

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 184/95

(51) Int.Cl.⁶ : **D01F 2/02**
D01F 13/02, C08B 16/00

(22) Anmeldetag: 2. 2.1995

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1996

(45) Ausgabetag: 25.11.1996

(56) Entgegenhaltungen:

US 4324593A

(73) Patentinhaber:

LENZING AKTIENGESELLSCHAFT
A-4860 LENZING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG CELLULOSISCHER FORMKÖRPER UND REGENERIERTE LÖSUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper, welches Verfahren folgende Schritte aufweist:

- (A) Auflösen von Cellulose in einer wäßrigen Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO), um eine formbare Celluloselösung zu bilden,
- (B) Formen der Celluloselösung und Führen der geformten Celluloselösung in ein wäßriges Fällbad, in welchem die Cellulose gefällt wird, wodurch ein Formkörper und ein gebrauchtes Fällbad gebildet werden,
- (C) Regenerieren des gebrauchten Fällbades, wobei eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung gebildet wird, die im Schritt (A) erneut zur Auflösung von Cellulose eingesetzt wird,

dadurch gekennzeichnet,
daß eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung im Schritt (A) eingesetzt wird, die einen pH-Wert in einem Bereich aufweist, dessen obere und dessen untere Grenze, in Abhängigkeit von der Konzentration an tertiärem Aminoxid, durch die Gleichung

$$\text{pH} = -0,0015 \times A^2 + 0,2816 \times A + f$$

definiert werden, wobei A die Konzentration an tertiärem Aminoxid in der wäßrigen Lösung, ausgedrückt in % Masse der wäßrigen Lösung, ist und die Bedingung

$$40\% \leq A \leq 86\%,$$

vorzugsweise $70\% \leq A \leq 80\%$,

erfüllt, und f für die obere Grenze den Wert 1,00 und für die untere Grenze den Wert -1,80, vorzugsweise -1,00, besitzt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper sowie eine regenerierte, wäßrige Lösung eines Aminoxids, die zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung verwendet wird.

Seit einigen Jahrzehnten wird nach Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper gesucht, welche das heute in großem Maßstab angewendete Viskoseverfahren ersetzen sollen. Als eine nicht zuletzt wegen einer besseren Umweltverträglichkeit interessante Alternative hat sich dabei herauskristallisiert, Cellulose ohne Derivatisierung in einem organischen Lösungsmittel aufzulösen und aus dieser Lösung Formkörper, z.B. Fasern und Folien, zu extrudieren. Solcherart extrudierte Fasern erhielten von der BISFA (The International Bureau for the Standardization of man made fibers) den Gattungsnamen Lyocell. Unter einem organischen Lösungsmittel wird von der BISFA ein Gemisch aus einer organischen Chemikalie und Wasser verstanden.

Es hat sich herausgestellt, daß sich als organisches Lösungsmittel insbesondere ein Gemisch aus einem tertiären Aminoxid und Wasser sehr gut zur Herstellung von cellulosischen Formkörpern eignet. Als Aminoxid wird dabei in erster Linie N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO) verwendet. Andere Aminoxide sind z.B. in der EP-A - 0 533 070 beschrieben. Ein Verfahren zur Herstellung formbarer Celluloselösungen ist z.B. aus der EP-A - 0 365 419 bekannt.

Die Cellulose wird aus der Celluloselösung in einem wäßrigen Fällbad gefällt. Dabei reichert sich das Fällbad mit Aminoxid an. Für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist es von entscheidender Bedeutung, daß das Aminoxid nahezu vollständig zurückgewonnen und wiederverwendet wird. Das Aminoxidverfahren weist somit die folgenden 3 Hauptschritte auf:

- (A) Auflösen von Cellulose in einer wäßrigen Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO) um eine formbare Celluloselösung zu bilden,
- (B) Formen der Celluloselösung und Führen der geformten Celluloselösung in ein wäßriges Fällbad, in welchem die Cellulose gefällt wird, wodurch ein Formkörper und ein gebrauchtes Fällbad gebildet werden,
- (C) Regenerieren, d.h. Reinigen und Konzentrieren, des gebrauchten Fällbades, wobei eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung gebildet wird, die im Schritt (A) erneut zur Auflösung von Cellulose eingesetzt wird.

Unter dem Begriff "Regenerieren" werden jegliche Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, das Fällbad zu einer wäßrigen Aminoxidlösung aufzubereiten, die wieder im Schritt (A) eingesetzt werden kann. Solche Maßnahmen sind z.B. Reinigen, Behandeln mit Ionenaustauschern, Konzentrieren etc.

Im Fällbad reichert sich nicht nur Aminoxid sondern auch Abbauprodukte der Cellulose und des Aminoxids an. Diese können stark gefärbt sein und die Qualität der hergestellten Formkörper beeinträchtigen, wenn sie nicht aus dem Fällbad entfernt werden. Zusätzlich können sich im Fällbad auch Metallsuren anreichern, die zu einer Verminderung der Prozeßsicherheit führen.

Für das Entfernen dieser Abbauprodukte sind aus der Literatur einige Vorschläge bekannt:

Die DD-A 254 199 beschreibt ein Verfahren zur Reinigung wäßriger Lösungen von NMMO, gemäß welchem die Lösung Anionenaustauscher passiert, wobei in einer ersten Stufe der Anionenaustauscher ein mit tertiären Aminogruppen vom Typ $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ besetztes Austauscherharz eines Styrol/Divinylbenzol-Copolymerisates enthält und in einer zweiten Stufe als funktionelle Gruppen quaternäre Ammoniumgruppen vom Typ $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ enthält. Es wird beschrieben, daß die zu reinigende NMMO-Lösung zu Beginn der Reinigung dunkel, nach der ersten Stufe braun bis gelb und nach der zweiten Stufe hellgelb bis wasserklar ist.

Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die solcherart behandelten Lösungen einen hohen pH-Wert aufweisen, der in weiterer Folge zu einem erhöhten Reinigungsaufwand führt. Dazu kommt noch, daß bei diesem vorbekannten Verfahren Alkali- und Erdalkalitionen, sowie teilweise basische Abbauprodukte (Morpholin, N-Methylmorpholin und andere Verbindungen) nicht aus der Lösung entfernt werden. Die Metallionen bzw. Alkali- und Erdalkalimetallionen führen zu unerwünschten Ablagerungen und Verkrustungen, zu ungelösten störenden Stoffen in der Lösung sowie zu einer Verringerung der Prozeßsicherheit. Es ist zwar möglich, diese Stoffe durch Zugabe eines Fällungsmittels mit anschließender Filtration oder anderen Trennmitteln zu entfernen, diese Arbeitsgänge tragen jedoch wiederum zusätzliche Chemikalien ein bzw. bedeuten einen zusätzlichen technischen Aufwand.

In der EP-A - 0 427 701 ist ein Verfahren zur Reinigung von wäßrigen Aminoxidlösungen beschrieben, gemäß welchem die Reinigung in einem einstufigen Verfahren mit einem Anionenaustauscher durchgeführt wird, der als funktionelle Gruppen ausschließlich quaternäre Tetraalkylammoniumgruppen der Formeln $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{X}^-$ oder $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2\text{OH})\text{X}^-$ aufweist, wobei X^- das Anion einer anorganischen oder organischen Säure darstellt, worauf der Anionenaustauscher mit einer wäßrigen sauren Lösung regeneriert wird. Das Anion X^- stammt vorzugsweise von einer flüchtigen Säure, insbesondere Kohlensäure, Ameisensäure oder Essigsäure. Diese Säuren werden auch zur Regenerierung des Anionenaustauschers vorgeschla-

gen.

In der Internationalen Patentanmeldung WO93/11287 wird vorgeschlagen, die Regenerierung des Anionenaustauschers mit einer wäßrigen Lösung einer starken anorganischen Säure und anschließend mit Natronlauge durchzuführen. Es wird ferner vorgeschlagen, die Lösung vor, oder bevorzugt nach, dem Passieren des Anionenaustauschers über einen Kationenaustauscher zu führen. Es wird beschrieben, daß bei Verwendung eines stark basischen Anionenaustauschers die durch das Überleiten der zu reinigenden Lösung entstehende Färbung des Austauscherharzes so stark sei, daß eine bloße Regenerierung mit Natronlauge nicht ausreichend ist, um das Harz wieder zu entfärben. Um die Kapazität des Harzes aufrechtzuerhalten, muß es daher zusätzlich mit einer starken anorganischen Säure behandelt werden.

Die in der WO93/11287 beschriebene Verfahrensweise führt zu einem gesteigerten Chemikalieneinsatz und zwingt zum Verwenden stark reizender Substanzen, wie z.B. Salzsäure. Zusätzlich ist Beispiel 5 der WO93/11287 zu entnehmen, daß selbst bei Anwendung dieses Verfahrens die Entfärbungskapazität des Anionenaustauschers nach 10 Durchläufen auf beinahe die Hälfte des ursprünglichen Wertes gesunken ist.

Ein Nachteil des Aminoxidverfahrens gegenüber dem Viskoseverfahren ist die geringe thermische Stabilität der Aminoxide und insbesondere der Celluloselösungen. Darunter ist zu verstehen, daß in den Celluloselösungen bei den erhöhten Temperatur der Verarbeitung (etwa 110-120 °C) unkontrollierbare, stark exotherme Zersetzungsprozesse ausgelöst werden können, die unter Entwicklung von Gasen zu heftigen Verpuffungen oder Explosionen und in weiterer Folge auch zu Bränden führen können.

Über die geringe thermische Stabilität der Celluloselösung ist in der Literatur nur wenig bekannt. Auf das Phänomen ist von Buijtenhuijs et al. 1986 erstmals deutlich hingewiesen worden. Insbesondere bei Anwesenheit von Metallionen können in bestimmten Fällen die Zersetzungsreaktionen in der Spinnmasse durchgehen. Metallionen sind aber in der Lösung aufgrund des metallischen Aufbaues der Anlagenteile nie auszuschließen.

Das Durchgehen kann selbst durch Zugabe des heute vielfach verwendeten Stabilisators Gallussäurepropylester (GPE) nicht verhindert werden (Buijtenhuijs et al., 1986). Im Gegenteil: wie Untersuchungen ergeben haben, erhöhen GPE und auch andere aromatische Hydroxyverbindungen mit guten Komplexeierungseigenschaften unter besonderen Voraussetzungen die thermische Instabilität der NMMO-Celluloselösung bei Anwesenheit von Metallen sogar noch; d.h., daß GPE das gefährliche Durchgehen bzw. die Explosionen (mit)initiieren kann. Dies ist in der österreichischen Patentanmeldung A 1857/93, die am 15. Oktober 1994 veröffentlicht wurde, beschrieben.

