



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: D 21 C 3/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

618 487

21 Gesuchsnummer: 15878/75

22 Anmeldungsdatum: 05.12.1975

24 Patent erteilt: 31.07.1980

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1980

73 Inhaber:
Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals
Roessler, Frankfurt a.M. (DE)

72 Erfinder:
Dr. Horst Krüger, Darmstadt (DE)
Werner Traser, Darmstadt-Arheilgen (DE)
Helmut Schröter, Grossauheim (DE)
Herbert Pfand, Rodenbach (DE)
Helmut Rath, Langen (DE)

74 Vertreter:
Bovard & Cie., Bern

54 **Mehrstufiges Verfahren zur chlorarmen Vollbleiche von Zellstoff.**

57 Die Bleichsequenzen des mehrstufigen Verfahrens beginnen mit einem alkalischen Peroxidaufschluss. Insbesondere für das Bleichen von harten Zellstoffen kann eine Teilchlorierungs- und Extraktionsstufe an den alkalischen Peroxidaufschluss angeschlossen oder vor diesem eine Teilchlorierung ausgeführt werden. Für Teilchlorierungs- und Extraktionsstufen wird nur etwa 20 % der bisher verwendeten Chlormenge bzw. 50 % der bisher verwendeten Alkalimenge benötigt. Die aus der ersten Stufe bzw. bei Einsatz einer Teilchlorierung vor dem Peroxidaufschluss aus den ersten beiden Stufen anfallenden Bleichlaugen und -abwasser können unter Ausschaltung des Vorfluters direkt einer Regenerierungsanlage zugeführt werden. Das Verfahren kann bei normalem Atmosphärendruck auf den üblichen Einrichtungen ausgeführt werden, und in peroxidischen Bleichstufen wird kein Wasserglas benötigt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Mehrstufiges Verfahren zur chlorarmen Vollbleiche von Zellstoff, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleichsequenzen mit einem alkalischen Peroxidaufschluss beginnen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mengenanteil Peroxid 0,2–10 Gew.-%, berechnet als 100%iges Wasserstoffperoxid und bezogen auf atro Zellstoff, beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mengenanteil Alkali 2–15 Gew.-%, vorzugsweise 4–8 Gew.-%, berechnet als 100%ige Substanz und bezogen auf atro Zellstoff, beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Peroxidaufschluss bei einer Temperatur von 20 °C bis zum Siedepunkt der Bleichflotte und bei Atmosphärendruck ausgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozess bei einer Stoffdichte von 5–35 Gew.-%, vorzugsweise 10–20 Gew.-%, ausgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei harten Zellstoffen an den alkalischen Peroxidaufschluss eine Teilchlorierungs- und Extraktionsstufe angeschlossen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der ersten Stufe anfallenden Bleichlaugen und -abwasser direkt einer Regenerierungsanlage unter Ausschaltung des Vorfluters zugeführt werden.

8. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 auf harte Zellstoffe, die vor dem alkalischen Peroxidaufschluss einer Teilchlorierung unterzogen werden.

9. Anwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die anfallenden Bleichlaugen und -abwasser direkt einer Regenerierungsanlage unter Ausschaltung des Vorfluters zugeführt werden.

Zellstoffe, wie sie nach vielfältigen Aufschlussmethoden alkalischer oder saurer Art gewonnen werden, enthalten noch beachtliche Mengen an Lignin, Hemicellulosen und sonstigen accessorischen Bestandteilen, die durch nachfolgende Bleichprozesse entfernt werden müssen, um Produkte höherer Weisse, Weissestabilität und spezifischer Weiterverarbeitungsfähigkeit, wie z. B. Viskosierfähigkeit, zu erhalten. Im allgemeinen werden heute Bleichchemikalien wie Chlor (C), Chlordioxid (D), Natrium- oder Calciumhypochlorit (H) in einer Vielfalt von Stufen mit nachgeschalteten alkalischen Extraktionen (E) eingesetzt. Weiterhin ist bekannt, H_2O_2 , Na_2O_2 und organische Perverbindungen (P) zur Bleiche von Zellstoffen einzusetzen, sei es in Form der einstufigen Bleiche oder als Endstufe in einer Mehrstufenbleiche, um insbesondere eine gute Weissestabilität zu erzielen (Vergilbungsresistenz).

