



(19) Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 398 749 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1630/92

(51) Int.Cl.⁶ : C01C 3/14

(22) Anmelddatum: 13. 8.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1994

(45) Ausgabedatum: 25. 1.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS2461676 US-PS3314754 EP-A 416236

(73) Patentinhaber:

CHEMIE LINZ GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4021 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

HACKL KURT A. DIPLO.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
MÜLLNER MARTIN DIPLO.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHULZ ERICH
ANSFELDEN, OBERÖSTERREICH (AT).
STERN GERHARD DIPLO.ING. DR.
SONNBERG I. M., OBERÖSTERREICH (AT).
FALK HEINZ DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ISOCYANSÄURE DURCH ZERSETZEN VON N,N-DISUBSTITUIERTEN HARNSTOFFEN

(57) Verfahren zur Herstellung von Isocyanäure, dadurch gekennzeichnet, daß N,N-disubstituierte Harnstoffe bei erhöhter Temperatur in ein schwererflüchtiges, sekundäres Amin und in Isocyanäure, die über Kopf abgezogen wird, zersetzt werden.

B
398 749
AT

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Isocyanäure durch Zersetzen von N,N-disubstituierten Harnstoffen.

Isocyanäure stellt auf Grund ihrer hohen Reaktivität einen wertvollen C-1 Baustein für die Synthese einer Vielzahl von Verbindungen dar.

- 5 Ihre Herstellung kann nach EP-A-0 124 704 durch Erhitzen von geschmolzenem Harnstoff in einer Wirbelschicht erfolgen, wobei ein Isocyanäure-Ammoniak-Gemisch erhalten wird. Die Isolierung der Isocyanäure aus diesem Gemisch bereitet jedoch Schwierigkeiten, da sich beim Abkühlen des Ammoniak-Isocyanäuregemisches Ammoniumisocyanat bildet, das sehr leicht wieder zu Harnstoff isomerisiert.

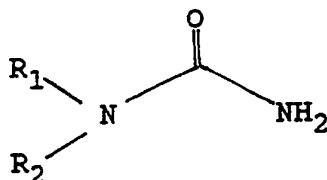
Aus Chemical Abstracts Vol. 81 (1974) 172444m und Vol. 82 (1975) 173135u ist die thermische
10 Zersetzung von Harnstoff unter Abtrennung von Ammoniak bekannt, wobei sich jedoch ein Feststoff, nämlich Cyanursäure, bildet, die bei 330 bis 600 °C zu Isocyanäure zersetzt werden muß. Die Zersetzung verläuft nur langsam und unvollständig. In EP-A-0416236 werden zwar verbesserte Abtrennungsverfahren für Ammoniak aus Isocyanäure-Ammoniak Gemischen durch Zugabe von tertiären Aminen oder Ethern beschrieben, Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es aber, ein neues, einfache durchführbares Verfahren
15 zur Herstellung von Isocyanäure zu finden, bei dem Isocyanäure ohne nachträglichen Trennungsschritt in hoher Ausbeute und Reinheit erhalten wird.

Gegenstand der Erfindung ist demnach ein Verfahren zur Herstellung von Isocyanäure, das dadurch gekennzeichnet ist, daß N,N-disubstituierte Harnstoffe bei erhöhter Temperatur in ein schwererflüchtiges sekundäres Amin und in Isocyanäure, die über Kopf abgezogen wird, zersetzt werden.

- 20 Als Ausgangsverbindungen zur Herstellung von Isocyanäure nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eignen sich prinzipiell alle N,N-disubstituierten Harnstoffe, die bei thermischer Belastung in Isocyanäure und in ein schwererflüchtiges sekundäres Amin zerfallen.

Bevorzugt werden N,N-disubstituierte Harnstoffe der Formel I

25



30

in der R₁ und R₂ gleich oder verschieden sind und einen geradkettigen, verzweigten oder cyclischen, unsubstituierten oder mit (C₁ - C₆) Alkoxy oder mit Phenyl substituierten (C₁ - C₂₄) Alkylrest oder einen unsubstituierten oder mit (C₁ - C₆) Alkyl, (C₁ - C₆) Alkoxy oder mit Hydroxy, oder Halogen, wie Chlor oder Brom oder mit Nitro oder Amin substituierten Phenylrest bedeuten.