Aus der US-A - 4,324,593 ist ein Verfahren zur Herstellung einer formbaren Lösung bekannt, welche Cellulose enthält, die in einem Lösungsmittel gelöst ist. Das Lösungsmittel enthält ein tertiäres Aminoxid und eine Verbindung, welche die Lösungsgeschwindigkeit der Cellulose erhöht. Als derartige Verbindungen werden insbesondere primäre, sekundäre, tertiäre Amine, wäßriger Ammoniak und Alkalihydroxide genannt, von denen tertiäre Amine bevorzugt sind. Die Autoren des Patentbesitzes vermuten, daß die beschleunigende Wirkung dieser Verbindungen primär darauf zurückzuführen sind, daß sie den pH der Lösung erhöhen. Ein Nachweis für die Richtigkeit dieser Vermutung wird jedoch nicht erbracht, und es wird auch nicht angegeben, welchen pH die Lösung aufweisen sollte. Lediglich im Anspruch 27 der US-A - 4,324,593 ist ganz allgemein erwähnt, daß die beschleunigende Verbindung einen pH von größer als 7 haben sollte, und in den Beispielen XIV und XV wird der pH einer Mischung bestehend aus festem tertiärem Aminoxid, Cellulose und Wasser mit Natriumhydroxid bzw. wäßrigem Ammoniak auf einen pH von 14 bzw. 12,3 eingestellt.

In der US-A - 4,324,593 wird vorgeschlagen, die beschleunigende Verbindung dem Lösungsmittel in einer solchen Menge zuzugeben, daß sie bis zu 20% der Masse der fertigen Lösung ausmacht, wobei die Menge im Einzelfall vom verwendeten Aminoxid abhängen soll.

Zur Verhinderung des Abbaues von NMMO und Cellulose ist es aus der DD-A - 0 218 104 bekannt, dem Aminoxid eine oder mehrere basische Substanzen in Mengen zwischen 0,1 und 10 Mol%, bezogen auf die Celluloselösung, zuzusetzen. Als basische Substanz werden Alkalihydroxide, z.B. NaOH, basisch reagierende Salze, z.B. Na₂CO₃, sowie organische Stickstoffbasen empfohlen.

Die vorliegende Erfindung setzt sich zum Ziel, das Aminoxidverfahren derart weiterzuentwickeln, daß es auf einfache Weise möglich ist, sowohl die thermische Stabilität der Celluloselösung zu erhöhen als auch den Abbau an Cellulose möglichst gering zu halten. Es ist insbesondere ein Ziel der Erfindung, die oben genannten Abbauprodukte und Verunreinigungen, die sich im Fällbad anreichern, aus dem Verfahren zu entfernen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper weist die folgenden Schritte auf:

(A) Auflösen von Cellulose in einer wäßrigen Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO), um eine formbare Celluloselösung zu bilden,

(B) Formen der Celluloselösung und Führen der geformten Celluloselösung in ein wäßriges Fällbad, in welchem die Cellulose gefällt wird, wodurch ein Formkörper und ein gebrauchtes Fällbad gebildet werden,

(C) Regenerieren des gebrauchten Fällbades, wobei eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung gebildet wird, die im Schritt (A) erneut zur Auflösung von Cellulose eingesetzt wird, und ist dadurch gekennzeichnet, daß eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung im Schritt (A) eingesetzt wird, die einen pH-Wert in einem Bereich aufweist, dessen obere und dessen untere Grenze, in Abhängigkeit von der Konzentration an tertiärem Aminoxid, durch die Gleichung

$$\text{pH} = -0,0015 \times A^2 + 0,2816 \times A + f$$

definiert werden, wobei A die Konzentration an tertiärem Aminoxid in der wäßrigen Lösung, ausgedrückt in % Masse der wäßrigen Lösung, ist und die Bedingung

$$40\% \leq A \leq 86\%,$$

$$\text{vorzugsweise } 70\% \leq A \leq 80\%,$$

erfüllt, und f für die obere Grenze den Wert 1,00 und für die untere Grenze den Wert -1,80, vorzugsweise -1,00, besitzt.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Stabilität der Celluloselösung in hohem Ausmaß davon abhängt, welchen pH-Wert die zur Suspensionsbereitung verwendete, regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung aufweist. Im Sinne der vorliegenden Patentanmeldung wird eine Celluloselösung als umso stabiler angesehen, wenn ihre mittels DSC (Differential Scanning Calorimetry) bestimmte thermische Stabilität möglichst hoch ist und gleichzeitig möglichst wenig Cellulose abgebaut wird, was sich in einem hohen Polymerisationsgrad der Cellulose und in einer hohen Viskosität der Celluloselösung äußert.

Es hat sich erfindungsgemäß gezeigt, daß sich die thermische Stabilität von Celluloselösungen sprunghaft verbessert, wenn zu ihrer Herstellung eine wäßrige Aminoxidlösung eingesetzt wird, deren pH 10,5 oder größer ist. Am thermodynamisch stabilsten erweisen sich Celluloselösungen, die aus einer wäßrigen Aminoxidlösung hergestellt werden, deren pH im Bereich von 11,5 bis 12,5 liegt, wobei bei pH 12,0 die maximale thermische Stabilität gegeben ist.

Die Erfindung beruht ferner auf der Erkenntnis, daß ab einem pH von mindestens 10,5 der Polymerisationsgrad der Cellulose deutlich weniger abnimmt, d.h. deutlich weniger Cellulose abgebaut wird. Das Maximum dieser günstigen Wirkung liegt ebenfalls im pH-Bereich von 11,5 bis 12,5, was bedeutet, daß die höchste thermische Stabilität der Celluloselösung und die höchste Stabilität der Cellulose gegen Abbau im gleichen pH-Bereich gegeben sind und somit zusammenfallen. Auch die Viskositätsmessungen, die an Celluloselösungen durchgeführt wurden, zeigen, daß die Cellulose offenbar dann am wenigsten abgebaut wird, wenn die eingesetzte Aminoxidlösung einen pH von mindestens 10,5 aufweist. Unterhalb von 10,5 fällt die Viskosität stark ab.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird demgemäß bevorzugt so ausgeführt, daß die regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung, die im Schritt (A) eingesetzt wird, einen pH-Wert im Bereich von 10,5 und 13,5, mehr bevorzugt im Bereich von 11,5 und 13,5 und am meisten bevorzugt im Bereich von 11,5 und 12,5, aufweist.

