



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 017 628 A1** 2005.11.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 017 628.0**

(22) Anmeldetag: **10.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C07C 201/16**
C02F 1/00, C02F 9/00

(71) Anmelder:

Bayer MaterialScience AG, 51373 Leverkusen, DE

(72) Erfinder:

Knauf, Thomas, Dr. Dipl.-Chem., 41542 Dormagen, DE; Gehlen, Franz-Ulrich von, 47839 Krefeld, DE; Dohmen, Wolfgang, 47229 Duisburg, DE; Schmiedler, Jörg, 47228 Duisburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Aufarbeitung von aromatische Nitroverbindungen enthaltenden Abwässern**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufarbeitung von alkalischen Abwässern, die bei der Wäsche von rohem Nitrobenzol entstehen, wobei das rohe Nitrobenzol

a) durch adiabate Nitrierung von Benzol mit Nitriersäure hergestellt und anschließend

b) in einer sauren Wäsche gewaschen und anschließend

c) in einer alkalischen Wäsche gewaschen wird, wobei ein alkalisches Abwasser, enthaltend Benzol in Konzentrationen von 100 bis 3000 ppm und Nitrobenzol in Konzentrationen von 1000 bis 10000 ppm, erhalten wird, dadurch gekennzeichnet, dass

d) aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt c) anschließend nicht gelöst vorliegendes Benzol und/oder Nitrobenzol abgeschieden wird und

e) optional aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt d) anschließend restliches Benzol und/oder Nitrobenzol durch Strippen entfernt wird und

f) das alkalische Abwasser aus Schritt d) oder e) anschließend unter Ausschluss von Sauerstoff auf Temperaturen von 150 bis 500°C unter Überdruck erhitzt wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufarbeitung von alkalischen Abwässern, die bei der Wäsche von rohem Nitrobenzol entstehen durch thermische Druckersetzung (TDZ).

[0002] Diese alkalischen Abwässer enthalten üblicherweise neben Wasser noch Restmengen an Benzol und Nitrobenzol sowie Nitrohydroxyaromaten. Beispielsweise seien folgende Nitrohydroxyaromaten, die auch in Form ihrer wasserlöslichen Salze vorliegen können, genannt: Mono-, Di- und Trinitrophenole, Mono-, Di- und Trinitrokresole, Mono-, Di- und Trinitroresorcine, Mono-, Di- und Trixylenole. Als Salzbildner kommen alle Metalle in Betracht, die mit den Nitrohydroxyaromaten wasserlösliche Salze zu bilden vermögen. Bevorzugt seien die Alkalimetalle genannt, z.B. Lithium, Natrium, Kalium und Rubidium.

Stand der Technik

[0003] Das grundsätzliche Verfahren der TDZ zur Behandlung von aromatischen Nitroverbindungen enthaltenden Abwässern ist in folgenden Patenten beschrieben. In EP 0 005 203 A2 ist ein Verfahren beschrieben zur Aufarbeitung von Nitrohydroxyaromaten enthaltenden Abwässern, wobei die Abwässer unter Luft- und Sauerstoffausschluss bei einem Druck von 50 – 250 bar und mit einer Temperatur von 150 – 500°C behandelt werden.

[0004] In EP 0 503 387 A1 wurde ein ähnliches Verfahren beschrieben, das aber dadurch gekennzeichnet ist, dass das besagte alkalische Abwasser durch Salpetersäurezugabe und anschließende Behandlung in Temperaturbereichen von 180 – 350°C und einem Druckbereich von 40 – 250 bar aufgearbeitet wird.

[0005] Beide Verfahren weisen jedoch erhebliche Nachteile auf.

[0006] EP 0 005 203 A2 beschreibt nicht die Entfernung von organischen Kohlenwasserstoffen wie Benzol oder Nitrobenzol, die in einem dem technischen Stand entsprechenden adiabaten Nitrierprozess anfallen. Die Reinigung des Abwassers gemäß der Lehre von EP 0 005 203 A2 ist daher unzureichend oder der Verbrauch an Natronlauge in der TDZ wird sehr hoch.

[0007] In EP 0 503 387 A1 gelingt nicht die vollständige Zersetzung von Nitrobenzol, so dass eine weitere Behandlung des Abwassers notwendig ist. Außerdem wird das im Abwasser enthaltene Nitrobenzol in der TDZ zersetzt und mindert daher die erzielte Ausbeute. Die nach der Lehre von EP 0 503 387 A1 erforderliche Anwesenheit von Salpetersäure in der TDZ treibt zudem die Prozesskosten in zweierlei Hinsicht in die Höhe: zum einen durch den Verbrauch an Salpetersäure und zum anderen durch die hohen Materialbelastungen und die damit verbunden hohen Investitionskosten für einen titanausgekleideten Rohrreaktor. Ein zusätzlicher, nicht beschriebener Nachteil ist auch die Notwendigkeit, das beschriebene alkalische Abwasser vor Zugabe der Salpetersäure neutralisieren zu müssen, was gegebenenfalls mit dem entsprechenden Äquivalent an Salpetersäure erfolgen kann.