Alkylreste sind zum Beispiel Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Hexyl, Octyl, Decyl, Dodecyl, Hexadecyl, Octadecyl, Cyclohexyl oder Cycloheptylreste. (C₁ - C₆)Alkoxyradikale sind zum Beispiel Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Hexoxy. Substituierte Phenylreste sind zum Beispiel Toly, 40 Aminophenyl, Chlorphenylreste.

Besonders bevorzugte Ausgangsverbindungen sind zum Beispiel N,N-Dibutylharnstoff, N,N-Dihexylharnstoff, N,N-Dioctylharnstoff, N,N-Didodecylharnstoff, N,N-Dihexadecylharnstoff, N,N-Dioctadecylharnstoff, N,N-Dicyclohexylharnstoff und N,N-Dibenzylharnstoff. Die substituierten Harnstoffe können zum Beispiel über N-Alkylierung von Harnstoff, wie in EP 0 471 983 beschrieben, hergestellt werden.

45 Die substituierten Harnstoffe können, ohne Verwendung eines Verdünnungsmittels, in flüssiger Form oder als Schmelze eingesetzt werden.

Die Zersetzung kann aber auch in einem unter Reaktionsbedingungen inertem Verdünnungsmittel erfolgen. Als solche kommen aliphatische oder aromatische Kohlenwasserstoffe, wie etwa Dodecan, Hexadecan, Octadecan, Toluol und Xylole oder Ether wie z.B. Diethylenglycoldibutylether oder Paraffine oder Mischungen derselben in Betracht. Bevorzugt werden Hexadecan und Diethylenglycoldibutylether eingesetzt. Es kann aber auch das Amin, das bei der Zersetzung des Harnstoffs entsteht, als Verdünnungsmittel verwendet werden.

Es ist weiters möglich, dem Reaktionsgemisch zusätzlich ein Lösungsmittel für Isocyanäure zuzugeben, welches die Polymerisation der Isocyanäure verhindert oder durch Komplexbildung die Isocyanäure stabilisiert und dann nach beendet Reaktion in der Kühlzelle gemeinsam mit der Isocyanäure kondensiert, wodurch eine klare, gut handhabbare Lösung reiner Isocyanäure erhalten wird. Lösungsmittel für die Isocyanäure sind beispielsweise aliphatische oder aromatische Kohlenwasserstoffe, die gegebenenfalls auch halogeniert sein können, wie etwa Chloroform, Methylenechlorid, Toluol und Xylole und Ether, wie etwa

Tetrahydrofuran, Dioxan, Diisopropylether, Diethylether, tert.Butylmethylether, Diethoxyethan, Dimethoxyethan, Diethylenglycoldialkylether oder Triethylenglycolalkylether mit der Einschränkung, daß der Siedepunkt des Lösungsmittels nicht höher als die angewandte Reaktionstemperatur liegt. Bevorzugt wird jedoch Toluol oder ein Ether wie Diethylenglycoldibutylether, Diethylether, Diethoxyethan oder Dimethoxyethan zugesetzt.

- 5 Es wird dabei soviel Lösungsmittel zugegeben, sodaß in der Kühlfaile eine maximal 10%ige Lösung an Isocyanäure erhalten wird.

Die Reaktionstemperatur liegt je nach eingesetztem Harnstoff etwa zwischen 90 bis 400 °C, bevorzugt etwa zwischen 150 bis 300 °C und besonders bevorzugt zwischen 180 bis 260 °C. Die Isolierung der entstehenden Isocyanäure kann auf mehrere Arten erfolgen.

- 10 So genügt es zum Beispiel, die Isocyanäure oder das Isocyanäure-Lösungsmittelgemisch abzudestillieren und in einer mit flüssigem Stickstoff gekühlten Kühlfaile zu kondensieren oder in einem der vorgenannten, geeigneten Lösungsmittel, dessen Siedepunkt jedoch auch über der Reaktionstemperatur liegen kann, zu absorbieren.

Zur Verbesserung der Auf trennung von sekundärem Amin und Isocyanäure kann auch eine Fraktionierkolonne verwendet werden, wodurch eventuell mitgeschlepptes Amin durch das kondensierende Verdünnungsmittel wieder in das Reaktionsgemisch zurückgewaschen wird, oder die Isocyanäure wird mittels eines Inertgasstromes, etwa mittels eines Stickstoffstromes oder eines CO₂-Stromes aus dem Reaktionsgemisch entfernt.