Zur Vollbleiche von Zellstoffen (Weissegrad 88% MgO, besser noch 90% MgO) werden eine oder mehrere Chlorierungsstufen sowie zusätzliche Hypochlorit- und wahlweise auch Chlordioxidstufen benötigt. Durch diese Prozesse gelangen beachtliche Mengen an Salzsäure, oder wenn neutralisiert wird, an Natriumchlorid in die Abwässer und somit in den Vorfluter und die Gewässer, die die Abwässer aufnehmen müssen. Als Beispiel für die heute angewandten Bleichverfahren seien die Stufenfolgen C/E/H, C/E/H/H, C/E/D/E/D, C/E/H/D/P, C/E/H/D/E/D und C/E/H/D/H angeführt. Alle diese Prozesse beginnen also mit einer Chlorierung und nachfolgenden Extraktionsstufe.

Im Zusammenhang mit den oben erwähnten Abwasserproblemen und den Belastungen des Vorfluters an Salzen und gelö-

sten organischen Substanzen wurden in jüngster Zeit auch Bleichsequenzen wie PDPDP oder auch P/PES/P/PES/P vorgeschlagen, die es erlauben, die Bleichereiabwässer zum überwiegenden Teil in Kocherlaugen-Regenerierungsverfahren einzuschleusen, siehe DE-OS 2 219 504 und 2 219 505.

In diesem Zusammenhang ist das Bestreben zu sehen, beim Sulfatzellstoffprozess die Behandlung mit Chlor durch eine solche mit molekularem Sauerstoff zu ersetzen. Hierbei muss allerdings unter Druck gearbeitet werden. Weiterhin ist es noch offen, ob in jedem Fall die an sich durch die alkalische Sauerstoffdruckbehandlung bewirkten Festigkeitsverluste durch die in der Literatur vorgeschlagenen Zusätze wie $MgCO_3$ oder MgO oder andere verhindert werden können (DE-OS 2 109 542; Rowlandson, Tappi 54, 962–967 (1971), Nr. 6).

Diese neue Technologie ist aber bisher nur in grosstechnischem Versuchsmassstab eingeführt, wobei als weitere Einschränkung noch nichts über die Möglichkeiten der Anwendung für Sulfitzellstoffe bekannt wurde.

Ziel der Erfindung ist ein mehrstufiges Verfahren zur Vollbleiche von Zellstoffen, das mit wesentlich geringeren Chlormengen als bisher in den vorhandenen technischen Einrichtungen einer Zellstoffbleicherei durchgeführt werden kann.

Es wurde nun gefunden, dass sich Zellstoffe in mehreren Stufen, vorzugsweise drucklos, vollbleichen lassen, wenn die Bleichsequenz, gegebenenfalls kombiniert mit einer geringen Teilchlorierung, mit einem alkalischen Peroxidaufschluss beginnt.

Dieser alkalische Peroxidaufschluss, der gleichzeitig auch bleichend wirkt, ersetzt die bisher übliche saure Chlorierung mit nachfolgender alkalischer Extraktionsstufe, also die Stufen C-E der vorstehend genannten Verfahren. Durch diesen Ersatz kann mit wesentlich geringeren Chlormengen als bisher gearbeitet werden.

Das Bleichergebnis ist hierbei – ebenso wie bei den bekannten Bleichverfahren – von der Holzart, d. h. Nadel- oder Laubhölzer bzw. Einjahrespflanzen, sowie von der Durchführung des Kochprozesses und damit dem Aufschlussgrad, abhängig.

Die eventuelle Teilchlorierung ist nur dann überhaupt nötig, wenn harte, also lignin- und hemizellulosereiche Zellstoffe über Weissgehalte von 90% MgO gebleicht werden sollen. Hierbei kann entweder vor Beginn der eigentlichen Bleiche, also vor der alkalischen Peroxidstufe, eine Teilchlorierung erfolgen, oder es wird direkt an die alkalische Proxidstufe eine Teilchlorierungs- und Extraktionsstufe angeschlossen. Dabei werden beispielsweise etwa ein Fünftel der bisherigen Chlormenge und etwa die Hälfte der bisherigen Alkalimenge gebraucht.

Die in diesen Chlorierungsstufen angewandten Chlormengen sind nur ein kleiner Teil der Mengen, die normalerweise bei der Chlorierung zum Einsatz gelangen, wie oben gezeigt. Die Peroxidstufe wird zweckmässig mit grossem Alkaliüberschuss geführt. Die Teilchlorierung kann auch umgangen werden, wenn die üblichen, der Aufschlussbleiche folgenden Oxydationsbleichstufen, wie Hypochlorit, Chlordioxid oder Peroxid, verstärkt werden. Selbstverständlich entfällt diese Teilchlorierung, wenn keine Weissgehalte über 90% MgO gefordert werden, sondern Weissgehalte zwischen 85 und 90% MgO genügen.