Aufgabenstellung

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung war daher, ein einfaches und wirtschaftliches Verfahren zur Aufarbeitung von alkalischen Abwässern, die bei der Wäsche von durch adiabate Nitrierung von Benzol hergestelltem rohem Nitrobenzol entstehen, zur Verfügung zu stellen. Dabei soll das Verfahren durch niedrige Investitionskosten realisierbar sein (d.h., Verzicht auf mit Titan ausgekleideten Apparaten in der TDZ), geringen Verbrauch an NaOH aufweisen und gleichzeitig eine hohe Reinigungswirkung aufweisen.

[0009] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufarbeitung von alkalischen Abwässern, die bei der Wäsche von rohem Nitrobenzol entstehen, wobei das rohe Nitrobenzol

- a) durch adiabate Nitrierung von Benzol mit Nitriersäure hergestellt, und anschließend
- b) in einer sauren Wäsche gewaschen, und anschließend
- c) in einer alkalischen Wäsche gewaschen wird, wobei ein alkalisches Abwasser enthaltend Benzol in Konzentrationen von 100 bis 3000 ppm und Nitrobenzol in Konzentrationen von 1000 bis 10000 ppm erhalten wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- d) aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt c) anschließend nicht gelöst vorliegendes Benzol und/oder Nitrobenzol abgeschieden wird, und

- e) optional aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt d) anschließend restliches Benzol und/oder Nitrobenzol durch Strippen entfernt wird, und
 f) das alkalische Abwasser aus Schritt d) oder e) anschließend unter Ausschluss von Sauerstoff auf Temperaturen von 150 bis 500°C unter Überdruck erhitzt wird.

[0010] Die Nitrierung von Benzol zu Nitrobenzol in Schritt a) erfolgt dabei üblicherweise nach den Verfahren nach dem Stand der Technik, z.B. gemäß EP 043 6 443 A2.

[0011] Das in Schritt a) hergestellte rohe Nitrobenzol wird anschließend in einer sauren Wäsche in Schritt b) gewaschen. Bevorzugt wird dabei eine Säurekonzentration von 0,5 bis 2 Gew.-% Schwefelsäure bezogen auf die wässrige Phase eingestellt.

[0012] Das rohe Nitrobenzol wird anschließend in Schritt c) in einer alkalischen Wäsche gewaschen. Bevorzugt wird dabei ein pH-Wert von ≥ 9 , besonders bevorzugt von 10 bis 14 eingestellt. Das dabei erhaltene alkalische Abwasser enthält Benzol in Konzentrationen von 100 bis 3000 ppm, vorzugsweise von 100 bis 1000 ppm und Nitrobenzol in Konzentrationen von 1000 bis 10000 ppm, vorzugsweise von 1200 bis 8000 ppm. Das Abwasser enthält ferner üblicherweise Nitrohydroxyaromaten in einer Konzentration von 2000 bis 25000 ppm. Das so erhaltene alkalische Abwasser wird dann in den Schritten d) bis f) weiter aufgearbeitet.

[0013] In Schritt d) wird aus dem alkalischen Abwasser noch enthaltenes, nicht gelöst vorliegendes Benzol und/oder Nitrobenzol abgetrennt. Das so abgetrennte Benzol und/oder Nitrobenzol wird dann bevorzugt wieder dem Nitrierprozess bzw. dem rohen Nitrobenzol zugeführt. Die Abtrennung des nicht gelöst vorliegenden Nitrobenzols kann dabei durch Abscheider, Absetzbehälter oder andere Phasentrennapparaturen erfolgen. Bevorzugt wird ein Absetzbehälter eingesetzt. Bevorzugt wird in Schritt d) ein alkalisches Abwasser erhalten, das Benzol in Konzentrationen von 100 bis 1000 ppm und Nitrobenzol in Konzentrationen von 1200 bis 3000 ppm enthält.