Die eben angeführten Maßnahmen zur Isolierung der Isocyanäure können jede für sich, aber auch 20 kombiniert angewandt werden.

Die oben angeführten Verfahrensvariationen können sowohl diskontinuierlich als auch kontinuierlich, z.B. in einem Dünnschichtverdampfer oder in einer Füllkörperkolonne, durchgeführt werden.

Isocyanäure wird dabei mit hohen Ausbeuten und hoher Reinheit erhalten. Die so gewonnene Isocyanäure kann dann rein oder als Lösung entweder bei Temperaturen von -80 °C bis -20 °C einige

- 25 Wochen gelagert werden oder bei Absorption in einem Lösungsmittel durch Zugabe des entsprechenden Reaktionspartners sofort weiterverarbeitet werden.

Das sekundäre Amin, das als zweites Produkt bei der Zersetzung entsteht, kann zum Beispiel durch Destillation unter reduziertem Druck gereinigt werden und als Ausgangsverbindung für verschiedene Reaktionen eingesetzt werden, oder der Sumpf, der neben dem sekundären Amin auch geringe Mengen an

- 30 unumgesetztem substituierten Harnstoff und gegebenenfalls ein Verdünnungsmittel enthält, kann direkt ohne weitere Aufarbeitung wieder zur Herstellung neuer substituierter Harnstoffe, etwa nach EP 410.168, verwendet werden.

Beispiel 1

35

Diskontinuierliche Herstellung von Isocyanäure

In einer geeigneten Apparatur, bestehend aus einem Kolben mit Einleitungsmöglichkeiten für das Inertgas und das zusätzliche Lösungsmittel für die Isocyanäure, einem Thermometer, einer aufgesetzten 40 beheizbaren 20 cm langen Vigreuxkolonne und einem absteigenden Kühler, wurde eine 2 %ige Lösung (1 g/49 g Verdünnungsmittel) von Dibenzylharnstoff in Hexadecan vorgelegt und unter Einleiten eines Stickstoffstromes (17 l/h) auf 200 °C aufgeheizt. Zusätzlich wurde Diethylether (80 ml/h) in den Sumpf zudosiert. Die entstehende Isocyanäure und Diethylether wurde in einer mit Eiswasser gekühlten und mit Diethylether beschickten Gaswaschflasche absorbiert.

- 45 Zur Ausbeutebestimmung wurde die organische Phase aus der Gaswaschflasche mit Wasser extrahiert und der Gehalt an Isocyanäure mit AgNO₃ potentiometrisch titriert oder die organische Phase wurde mit wäßriger NaOH extrahiert und der Überschuß an NaOH mit HCl rücktitriert.

Ausbeute: 86 %

Analog zu Beispiel 1 wurden folgende Beispiele durchgeführt:

50

Tabelle 1

	Harnstoff	Verdünnungs mittel	Konz.d. Lösung (Gew.%)	T(°C)	N ₂ -Flu- ß	Isocyanäurelösungsmitte	Ausbeut (%)
5	2.Dibenzylharnstoff	Hexadecan	5	250	7 l/h	Diethylether 40 ml/h	57
10	3.Dibenzylharnstoff	Hexadecan	10	200	17 l/h	Diethylether 80 ml/h	50
10	4.Dibenzylharnstoff	Hexadecan	5	200	17 l/h	Diethylether 40 ml/h	69
10	5.Dibenzylharnstoff	Hexadecan	5	200	34 l/h	-	69
10	6.Dibenzylharnstoff	Hexadecan	5	200	17 l/h	Diethoxyethan 80 ml/h	80
10	7.Dioctylharnstoff	Hexadecan	5	200	17 l/h	Diethylether 80 ml/h	65

Beispiel 8

Kontinuierliche Herstellung in einem Dünnschichtverdampfer

Während 1 Stunde wurde eine 5 Gew.%ige Lösung von Dioctyl harnstoff in Hexadecan in einen Dünnschichtverdampfer dosiert, der auf einer Temperatur von 230 °C gehalten wurden. Der Inertgasstrom im Dünnschichtverdampfer betrug 17 l/h N₂. Die entstehende Isocyanäure wurde in einer mit Wasser (15 °C) gekühlten mit 50 ml Toluol beschickten Vorlage absorbiert. Zur Ausbeutebestimmung wurde die Toluollösung mit Natronlauge extrahiert und der Gehalt an Isocyanäure durch Rücktitration mit Salzsäure bestimmt.