Der pH-Wert der regenerierten, wäßrigen Aminoxidlösung kann auf einfache Weise eingestellt werden, indem das gebrauchte Fällbad mit einem alkalischen Anionenaustauscher und gegebenenfalls anschließend mit einem sauren Kationenaustauscher in Kontakt gebracht wird.

Es hat sich ferner als vorteilhaft erwiesen, den pH-Wert der regenerierten, wäßrigen Aminoxidlösung einzustellen, indem das gebrauchte Fällbad mit einem mit alkalischen Gruppen modifizierten Adsorberharz, anschließend mit einem alkalischen Anionenaustauscher und zumindest teilweise mit einem sauren Kationenaustauscher in Kontakt gebracht wird.

Es kann das gesamte Fällbad oder nur ein Teilstrom mit dem modifizierten Adsorberharz bzw. den Ionenaustauschern in Kontakt gebracht werden, was naturgemäß vom Ausmaß der Verfärbung, dem Gehalt an Kationen und Anionen und dem gewünschten End-pH der regenerierten Lösung abhängt.

Es hat sich gezeigt, daß durch die Verwendung von Adsorberharzen und Ionenaustauschern nicht nur der pH-Wert der NMMO-Lösung auf einfache Weise eingestellt werden kann, sondern daß auch die im Fällbad angereicherten Abbauprodukte, die zu Verfärbungen führen, besonders wirkungsvoll entfernt wer-

den können. Zusätzlich ist durch die Ausführungsform mit dem Adsorberharz gewährleistet, daß die Regenerierung des nachfolgenden Anionenaustauschers im wesentlichen ohne zusätzliche Chemikalien, wie z.B. stark reizende Säuren, möglich ist. Das erfindungsgemäß verwendete Adsorberharz unterscheidet sich von dem in der DD-A 254 199 in der ersten Stufe eingesetzten, schwach basischen Anionenaustauscher

5 dadurch, daß es sich nicht um einen schwach basischen Anionenaustauscher im eigentlichen Sinn handelt, sondern um ein Harz, dessen Aufgabe nicht der Austausch, sondern die Adsorption von Substanzen ist. Ein Adsorberharz weist aus diesem Grund auch eine besondere makroporöse Porenstruktur auf. Zusätzlich ist das Harz in geringerem Ausmaß, als dies bei einem Anionenaustauscher üblich ist, mit schwach basischen Gruppen modifiziert.

10 Es hat sich nun gezeigt, daß der Einsatz eines solcherart modifizierten Adsorberharzes zur Regenerierung des Fällbades nicht nur zur effizienteren Entfernung von gefärbten Stoffen aus der Lösung führt, sondern auch die Regenerierbarkeit des Harzes deutlich besser ist, als jene der in der Literatur beschriebenen Anionenaustauscher.

Es hat sich ferner herausgestellt, daß durch den Einsatz eines Adsorberharzes irreversible Verfärbungen des nachgeschalteten Anionenaustauschers vermieden werden und dadurch kein über die Angaben des Herstellers hinausgehender wesentlicher Kapazitätsverlust im Anionenaustauscher auftritt. Dies ermöglicht eine ausreichende Regenerierung des Anionenaustauschers mit Alkalilauge, z.B. mit Natronlauge. Der zusätzliche Einsatz von starken Säuren kann demgemäß vermieden werden. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet daher einen Anionenaustauscher, der

20 ausschließlich mit Alkalilauge und/oder flüchtigen organischen Säuren regeneriert wurde.

Durch das Nachschalten des Kationenaustauschers nach dem Anionenaustauscher kann auf einfache Weise und ohne zusätzliche chemische oder mechanische Hilfsmittel erreicht werden, daß der aufgrund des Kontaktes mit dem Anionenaustauscher entstandene und den pH-Wert stark erhöhende Hydroxidüberschuß kompensiert wird. Zusätzlich werden Kationen aus der Lösung entfernt.

25 Vorteilhafterweise weist das mit basischen Gruppen modifizierte Adsorberharz tertiäre Aminogruppen als funktionelle Gruppen auf. Tertiäre Aminogruppen, wie z.B. Gruppen des Typs $-\text{CH}_2\text{N}(\text{R})_2$, wobei R Alkyl, Hydroxyalkyl etc. ist, sind als schwach alkalische Gruppen mit ionenaustauschender Wirkung bekannt und verstärken in Kombination mit der adsorptiven Wirkung des Adsorberharzes die entfärbende Wirkung.

Weiters weist der Anionenaustauscher vorteilhafterweise als funktionelle Gruppen quarternäre Ammoniumgruppen auf. Diese Gruppen, z.B. vom Typus $-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ oder $-\text{CH}_2\text{N}^+[(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2\text{OH})]$, sind als stark basische funktionelle Gruppen mit ionenaustauschender Wirkung bekannt und erfüllen im erfindungsgemäßen Verfahren in besonders effizienter Weise die Aufgabe, störende Anionen aus der Lösung zu entfernen.

30

Der Kationenaustauscher weist vorteilhaft Sulfonsäuregruppen als funktionelle Gruppen auf. Sulfonsäuregruppen sind in Kationenaustauschern bekannt.

35

Die Stabilität der Celluloselösung kann ferner zusätzlich erhöht werden, wenn vor, während oder nach dem Regenerieren des Fällbades neben der alkalischen Substanz auch eine antioxidativ wirkende Substanz, also ein Antioxidans, eingebracht wird.