Die Bleiche mit Chlor und Alkali (C-E-Stufe) bringt durch das Herauslösen organischer Substanzen sauerstoffzehrende Stoffe und stark chlorhaltige Verbindungen in das Abwasser der Zellstofffabrik, das nicht mehr in die Vorfluter abgelassen werden darf.

Chlorhaltige oder chloridionenhaltige Bleichereiabwässer führen bekanntlich zu starken Korrosionen in den Regenerierungseinrichtungen. Der beschriebene alkalische Peroxidaufschluss gestattet die Eindampfung und Konzentrierung der herausgelösten Stoffe, ihre Verbrennung und die Alkaliregenerie-

rung in üblichen Apparaturen. Die stark alkalische Peroxidbehandlung hat weiterhin überraschenderweise gezeigt, dass 85–90% der die Abwässer belastenden Stoffe in dieser Stufe herausgelöst und somit nicht dem Vorfluter zugeführt werden.

Als Perverbindungen kommen Wasserstoffperoxid, Natriumperoxid und andere anorganische oder organische Peroxide bzw. Hydroperoxide infrage, vorzugsweise Wasserstoffperoxid, Natriumperoxid oder t-Butylhydroperoxid bzw. Mischungen der genannten Komponenten in wässrigen Lösungen. Ganz besonders geeignet sind Wasserstoffperoxid und Natriumperoxid. Die eingesetzten Mengen können zwischen 0,2 und 10 Gewichtsprozenten liegen; vorzugsweise werden 0,6–6 Gewichtsprozent, berechnet als 100%iges Wasserstoffperoxid und bezogen auf atro Zellstoff, verwendet (atro = absolut trocken).

Als für den beschriebenen alkalischen, peroxidischen Bleichaufschluss benötigten Alkalien, d. h. Alkali- oder Erdalkalihydroxide, werden vorzugsweise Natriumhydroxid oder auch Calciumhydroxid bzw. Ammoniumhydroxid (NH_3 oder NH_4OH) eingesetzt, beispielsweise zwischen 2–15 Gewichtsprozent, vorzugsweise 4–8 Gewichtsprozent, berechnet als 100%ige Substanz und bezogen auf atro Zellstoff.

Der alkalisch-peroxidische Bleichaufschluss kann in bekannter Weise bei einer Temperatur von 20 °C bis zum Siedepunkt der Bleichflotte durchgeführt werden. An und für sich könnte natürlich unter Druck gebleicht werden, aber der Vorteil beim Einsetzen der Perverbindungen und der genannten Sequenz liegt gerade in der Drucklosigkeit des Verfahrens, d. h. ohne Anwendung von zusätzlichem Druck und Apparaturen.

Das Bleichverfahren kann wie oben erwähnt, in bestehenden Bleichereien durchgeführt werden, wobei vorzugsweise eine Stoffdichte von 10–20 Gew.-% üblich ist. Unter Stoffdichte werden dabei Gewichtsprozent Zellstoff in der Stoffsuspension verstanden. Es ist aber auch möglich, die alkalische peroxidische Stufe bei höherem Trockengehalt durchzuführen, und zwar unter Verwendung dafür geeigneter technischer Hilfsmittel, wie z. B. Dickstoffpumpen, Knetter, Hochdruckfilter bis 35 Gew.-%.

Ein weiterer Vorteil ist es, dass kein Wasserglas, wie sonst bei peroxidischen Bleichstufen, zum Einsatz kommt.

In der Bleichflotte können übliche anorganische Komplexbildner bzw. Stabilisatoren, wie z. B. Magnesiumsulfat oder organische N- oder P-haltige Komplexbildner, wie z. B. Äthylendiamintetraessigsäure, Diäthylentriaminpentaessigsäure, Nitrilotriessigsäure eingesetzt werden. Es ist ebenfalls möglich, N- und P-freie Komplexbildner wie z. B. Polyoxycarbonsäuren entsprechend DE-OS 1 904 940, 1 904 941 und 1 942 556 anzuwenden.