Ausbeute: 50 %

Beispiel 9

Kontinuierliche Herstellung in einer Füllkörperkolonne

Eine mit Raschigringen beschickte Füllkörperkolonne mit absteigendem Kühler wurde auf 250 °C beheizt und am Kopf mit einer 5 Gew%igen Lösung von Dioctylharnstoff in Hexadecan beaufschlagt (10 ml/h). In den Sumpf wurden 17 l/h N₂ eingeleitet. Das Strippergas und die entstehende Isocyanäure wurden im Kühler auf Raumtemperatur gekühlt und in einer mit Diethylether befüllten und mit Eiswasser gekühlten Gaswaschflasche absorbiert.

Die Ausbeutebestimmung erfolgte analog Beispiel 2.

Ausbeute: 86 %

Beispiel 10

Wurde analog Beispiel 9 durchgeführt.
5 Gew.%ige Lösung ans Dioctylharnstoff in Diethylenglycoldibutylether, 10 ml/h Belastung, 5 l/h N₂, 200 °C Reaktionstemperatur.

Ausbeute: 48 %

Beispiel 11

Wurde analog Beispiel 9 durchgeführt.
5 Gew.%ige Lösung and Dibenzylharnstoff in Diethylenglykoldibutylether, 20 ml/h Belastung, 80 ml/h Diethylether als Isocyanäurelösungsmitte, 17 l/h N₂, 200 °C Reaktionstemperatur.

Ausbeute: 75 %

Beispiel 12

Wurde analog zu Beispiel 9 durchgeführt.
5 Gew.%ige Lösung an Dioctylharnstoff in Diethylenglykoldibutylether, 10 ml/h Belastung, 17 l/h N₂, 80 ml/h Diethylglykoldibutylether als Isocansäurelösungsmitte, 240 °C Reaktionstemperatur.

Ausbeute: 80 %

Beispiel 13

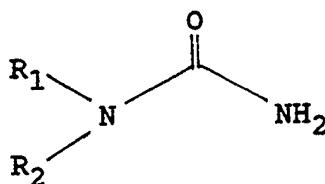
Wurde analog Beispiel 9 durchgeführt.

- 10 Gew.%ige Lösung an Dioctylharnstoff in Diethylenglykoldibutylether, 20 ml/h Belastung, 80 ml/h
 5 Diethylenglykoldibutylether als Isocansäurelösungsmittel, 17 l/h N₂, 240 °C Reaktionstemperatur.
 Ausbeute: 68 %

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Herstellung von Isocyan säure, **dadurch gekennzeichnet**, daß N,N-disubstituierte Harnstoffe bei erhöhter Temperatur in ein schwererflüchtiges, sekundäres Amin und in Isocyan säure, die über Kopf abgezogen wird, zersetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß N,N-disubstituierte Harnstoffe der Formel I
- 15

20



in der R₁ und R₂ gleich oder verschieden sind und einen geradkettigen, verzweigten oder cyclischen, unsubsti-
 25 tuierten oder mit (C₁ - C₆) Alkoxy oder Phenyl substituierten (C₁ - C₂₄) Alkylrest oder einen unsubsti-
 tuierten oder mit (C₁ - C₆) Alkyl, (C₁ - C₆) Alkoxy, Hydroxy, Halogen, Nitro oder Amin substi-
 tuierten Phenylrest bedeuten, eingesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß N,N-disubstituierte Harnstoffe der Formel I
 30 in der R₁ und R₂ einen geradkettigen, verzweigten oder cyclischen (C₄ - C₂₀) Alkylrest oder einen Benzylrest bedeuten, eingesetzt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harnstoffzersetzung ohne Verdün-
 35 nungsmittel oder in einem unter Reaktionsbedingungen inertem Verdünnungsmittel, gegebenenfalls in Kombination mit einem Lösungsmittel für Isocyan säure und/oder einem Inertgasstrom durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reaktionstemperatur etwa 150 bis 300 °C, besonders bevorzugt 180 bis 260 °C, beträgt.
- 40

45

50

55