Der Begriff "Antioxidans" wird so verstanden, daß damit alle Stoffe und Stoffgemische umfaßt werden, die einem oxidativen und radikalischen Abbau der Cellulose entgegenwirken. Auch Radikalfänger und Reduktionsmittel fallen naturgemäß unter diesen Begriff. Derartige Stoffe sind z.B. die aus der DE-A - 2 000 082 bekannten mehrwertigen Phenole, mehrwertigen Oxycarbonsäuren, Trioxybenzole etc. Bevorzugte Antioxidantien sind Tannine und jene Stoffe, die in der EP-B - 0 047 929 genannt sind, d.h. Glycerinaldehyd und/oder ein oder mehrere organische Verbindungen, die wenigstens vier Kohlenstoffatome und wenigstens

40 zwei konjugierte Doppelbindungen und wenigstens zwei Hydroxyl- und/oder Aminogruppen mit wenigstens einem Wasserstoffatom besitzen. Insbesondere bevorzugt sind Brenzkatechin, Pyrogallol, Gallussäure, Gallussäuremethylester, -ethylester, -propylester und -isopropylester. Auch Hydrochinon und Anthrachinon bzw. strukturanaloge Verbindungen sowie Derivate können als Antioxidans eingesetzt werden.

Die Erfindung betrifft auch eine regenerierte, wäßrige Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere

50 NMMO, zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung mit einem pH-Wert in einem Bereich, dessen obere und dessen untere Grenze, in Abhängigkeit von der Konzentration an tertiärem Aminoxid, durch die Gleichung

$$\text{pH} = -0,0015 \times A^2 + 0,2816 \times A + f$$

55

definiert werden, wobei A die Konzentration an tertiärem Aminoxid in der wäßrigen Lösung, ausgedrückt in % Masse der wäßrigen Lösung, ist und die Bedingung

$$40\% \leq A \leq 86\%,$$

$$\text{vorzugsweise } 70\% \leq A \leq 80\%,$$

5

erfüllt, und f für die obere Grenze den Wert 1,00 und für die untere Grenze den Wert -1,80, vorzugsweise -1,00, besitzt.

Die erfindungsgemäße regenerierte Aminoxidlösung besitzt bevorzugt einen pH im Bereich von 10,5 bis 13,5, insbesondere im Bereich von 11,5 bis 13,5 und am meisten bevorzugt im Bereich von 11,5 bis 12,5.

10

Die Erfindung wird mit den folgenden Beispielen noch näher erläutert, wobei als Celluloselösungen jeweils Kneterspinnmassen dienten, zu deren Herstellung wäßrige NMMO-Lösungen mit pH-Werten im Bereich von 9,5 bis 13,5 verwendet wurden. Sämtliche Prozentangaben sind auf die Masse bezogen.

Die Messungen des pH-Wertes erfolgten jeweils mit einer pH-Elektrode in Form einer Einstabmeßkette (Metrohm 6.0210.100) bei 50 ° C mit einer Einstellzeit von 90 Sekunden.

15

(1) Herstellung der Kneterspinnmassen

Die Kneterspinnmassen wurden nach dem folgenden allgemeinen Verfahren hergestellt:

20 In ein 250ml Becherglas wurden Gallussäurepropylester und Hydroxylamin als Stabilisatoren in Mengen eingewogen, die 0,03% bzw. 0,05% des eingesetzten Zellstoffs entsprach. Danach wurden 221 g einer wäßrigen 72,46%igen NMMO-Lösung mit einem pH im Bereich von 9,5 und 13,5 (der pH wurde mit NaOH und/oder H₂SO₄ eingestellt) zugegeben, 5 Minuten lang bei Raumtemperatur gerührt, und anschließend wurde die erhaltene Lösung in einen Laborkneter gegeben.

25 Das Becherglas wurde mit 25,5 g faserig gemahlenem, luftgetrockneten Zellstoff (ca. 94%) ausgetrocknet, und danach wurde der Zellstoff ebenfalls in den Kneter gegeben.

Das Gemenge wurde 15 Minuten bei Raumtemperatur und 250 mbar suspendiert und anschließend aufgeheizt (Thermostateinstellung: 130 ° C). Bei ca. 90 ° C destillierte der erste Tropfen Wasser ab, was den eigentlichen Lösungsbeginn anzeigt. 5 Minuten später wurde der Unterdruck in entsprechenden Zeitintervallen um jeweils um 25 mbar bis auf 50 mbar vergrößert. Das Ende des Lösungsvorganges war nach ca. 1

30

Stunde erreicht. Nach diesem allgemeinen Verfahren wurden 7 Spinnmassen aus 7 wäßrigen NMMO-Lösungen hergestellt, wobei die einzelnen NMMO-Lösungen folgende pH-Werte aufwiesen: 9,5, 10,5, 11,0, 11,5, 12,0, 12,5, und 13,5.

35

(2) Thermische Stabilität der Spinnmassen

Die thermische Stabilität der Spinnmassen wurde sowohl für frisch hergestellte Spinnmassen bestimmt, als auch für Spinnmassen, welche vorher 20 Stunden auf 110 ° C erhitzt worden waren.

40 Die Untersuchungen zur thermischen Stabilität wurden gemäß Buijtenhuijs et al. (The Degradation and Stabilization of Cellulose Dissolved in N-Methylmorpholin-N-Oxide (NMM), in "Das Papier", 40. Jahrgang, Heft 12, Seiten 615-619, 1986) mittels der DSC-(differential scanning calorimetry)-Technik (Gerät: Mettler Druck DSC Thermosystem 4000) durchgeführt, wobei das in der AT 399 519 B beschriebene Verfahren angewendet wurde.

