 4 g Phosphorsäuretrisdimethylamid werden unter Rühren 6 Stunden auf 185 - 190°C erhitzt. Dabei destillieren 66 g 20 1,2-Dichlorethan in die Vorlage ab. Anschließend wird 6 Stunden ein Vakuum von 47 mbar angelegt. In einer der Vorlage nachgeschalteten Kühlfalle kondensieren noch 6 g 1,2-Dichlorethan. Es verbleiben 65,5 g Vinylphosphonsäurederivate 25 (Säurezahl: 374, Jodzahl: 121, 24,1 % Phosphor, 1,5 % Chlor).

Beispiel 6:

85,3 g nicht destillierbare Polykondensate, wie sie in 30 Beispiel 2 verwendet wurden, und 1,7 g 4-Dimethylaminopyridin werden unter Rühren 10 Stunden auf 190°C erhitzt. Dabei destillieren 32 g 1,2-Dichlorethan ab. Es verbleiben 53 g Vinylphosphonsäurederivate (Säurezahl: 362, Jodzahl: 140, 23,2 % Phosphor, 5,6 % 35 Chlor).

Beispiel 7:

85,3 g nicht destillierbare Polykondensate, wie sie in
Beispiel 2 verwendet wurden, und 3,4 g 1-Methyl-1-oxo-
 Δ^3 -phospholen werden 13 Stunden auf 180 - 190°C unter
5 Rühren erhitzt. Es destillieren 29,5 g 1,2-Dichlorethan
ab. Es verbleiben 53 g Vinylphosphonsäurederivate
(Säurezahl: 383, Jodzahl: 133, 24,5 % Phosphor, 4,7 %
Chlor).

10 Beispiel 8:

85,3 g nicht destillierbare Polykondensate, wie sie in
Beispiel 2 verwendet wurden, und 1,7 g Triphenylphosphin
werden unter Rühren auf 190°C erhitzt. Innerhalb von 9
Stunden werden 29,5 g 1,2-Dichlorethan abdestilliert.
15 Durch Anlegen eines Vakuums von 67 mbar werden weitere
5,5 g 1,2-Dichlorethan in einer der Vorlage nachgeschalte-
ten Kühlfalle aufgefangen. Es verbleiben 51 g Vinylphos-
phonsäurederivate
(Säurezahl: 371, Jodzahl: 133, 24,3 % Phosphor, 4,1 %
20 Chlor).

Beispiel 9:

85,3 g nicht destillierbare Polykondensate, wie sie in
Beispiel 2 verwendet wurden, und 1,7 g 1,4-Diazabicyclo-
25 $\underline{\text{2,2,2,7}}$ -octan ("Dabco") werden auf 185 - 190°C unter Rüh-
ren auf 190°C erhitzt. Innerhalb von 5 Stunden destillieren
32 g 1,2-Dichlorethan ab. Man erhält 54 g Vinylphosphonsäu-
rederivate
(Säurezahl: 368, Jodzahl: 124, 23,1 % Phosphor, 5,1 %
30 Chlor).

Beispiel 10:

269,5 g Arbusow-Umlagerungsgemisch, wie es in Beispiel 3
verwendet wurde, und 10 g Vinylphosphonsäure werden auf
35 195°C unter Rühren erhitzt. Nach einer Stunde beginnt

1,2-Dichlorethan abzudestillieren. Wenn ca. 50 g 1,2-Dichlorethan abdestilliert sind, werden innerhalb von 3 Stunden weitere 1347,5 g Ausgangsmaterial zudosiert. Dann wird 6 Stunden weiter bei 195°C unter Rühren erhitzt.

- 5 Danach wird bei dieser Temperatur ein Vakuum von 67 mbar angelegt. Insgesamt werden 678 g 1,2-Dichlorethan in der Vorlage und 128 g 1,2-Dichlorethan in einer der Vorlage nachgeschalteten Kältefalle gesammelt. Es verbleiben 804 g Vinylphosphonsäurederivate
- 10 (Säurezahl: 384, Jodzahl: 146, 24,5 % Phosphor, 4,4 % Chlor).

Beispiel 11:

- 202 g Arbusow-Umlagerungsgemisch, wie es in Beispiel 3
15 verwendet wurde, und 1 g wasserfreie Soda werden unter Rühren auf 190°C erhitzt. Innerhalb von 8 Stunden destillieren 84 g 1,2-Dichloräthan ab. Es hinterbleiben 117 g Vinylphosphonsäurederivate
- (Säurezahl: 310, Jodzahl 136, 21,3 % Phosphor, 11,1 %
20 Chlor).

Beispiel 12:

- 202 g Arbusow-Umlagerungsprodukt, wie es im Beispiel 3
verwendet wurde, und 1 g Natriumchlorid werden unter
25 Rühren auf 190°C erhitzt. Innerhalb von 9 Stunden destillieren 87,5 g 1,2-Dichlorethan ab. Man erhält 114 g Vinylphosphonsäurederivate
- (Säurezahl: 325, Jodzahl: 144, 22,2 % Phosphor, 9,9 %
Chlor).

30

Beispiel 13:

- 202 g Arbusow-Umlagerungsgemisch, wie es im Beispiel 3
verwendet wurde, und 1 g Ethanphosphonsäuremononatriumsalz
werden unter Rühren auf 190°C erhitzt. Innerhalb von 12
35 Stunden destillieren 91,5 g 1,2-Dichlorethan ab. Es ver-

233018 0 - 12 -

bleiben 110 g Vinylphosphonsäurederivate

(Säurezahl: 350, Jodzahl: 128, 23,0 % Phosphor, 8,4 % Chlor).

22. 12. 1981

AP C 07 F / 233 018

59 529 11

233018 0

- 13 -

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Herstellung von Vinylphosphonsäurederivaten, gekennzeichnet dadurch, daß man 2-Chlorethanphosphonsäurederivate, die 2-Chlorethylestergruppen enthalten, auf Temperaturen von 150 bis 230 °C erhitzt.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß man die Reaktion in Gegenwart saurer oder basischer Katalysatoren durchführt.
3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß man die Reaktion in Gegenwart von Salzen der unterphosphorigen Säure durchführt.