[0014] Optional kann anschließend aus dem aus Schritt d) erhaltenen alkalischen Abwasser Benzol und gegebenenfalls restliches Nitrobenzol durch Strippen entfernt werden. Die Stripfung erfolgt dabei vorzugsweise in einer Strippkolonne durch Abstrippen der Restmengen an Benzol und Nitrobenzol mit Wasserdampf über Kopf. Die anfallenden, Benzol und Nitrobenzol enthaltenden Brüden werden dann bevorzugt in die alkalische Wäsche in Schritt c) zurückgeführt. Eine Fehlfunktion der Strippkolonne kann beispielsweise durch redundante Sicherheitseinrichtungen überwacht werden. Bevorzugt wird in Schritt e) ein alkalisches Abwasser erhalten, das Benzol nur noch in Konzentrationen von bis zu 10 ppm, und Nitrobenzol in Konzentrationen von bis zu 10 ppm enthält.

[0015] In Schritt f) wird das aus den Schritten d) oder e) erhaltene alkalische Abwasser, das noch mit organischen Salzen der Nitrohydroxyaromaten beladen ist, unter Ausschluss von Sauerstoff auf Temperaturen von 150 bis 500°C, vorzugsweise von 250 bis 350°C, besonders bevorzugt 270 bis 290°C unter Überdruck erhitzt. Es ist auch möglich, die Abwässer unter Inertgasatmosphäre bzw. unter einem Inertgas-Vordruck von beispielsweise 0,1 bis 100 bar zu erhitzen. Als Inertgase sind z.B. Stickstoff und/oder Argon geeignet. Je nach Temperatur und gegebenenfalls Inertgas-Vordruck stellen sich beim Erhitzen der Abwässer bevorzugt absolute Drücke im Bereich von 50 bis 350 bar, besonders bevorzugt 50 bis 200 bar, ganz besonders bevorzugt 70 bis 130 bar, ein. Die Erhitzung des alkalischen Abwassers und thermische Druckzerersetzung der organischen Bestandteile wie Benzol, Nitrobenzol und Nitrohydroxyaromaten erfolgt dabei üblicherweise für 5 bis 120 min, bevorzugt 15 bis 30 min.

[0016] Die Anlagenteile der TDZ können dabei beispielsweise aus dem vergleichsweise günstigen Stahl 1.4571 gefertigt werden. Eine Titanbeschichtung der abwasserberührten Teile ist nicht notwendig. Das so behandelte Abwasser durchläuft anschließend bevorzugt eine Sicherheitseinrichtung, in welcher der Gehalt an Phenolaten überprüft wird, und kann dann beispielsweise in eine biologische Kläranlage abgegeben werden.

[0017] Wird die optionale Stripfung in Schritt e) durchgeführt, so können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Benzol und Nitrobenzol auf Gehalte ≤ 2 ppm abgebaut werden. Wird auf den Verfahrensschritt e) verzichtet, so können am Ausgang aus der TDZ in Schritt f) Gehalte an Nitrobenzol von bevorzugt ≤ 400 ppm, besonders bevorzugt ≤ 200 ppm erhalten werden. Die Gehalte an Benzol liegen dann bevorzugt bei ≤ 10 ppm, besonders bevorzugt bei ≤ 1 ppm. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auch die Nitrohydroxyaromaten in der TDZ auf Gehalte < 10 ppm, bevorzugt < 5 ppm abgebaut werden.

[0018] Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren so betrieben, dass zwischen den Schritten d) bzw.

gegebenenfalls e) und Schritt f) in einer Sicherheitseinrichtung die Konzentrationen an Aromaten in dem alkalischen Abwasser überprüft wird, um eine mögliche Explosionsgefahr in der TDZ auszuschließen. Dazu erfolgt bevorzugt in der alkalischen Wäsche in Schritt c) eine Trennschichtmessung, in der Abtrennung von Benzol und Nitrobenzol in Schritt d) eine Trennschichtüberwachung sowie eine pH-Wert und/oder Dichteüberwachung und gegebenenfalls nach Schritt e) zusätzlich eine FID-Überwachung.

[0019] Den alkalischen Abwässern aus der Wäsche des rohen Nitrobenzols können auch Anilin und Aminohydroxyaromaten enthaltende Abwässer, die beispielsweise bei der Herstellung von Anilin anfallen, zuge-mischt werden. Diese Abwässer aus der Anilinherstellung enthalten dabei bevorzugt aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe in Konzentrationen von 1 bis 10 ppm sowie Phenole und deren Salze in Konzentrationen von 200 bis 1500 ppm.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren weist die folgenden Vorteile auf: da aus dem alkalischen Abwasser in Schritt d) Benzol und/oder Nitrobenzol und gegebenenfalls in Schritt e) noch restliches Benzol und/oder Nitrobenzol weitgehend entfernt werden, wird in der TDZ in Schritt f) weniger NaOH verbraucht. Entsprechend ist der Verbrauch an NaOH im Verfahren und der Verlust an Benzol und Nitrobenzol durch die Zersetzung in der TDZ minimiert. Durch den geringeren Einsatz an NaOH wird gleichzeitig erreicht, dass keine hochkorrosionsbeständigen Werkstoffe für die Anlagenteile der TDZ eingesetzt werden müssen. Da in der TDZ wegen der vorherigen Abtrennung von Benzol und Nitrobenzol insgesamt weniger organische Bestandteile abgebaut werden müssen, ergibt sich letztlich auch eine größere Kapazität der TDZ und bessere Reinheiten des so aufgearbeiteten Abwassers. Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Abwässer können daher ohne Verdünnung direkt einer biologischen Kläranlage zugeführt werden.