Der technische Fortschritt des erfindungsgemässen Verfahrens liegt einmal darin, eine Vollbleiche von Zellstoffen, also auch von harten, durchzuführen, und zwar in den bestehenden Apparaturen der Zellstoffbleichereien. Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt in der Gewinnung von Abwässern, bei denen den Vorfluter belastende Substanzen bereits in der ersten Stufe herausgelöst werden. Die anfallenden Abwässer lassen sich korrosionsfrei eindampfen und regenerieren, auch die bei der Vollbleiche von harten Zellstoffen anfallenden Abwässer.

Zur Veranschaulichung mögen die folgenden Beispiele dienen, bei denen die Prozentangaben immer als Gewichtsprozent, bezogen auf ungebleichten trockenen Zellstoff, zu verstehen sind. Bei allen Versuchen wurde mit Leitungswasser von 5° dH mit Ansätzen von 100 bis 500 g Zellstoff (Trockengewicht) in emaillierten Behältern gearbeitet, die pH-Werte wurden zu Beginn der Bleiche gemessen. Nach jeder Stufe wurde der Zellstoff mit Leitungswasser gewaschen, nach der letzten Stufe wurde mit SO_2 abgesäuert. Die angegebenen Weissgrade (Remissionsgrade) wurden nach den deutschen Einheitsmethoden (Zellcheming-Merkblätter) mit Zeiss-«Elrepho»-Weiss-

gradmesser, Filter R 46, bestimmt.

Beispiel 1

Ein nach dem Calziumbisulfitverfahren hergestellter Buche-Kunstseide-Sulfitzellstoff (Kappazahl 9,6; Weissgrad ungebleicht 51,0% MgO) wurde in einer vierstufigen Sequenz unter folgenden Bedingungen gebleicht:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Stufe 1,3% H_2O_2 + 8% NaOH | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 2. Stufe 0,36% NaOCl | 12% Stoffdichte 50 °C 1½ h |
| 3. Stufe 0,13% ClO_2 | 14% Stoffdichte 65 °C 1½ h |
| 4. Stufe 0,57% NaOCl | 12% Stoffdichte 55 °C 2 h |

Der Zellstoff hatte nach der vierten Stufe einen Weissgehalt von 93,3% MgO . Ein noch etwas höherer Weissgehalt von 94,4% MgO konnte noch bei folgender Sequenz erreicht werden:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Stufe 1,3% H_2O_2 — 8% NaOH | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 2. Stufe 0,13% ClO_2 | 14% Stoffdichte 65 °C 1½ h |
| 3. Stufe 0,36% NaOCl | 12% Stoffdichte 50 °C 1½ h |
| 4. Stufe 0,57% NaOCl | 12% Stoffdichte 55 °C 2 h |

Die Kappazahl konnte von ca. 9,6 im ungebleichten Stoff auf unter 1 herabgesetzt werden. Der Ligningehalt verminderte sich dabei von 1,2 auf 0,18%.

Ebenso entsprechen die anderen chemischen Kennzahlen, wie Hemizellulose, α -Zellulose, R 18 Wert, Asche und Methanol/Benzol-Auszug herkömmlichen Arbeitsweisen; insbesondere lässt sich der Stoff ausgezeichnet zu Viskose verarbeiten. Der Substanzverlust durch diesen Bleichprozess (P-H-D-H) beträgt ca. 7,5%, bezogen auf ungebleichten Buche-Kunstseidezellstoff.

Beispiel 2

Ein nach dem Calziumbisulfitverfahren hergestellter Buche-Papier-Sulfitzellstoff (Kappazahl 22,3; Weissgrad ungebleicht 56,7% MgO) wurde in einer vierstufigen Sequenz unter folgenden Bedingungen gebleicht:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Stufe 1,3% H_2O_2 — 8,0% NaOH | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 2. Stufe 0,5% NaOCl | 12% Stoffdichte 40 °C 1½ h |
| 3. Stufe 0,22% ClO_2 | 14% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 4. Stufe 0,17% NaOCl | 12% Stoffdichte 50 °C 2 h |

Der Endweissgehalt lag hier bei 88,0% MgO .

Wird in der ersten Stufe der Peroxideinsatz auf 2,6% H_2O_2 gesteigert, kann mit nur insgesamt drei Stufen (P-D-H) ein Weissgrad von 91,4% MgO erzielt werden.