Konfiguration des Druck-DSC:

45 Für Steuerung und Auswertung: TA-Processor TC11; Auswertungssoftware: TA72AT.2; Messung: Druck DDK Meßzelle DSC27HP; eingesetzter Drucker: Epson FX 850.

Versuchsbedingungen:

50

Die zu untersuchende Spinnmasse (5,8 mg ± 0,3 mg) wird im festen, ausgekühlten Zustand in einen mehrfach gelochten Alu-Tiegel (offenes System) eingewogen und in der Folge oberflächlich mit einem homogenen Gemisch aus 9 Gewichtsteilen Fe₂O₃ (Hersteller Aldrich, Art.Nr. 3924) und 1 Gewichtsteil metallischem Kupfer (Hersteller Merck, Art.Nr. 2715), im Verhältnis 2:1 (2 Teile Spinnmasse : 1 Teil Gemisch) in innigen Kontakt gebracht.

55

Zur Vornahme der DSC-Messung wurde die Meßkammer nach Einbringen des Alu-Tiegels mit einem Druck von 20 bar Stickstoff beaufschlagt. Danach wurde mit einer Geschwindigkeit von 10 ° C/min auf eine Temperatur von 112 ° C (Startpunkt 40 ° C) aufgeheizt. Im Anschluß daran wurde die Probe über einen Zeitraum von maximal 120 min auf 112 ° C gehalten und während dieser Zeit die DSC-Kurve aufgenommen.

Die beiden Programmteile Aufheizen auf 112 °C und Halten bei dieser Temperatur wurden im Prozessor des DSC-Gerätes abgespeichert und von diesem stets unter gleichen Bedingungen verknüpft.

Als Initialisierungspunkt wurde in der DSC-Kurve jener Zeitwert bestimmt, der ein erstes Ansteigen in den exothermen Bereich anzeigt. Als "Onset" wurde jene Zeit festgelegt, bei welcher sich die resultierende Gerade der Extrapolation der Basislinie vor dem Effekt mit der Tangente an die durch den Effekt verursachte Kurve schneidet.

Die nachfolgende Tabelle 1 stellt den pH-Wert der zur Herstellung der Kneterspinnmasse verwendeten NMMO-Lösung den jeweiligen Initialisierungspunkten (IP, in Minuten) und Onset-Punkten (OP, in Minuten) gegenüber, wobei sich IP(th.) und OP(th.) auf die Werte von Spinnmassen beziehen, die vor der Untersuchung der oben erwähnten thermischen Behandlung unterworfen worden waren.

Tabelle 1

| pH-Wert | IP | OP | IP(th.) | OP(th.) |
|---------|----|----|---------|---------|
| 9,5 | 7 | 11 | 0 | 0 |
| 10,5 | 16 | 19 | 0 | 0 |
| 11,0 | 41 | 61 | 20 | 31 |
| 11,5 | 56 | 72 | 29 | 38 |
| 12,0 | 57 | 77 | 38 | 50 |
| 12,5 | 60 | 77 | 30 | 41 |
| 13,5 | 60 | 80 | 26 | 36 |

Figur 1 zeigt den gefundenen Zusammenhang graphisch, wobei als Abszisse der pH-Wert der eingesetzten NMMO-Lösung und als Ordinate der Onsetpunkt (in Minuten) aufgetragen sind. Die Kurve "a" zeigt das DSC-Verhalten von Spinnmassen, die keiner thermischen Vorbehandlung unterzogen wurden, und die Kurve "b" zeigt das DSC-Verhalten von thermisch vorbehandelten Spinnmassen.

Den in der Tabelle 1 aufgelisteten Daten bzw. der Figur 1 ist zu entnehmen, daß ab dem pH-Wert von 10,5 der verwendeten NMMO-Lösung die thermische Stabilität der erhaltenen Spinnmasse sprunghaft ansteigt, und daß bei pH 11,5, insbesondere bei thermisch vorbehandelten Spinnmassen, die Stabilität neuerlich zunimmt. Die größte Stabilität ist bei einem pH von etwa 12,0 zu erkennen.

(3) Polymerisationsgrad (DP) der Cellulose

Die nachfolgende Tabelle 2 stellt den Polymerisationsgrad der gelösten Cellulose vor und nach einer thermischen Behandlung der Kneterspinnmasse (20 Stunden bei 110 °C) dem pH-Wert der zur Herstellung der Kneterspinnmasse verwendeten NMMO-Lösung gegenüber.

Tabelle 2

| pH-Wert | DP | DP(th.) |
|---------|-----|---------|
| 9,5 | 580 | 450 |
| 10,5 | 590 | 450 |
| 11,0 | 600 | 480 |
| 11,5 | 590 | 520 |
| 12,0 | 600 | 540 |
| 12,5 | 600 | 500 |
| 13,5 | 590 | 490 |

Die in der Tabelle 2 aufgelisteten Ergebnisse sind in der Figur 2 graphisch dargestellt, wobei die Kurve "a" den DP der Cellulose in den frisch hergestellten Spinnmassen zeigt und die Kurve "b" den DP der Cellulose in Spinnmassen, die der thermischen Behandlung unterzogen wurden. An der Kurve "a" ist zu erkennen, daß der Polymerisationsgrad der Cellulose in frischer Spinnmasse vom pH-Wert des verwendeten NMMO praktisch nicht abhängt. Nach der thermischen Behandlung (Kurve "b") zeigt sich aber, daß der Polymerisationsgrad dann weniger abnimmt, wenn der pH der verwendeten NMMO-Lösung zwischen 10,5 und 13,5 liegt, wobei die geringste Abnahme wiederum bei pH 12,0 zu beobachten ist.