Ausführungsbeispiel

Beispiel 1 (Vergleichsbeispiel EP 0 005 203 A2)

[0021] In einen mit Stickstoff gespülten 2-1-Autoklaven mit Rührer, Druck- und Temperaturmessung werden 1200 ml eines wässrig-alkalischen Abwassers aus einem adiabaten Nitrierprozess eingefüllt. Anschließend wird Stickstoff mit einem Druck von 30 bar aufgepresst. Dann wird auf 300°C aufgeheizt und 15 Minuten bei der Reaktionstemperatur von 300°C gehalten (TDZ). Der Druck steigt hierbei auf 114 bar. Nach dem Abkühlen wird das Abwasser entnommen und analysiert. In Tabelle 1 sind die Analysenwerte der Gehalte der verschiedenen organischen Substanzen vor und nach der thermischen Druckzersetzung (TDZ) aufgeführt.

Tabelle 1

Gehalt	vor der TDZ	nach der TDZ
Na-Salze der Mono-, Di-, und Tri-nitrophenole	3100 ppm	2,6 ppm
Natriumhydroxid	0,25 Gew.-%	0,12 Gew.-%
Natriumsulfat	0,5 Gew.-%	0,5 Gew.-%
Natriumnitrat	1,8 Gew.-%	2,1 Gew.-%
Natriumnitrit	0,04 Gew.-%	0,05 Gew.-%
Natriumcarbonat	0,05 Gew.-%	0,2 Gew.-%

Beispiel 2 (Vergleichsbeispiel EP 0 503 387 A1)

[0022] Ein Abwasser mit der in Tabelle 2 angegebenen Zusammensetzung wird unter folgenden Reaktionsbedingungen in einem Rohrreaktor behandelt:

- Reaktionstemperatur: 280° bis 290°C
- Druck: 95 bar
- Salpetersäurezugabe: 1,5 Gew. % bezogen auf das Gewicht des Abwassers
- Verweilzeit: 5 min.

Tabelle 2

Analyse des Abwassers	vor der Behandlung	nach der Behandlung
TOC-Gehalt	355 mg/l	17 mg/l
Nitrobenzol	2000 mg/l	6 mg/l
2,6-Dinitrophenol	53 mg/l	< 100 ppb
2,4-Dinitrophenol	485 mg/l	< 100 ppb
Pikrinsäure	117 mg/l	< 50 ppb

Beispiel 3 (erfindungsgemäßes Beispiel)

[0023] Das rohe Nitrobenzol aus der adiabaten Nitrierung von Benzol wird zunächst in einer sauren Wäsche gewaschen und anschließend unter Zugabe von Natronlauge (50%ig) in einem Rührwerksbehälter alkalisch gewaschen. Danach wird das Gemisch in einem nachgeschalteten ersten Trennbehälter aufgrund der Dichteunterschiede in eine organische Phase (Rohnitrobenzol) und eine wässrige Phase (alkalisches Abwasser, Ablauge) getrennt. Das alkalische Abwasser ist mit Nitrobenzol gesättigt und liegt in der in Tabelle 3 angegebenen Zusammensetzung vor. Das alkalische Abwasser wird anschließend in einen weiteren Trennbehälter gefördert. In diesem Trennbehälter setzt sich nicht gelöstes Nitrobenzol und Benzol am Boden des Trennbehälters ab und wird durch Phasentrennung abgetrennt. Das alkalische Abwasser aus diesem Trennbehälter wird mit Abwasser aus der Anilin-Aufarbeitung vermischt und zur weiteren Behandlung in eine thermische Druckzerlegung geleitet. In Tabelle 3 sind die Analysendaten der Zusammensetzung des alkalischen Abwassers vor dem ersten Trennbehälter, nach dem ersten Trennbehälter (und nach Zumischung der Abwässer aus der Anilin-Aufbereitung) sowie nach der TDZ angegeben.