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Stufe 2,6% H_2O_2 — 8,0% NaOH | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 2. Stufe 0,22% ClO_2 | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 3. Stufe 0,5% NaOCl | 14% Stoffdichte 45 °C 2 h |

Beispiel 3

Zur Erzielung eines höchsten Bleicheffekts an einem im Beispiel 2 genannten Buche-Calziumbisulfit-Papierzellstoff wird dem stark alkalischen Peroxidaufschluss eine schwache Chlorierungsstufe vorgeschaltet.

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Stufe 0,5% Cl_2 | 4% Stoffdichte kalt ¼ h |
| 2. Stufe 1,3% H_2O_2
6,0% NaOH | 12% Stoffdichte 65 °C 2 h |
| 3. Stufe 0,66% NaOCl | 12% Stoffdichte 50 °C 2 h |
| 4. Stufe 0,23% ClO_2 | 14% Stoffdichte 65 °C 1½ h |
| 5. Stufe 0,27% NaOCl
0,2% NaOH | 12% Stoffdichte 52 °C 2 h |

Nach dieser Stufenfolge wurde ein Weissgehalt von 95,4% MgO erreicht, bei einer Stoffausbeute von 93,2%, bezogen auf den ungebleichten Stoff. In den beiden ersten Stufen (CP) werden 87,1% der die Abwässer belastenden Stoffe herausgelöst, die dann einem Regenerierungsprozess zugeführt werden können.

Beispiel 4

Ein nach dem Calciumbisulfitverfahren hergestellter Fichte-Papierzellstoff (Kappazahl 19,55; Weissgrad ungebleicht 50,2% MgO) wird in einem vierstufigen Verfahren nach folgender Sequenz gebleicht:

1. Stufe	2,6% H ₂ O ₂ 8,0% NaOH	12% Stoffdichte 65 °C 2 h
2. Stufe	0,2% ClO ₂	12% Stoffdichte 45–50 °C 1 h
3. Stufe	0,3% ClO ₂	14% Stoffdichte 57 °C 1 h
4. Stufe	0,63% NaOCl	12% Stoffdichte 43 °C 2 h

Nach diesem Bleichprozess wird ein Weissgehalt von 87,4% MgO erreicht.

Dieses Beispiel belegt in eindeutiger Weise, dass zur Erzielung von Weissgehalten zwischen 85 und 90% MgO selbst bei härteren Fichte-Papierzellstoffen auf eine Chlorierungsstufe verzichtet werden kann. Für Weissgehalte über 90% eignen sich folgende Sequenzen mit nachgeschalteter Teilchlorierung:

1. Stufe	1,3% H ₂ O ₂ 6,0% NaOH	12% Stoffdichte 65 °C 2 h
2. Stufe	1,3% Cl ₂	4% Stoffdichte kalt ½ h
3. Stufe	1,2% NaOH	12% Stoffdichte 60 °C 1 h
4. Stufe	0,62% NaOCl	12% Stoffdichte 50 °C 2 h
5. Stufe	0,34% ClO ₂	14% Stoffdichte 70 °C 2 h
6. Stufe	0,30% NaOCl	12% Stoffdichte 50 °C 2 h

Der Weissgehalt lag hier bei 92,5% MgO.

Mit vorgeschalteter Teilchlorierung wird ein Weissgehalt von 94,1% MgO erzielt.

1. Stufe	1,0% Cl ₂	4% Stoffdichte kalt ¼ h
2. Stufe	1,3% H ₂ O ₂ 6,0% NaOH	12% Stoffdichte 65 °C 2 h
3. Stufe	0,66% NaOCl	12% Stoffdichte 50 °C 2 h
4. Stufe	0,30% ClO ₂	14% Stoffdichte 65 °C 1½ h
5. Stufe	0,66% NaOCl 0,2% NaOH	12% Stoffdichte 53 °C 2 h

Die oben angeführten Beispiele beweisen, dass mit Hilfe des erfindungsgemässen Verfahrens die für eine Hochbleiche von Zellstoffen erforderlichen Weissgrade erzielt werden. Die Ausbeute entsprach dabei der Grössenordnung, wie sie nach üblichen stark chlorhaltigen Mehrstufenbleichverfahren bekannt ist. Da weiterhin ⅔ der herauslösbaren organischen Substanz beim alkalischen Peroxidaufschluss nicht mehr dem Vorfluter, sondern den Regenerierungseinrichtungen zugeführt werden, wird die Abwasserfracht entscheidend vermindert.

Beispiel 5

Ein nach dem Calcium-Bisulfitverfahren hergestellter Fichte-Papierzellstoff mit einer Kappazahl von 22, der im ungebleichten Zustand einen Weissgehalt von 51% MgO aufweist, wird in einem 5stufigen Bleichprozess auf eine Weise über 92% MgO gebleicht:

1. Stufe	Teilchlorierung mit 1,7% Cl ₂	4% Stoffdichte 1 h
----------	---	--------------------

2. Stufe	1,3% H ₂ O ₂ 2,8% NaOH	13% Stoffdichte 75 °C 2 h
3. Stufe	0,6% NaOCl	12% Stoffdichte 54 °C 2 h
4. Stufe	0,30% ClO ₂	14% Stoffdichte 75 °C 1,5 h
5. Stufe	0,3% NaOCl 0,2% NaOH	12% Stoffdichte 50 °C 2 h

Wie dieses Beispiel in eindeutiger Weise zeigt, kann auch bei härteren Fichte-Papierzellstoffen der Gehalt an Chlor wesentlich reduziert werden, und zwar von bisher 5,5–6,5% Cl₂ auf 1,1–1,7% Cl₂. Die erreichten Festigkeitseigenschaften liegen in der Grössenordnung der Zellstoffe, die nach der klassischen Methode gebleicht wurden.

Ferner war die Reinheit der Zellstoffe besonders hoch, und die Zellstoffe besaßen einen geringeren Gehalt an Rinden-, Bast- und Borkeanteilen als bisher.

Über 90% der im Abwasser befindlichen organischen Substanz stammt aus den ersten beiden Bleichsequenzen und kann somit auf einfache Weise einer Eindickung und Verbrennung zugeführt werden.

Beispiel 6

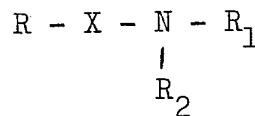
Ein nach dem Calcium-Bisulfitverfahren hergestellter Buche-Kunstseidezellstoff mit einer Kappazahl von 5,5 und einem Weissgehalt von 60,7% MgO im ungebleichten Zustand wurde in einer 3stufigen Sequenz im betrieblichen Massstab unter folgenden Bedingungen gebleicht:

1. Stufe	1,2–1,5% H ₂ O ₂ 2,6–3,0% NaOH	12% Stoffdichte 85 °C 1,5 h
2. Stufe	0,3% ClO ₂	14% Stoffdichte 65 °C 4 h
3. Stufe	0,2–0,8% NaOCl	12% Stoffdichte 55 °C 2 h

Die Verfahrensbreite in der Zugabemenge von H₂O₂ und NaOCl ergibt sich aus dem technischen Ablauf zur Einstellung der Viskositätswerte für den Kunstseidezellstoff.

Der erreichte Weissgehalt liegt bei 95,8% MgO. Dem Charakter des alkalischen Peroxidaufschlusses entsprechend, sinkt der Hemicellulosegehalt von 13 auf 8,6%. Der gewünschte α-Cellulosegehalt von 91–92% wird erreicht. Der Zellstoff hat einen hervorragenden Filterwert und ein geringeres Gelteilchenvolumen. Die Laugensteiggeschwindigkeit und der Dickenquellfaktor lagen im Rahmen der für Buchenzellstoffe üblichen Werte.

Die beim erfindungsgemässen Verfahren verwendete Aminoverbindung kann unter Verbindungen der allgemeinen Formel



ausgewählt werden, worin R, R₁ und R₂ für Wasserstoff oder einen gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest stehen und X ein Stickstoff- oder Kohlenstoffatom ist. Die in den Kohlenwasserstoffresten gegebenenfalls vorhandenen Substituenten können Halogen, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Silizium oder Stickstoff enthalten.

Vorzugsweise ist R eine praktisch lineare polymere Kette, beispielsweise mit einem Molekulargewicht zwischen 500 und 1 000 000, und R₁ und R₂ sind Wasserstoff. Wenn X für Stickstoff steht, ist daran kovalent eine weitere Gruppe gebunden, die in der obenstehenden Formel nicht dargestellt ist. Wenn X für Kohlenstoff steht, weist dieses Atom selbstverständlich zwei weitere, nicht dargestellte kovalent gebundene Gruppen auf. Diese Gruppen sind im allgemeinen Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffreste, beispielsweise mit bis zu 20 C-Atomen. Vorzugsweise sind diese Gruppen Wasserstoff oder C₁ bis C₃-Alkylgruppen, insbesondere jedoch Wasserstoffatome.