(4) Anwendung eines Adsorberharzes und von Ionenaustauschern zur Einstellung des pH-Wertes und zur Reinigung

Eine NMMO-hältige, wäßrige Flüssigkeit, die aus einem gebrauchten Fällbad und anderen Prozeßwässern des NMMO-Verfahrens bestand und etwa 15% NMMO enthielt, wurde zunächst über ein Adsorberharz des Typus XUS 40285.00 (DOWEX), welches mit tertiären Aminogruppen als funktionelle Gruppen modifiziert war, geführt. Dieses Adsorberharz wurde zyklweise mit verdünnter Natronlauge regeneriert und mit Wasser neutral gewaschen.

Die durch das Adsorberharz geführte Flüssigkeit wurde anschließend über einen Anionenaustauscher vom Typ LEWATIT MP 500 (BAYER) geführt. Dieser Anionenaustauscher enthält quaternäre Ammoniumgruppen als funktionelle Gruppen. Der Anionenaustauscher wurde mit verdünnter Natronlauge regeneriert und mit Wasser neutral gewaschen. Es zeigte sich, daß auch nach mehreren Zyklen keine über die Angaben des Herstellers hinausgehende Kapazitätsverminderung am Anionenaustauscher auftrat.

Anschließend wurde ein Teil der Lösung über einen Kationenaustauscher des Typus LEWATIT SM (BAYER), welcher Sulfonsäuregruppen als funktionelle Gruppen enthielt, geführt. Nach dieser Behandlung wurde dieser Teil mit dem restlichen Teil der Lösung, der nicht über den Kationenaustauscher geführt worden war, vereinigt. Nach Aufkonzentrierung auf einen NMMO-Gehalt von 72% wies die regenerierte NMMO-Lösung einen pH von ca. 12,0 auf. In dieser NMMO-Lösung konnten störende Substanzen praktisch nicht mehr nachgewiesen werden bzw. waren lediglich in Mengen vorhanden, die nicht störend sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper, welches Verfahren folgende Schritte aufweist:

(A) Auflösen von Cellulose in einer wäßrigen Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO), um eine formbare Celluloselösung zu bilden,

(B) Formen der Celluloselösung und Führen der geformten Celluloselösung in ein wäßriges Fällbad, in welchem die Cellulose gefällt wird, wodurch ein Formkörper und ein gebrauchtes Fällbad gebildet werden,

(C) Regenerieren des gebrauchten Fällbades, wobei eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung gebildet wird, die im Schritt (A) erneut zur Auflösung von Cellulose eingesetzt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung im Schritt (A) eingesetzt wird, die einen pH-Wert in einem Bereich aufweist, dessen obere und dessen untere Grenze, in Abhängigkeit von der Konzentration an tertiärem Aminoxid, durch die Gleichung

$$\text{pH} = -0,0015 \times A^2 + 0,2816 \times A + f$$

definiert werden, wobei A die Konzentration an tertiärem Aminoxid in der wäßrigen Lösung, ausgedrückt in % Masse der wäßrigen Lösung, ist und die Bedingung

$$40\% \leq A \leq 86\%,$$

$$\text{vorzugsweise } 70\% \leq A \leq 80\%,$$

erfüllt, und f für die obere Grenze den Wert 1,00 und für die untere Grenze den Wert -1,80, vorzugsweise -1,00, besitzt.

2. Verfahren zur Herstellung cellulosischer Formkörper, welches Verfahren folgende Schritte aufweist:

(A) Auflösen von Cellulose in einer wäßrigen Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO), um eine formbare Celluloselösung zu bilden,

(B) Formen der Celluloselösung und Führen der geformten Celluloselösung in ein wäßriges Fällbad, in welchem die Cellulose gefällt wird, wodurch ein Formkörper und ein gebrauchtes Fällbad gebildet werden,

(C) Regenerieren des gebrauchten Fällbades, wobei eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung gebildet wird, die im Schritt (A) erneut zur Auflösung von Cellulose eingesetzt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung im Schritt (A) eingesetzt wird, die einen pH-Wert in

einem Bereich zwischen 10,5 und 13,5 aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung, die im Schritt (A) eingesetzt wird, ein pH-Wert im Bereich von 10,5 und 13,5 aufweist.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung, die im Schritt (A) eingesetzt wird, ein pH-Wert im Bereich von 11,5 und 13,5 aufweist.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die regenerierte, wäßrige Aminoxidlösung, die im Schritt (A) eingesetzt wird, ein pH-Wert im Bereich von 11,5 und 12,5 aufweist.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der pH-Wert der wäßrigen Aminoxidlösung eingestellt wird, indem vor, während oder nach dem Regenerieren des gebrauchten Fällbades eine den pH-Wert beeinflussende Substanz eingebracht wird.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der pH-Wert der regenerierten, wäßrigen Aminoxidlösung eingestellt wird, indem das gebrauchte Fällbad mit einem alkalischen Anionenaustauscher, welcher eine alkalische Substanz in das Fällbad einbringt, und gegebenenfalls anschließend mit einem sauren Kationenaustauscher in Kontakt gebracht wird.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der pH-Wert der regenerierten, wäßrigen Aminoxidlösung eingestellt wird, indem das gebrauchte Fällbad mit einem mit alkalischen Gruppen modifizierten Adsorberharz, anschließend mit einem alkalischen Anionenaustauscher, welcher eine alkalische Substanz in das Fällbad einbringt, und zumindest teilweise mit einem sauren Kationenaustauscher in Kontakt gebracht wird.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Anionenaustauscher eingesetzt wird, der ausschließlich mit Alkalilauge und/oder flüchtigen organischen Säuren regeneriert wurde.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor, während oder nach dem Regenerieren des Fällbades eine antioxidativ wirkende Substanz eingebracht wird.
- 35 11. Regenerierte, konzentrierte, wäßrige Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere NMMO, zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung mit einem pH-Wert in einem Bereich, dessen obere und dessen untere Grenze, in Abhängigkeit von der Konzentration an tertiärem Aminoxid, durch die Gleichung

$$40 \quad \text{pH} = -0,0015 \times A^2 + 0,2816 \times A + f$$

definiert werden, wobei A die Konzentration an tertiärem Aminoxid in der wäßrigen Lösung, ausgedrückt in % Masse der wäßrigen Lösung, ist und die Bedingung

$$45 \quad 40\% \leq A \leq 86\%,$$

$$\text{vorzugsweise } 70\% \leq A \leq 80\%,$$

50 erfüllt, und f für die obere Grenze den Wert 1,00 und für die untere Grenze den Wert -1,80, vorzugsweise -1,00, besitzt.

12. Regenerierte, wäßrige Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere NMMO, zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung mit einem pH-Wert im Bereich von 10,5 bis 13,5.
- 55 13. Regenerierte, wäßrige Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere NMMO, zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung mit einem pH-Wert im Bereich von 11,5 bis 13,5.

AT 401 779 B

14. Regenerierte, wäßrige Lösung eines tertiären Aminoxids, insbesondere NMMO, zur Herstellung einer formbaren Celluloselösung mit einem pH-wert im Bereich von 11,5 bis 12,5.
15. Regenerierte, wäßrige Lösung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß
5 sie eine antioxidativ wirkende Substanz enthält.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

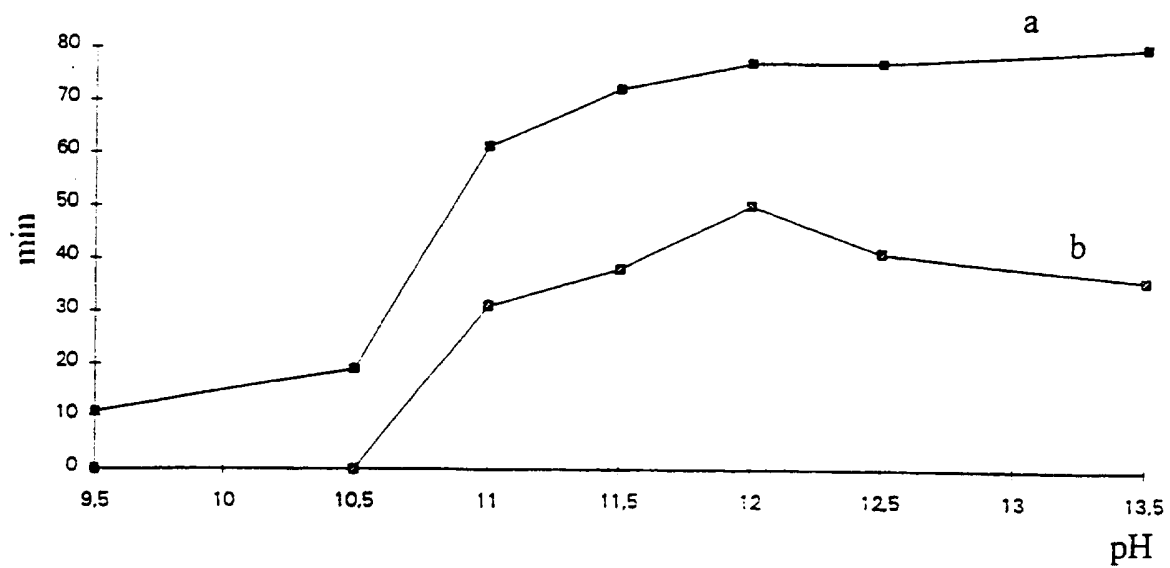


Fig. 1

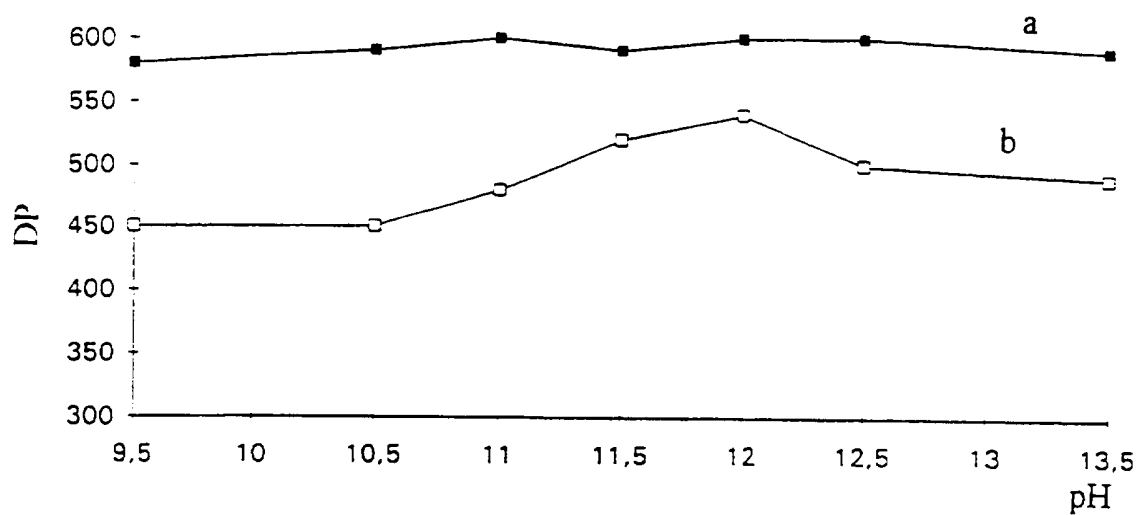


Fig. 2