Tabelle 3

Gehalt	vor erstem Trennbehälter	nach erstem Trennbehälter	nach TDZ
Nitrobenzol	4846 ppm	2538 ppm	182 ppm
Benzol	357 ppm	183 ppm	1 ppm
Nitrophenolate	13568 ppm	13508 ppm	< 5 ppm
NaOH	1,7 Gew.-%	1,7 Gew.-%	0,9 Gew.-%
pH-Wert	13,7	13,4	10,4
Aminophenolate	0	1241 ppm	< 5 ppm
Phenol	0	542 ppm	< 5 ppm

[0024] Die TDZ wird bei 100 bar und 290°C mit einer Verweilzeit von 30 Minuten mit einer engen Verweilzeitverteilung betrieben.

Beispiel 4 (erfindungsgemäßes Beispiel)

[0025] Das rohe Nitrobenzol aus der adiabaten Nitrierung von Benzol wird zunächst in einer sauren Wäsche gewaschen und anschließend unter Zugabe von Natronlauge (32%ig) in einem Rührwerksbehälter alkalisch gewaschen. Danach wird das Gemisch in einem nachgeschalteten ersten Trennbehälter aufgrund der Dichteunterschiede in eine organische Phase (Rohnitrobenzol) und eine wässrige Phase (alkalisches Abwasser, Ablauge) getrennt. Das alkalische Abwasser ist mit Nitrobenzol gesättigt und liegt in der in Tabelle 4 angegebenen Zusammensetzung vor. Das alkalische Abwasser wird anschließend in einen weiteren Absetzbehälter gefördert. In diesem Absetzbehälter setzt sich nicht gelöstes Nitrobenzol und Benzol am Boden des Absetzbehälters ab und wird durch Phasentrennung abgetrennt. Danach wird die Ablauge in eine mit Direktampf betriebene Strippkolonne eingespeist, in der Nitrobenzol und Benzol über Kopf abgestrippt wird. Das alkalische Ab-

wasser aus dem Sumpf der Kolonne hat die in Tabelle 4 angegebene Zusammensetzung und wird zur weiteren Aufarbeitung in die thermische Druckzersetzung gefahren. Ein Teilstrom wird dabei analytisch mittels FID auf Anwesenheit von Nitrobenzol und Benzol überwacht.

Tabelle 4

Gehalt	vor erstem Trennbehälter	nach erstem Trennbehälter	nach Strippkolonne	nach TDZ
Nitrobenzol	6520 ppm	1830 ppm	< 2 ppm	< 1 ppm
Benzol	435 ppm	155 ppm	< 1 ppm	nicht detektierbar
Nitrophenolate	12250 ppm	12150 ppm	11850 ppm	< 5 ppm
NaOH	1,0 Gew.-%	1,0 Gew.-%	0,9 Gew.-%	0,6 Gew.-%
pH-Wert	13	13	13	9,8

[0026] Die TDZ wird bei 110 bar und 275°C mit einer Verweilzeit von 30 Minuten mit einer engen Verweilzeitverteilung betrieben. Das Abwasser hat nach der TDZ die in Tab. 4 aufgeführte Zusammensetzung und kann direkt einer biologischen Kläranlage zugeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufarbeitung von alkalischen Abwässern, die bei der Wäsche von rohem Nitrobenzol entstehen, wobei das rohe Nitrobenzol

- a) durch adiabate Nitrierung von Benzol mit Nitriersäure hergestellt, und anschließend
- b) in einer sauren Wäsche gewaschen, und anschließend
- c) in einer alkalischen Wäsche gewaschen wird, wobei ein alkalisches Abwasser enthaltend Benzol in Konzentrationen von 100 bis 3000 ppm und Nitrobenzol in Konzentrationen von 1000 bis 10000 ppm erhalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- d) aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt c) anschließend nicht gelöst vorliegendes Benzol und/oder Nitrobenzol abgeschieden wird, und
- e) optional aus dem alkalischen Abwasser aus Schritt d) anschließend restliches Benzol und/oder Nitrobenzol durch Strippen entfernt wird, und
- f) das alkalische Abwasser aus Schritt d) oder e) anschließend unter Ausschluss von Sauerstoff auf Temperaturen von 150 bis 500°C unter Überdruck erhitzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Strippen in Schritt e) mit Wasserdampf erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Erhitzung des alkalischen Abwassers in Schritt f) bei absoluten Drücken von 50 bis 350 bar erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das in den Schritten d) oder e) erhaltene alkalische Abwasser mit Anilin und/oder Aminohydroxyaromaten enthaltenden Abwässern vereinigt und anschließend gemeinsam in Schritt f) erhitzt wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen