(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. September 2007 (13.09.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/101812 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C08B 15/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/051872

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2007 (28.02.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102006011076.5 8. März 2006 (08.03.2006) DE
102006042891.9 9. September 2006 (09.09.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BASF Aktiengesellschaft** [DE/DE]; 67056 Ludwigshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MASSONNE, Klemens** [DE/DE]; Höhenweg 8, 67098 Bad Dürkheim (DE). **D'ANDOLA, Giovanni** [IT/DE]; Keplerstrasse 46, 69120 Heidelberg (DE). **STEGMANN, Veit** [DE/DE]; Siegstr. 14, 68167 Mannheim (DE). **MORMANN, Werner** [DE/DE]; Adolf-Reichwein-Str. 2, 57068 Siegen (DE). **WEZSTEIN, Markus** [DE/DE]; Am Höchsten 5, 57399 Kirchhundem (DE). **LENG, Wei** [CN/DE]; Glückaufstrasse 48, 57076 Siegen (DE). **FREYER, Stephan** [DE/DE]; Erkenbrechtstr. 8, 67434 Neustadt (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BASF Aktiengesellschaft**; 67056 Ludwigshafen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD FOR BREAKING DOWN CELLULOSE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ABBAU VON CELLULOSE

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for breaking down cellulose by dissolving the cellulose in an ionic liquid and treating it at elevated temperatures, optionally in the presence of water.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Abbau von Cellulose indem man die Cellulose in einer ionischen Flüssigkeit löst und bei erhöhter Temperatur, ggf. in Gegenwart von Wasser, behandelt.

WO 2007/101812 A1

Verfahren zum Abbau von Cellulose

Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Abbau von Cellulose indem man die Cellulose in einer ionischen Flüssigkeit löst und bei erhöhter Temperatur, ggf. in Gegenwart von Wasser, behandelt.

Cellulose ist der bedeutendste nachwachsende Rohstoff und stellt ein wichtiges Ausgangsmaterial für beispielsweise die Textil-, Papier- und Vliesstoffindustrie dar. Sie dient ferner als Rohstoff für Derivate und Modifizierungen von Cellulose, zu denen Celluloseether, wie z.B. Methylcellulose und Carboxymethylcellulose, Celluloseester basierend auf organischen Säuren, wie z.B. Celluloseacetat, Cellulosebutyrat, sowie Celluloseester basierend auf anorganischen Säuren, wie z.B. Cellulosenitrat, und andere zählen. Diese Derivate und Modifizierungen finden vielfältige Anwendung, beispielsweise in der Lebensmittel-, Bau- und Lackindustrie.

Cellulose zeichnet sich durch Unlöslichkeit, insbesondere in gängigen Lösungsmitteln der organischen Chemie aus. In der Regel werden heute N-Methyl-morpholin-N-oxid, wasserfreies Hydrazin, binäre Gemische, wie Methylamin/Dimethylsulfoxid, oder ternäre Gemische wie Ethylendiamin/SO_2/Dimethylsulfoxid als Lösungsmittel verwendet. Es ist aber auch möglich salzhaltige Systeme zu verwenden, wie z.B. LiCl/Dimethylacetamid, LiCl/N-Methylpyrrolidon, Kaliumrhodanid/Dimethylsulfoxid etc.

Rogers et al. haben kürzlich berichtet (J. Am. Chem. Soc. 124, 4974 (2002)), dass Cellulose in ionischen Flüssigkeiten, wie z.B. [1-Butyl-3-methyl-imidazolium]chlorid löslich ist.

Üblicherweise wird Cellulose durch den durchschnittlichen Polymerisationsgrad (DP) charakterisiert. Der DP von Cellulose ist abhängig von ihrem Ursprung; so kann der DP von roher Baumwolle bei bis zu 12 000 liegen. Üblicherweise haben Baumwoll-Linters einen DP von 800 bis 1800 und bei Holzzellstoff liegt er im Bereich von 600 bis 1200. Für viele Anwendungen ist es aber erstrebenswert Cellulose mit einem DP einzusetzen, der niedriger liegt als die voranstehend genannten und es ist auch erstrebenswert den Anteil an Polymeren mit hoher Kettenlänge zu reduzieren.

Zum Abbau von Cellulose sind verschiedene Methoden bekannt, die in vier Gruppen eingeteilt werden können - der mechanische Abbau, der chemische Abbau, der Abbau durch Einwirkung von Strahlungen sowie der thermische Abbau (D. Klemm et al., Comprehensive Cellulose Chemistry, Vol. 1, S. 83 – 127, Wiley Verlag, 1998).

Beim mechanischen Abbau, wie beispielsweise beim Trocken- oder beim Nassvermahlen, ist es von Nachteil, dass der DP der Cellulose nur in geringen Maß reduziert wird.

Als chemische Abbaumethoden sind der saure, der alkalische und der oxidative Abbau, neben dem enzymatischen bekannt.

Beim sauren heterogen Abbau wird beispielsweise die Cellulose in verdünnter Mineralsäure suspendiert und bei erhöhter Temperatur behandelt. Man stellt bei dieser Methode fest, dass der DP der nach der Aufarbeitung gewonnenen Cellulose (abgebaute Cellulose) nicht unter den sogenannten "level-off DP" (LOPD) fällt. Der LODP scheint mit der Größe der kristallinen Bereiche der eingesetzten Cellulose in Relation zu stehen. Er ist abhängig von der eingesetzten Cellulose, aber auch vom Reaktionsmedium, wenn beispielsweise Lösungsmittel, wie Dimethylsulfoxid, Wasser, Alkohole oder Methylethylketon zusätzlich zugegeben werden. Bei dieser Methode ist die Ausbeute an abgebauter Cellulose gering, weil die amorphen Bereiche bzw. die zugänglichen Bereiche der Cellulose vollständig hydrolysiert werden.

Weiterhin ist es auch möglich Cellulose in einem homogenen System einem sauren Abbau zu unterwerfen. Hierbei wird Cellulose beispielsweise in einem Gemisch von LiCl/Dimethylformamid gelöst und mit einer Säure behandelt. Bei dieser Methode ist die Herstellung der Lösung sehr aufwendig, die Aufarbeitung kompliziert und die Ausbeute an abgebauter Cellulose niedrig.

Beim alkalischen Abbau von Cellulose wird am sogenannten reduzierenden Terminus der Cellulose schrittweise Glucose- für Glucose-Einheit abgespalten. Dies führt zu niedrigen Ausbeuten an abgebauter Cellulose.

Der oxidative Abbau von Cellulose wird in der Regel mit Sauerstoff durchgeführt. Er umfasst normalerweise als einleitenden Schritt die Bildung von einzelnen Anhydroglucoseeinheiten, die zu instabilen Zwischenstufen weiterreagieren und schlussendlich zu einem Kettenbruch führen. Die Kontrolle dieser Reaktion gestaltet sich in der Regel als schwierig.

Bei dem Abbau durch Strahlung kann Cellulose mit energiereicher Strahlung, wie beispielsweise Röntgenstrahlung, behandelt werden. Hierbei wird der DP der Cellulose sehr schnell erniedrigt. Allerdings tritt auch eine chemische Modifizierung der Cellulose ein, indem eine hohe Zahl von Carbonsäure- bzw. Ketofunktionen gebildet werden. Verwendet man dagegen weniger energiereiche Strahlung, wie beispielsweise UV/sichtbares Licht, so ist es notwendig Photosensibilisatoren einzusetzen. Und auch hier kommt es zu einer Modifikation der Cellulose durch Bildung von Keto-

funktionen, bzw. wenn Sauerstoff bei der Bestrahlung zugegen ist, zu Peroxidbildung.

Ein unkontrollierter Abbau findet bei der thermischen Behandlung statt und zudem wird die Cellulose modifiziert, insbesondere können Dehydrocellulosen gebildet werden.

Die oben genannten Methoden weisen also diverse Nachteile auf und es besteht daher ein Bedarf ein vereinfachtes Verfahren zum Abbau von Cellulose, welches ohne Modifikation des Polymers und mit hohen Ausbeuten erfolgt, bereitzustellen.

Es wurde nun ein Verfahren zum Abbau von Cellulose gefunden, indem man Cellulose in einer ionischen Flüssigkeit löst und diese Lösung bei erhöhten Temperaturen, ggf. in Gegenwart von Wasser, behandelt.

Ionische Flüssigkeiten im Sinne der vorliegenden Erfindung sind vorzugsweise

(A) Salze der allgemeinen Formel (I)

$$[A]_n^+ \; [Y]^{n-} \qquad (I),$$

in der n für 1, 2, 3 oder 4 steht, $[A]^+$ für ein quartäres Ammonium-Kation, ein Oxonium-Kation, ein Sulfonium-Kation oder ein Phosphonium-Kation und $[Y]^{n-}$ für ein ein-, zwei-, drei- oder vierwertiges Anion steht;

(B) gemischte Salze der allgemeinen Formeln (II)

$[A^1]^+[A^2]^+ \; [Y]^{n-}$ (IIa), wobei n = 2;
$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+ \; [Y]^{n-}$ (IIb), wobei n = 3; oder
$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+[A^4]^+ \; [Y]^{n-}$ (IIc), wobei n = 4 und

wobei $[A^1]^+$, $[A^2]^+$, $[A^3]^+$ und $[A^4]^+$ unabhängig voneinander aus den für $[A]^+$ genannten Gruppen ausgewählt sind und $[Y]^{n-}$ die unter (A) genannte Bedeutung besitzt.

Vorzugsweise besitzen die ionischen Flüssigkeiten einen Schmelzpunkt von weniger als 180°C. Besonders bevorzugt liegt der Schmelzpunkt in einem Bereich von -50°C bis 150°C, insbesondere bevorzugt im Bereich von -20°C bis 120°C und außerordentlich bevorzugt unter 100°C.

Verbindungen, die sich zur Bildung des Kations $[A]^+$ von ionischen Flüssigkeiten eignen, sind z.B. aus DE 102 02 838 A1 bekannt. So können solche Verbindungen

Sauerstoff-, Phosphor-, Schwefel- oder insbesondere Stickstoffatome enthalten, beispielsweise mindestens ein Stickstoffatom, bevorzugt 1 bis 10 Stickstoffatome, besonders bevorzugt 1 bis 5, ganz besonders bevorzugt 1 bis 3 und insbesondere 1 bis 2 Stickstoffatome. Gegebenenfalls können auch weitere Heteroatome wie Sauerstoff-, Schwefel- oder Phosphoratome enthalten sein. Das Stickstoffatom ist ein geeigneter Träger der positiven Ladung im Kation der ionischen Flüssigkeit, von dem im Gleichgewicht dann ein Proton bzw. ein Alkylrest auf das Anion übergehen kann, um ein elektrisch neutrales Molekül zu erzeugen.

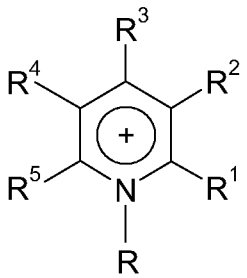
Für den Fall, dass das Stickstoffatom der Träger der positiven Ladung im Kation der ionischen Flüssigkeit ist, kann bei der Synthese der ionischen Flüssigkeiten zunächst durch Quarternisierung am Stickstoffatom etwa eines Amins oder Stickstoff-Heterocyclus' ein Kation erzeugt werden. Die Quarternisierung kann durch Alkylierung des Stickstoffatoms erfolgen. Je nach verwendetem Alkylierungsreagens werden Salze mit unterschiedlichen Anionen erhalten. In Fällen, in denen es nicht möglich ist, das gewünschte Anion bereits bei der Quarternisierung zu bilden, kann dies in einem weiteren Syntheseschritt erfolgen. Ausgehend beispielsweise von einem Ammoniumhalogenid kann das Halogenid mit einer Lewissäure umgesetzt werden, wobei aus Halogenid und Lewissäure ein komplexes Anion gebildet wird. Alternativ dazu ist der Austausch eines Halogenidions gegen das gewünschte Anion möglich. Dies kann durch Zugabe eines Metallsalzes unter Ausfällung des gebildeten Metallhalogenids, über einen Ionenaustauscher oder durch Verdrängung des Halogenidions durch eine starke Säure (unter Freisetzung der Halogenwasserstoffsäure) geschehen. Geeignete Verfahren sind beispielsweise in Angew. Chem. 2000, 112, S. 3926 – 3945 und der darin zitierten Literatur beschrieben.

Geeignete Alkylreste, mit denen das Stickstoffatom in den Aminen oder Stickstoff-Heterocyclen beispielsweise quarternisiert sein kann, sind C_1-C_{18}–Alkyl, bevorzugt C_1-C_{10}-Alkyl, besonders bevorzugt C_1-C_6-Alkyl und ganz besonders bevorzugt Methyl. Die Alkylgruppe kann unsubstituiert sein oder einen oder mehrere gleiche oder verschiedene Substituenten aufweisen.

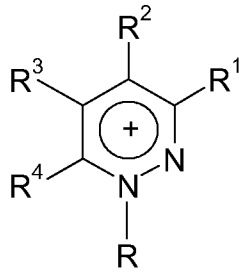
Bevorzugt sind solche Verbindungen, die mindestens einen fünf- bis sechsgliedrigen Heterocyclus, insbesondere einen fünfgliedrigen Heterocyclus, enthalten, der mindestens ein Stickstoffatom sowie gegebenenfalls ein Sauerstoff- oder Schwefelatom aufweist. Ebenfalls inbesonders bevorzugt sind solche Verbindungen, die mindestens einen fünf- bis sechsgliedrigen Heterocyclus enthalten, der ein, zwei oder drei Stickstoffatome und ein Schwefel- oder ein Sauerstoffatom aufweist, ganz besonders bevorzugt solche mit zwei Stickstoffatomen. Weiterhin bevorzugt sind aromatische Heterocyclen.

Besonders bevorzugte Verbindungen sind solche, die ein Molgewicht unter 1000 g/mol aufweisen, ganz besonders bevorzugt unter 500 g/mol und insbesondere unter 350 g/mol.

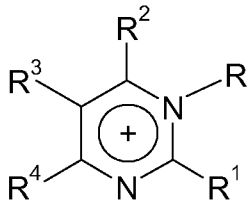
Weiterhin sind solche Kationen bevorzugt, die ausgewählt sind aus den Verbindungen der Formeln (IIIa) bis (IIIw),



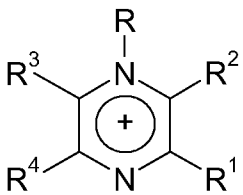
(IIIa)



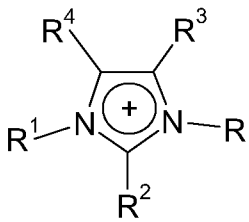
(IIIb)



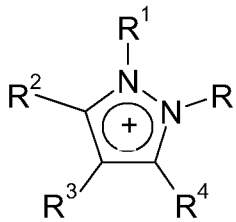
(IIIc)



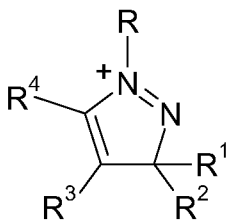
(IIId)



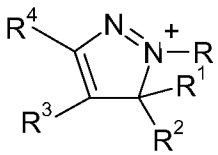
(IIIe)



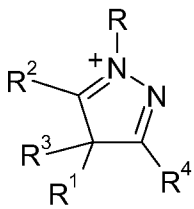
(IIIf)



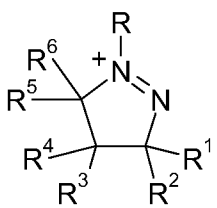
(IIIg)



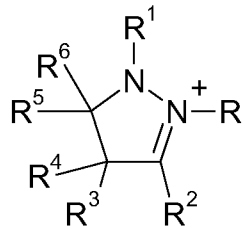
(IIIg')



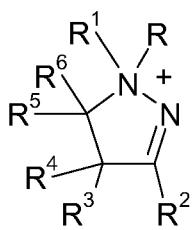
(IIIh)



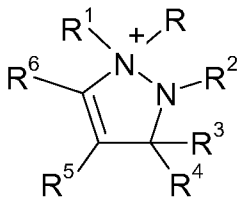
(IIIi)



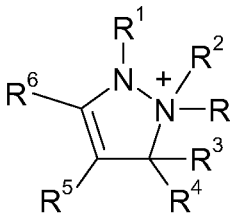
(IIIj)



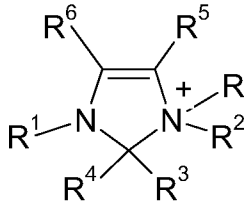
(IIIj')



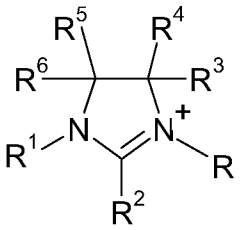
(IIIk)



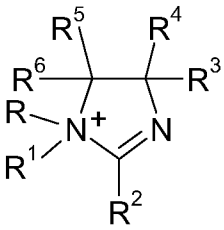
(IIIk')



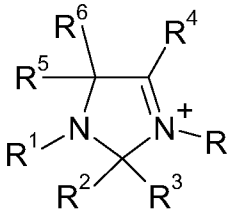
(IIIl)



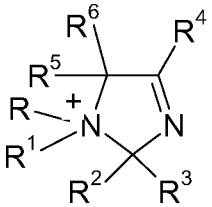
(IIIm)



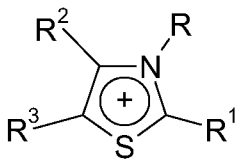
(IIIm')



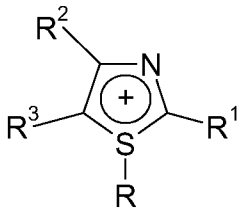
(IIIn)



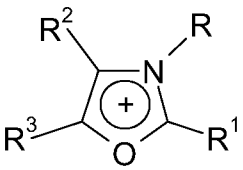
(IIIn')



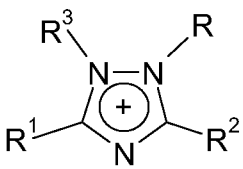
(IIIo)



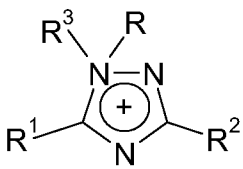
(IIIo')



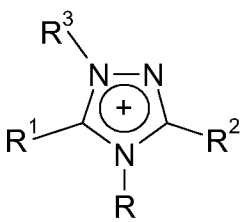
(IIIp)

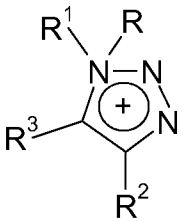


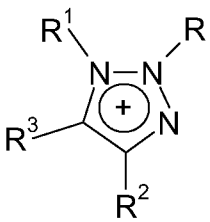
(IIIq)



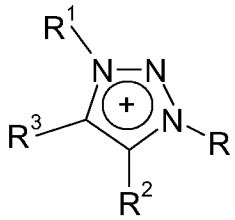
(IIIq')

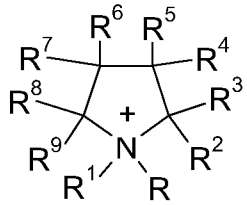


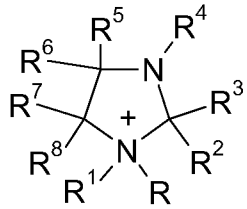




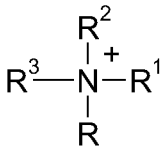
(IIIq") (IIIr) (IIIr')

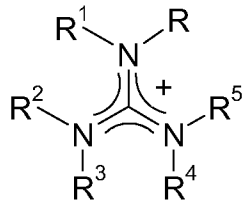


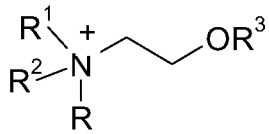




(IIIr") (IIIs) (IIIt)



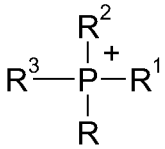


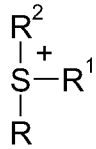


(IIIu) (IIIv) (IIIw)

sowie Oligomere, die diese Strukturen enthalten.

Weitere geeignete Kationen sind Verbindungen der allgemeinen Formel (IIIx) und (IIIy)





(IIIx) (IIIy)

sowie Oligomere, die diese Struktur enthalten.

In den oben genannten Formeln (IIIa) bis (IIIy) stehen

- der Rest R für Wasserstoff, einen Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen; und

- die Reste R^1 bis R^9 unabhängig voneinander für Wasserstoff, eine Sulfo-Gruppe oder einen Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, wobei die Reste R^1 bis R^9, welche in den oben genannten Formeln (III) an ein Kohlenstoffatom (und nicht an ein Heteroatom) gebunden sind, zusätzlich auch für Halogen oder eine funktionelle Gruppe stehen können; oder

  zwei benachbarte Reste aus der Reihe R^1 bis R^9 zusammen auch für einen zweibindigen, Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen.

Als Heteroatome kommen bei der Definition der Reste R und R^1 bis R^9 prinzipiell alle Heteroatome in Frage, welche in der Lage sind, formell eine $-CH_2-$, eine –CH=, eine -C≡ oder eine =C= -Gruppe zu ersetzen. Enthält der Kohlenstoff enthaltende Rest Heteroatome, so sind Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und Silizium bevorzugt. Als bevorzugte Gruppen seien insbesondere -O-, -S-, -SO-, $-SO_2-$, -NR'-, -N=, -PR'-, $-PR'_3$ und $-SiR'_2-$ genannt, wobei es sich bei den Resten R' um den verbleibenden Teil des Kohlenstoff enthaltenden Rests handelt. Die Reste R^1 bis R^9 können dabei in den Fällen, in denen diese in den oben genannten Formeln (III) an ein Kohlenstoffatom (und nicht an ein Heteroatom) gebunden sind, auch direkt über das Heteroatom gebunden sein.

Als funktionelle Gruppen kommen prinzipiell alle funktionellen Gruppen in Frage, welche an ein Kohlenstoffatom oder ein Heteroatom gebunden sein können. Als geeignete Beispiele seien -OH (Hydroxy), =O (insbesondere als Carbonylgruppe), $-NH_2$ (Amino), -NHR', $-NR_2'$, =NH (Imino), =NR', -COOH (Carboxy), $-CONH_2$ (Carboxamid), $-SO_3H$ (Sulfo) und -CN (Cyano) genannt. Funktionelle Gruppen und Heteroatome können auch direkt benachbart sein, so dass auch Kombinationen aus mehreren benachbarten Atomen, wie etwa -O- (Ether), -S- (Thioether), -COO- (Ester), -CONH- (sekundäres Amid) oder -CONR'- (tertiäres Amid), mit umfasst sind, beispielsweise Di-(C_1-C_4-Alkyl)-amino, C_1-C_4-Alkyloxycarbonyl oder C_1-C_4-Alkyloxy. Bei den Resten R' handelt es sich um den verbleibenden Teil des Kohlenstoff enthaltenden Restes.

Als Halogene seien Fluor, Chlor, Brom und Iod genannt.

Bevorzugt steht der Rest R für

- unverzweigtes oder verzweigtes, unsubstituiertes oder ein bis mehrfach mit Hydroxy, Halogen, Phenyl, Cyano, C_1- C_6-Alkoxycarbonyl und/oder SO_3H substituiertes C_1-C_{18}-Alkyl mit insgesamt 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, 1-Propyl, 2-Propyl, 1-Butyl, 2-Butyl, 2-Methyl-1-propyl, 2-Methyl-2-propyl, 1-Pentyl, 2-Pentyl, 3-Pentyl, 2-Methyl-1-butyl, 3-Methyl-1-butyl, 2-Methyl-2-butyl, 3-Methyl-2-butyl, 2,2-Dimethyl1-propyl, 1-Hexyl, 2-Hexyl, 3-Hexyl, 2-Methyl-1-pentyl, 3-Methyl-1-pentyl, 4-Methyl-1-pentyl, 2-Methyl-2-pentyl, 3-Methyl-2-pentyl, 4-Methyl-2-pentyl, 2-Methyl-3-pentyl, 3-Methyl-3-pentyl, 2,2-Dimethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-1-butyl, 3,3-Dimethyl-1-butyl, 2-Ethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-2-butyl, 3,3-Dimethyl-2-butyl, 1-Heptyl, 1-Octyl, 1-Nonyl, 1-Decyl, 1-Undecyl, 1-Dodecyl, 1-Tetradecyl, 1-Hexadecyl, 1-Octadecyl, 2-Hydroxyethyl, Benzyl, 3-Phenylpropyl, 2-Cyanoethyl, 2-(Methoxycarbonyl)-ethyl, 2-(Ethoxycarbonyl)-ethyl, 2-(n-Butoxy-carbonyl)-ethyl, Trifluormethyl, Difluormethyl, Fluormethyl, Pentafluorethyl, Heptafluorpropyl, Heptafluorisopropyl, Nonafluorbutyl, Nonafluorisobutyl, Undecylfluorpentyl, Undecylfluorisopentyl, 6-Hydroxyhexyl und Propylsulfonsäure;

- Glykole, Butylenglykole und deren Oligomere mit 1 bis 100 Einheiten und einem Wasserstoff oder einem C_1-C_8-Alkyl als Endgruppe, wie beispielsweise R^AO-$(CHR^B$-CH_2-$O)_m$-CHR^B-CH_2- oder R^AO-$(CH_2CH_2CH_2CH_2O)_m$-$CH_2CH_2CH_2CH_2$- mit R^A und R^B bevorzugt Wasserstoff, Methyl oder Ethyl und m bevorzugt 0 bis 3, insbesondere 3-Oxabutyl, 3-Oxapentyl, 3,6-Dioxaheptyl, 3,6-Dioxaoctyl, 3,6,9-Trioxadecyl, 3,6,9-Trioxaundecyl, 3,6,9,12-Tetraoxatridecyl und 3,6,9,12-Tetraoxatetradecyl;

- Vinyl;

- 1-Propen-1-yl, 1-Propen-2-yl und 1-Propen-3-yl; und

- N,N-Di-C_1-C_6-alkyl-amino, wie beispielsweise N,N-Dimethylamino und N,N-Diethylamino.

Besonders bevorzugt steht der Rest R für unverzweigtes und unsubstituiertes C_1-C_{18}-Alkyl, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, 1-Propyl, 1-Butyl, 1-Pentyl, 1-Hexyl, 1-Heptyl, 1-Octyl, 1-Decyl, 1-Dodecyl, 1-Tetradecyl, 1-Hexadecyl, 1-Octadecyl, 1-Propen-3-yl, insbesondere für Methyl, Ethyl, 1-Butyl und 1-Octyl sowie für CH_3O-$(CH_2CH_2O)_m$-CH_2CH_2- und CH_3CH_2O-$(CH_2CH_2O)_m$-CH_2CH_2- mit m gleich 0 bis 3.

Bevorzugt stehen die Reste R^1 bis R^9 unabhängig voneinander für

- Wasserstoff;
- Halogen;
- eine funktionelle Gruppe;
- gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes und/oder durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_1-C_{18}-Alkyl;
- gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes und/oder durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_2-C_{18}-Alkenyl;
- gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_6-C_{12}-Aryl;
- gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_5-C_{12}-Cycloalkyl;
- gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_5-C_{12}-Cycloalkenyl; oder
- einen gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituierten fünf- bis sechsgliedrigen, Sauerstoff-, Stickstoff- und/oder Schwefelatome aufweisenden Heterocyclus bedeuten; oder

zwei benachbarte Reste zusammen für

- einen ungesättigten, gesättigten oder aromatischen, gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituierten und gegebenenfalls durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenen Ring.

Bei gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertem C_1- C_{18}-Alkyl handelt es sich bevorzugt um Methyl, Ethyl, 1-Propyl, 2-Propyl, 1-Butyl, 2-Butyl, 2-Methyl-1-propyl

(Isobutyl), 2-Methyl-2-propyl (tert.-Butyl), 1-Pentyl, 2-Pentyl, 3-Pentyl, 2-Methyl-1-butyl, 3-Methyl-1-butyl, 2-Methyl-2-butyl, 3-Methyl-2-butyl, 2,2-Dimethyl-1-propyl, 1-Hexyl, 2-Hexyl, 3-Hexyl, 2-Methyl-1-pentyl, 3-Methyl-1-pentyl, 4-Methyl-1-pentyl, 2-Methyl-2-pentyl, 3-Methyl-2-pentyl, 4-Methyl-2-pentyl, 2-Methyl-3-pentyl, 3-Methyl-3-pentyl, 2,2-Dimethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-1-butyl, 3,3-Dimethyl-1-butyl, 2-Ethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-2-butyl, 3,3-Dimethyl-2-butyl, Heptyl, Octyl, 2-Etylhexyl, 2,4,4-Trimethylpentyl, 1,1,3,3-Tetramethylbutyl, 1-Nonyl, 1-Decyl, 1-Undecyl, 1-Dodecyl, 1-Tridecyl, 1-Tetradecyl, 1-Pentadecyl, 1-Hexadecyl, 1-Heptadecyl, 1-Octadecyl, Cyclopentylmethyl, 2-Cyclopentylethyl, 3-Cyclopentylpropyl, Cyclohexylmethyl, 2-Cyclohexylethyl, 3-Cyclohexylpropyl, Benzyl (Phenylmethyl), Diphenylmethyl (Benzhydryl), Triphenylmethyl, 1-Phenylethyl, 2-Phenylethyl, 3-Phenylpropyl, α,α-Dimethylbenzyl, p-Tolylmethyl, 1-(p-Butylphenyl)-ethyl, p-Chlorbenzyl, 2,4-Dichlorbenzyl, p-Methoxybenzyl, m-Ethoxybenzyl, 2-Cyanoethyl, 2-Cyanopropyl, 2-Methoxycarbonylethyl, 2-Ethoxycarbonylethyl, 2-Butoxycarbonylpropyl, 1,2-Di-(methoxycarbonyl)-ethyl, Methoxy, Ethoxy, Formyl, 1,3-Dioxolan-2-yl, 1,3-Dioxan-2-yl, 2-Methyl-1,3-dioxolan-2-yl, 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-yl, 2-Hydroxyethyl, 2-Hydroxypropyl, 3-Hydroxypropyl, 4-Hydroxybutyl, 6-Hydroxyhexyl, 2-Aminoethyl, 2-Aminopropyl, 3-Aminopropyl, 4-Aminobutyl, 6-Aminohexyl, 2-Methylaminoethyl, 2-Methylaminopropyl, 3-Methylaminopropyl, 4-Methylaminobutyl, 6-Methylaminohexyl, 2-Dimethylaminoethyl, 2-Dimethylaminopropyl, 3-Dimethylaminopropyl, 4-Dimethylaminobutyl, 6-Dimethylaminohexyl, 2-Hydroxy-2,2-dimethylethyl, 2-Phenoxyethyl, 2-Phenoxypropyl, 3-Phenoxypropyl, 4-Phenoxybutyl, 6-Phenoxyhexyl, 2-Methoxyethyl, 2-Methoxypropyl, 3-Methoxypropyl, 4-Methoxybutyl, 6-Methoxyhexyl, 2-Ethoxyethyl, 2-Ethoxypropyl, 3-Ethoxypropyl, 4-Ethoxybutyl, 6-Ethoxyhexyl, Acetyl, $C_mF_{2(m-a)+(1-b)}H_{2a+b}$ mit m gleich 1 bis 30, $0 \leq a \leq m$ und b = 0 oder 1 (beispielsweise CF_3, C_2F_5, CH_2CH_2-$C_{(m-2)}F_{2(m-2)+1}$, C_6F_{13}, C_8F_{17}, $C_{10}F_{21}$, $C_{12}F_{25}$), Chlormethyl, 2-Chlorethyl, Trichlormethyl, 1,1-Dimethyl-2-chlorethyl, Methoxymethyl, 2-Butoxyethyl, Diethoxymethyl, Diethoxyethyl, 2-Isopropoxyethyl, 2-Butoxypropyl, 2-Octyloxyethyl, 2-Methoxyisopropyl, 2-(Methoxycarbonyl)-ethyl, 2-(Ethoxycarbonyl)-ethyl, 2-(n-Butoxycarbonyl)-ethyl, Butylthiomethyl, 2-Dodecylthioethyl, 2-Phenylthioethyl, 5-Hydroxy-3-oxa-pentyl, 8-Hydroxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Hydroxy-3,6,9-trioxa-undecyl, 7-Hydroxy-4-oxa-heptyl, 11-Hydroxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Hydroxy-4,8,12-trioxa-pentadecyl, 9-Hydroxy-5-oxa-nonyl, 14-Hydroxy-5,10-dioxa-tetradecyl, 5-Methoxy-3-oxa-pentyl, 8-Methoxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Methoxy-3,6,9-trioxa-undecyl, 7-Methoxy-4-oxa-heptyl, 11-Methoxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Methoxy-4,8,12-trioxa-pentadecyl, 9-Methoxy-5-oxa-nonyl, 14-Methoxy-5,10-dioxa-tetradecyl, 5-Ethoxy-3-oxa-pentyl, 8-Ethoxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Ethoxy-3,6,9-trioxa-undecyl, 7-Ethoxy-4-oxa-heptyl, 11-Ethoxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Ethoxy-4,8,12-trioxa-pentadecyl, 9-Ethoxy-5-oxa-nonyl oder 14-Ethoxy-5,10-oxa-tetradecyl.

Bei gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes und/oder durch ein oder

mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_2-C_{18}-Alkenyl handelt es sich bevorzugt um Vinyl, 2-Propenyl, 3-Butenyl, cis-2-Butenyl, trans-2-Butenyl oder $C_mF_{2(m-a)-(1-b)}H_{2a-b}$ mit $m \leq 30$, $0 \leq a \leq m$ und $b = 0$ oder 1.

Bei gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_6-C_{12}-Aryl handelt es sich bevorzugt um Phenyl, Tolyl, Xylyl, α-Naphthyl, β-Naphthyl, 4-Diphenylyl, Chlorphenyl, Dichlorphenyl, Trichlorphenyl, Difluorphenyl, Methylphenyl, Dimethylphenyl, Trimethylphenyl, Ethylphenyl, Diethylphenyl, iso-Propylphenyl, tert.-Butylphenyl, Dodecylphenyl, Methoxyphenyl, Dimethoxyphenyl, Ethoxyphenyl, Hexyloxyphenyl, Methylnaphthyl, Isopropylnaphthyl, Chlornaphthyl, Ethoxynaphthyl, 2,6-Dimethylphenyl, 2,4,6-Trimethylphenyl, 2,6-Dimethoxyphenyl, 2,6-Dichlorphenyl, 4-Bromphenyl, 2-Nitrophenyl, 4-Nitrophenyl, 2,4-Dinitrophenyl, 2,6-Dinitrophenyl, 4-Dimethylaminophenyl, 4-Acetylphenyl, Methoxyethylphenyl, Ethoxymethylphenyl, Methylthiophenyl, Isopropylthiophenyl oder tert.-Butylthiophenyl oder $C_6F_{(5-a)}H_a$ mit $0 \leq a \leq 5$.

Bei gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_5-C_{12}-Cycloalkyl handelt es sich bevorzugt um Cyclopentyl, Cyclohexyl, Cyclooctyl, Cyclododecyl, Methylcyclopentyl, Dimethylcyclopentyl, Methylcyclohexyl, Dimethylcyclohexyl, Diethylcyclohexyl, Butylcyclohexyl, Methoxycyclohexyl, Dimethoxycyclohexyl, Diethoxycyclohexyl, Butylthiocyclohexyl, Chlorcyclohexyl, Dichlorcyclohexyl, Dichlorcyclopentyl, $C_mF_{2(m-a)-(1-b)}H_{2a-b}$ mit $m \leq 30$, $0 \leq a \leq m$ und $b = 0$ oder 1 sowie ein gesättigtes oder ungesättigtes bicyclisches System wie z.B. Norbornyl oder Norbornenyl.

Bei gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_5-C_{12}-Cycloalkenyl handelt es sich bevorzugt um 3-Cyclopentenyl, 2-Cyclohexenyl, 3-Cyclohexenyl, 2,5-Cyclohexadienyl oder $C_nF_{2(m-a)-3(1-b)}H_{2a-3b}$ mit $m \leq 30$, $0 \leq a \leq m$ und $b = 0$ oder 1.

Bei einen gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituierten fünf- bis sechsgliedrigen, Sauerstoff-, Stickstoff- und/oder Schwefelatome aufweisenden Heterocyclus handelt es sich bevorzugt um Furyl, Thiophenyl, Pyrryl, Pyridyl, Indolyl, Benzoxazolyl, Dioxolyl, Dioxyl, Benzimidazolyl, Benzthiazolyl, Dimethylpyridyl, Methylchinolyl, Dimethylpyrryl, Methoxyfuryl, Dimethoxypyridyl oder Difluorpyridyl.

Bilden zwei benachbarte Reste gemeinsam einen ungesättigten, gesättigten oder aromatischen, gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituierten und gegebenenfalls durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder

mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenen Ring, so handelt es sich bevorzugt um 1,3-Propylen, 1,4-Butylen, 1,5-Pentylen, 2-Oxa-1,3-propylen, 1-Oxa-1,3-propylen, 2-Oxa-1,3-propylen, 1-Oxa-1,3-propenylen, 3-Oxa-1,5-pentylen, 1-Aza-1,3-propenylen, 1-C_1-C_4-Alkyl-1-aza-1,3-propenylen, 1,4-Buta-1,3-dienylen, 1-Aza-1,4-buta-1,3-dienylen oder 2-Aza-1,4-buta-1,3-dienylen.

Enthalten die oben genannten Reste Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen, so ist die Anzahl der Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder Iminogruppen nicht beschränkt. In der Regel beträgt sie nicht mehr als 5 in dem Rest, bevorzugt nicht mehr als 4 und ganz besonders bevorzugt nicht mehr als 3.

Enthalten die oben genannten Reste Heteroatome, so befinden sich zwischen zwei Heteroatomen in der Regel mindestens ein Kohlenstoffatom, bevorzugt mindestens zwei Kohlenstoffatome.

Besonders bevorzugt stehen die Reste R^1 bis R^9 unabhängig voneinander für

- Wasserstoff;

- unverzweigtes oder verzweigtes, unsubstituiertes oder ein bis mehrfach mit Hydroxy, Halogen, Phenyl, Cyano, C_1- C_6-Alkoxycarbonyl und/oder SO_3H substituiertes C_1-C_{18}-Alkyl mit insgesamt 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, 1-Propyl, 2-Propyl, 1-Butyl, 2-Butyl, 2-Methyl-1-propyl, 2-Methyl-2-propyl, 1-Pentyl, 2-Pentyl, 3-Pentyl, 2-Methyl-1-butyl, 3-Methyl-1-butyl, 2-Methyl-2-butyl, 3-Methyl-2-butyl, 2,2-Dimethyl-1-propyl, 1-Hexyl, 2-Hexyl, 3-Hexyl, 2-Methyl-1-pentyl, 3-Methyl-1-pentyl, 4-Methyl-1-pentyl, 2-Methyl-2-pentyl, 3-Methyl-2-pentyl, 4-Methyl-2-pentyl, 2-Methyl-3-pentyl, 3-Methyl-3-pentyl, 2,2-Dimethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-1-butyl, 3,3-Dimethyl-1-butyl, 2-Ethyl-1-butyl, 2,3-Dimethyl-2-butyl, 3,3-Dimethyl-2-butyl, 1-Heptyl, 1-Octyl, 1-Nonyl, 1-Decyl, 1-Undecyl, 1-Dodecyl, 1-Tetradecyl, 1-Hexadecyl, 1-Octadecyl, 2-Hydroxyethyl, Benzyl, 3-Phenylpropyl, 2-Cyanoethyl, 2-(Methoxycarbonyl)-ethyl, 2-(Ethoxycarbonyl)-ethyl, 2-(n-Butoxy-carbonyl)-ethyl, Trifluormethyl, Difluormethyl, Fluormethyl, Pentafluorethyl, Heptafluorpropyl, Heptafluorisopropyl, Nonafluorbutyl, Nonafluorisobutyl, Undecylfluorpentyl, Undecylfluorisopentyl, 6-Hydroxyhexyl und Propylsulfonsäure;

- Glykole, Butylenglykole und deren Oligomere mit 1 bis 100 Einheiten und einem Wasserstoff oder einem C_1- bis C_8-Alkyl als Endgruppe, wie beispielsweise R^AO-$(CHR^B$-CH_2-$O)_m$-CHR^B-CH_2- oder R^AO-$(CH_2CH_2CH_2CH_2O)_m$-$CH_2CH_2CH_2CH_2$- mit R^A und R^B bevorzugt Wasserstoff, Methyl oder Ethyl und n bevorzugt 0 bis 3, insbesondere 3-Oxabutyl,

3-Oxapentyl, 3,6-Dioxaheptyl, 3,6-Dioxaoctyl, 3,6,9-Trioxadecyl, 3,6,9-Trioxaundecyl, 3,6,9,12-Tetraoxatridecyl und 3,6,9,12-Tetraoxatetradecyl;

- Vinyl;

- 1-Propen-1-yl, 1-Propen-2-yl und 1-Propen-3-yl; und

- N,N-Di-C_1-C_6-alkyl-amino, wie beispielsweise N,N-Dimethylamino und N,N-Diethylamino.

Ganz besonders bevorzugt stehen die Reste R^1 bis R^9 unabhängig voneinander für Wasserstoff oder C_1-C_{18}-Alkyl, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, 1-Butyl, 1-Pentyl, 1-Hexyl, 1-Heptyl, 1-Octyl, für Phenyl, für 2-Hydroxyethyl, für 2-Cyanoethyl, für 2-(Methoxycarbonyl)ethyl, für 2-(Ethoxycarbonyl)ethyl, für 2-(n-Butoxycarbonyl)ethyl, für N,N-Dimethylamino, für N,N-Diethylamino, für Chlor sowie für CH_3O-$(CH_2CH_2O)_m$-CH_2CH_2- und CH_3CH_2O-$(CH_2CH_2O)_m$-CH_2CH_2- mit m gleich 0 bis 3.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyridiniumionen (IIIIa) solche ein, bei denen

- einer der Reste R^1 bis R^5 Methyl, Ethyl oder Chlor ist und die verbleibenden Reste R^1 bis R^5 Wasserstoff sind;

- R^3 Dimethylamino ist und die verbleibenden Reste R^1, R^2, R^4 und R^5 Wasserstoff sind;

- alle Reste R^1 bis R^5 Wasserstoff sind;

- R^2 Carboxy oder Carboxamid ist und die verbleibenden Reste R^1, R^2, R^4 und R^5 Wasserstoff sind; oder

- R^1 und R^2 oder R^2 und R^3 1,4-Buta-1,3-dienylen ist und die verbleibenden Reste R^1, R^2, R^4 und R^5 Wasserstoff sind;

und insbesondere solche, bei denen

- R^1 bis R^5 Wasserstoff sind; oder

- einer der Reste R^1 bis R^5 Methyl oder Ethyl ist und die verbleibenden Reste R^1 bis R^5 Wasserstoff sind.

Als ganz besonders bevorzugte Pyridiniumionen (IIIa) seien genannt 1-Methylpyridinium, 1-Ethylpyridinium, 1-(1-Butyl)pyridinium, 1-(1-Hexyl)pyridinium, 1-(1-Octyl)-pyridinium, 1-(1-Hexyl)-pyridinium, 1-(1-Octyl)-pyridinium, 1-(1-Dodecyl)-pyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-pyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-pyridinium, 1,2-Dimethylpyridinium, 1-Ethyl-2-methylpyridinium, 1-(1-Butyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Octyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-2-methylpyridinium, 1-Methyl-2-ethylpyridinium, 1,2-Diethylpyridinium, 1-(1-Butyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Octyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-2-ethylpyridinium, 1,2-Dimethyl-5-ethyl-pyridinium, 1,5-Diethyl-2-methyl-pyridinium, 1-(1-Butyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium und 1-(1-Octyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium und 1-(1-Hexadecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyridaziniumionen (IIIb) solche ein, bei denen

- R^1 bis R^4 Wasserstoff sind; oder
- einer der Reste R^1 bis R^4 Methyl oder Ethyl ist und die verbleibenden Reste R^1 bis R^4 Wasserstoff sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyrimidiniumionen (IIIc) solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist und R^2 bis R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind; oder
- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist, R^2 und R^4 Methyl sind und R^3 Wasserstoff ist.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyraziniumionen (IIId) solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist und R^2 bis R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind;
- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist, R^2 und R^4 Methyl sind und R^3 Wasserstoff ist;
- R^1 bis R^4 Methyl sind; oder

- R^1 bis R^4 Methyl Wasserstoff sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Imidazoliumionen (IIIe) solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl, Ethyl, 1-Propyl, 1-Butyl, 1-Pentyl, 1-Hexyl, 1-Octyl, 1-Propen-3-yl, 2-Hydroxyethyl oder 2-Cyanoethyl und R^2 bis R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl oder Ethyl sind.

Als ganz besonders bevorzugte Imidazoliumionen (IIIe) seien genannt 1-Methylimidazolium, 1-Ethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-imidazolium, 1-(1-Octyl)-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-imidazolium, 1,3-Dimethylimidazolium, 1-Ethyl-3-methylimidazolium, 1-(1-Butyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Butyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-ethyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-octylimidazolium, 1,2-Dimethylimidazolium, 1,2,3-Trimethylimidazolium, 1-Ethyl-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-2,3-dimethyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1,4-Dimethylimidazolium, 1,3,4-Trimethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-butylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-octylimidazolium, 1,4,5-Trimethylimidazolium, 1,3,4,5-Tetramethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-butylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-octylimidazolium und 1-(Prop-1-en-3-yl)-3-methylimidazolium.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyrazoliumionen (IIIf), (IIIg) beziehungsweise (IIIg') solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist und R^2 bis R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyrazoliumionen (IIIh) solche ein, bei denen

- R^1 bis R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als 1-Pyrazoliniumionen (IIIi) solche ein, bei denen

- unabhängig voneinander R^1 bis R^6 Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als 2-Pyrazoliniumionen (IIIj) beziehungsweise (IIIj') solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl ist und R^2 bis R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als 3-Pyrazoliniumionen (IIIk) beziehungsweise (IIIk') solche ein, bei denen

- R^1 und R^2 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl sind und R^3 bis R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Imidazoliniumionen (IIII) solche ein, bei denen

- R^1 und R^2 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl, 1-Butyl oder Phenyl sind, R^3 und R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl oder Ethyl sind und R^5 und R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Imidazoliniumionen (IIIm) beziehungsweise (IIIm') solche ein, bei denen

- R^1 und R^2 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl oder Ethyl sind und R^3 bis R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Imidazoliniumionen (IIIn) beziehungsweise (IIIn') solche ein, bei denen

- R^1 bis R^3 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl oder Ethyl sind und R^4 bis R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Thiazoliumionen (IIIo) beziehungsweise (IIIo') sowie als Oxazoliumionen (IIIp) solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl ist und R^2 und R^3 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als 1,2,4-Triazoliumionen (IIIq), (IIIq') beziehungsweise (IIIq'') solche ein, bei denen

- R^1 und R^2 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl sind und R^3 Wasserstoff, Methyl oder Phenyl ist.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als 1,2,3-Triazoliumionen (IIIr), (IIIr') beziehungsweise (IIIr'') solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl oder Ethyl ist und R^2 und R^3 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind, oder R^2 und R^3 zusammen 1,4-Buta-1,3-dienylen ist.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Pyrrolidiniumionen (IIIs) solche ein, bei denen

- R^1 Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl ist und R^2 bis R^9 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Imidazolidiniumionen (IIIt) solche ein, bei denen

- R^1 und R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl oder Phenyl sind und R^2 und R^3 sowie R^5 bis R^8 unabhängig voneinander Wasserstoff oder Methyl sind.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Ammoniumionen (IIIu) solche ein, bei denen

- R^1 bis R^3 unabhängig voneinander C_1-C_{18}-Alkyl sind; oder

- R^1 und R^2 zusammen 1,5-Pentylen oder 3-Oxa-1,5-pentylen sind und R^3 C_1-C_{18}-Alkyl, 2-Hydroxyethyl oder 2-Cyanoethyl ist.

Als ganz besonders bevorzugte Ammoniumionen (IIIu) seien genannt Methyl-tri-(1-butyl)-ammonium, N,N-Dimethylpiperidinium und N,N-Dimethylmorpholinium.

Beispiele für die tertiären Amine, von denen sich die quartären Ammoniumionen der allgemeinen Formel (IIIu) durch Quarternisierung mit den genannten Resten R ableiten, sind Diethyl-n-butylamin, Diethyl-tert-butylamin, Diethyl-n-pentylamin, Diethylhexylamin, Diethyloctylamin, Diethyl-(2-ethylhexyl)-amin, Di-n-propylbutylamin, Di-n-propyl-n-pentylamin, Di-n-propylhexylamin, Di-n-propyloctylamin, Di-n-propyl-(2-

ethylhexyl)-amin, Di-isopropylethylamin, Di-iso-propyl-n-propylamin, Di-isopropyl-butylamin, Di-isopropylpentylamin, Di-iso-propylhexylamin, Di-isopropyloctylamin, Di-iso-propyl-(2-ethylhexyl)-amin, Di-n-butylethylamin, Di-n-butyl-n-propylamin, Di-n-butyl-n-pentylamin, Di-n-butylhexylamin, Di-n-butyloctylamin, Di-n-butyl-(2-ethylhexyl)-amin, N-n-Butyl-pyrrolidin, N-sek-Butylpyrrodidin, N-tert-Butylpyrrolidin, N-n-Pentylpyrrolidin, N,N-Dimethylcyclohexylamin, N,N-Diethylcyclohexylamin, N,N-Di-n-butylcyclohexylamin, N-n-Propylpiperidin, N-iso-Propylpiperidin, N-n-Butyl-piperidin, N-sek-Butylpiperidin, N-tert-Butylpiperidin, N-n-Pentylpiperidin, N-n-Butylmorpholin, N-sek-Butylmorpholin, N-tert-Butylmorpholin, N-n-Pentylmorpholin, N-Benzyl-N-ethylanilin, N-Benzyl-N-n-propylanilin, N-Benzyl-N-iso-propylanilin, N-Benzyl-N-n-butylanilin, N,N-Dimethyl-p-toluidin, N,N-Diethyl-p-toluidin, N,N-Di-n-butyl-p-toluidin, Diethylbenzylamin, Di-n-propylbenzylamin, Di-n-butylbenzylamin, Diethylphenylamin, Di-n-Propylphenylamin und Di-n-Butylphenylamin.

Bevorzugte tertiäre Amine (IIIu) sind Di-iso-propylethylamin, Diethyl-tert-butylamin, Di-iso-propylbutylamin, Di-n-butyl-n-pentylamin, N,N-Di-n-butylcyclohexylamin sowie tertiäre Amine aus Pentylisomeren.

Besonders bevorzugte tertiäre Amine sind Di-n-butyl-n-pentylamin und tertiäre Amine aus Pentylisomeren. Ein weiteres bevorzugtes tertiäres Amin, das drei identische Reste aufweist, ist Triallylamin.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Guanidiniumionen (IIIv) solche ein, bei denen

- R^1 bis R^5 Methyl sind.

Als ganz besonders bevorzugtes Guanidiniumion (IIIv) sei genannt N,N,N',N',N'',N''-Hexamethylguanidinium.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Choliniumionen (IIIw) solche ein, bei denen

- R^1 und R^2 unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, 1-Butyl oder 1-Octyl sind und R^3 Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Acetyl, $-SO_2OH$ oder $-PO(OH)_2$ ist;

- R^1 Methyl, Ethyl, 1-Butyl oder 1-Octyl ist, R^2 eine $-CH_2-CH_2-OR^4$-Gruppe ist und R^3 und R^4 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Acetyl,$-SO_2OH$ oder $-PO(OH)_2$ sind; oder

- R^1 eine $-CH_2-CH_2-OR^4$-Gruppe ist, R^2 eine $-CH_2-CH_2-OR^5$-Gruppe ist und R^3 bis R^5 unabhängig voneinander Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Acetyl, $-SO_2OH$ oder $-PO(OH)_2$ sind.

Besonders bevorzugte Choliniumionen (IIIw) sind solche, bei denen R^3 ausgewählt ist aus Wasserstoff, Methyl, Ethyl, Acetyl, 5-Methoxy-3-oxa-pentyl, 8-Methoxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Methoxy-3,6,9-trioxa-undecyl, 7-Methoxy-4-oxa-heptyl, 11-Methoxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Methoxy-4,8,12-trioxa-pentadecyl, 9-Methoxy-5-oxa-nonyl, 14-Methoxy-5,10-oxa-tetradecyl, 5-Ethoxy-3-oxa-pentyl, 8-Ethoxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Ethoxy-3,6,9-trioxa-undecyl, 7-Ethoxy-4-oxa-heptyl, 11-Ethoxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Ethoxy-4,8,12-trioxa-pentadecyl, 9-Ethoxy-5-oxa-nonyl oder 14-Ethoxy-5,10-oxa-tetradecyl.

Ganz besonders bevorzugt setzt man als Phosphoniumionen (IIIx) solche ein, bei denen

- R^1 bis R^3 unabhängig voneinander C_1-C_{18}-Alkyl, insbesondere Butyl, Isobutyl, 1-Hexyl oder 1-Octyl sind.

Unter den vorstehend genannten heterocyclischen Kationen sind die Pyridiniumionen, Pyrazolinium-, Pyrazoliumionen und die Imidazolinium- sowie die Imidazoliumionen bevorzugt. Weiterhin sind Ammoniumionen bevorzugt.

Insbesondere bevorzugt sind 1-Methylpyridinium, 1-Ethylpyridinium, 1-(1-Butyl)pyridinium, 1-(1-Hexyl)pyridinium, 1-(1-Octyl)pyridinium, 1-(1-Hexyl)-pyridinium, 1-(1-Octyl)-pyridinium, 1-(1-Dodecyl)-pyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-pyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-pyridinium, 1,2-Dimethylpyridinium, 1-Ethyl-2-methylpyridinium, 1-(1-Butyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Octyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-methylpyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-2-methylpyridinium, 1-Methyl-2-ethylpyridinium, 1,2-Diethylpyridinium, 1-(1-Butyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Octyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-ethylpyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-2-ethylpyridinium, 1,2-Dimethyl-5-ethyl-pyridinium, 1,5-Diethyl-2-methyl-pyridinium, 1-(1-Butyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Hexyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Octyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Dodecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Tetradecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-(1-Hexadecyl)-2-methyl-3-ethyl-pyridinium, 1-Methylimidazolium, 1-Ethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-imidazolium, 1-(1-Octyl)-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-imidazolium, 1,3-Dimethylimidazolium, 1-Ethyl-3-methylimidazolium, 1-(1-Butyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-methylimidazolium, 1,2-Dimethylimidazolium, 1,2,3-Trimethylimidazolium, 1-Ethyl-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-2,3-dimethyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-2,3-dimethyl-imidazolium und 1-(1-Octyl)-2,3-dimethyl-imidazolium, 1,4-Dimethylimidazolium, 1,3,4-Trimethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-

ethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-butylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-octylimidazolium, 1,4,5-Trimethylimidazolium, 1,3,4,5-Tetramethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-ethyl-imidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-butylimidazolium,1,4,5-Trimethyl-3-octylimidazolium und 1-(Prop-1-en-3-yl)-3-methylimidazolium.

Als Anionen sind prinzipiell alle Anionen einsetzbar.

Das Anion $[Y]^{n-}$ der ionischen Flüssigkeit ist beispielsweise ausgewählt aus

- der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen der Formel: F^-, Cl^-, Br^-, I^-, BF_4^-, PF_6^-, $CF_3SO_3^-$, $(CF_3SO_3)_2N^-$, $CF_3CO_2^-$, $CCl_3CO_2^-$, CN^-, SCN^-, OCN^-

- der Gruppe der Sulfate, Sulfite und Sulfonate der allgemeinen Formel: SO_4^{2-}, HSO_4^-, SO_3^{2-}, HSO_3^-, $R^aOSO_3^-$, $R^aSO_3^-$

- der Gruppe der Phosphate der allgemeinen Formel PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, $R^aPO_4^{2-}$, $HR^aPO_4^-$, $R^aR^bPO_4^-$

- der Gruppe der Phosphonate und Phosphinate der allgemeinen Formel: $R^aHPO_3^-$,$R^aR^bPO_2^-$, $R^aR^bPO_3^-$

- der Gruppe der Phosphite der allgemeinen Formel: PO_3^{3-}, HPO_3^{2-}, $H_2PO_3^-$, $R^aPO_3^{2-}$, $R^aHPO_3^-$, $R^aR^bPO_3^-$

- der Gruppe der Phosphonite und Phosphinite der allgemeinen Formel: $R^aR^bPO_2^-$, $R^aHPO_2^-$, $R^aR^bPO^-$, R^aHPO^-

- der Gruppe der Carbonsäuren der allgemeinen Formel: R^aCOO^-

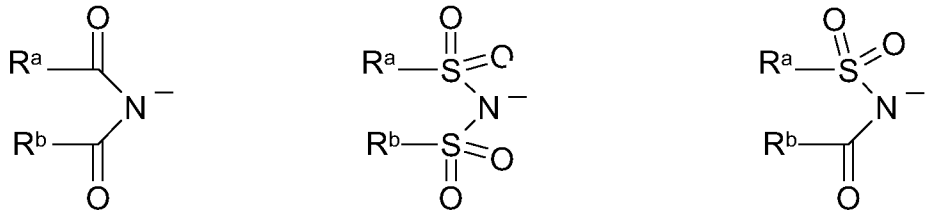
- der Gruppe der Borate der allgemeinen Formel: BO_3^{3-}, HBO_3^{2-}, $H_2BO_3^-$, $R^aR^bBO_3^-$, $R^aHBO_3^-$, $R^aBO_3^{2-}$, $B(OR^a)(OR^b)(OR^c)(OR^d)^-$, $B(HSO_4)^-$, $B(R^aSO_4)^-$

- der Gruppe der Boronate der allgemeinen Formel: $R^aBO_2^{2-}$, $R^aR^bBO^-$

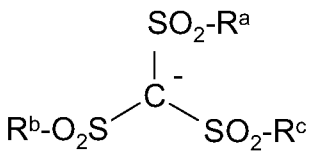
- der Gruppe der Silikate und Kieselsäuresäureester der allgemeinen Formel: SiO_4^{4-}, $HSiO_4^{3-}$, $H_2SiO_4^{2-}$, $H_3SiO_4^-$, $R^aSiO_4^{3-}$, $R^aR^bSiO_4^{2-}$, $R^aR^bR^cSiO_4^-$, $HR^aSiO_4^{2-}$, $H_2R^aSiO_4^-$, $HR^aR^bSiO_4^-$

- der Gruppe der Alkyl- bzw. Arylsilan-Salze der allgemeinen Formel:
  $R^aSiO_3^{3-}$, $R^aR^bSiO_2^{2-}$, $R^aR^bR^cSiO^-$, $R^aR^bR^cSiO_3^-$, $R^aR^bR^cSiO_2^-$, $R^aR^bSiO_3^{2-}$

- der Gruppe der Carbonsäureimide, Bis(sulfonyl)imide und Sulfonylimide der allgemeinen Formel :



- der Gruppe der Methide der allgemeinen Formel:



;

Darin bedeuten R^a, R^b, R^c und R^d unabhängig voneinander jeweils Wasserstoff, C_1–C_{30}-Alkyl, gegebenenfalls durch ein oder mehrere nicht-benachbarte Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_2-C_{18}-Alkyl, C_6-C_{14}-Aryl, C_5-C_{12}-Cycloalkyl oder einen fünf- bis sechsgliedrigen, Sauerstoff-, Stickstoff- und/oder Schwefelatome aufweisenden Heterocyclus, wobei zwei von ihnen gemeinsam einen ungesättigten, gesättigten oder aromatischen, gegebenenfalls durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere unsubstituierte oder substituierte Iminogruppen unterbrochenen Ring bilden können, wobei die genannten Reste jeweils zusätzlich durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiert sein können.

Darin sind gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_1-C_{18}-Alkyl beispielsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, n-Butyl, sec-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, 2-Ethylhexyl, 2,4,4-Trimethylpentyl, Decyl, Dodecyl, Tetradecyl, Hetadecyl, Octadecyl, 1,1-Dimethylpropyl, 1,1-Dimethylbutyl, 1,1,3,3-Tetramethylbutyl, Benzyl, 1-Phenylethyl, α,α-Dimethylbenzyl, Benzhydryl, p-Tolylmethyl, 1-(p-Butylphenyl)-ethyl, p-Chlorbenzyl, 2,4-Dichlorbenzyl, p-Methoxybenzyl, m-Ethoxybenzyl, 2-Cyanoethyl, 2-Cyanopropyl, 2-Methoxycarbonethyl, 2-Ethoxycarbonylethyl, 2-Butoxycarbonylpropyl, 1,2-Di-(methoxycarbonyl)-ethyl, 2-Methoxyethyl, 2-Ethoxyethyl, 2-Butoxyethyl, Diethoxymethyl, Diethoxyethyl, 1,3-Dioxolan-2-yl, 1,3-Dioxan-2-yl, 2-

Methyl-1,3-dioxolan-2-yl, 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-yl, 2-Isopropoxyethyl, 2-Butoxypropyl, 2-Octyloxyethyl, Chlormethyl, Trichlormethyl, Trifluormethyl, 1,1-Dimethyl-2-chlorethyl, 2-Methoxyisopropyl, 2-Ethoxyethyl, Butylthiomethyl, 2-Dodecylthioethyl, 2-Phenlythioethyl, 2,2,2-Trifluorethyl, 2-Hydroxyethyl, 2-Hydroxypropyl, 3-Hydroxypropyl, 4-Hydroxybutyl, 6-Hydroxyhexyl, 2-Aminoethyl, 2-Aminopropyl, 4-Aminobutyl, 6-Aminohexyl, 2-Methylaminoethyl, 2-Methylaminopropyl, 3-Methylaminopropyl, 4-Methylaminobutyl, 6-Methylaminohexyl, 2-Dimethylaminoethyl, 2-Dimethylaminopropyl, 3-Dimethylaminopropyl, 4-Dimethylaminobutyl, 6-Dimethylaminohexyl, 2-Hydroxy-2,2-dimethylethyl, 2-Phenoxyethyl, 2-Phenoxypropyl, 3-Phenoxypropyl, 4-Phenoxybutyl, 6-Phenoxyhexyl, 2-Methoxyethyl, 2-Methoxypropyl, 3-Methoxypropyl, 4-Methoxybutyl, 6-Methoxyhexyl, 2-Ethoxyethyl, 2-Ethoxypropyl, 3-Ethoxypropyl, 4-Ethoxybutyl oder 6-Ethoxyhexyl.

Gegebenenfalls durch ein oder mehrere nicht-benachbarte Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_2-C_{18}-Alkyl sind beispielsweise 5-Hydroxy-3-oxapentyl, 8-Hydroxy-3,6-dioxaoctyl, 11-Hydroxy-3,6,9-trioxaundecyl, 7-Hydroxy-4-oxaheptyl, 11-Hydroxy-4,8-dioxaundecyl, 15-Hydroxy-4,8,12-trioxapentadecyl, 9-Hydroxy-5-oxa-nonyl, 14-Hydroxy-5,10-oxatetradecyl, 5-Methoxy-3-oxapentyl, 8-Methoxy-3,6-dioxa-octyl, 11-Methoxy-3,6,9-trioxaundecyl, 7-Methoxy-4-oxaheptyl, 11-Methoxy-4,8-dioxa-undecyl, 15-Methoxy-4,8,12-trioxapentadecyl, 9-Methoxy-5-oxanonyl, 14-Methoxy-5,10-oxatetradecyl, 5-Ethoxy-3-oxapentyl, 8-Ethoxy-3,6-dioxaoctyl, 11-Ethoxy-3,6,9-trioxaundecyl, 7-Ethoxy-4-oxaheptyl, 11-Ethoxy-4,8-dioxaundecyl, 15-Ethoxy-4,8,12-trioxapentadecyl, 9-Ethoxy-5-oxanonyl oder 14-Ethoxy-5,10-oxatetradecyl.

Bilden zwei Reste einen Ring, so können diese Reste gemeinsam beispielsweise als anellierter Baustein 1,3-Propylen, 1,4-Butylen, 2-Oxa-1,3-propylen, 1-Oxa-1,3-propylen, 2-Oxa-1,3-propenylen, 1-Aza-1,3-propenylen, 1-C_1-C_4-Alkyl-1-aza-1,3-propenylen, 1,4-Buta-1,3-dienylen, 1-Aza-1,4-buta-1,3-dienylen oder 2-Aza-1,4-buta-1,3-dienylen bedeuten.

Die Anzahl der nicht-benachbarten Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder Iminogruppen ist grundsätzlich nicht beschränkt, bzw. beschränkt sich automatisch durch die Größe des Rests oder des Ringbausteins. In der Regel beträgt sie nicht mehr als 5 in dem jeweiligen Rest, bevorzugt nicht mehr als 4 oder ganz besonders bevorzugt nicht mehr als 3. Weiterhin befinden sich zwischen zwei Heteroatomen in der Regel mindestens ein, bevorzugt mindestens zwei Kohlenstoffatom(e).

Substituierte und unsubstituierte Iminogruppen können beispielsweise Imino-, Methylimino-, iso-Propylimino, n-Butylimino oder tert-Butylimino sein.

Unter dem Begriff „funktionelle Gruppen“ sind beispielsweise die folgenden zu verstehen: Carboxy, Carboxamid, Hydroxy, Di-(C_1-C_4-Alkyl)-amino, C_1-C_4-Alkyloxycarbonyl, Cyano oder C_1-C_4-Alkoxy. Dabei ist C_1-C_4-Alkyl Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, n-Butyl, sec-Butyl oder tert.-Butyl.

Gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_6-C_{14}-Aryl sind beispielsweise Phenyl, Tolyl, Xylyl, α-Naphthyl, β-Naphthyl, 4-Diphenylyl, Chlorphenyl, Dichlorphenyl, Trichlorphenyl, Difluorphenyl, Methylphenyl, Dimethylphenyl, Trimethylphenyl, Ethylphenyl, Diethylphenyl, iso-Propylphenyl, tert.-Butylphenyl, Dodecylphenyl, Methoxyphenyl, Dimethoxyphenyl, Ethoxyphenyl, Hexyloxyphenyl, Methylnaphthyl, Isopropylnaphthyl, Chlornaphthyl, Ethoxynaphthyl, 2,6-Dimethylphenyl, 2,4,6-Trimethylphenyl, 2,6-Dimethoxyphenyl, 2,6-Dichlorphenyl, 4-Bromphenyl, 2- oder 4-Nitrophenyl, 2,4- oder 2,6-Dinitrophenyl, 4-Dimethylaminophenyl, 4-Acetylphenyl, Methoxyethylphenyl oder Ethoxymethylphenyl.

Gegebenenfalls durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiertes C_5-C_{12}-Cycloalkyl sind beispielsweise Cyclopentyl, Cyclohexyl, Cyclooctyl, Cyclododecyl, Methylcyclopentyl, Dimethylcyclopentyl, Methylcyclohexyl, Dimethylcyclohexyl, Diethylcyclohexyl, Butylcyclohexyl, Methoxycyclohexyl, Dimethoxycyclohexyl, Diethoxycyclohexyl, Butylthiocyclohexyl, Chlorcyclohexyl, Dichlorcyclohexyl, Dichlorcyclopentyl sowie ein gesättigtes oder ungesättigtes bicyclisches System wie Norbornyl oder Norbornenyl.

Ein fünf- bis sechsgliedriger, Sauerstoff-, Stickstoff- und/oder Schwefelatome aufweisender Heterocyclus ist beispielsweise Furyl , Thiophenyl, Pyrryl, Pyridyl, Indolyl, Benzoxazolyl, Dioxolyl, Dioxyl, Benzimidazolyl, Benzthiazolyl, Dimethylpyridyl, Methylchinolyl, Dimethylpyrryl, Methoxyfuryl, Dimethoxypyridyl, Difluorpyridyl, Methylthiophenyl, Isopropylthiophenyl oder tert.-Butylthiophenyl.

Bevorzugte Anionen sind ausgewählt aus der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen, der Gruppe der Carbonsäuren, der Gruppe der Sulfate, Sulfite und Sulfonate sowie der Gruppe der Phosphate, insbesondere aus der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen, der Gruppe der Carbonsäuren, der Gruppe enthaltend SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, $R^aOSO_3^-$ und $R^aSO_3^-$, sowie der Gruppe enthaltend PO_4^{3-} und $R^aR^bPO_4^-$.

Bevorzugte Anionen sind Chlorid, Bromid, Iodid, SCN^-, OCN^-, CN^-, Acetat, C_1-C_4 Alkylsulfate, R^a-COO^-, $R^aSO_3^-$, $R^aR^bPO_4^-$, Methansulfonat, Tosylat oder C_1-C_4-Dialkylphosphate.

Besonders bevorzugte Anionen sind Cl^-, CH_3COO^-, $C_2H_5COO^-$, $C_6H_5COO^-$, $CH_3SO_3^-$, $(CH_3O)_2PO_2^-$ oder $(C_2H_5O)_2PO_2^-$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden ionische Flüssigkeiten der Formel I mit

$[A]_n^+$ 1-Methylimidazolium, 1-Ethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-imidazolium, 1-(1-Octyl)-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-imidazolium, 1,3-Dimethylimidazolium, 1-Ethyl-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Butyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Butyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-ethyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-octylimidazolium, 1,2-Dimethylimidazolium, 1,2,3-Trimethylimidazolium, 1-Ethyl-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-2,3-dimethyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1,4-Dimethylimidazolium, 1,3,4-Trimethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-butylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-octylimidazolium, 1,4,5-Trimethylimidazolium, 1,3,4,5-Tetramethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-butylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-octylimidazolium oder 1-(Prop-1-en-3-yl)-3-methylimidazolium; und

$[Y]^{n+}$ Cl^-, CH_3COO^-, $C_2H_5COO^-$, $C_6H_5COO^-$, $CH_3SO_3^-$, $(CH_3O)_2PO_2^-$ oder $(C_2H_5O)_2PO_2^-$;

eingesetzt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden ionische Flüssigkeiten eingesetzt, deren Anionen ausgewählt sind aus der Gruppe enthaltend HSO_4^-, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ und $HR^aPO_4^-$; insbesondere HSO_4^-.

Insbesondere werden ionische Flüssigkeiten der Formel I mit

$[A]_n^+$ 1-Methylimidazolium, 1-Ethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-imidazolium, 1-(1-Octyl)-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-imidazolium, 1,3-Dimethylimidazolium, 1-Ethyl-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Butyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Butyl)-3-ethylimidazolium,

1-(1-Hexyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-ethyl-imidazolium, 1-(1-Hexyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-3-methylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Octyl)-3-butylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Dodecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Tetradecyl)-3-octylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-methyl-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-ethylimidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-butyl-imidazolium, 1-(1-Hexadecyl)-3-octylimidazolium, 1,2-Dimethylimidazolium, 1,2,3-Trimethylimidazolium, 1-Ethyl-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Butyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1-(1-Hexyl)-2,3-dimethyl-imidazolium, 1-(1-Octyl)-2,3-dimethylimidazolium, 1,4-Dimethylimidazolium, 1,3,4-Trimethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-butylimidazolium, 1,4-Dimethyl-3-octylimidazolium, 1,4,5-Trimethylimidazolium, 1,3,4,5-Tetramethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-ethylimidazolium, 1,4,5-Trimethyl-3-butylimidazolium,1,4,5-Trimethyl-3-octylimidazolium oder 1-(Prop-1-en-3-yl)-3-methylimidazolium; und

$[Y]^{n+}$ HSO_4^-;

eingesetzt.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine ionische Flüssigkeit der Formel I verwendet oder ein Gemisch von ionischen Flüssigkeiten der Formel I, vorzugsweise wird eine ionische Flüssigkeit der Formel I eingesetzt.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist es möglich eine ionische Flüssigkeit der Formel II zu verwenden oder ein Gemisch von ionischen Flüssigkeiten der Formel II, vorzugsweise wird eine ionische Flüssigkeit der Formel II eingesetzt.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist es möglich ein Gemisch von ionischen Flüssigkeiten der Formeln I und II zu verwenden.

Für den erfindungsgemäßen Abbau von Cellulose können Cellulosen aus den unterschiedlichsten Quellen verwendet werden, wie z.B. aus Baumwolle, Flachs, Ramie, Stroh, Bakterien etc., oder aus Holz oder Bagasse, in der celluloseangereicherten Form.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann aber nicht nur zum Abbau von Cellulose sondern generell zur Spaltung bzw. zum Abbau von Poly- ,Oligo- und Disacchariden, sowie Derivaten hiervon, verwendet werden. Als Beispiele für Polysaccharide sind

neben Cellulose und Hemicellulose, Stärke, Glycogen, Dextran und Tunicin zu nennen. Ebenso zählen hierzu die Polykondensate der D-Fructose, wie Inulin, sowie u.a. Chitin, und Alginsäure. Saccharose stellt ein Beispiel für ein Disaccharid dar. Als Cellulosederivate kommen u.a. Celluloseether, wie Methylcellulose und Carboxymethylcellulose, Celluloseester, wie Celluloseacetat, Cellulosebutyrat sowie Cellulosenitrat, in Betracht. Die entsprechenden Ausführungen gelten entsprechend.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Lösung von Cellulose in ionischer Flüssigkeit, hergestellt. Die Konzentration an Cellulose kann hierbei in großen Bereichen variiert werden. Üblicherweise liegt sie im Bereich von 0,1 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung, bevorzugt bei 0,2 bis 40 Gew.-%, besonders bevorzugt bei 0,3 bis 30 Gew.-% und insbesondere bevorzugt bei 0.5 bis 20% Gew.-%.

Dieser Lösungsvorgang kann bei Raumtemperatur oder unter Erwärmung durchgeführt werden, jedoch oberhalb der Schmelz- bzw. Erweichungstemperatur der ionischen Flüssigkeit, üblicherweise bei einer Temperatur von 0 bis 150 °C, bevorzugt bei 20 bis 150 °C, besonders bevorzugt bei 50 bis 150 °C. Es ist aber auch möglich den Lösevorgang durch intensives Rühren bzw. Mischen sowie durch Eintrag von Mikrowellen- oder Ultraschallenergie oder durch Kombination derselben zu beschleunigen.

Der Abbau wird in Abhängigkeit von der eingesetzten ionischen Flüssigkeit üblicherweise bei einer Temperatur von Schmelzpunkt der ionischen Flüssigkeit von 0 bis 200 °C, bevorzugt von 20 bis 180 °C, insbesondere von 50 bis 150 °C durchgeführt.

Falls ionische Flüssigkeiten eingesetzt werden, die acide Funktionen aufweisen, dann ist es auch möglich, die Reaktionstemperatur abzusenken. Hierbei kommen insbesondere ionische Flüssigkeiten in Betracht, deren Anionen ausgewählt sind aus der Gruppe enthaltend HSO_4^-, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ und $HR^aPO_4^-$; insbesondere HSO_4^-. Vorzugsweise werden Umsetzungen in diesen ionischen Flüssigkeiten bei einer Temperatur von 0 bis 150 °C, bevorzugt von 20 bis 150 °C, insbesondere von 50 bis 150 °C durchgeführt.

Falls ionische Flüssigkeiten eingesetzt werden, die keine aciden Funktionen aufweisen, dann wird die Umsetzung üblicherweise von 50 bis 200 °C, bevorzugt von 80 °C bis 180, insbesondere von 80 bis 150 °C durchgeführt. Als ionische Flüssigkeiten kommen hierbei solche in Betracht, deren Anionen ausgewählt sind aus der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen, der Gruppe der Carbonsäuren, der Gruppe enthaltend SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, $R^aOSO_3^-$ und $R^aSO_3^-$, sowie der Gruppe enthaltend PO_4^{3-} und $R^aR^bPO_4^-$. Bevorzugte Anionen sind hierbei Chlorid, Bromid, Iodid,

SCN^-, OCN^-, CN^-, Acetat, C_1-C_4 Alkylsulfate, R^a-COO^-, $R^aSO_3^-$, $R^aR^bPO_4^-$, Methansulfonat, Tosylat oder C_1-C_4-Dialkylphosphate; und besonders bevorzugte Anionen sind Cl^-, CH_3COO^-, $C_2H_5COO^-$, $C_6H_5COO^-$, $CH_3SO_3^-$, $(CH_3O)_2PO_2^-$ oder $(C_2H_5O)_2PO_2^-$.

In einer Ausführungsform werden die Herstellung der Reaktionslösung und der Abbau bei der gleichen Temperatur durchgeführt.

In einer weiteren Ausgestaltungsform werden die Herstellung der Reaktionslösung und der Abbau bei verschiedenen Temperaturen durchgeführt.

Von Fall zu Fall ist es auch möglich, dass schon während der Herstellung der Reaktionslösung ein Abbau der Cellulose stattfindet. In einer speziellen Ausgestaltungsform finden der Löse- und der Abbauprozess quasi parallel statt.

Üblicherweise erfolgt die Umsetzung bei Umgebungsdruck. Es kann von Fall zu Fall aber auch von Vorteil sein, bei Überdruck zu arbeiten.

In der Regel wird die Umsetzung an Luft durchgeführt. Es ist aber auch möglich unter Inertgas, also beispielsweise unter N_2, einem Edelgase, CO_2, oder auch Gemischen hiervon, zu arbeiten.

In Abhängigkeit von dem gewünschten Abbaugrad wird die Reaktionszeit und die Reaktionstemperatur eingestellt.

In einer Ausführungsform wird Wasser zugegeben. Durch die Anwendung eines Überschusses von Wasser bezogen auf die Anhydroglucoseeinheiten der Cellulose kann auch ein vollständiger Abbau bis hin zur Glucose erzielt werden. Bei einem partiellen Abbau der Cellulose werden vorzugsweise unterstöchiometrische Mengen an Wasser zugegeben, oder die Reaktion wird abgebrochen.

Wenn der Abbau in Gegenwart von Wasser durchgeführt wird ist es möglich die ionische Flüssigkeit und das Wasser vorzumischen und die Cellulose in dieser Mischung zu lösen. Es ist aber auch möglich das Wasser zu der Lösung von ionischer Flüssigkeit und Cellulose zugeben.

Wenn es hierbei beispielsweise gewünscht ist, die Cellulose, welche im Durchschnitt aus x Anhydroglucoseeinheiten aufgebaut ist, vollständig zu Glucose abzubauen, so werden x Äquivalente Wasser benötigt. Vorzugsweise wird hierbei die stöchiometrische Menge an Wasser ($n_{Anhydroglucoseeinheiten}/n_{wasser} = 1$) oder ein Überschuss eingesetzt. Allerdings darf der Überschuss an Wasser nicht so hoch gewählt werden, dass die Löslichkeit der Cellulose nicht mehr gewährleistet wird. Es kann ein Überschuss

von mindestens 3 mol-%, aber höchstens 3000 mol% Wasser bezogen auf x verwendet werden.

Wenn es gewünscht wird, die Cellulose, welche im Durchschnitt aus x Anhydroglucoseeinheiten aufgebaut ist, in eine Cellulose überzuführen, deren Anzahl an Anhydroglucoseeinheiten kleiner x ist, so wird üblicherweise die Mengen an eingesetztem Wasser entsprechend angepasst ($n_{Anhydroglucoseeinheiten}/n_{Wasser} > 1$). Je größer der Quotient $n_{Anhydroglucoseeinheiten}/n_{Wasser}$ ist, desto geringer wird unter sonst gleichen Reaktionsbedingungen und gleicher Reaktionszeit der durchschnittliche Abbau an Cellulose sein und desto höher der DP der abgebauten Cellulose (der natürlich kleiner sein wird als der DP der eingesetzten Cellulose).

In einer anderen Ausführungsform wird ohne Zusatz von Wasser gearbeitet. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn die eingesetzte ionische Flüssigkeit geringe Mengen an Wasser enthält und /oder wenn an der eingesetzten Cellulose Wasser anhaftet. Der Wasseranteil bei üblicher Cellulose kann bis zu 10 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Cellulose, liegen. Die voranstehenden Ausführungen gelten entsprechend.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass ein oder mehrere weitere Lösungsmittel zu dem Reaktionsgemisch oder dem Wasser – soweit dieses zugegeben wurde - zugefügt werden. Als Lösungsmittel kommen hierbei solche in Frage, welche die Löslichkeit der Cellulose nicht negativ beeinträchtigen, wie aprotisch dipolare Lösungsmittel, beispielsweise Dimethylsulfoxid, Dimethylformamid, Dimethylacetamid oder Sulfolan.

In einer besonderen Ausführungsform enthält das Reaktionsgemisch weniger als 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2-Gew.-%, insbesondere weniger als 0,1 Gew.-% an weiteren Lösungsmitteln, bezogen auf das Gesamtgewicht des Reaktionsgemisches.

Weiterhin ist es möglich die Abbaureaktion abzubrechen, wenn der gewünschte Grad an Abbau erreicht ist, indem die Cellulose aus dem Reaktionsgemisch abgetrennt wird. Dies kann beispielsweise durch Zugabe von einem Überschuss an Wasser, in der Regel mindestens 20 Gew.-% bezogen auf die Cellulose-Lösung oder einem anderen geeigneten Lösungsmittel, in dem die abgebaute Cellulose nicht löslich ist, wie z.B. einem niedrigen Alkohol, wie Methanol Ethanol, Propanol oder Butanol, oder mit einem Keton, beispielsweise Aceton etc., oder Gemischen hiervon, erfolgen. Vorzugsweise wird ein Überschuss an Wasser oder Methanol verwendet.

Die Aufarbeitung des Reaktionsgemisches erfolgt üblicherweise indem die Cellulose, wie oben beschrieben ausgefällt wird und die Cellulose abfiltriert wird. Aus dem Filtrat kann nach üblichen Methoden die ionische Flüssigkeit wiedergewonnen werden,

indem die leichtflüchtigen Komponenten, wie z.B. das Fällmittel, das Wasser abdestilliert werden. Die zurückbleibende ionische Flüssigkeit kann wieder in das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden.

Aufgrund des statistischen Abbaus der Cellulose, enthält die zu regenerierende ionische Flüssigkeit nur wenig Glucose oder deren Oligomere. Eventuell vorhandene Mengen dieser Verbindungen können durch Extraktion mit einem Lösungsmittel oder durch Zugabe eines Fällmittels aus der ionischen Flüssigkeit abgetrennt werden.

Es ist auch möglich die Abbaureaktion abzubrechen, wenn der gewünschte Grad an Abbau erreicht ist, indem man die Cellulose aus dem Reaktionsgemisch ausfällt, ohne dass das Reaktionsgemisch vorher abgekühlt wird.

Es ist auch möglich das Reaktionsgemisch in Wasser oder in ein anderes geeignetes Lösungsmittel, in dem die abgebaute Cellulose nicht löslich ist, wie z.B. einem niedrigen Alkohol, wie Methanol, Ethanol, Propanol oder Butanol, oder einem Keton, beispielsweise Aceton, etc. oder Gemischen hiervon, einzuleiten und je nach Ausgestaltungsform beispielsweise Fasern, Folien etc. von abgebauter Cellulose zu erhalten. Das Filtrat wird wie voranstehend beschrieben aufgearbeitet.

Für den Fall, dass Reaktionsbedingungen gewählt werden, dass die Cellulose vollständig abgebaut wird, so kann die entsprechende Glucose nach gängigen Methoden, wie durch Fällung mit Ethanol, von der ionischen Flüssigkeit abgetrennt werden.

Für den Fall, dass die ionische Flüssigkeit in Kreislauffahrweise geführt wird, kann die ionische Flüssigkeit bis zu 15 Gew.-%, bevorzugt bis zu 10 Gew.-%, insbesondere bis zu 5 Gew.-% an Fällmittel(n) wie voranstehend beschrieben, enthalten.

Das Verfahren kann diskontinuierlich, semikontinuierlich oder kontinuierlich, durchgeführt werden.

Die nachfolgenden Beispiele dienen zur Veranschaulichung der Erfindung.

Vorbemerkung:

Baumwoll-Linters (nachfolgend Linters genannt) bzw. Avicel PH 101 (mikrokristalline Cellulose) wurden über Nacht bei 80 °C und 0,05 mbar bzw. 105 °C und 0,1 mbar getrocknet.

Die ionischen Flüssigkeiten wurden über Nacht bei 120 °C und 0,1 bis 0,05 mbar unter Rühren getrocknet.

Der durchschnittlicher Polymerisationsgrad DP der eingesetzten (soweit notwendig) sowie der abgebauten Cellulose wurde jeweils durch Viskositätsmessung in Cuen-Lösung bestimmt.

Abkürzungen:

EMIM HSO_4	1-Ethyl-3-methylimidazolium Hydrogensulfat
BMIM Ac	1-Butyl-3-methylimidazolium Acetat
BMIM Cl	1-Butyl-3-methylimidazolium Chlorid
BMMIM Cl	1-Butyl-2,3-dimethylimidazolium Chlorid
DP	Durchschnittlicher Polymerisationsgrad
AGE	Anhydroglucoseeinheit

Beispiel 1 - Vollständiger Abbau von Cellulose in EMIM HSO_4 bei 100 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g EMIM HSO_4 gerührt, bis eine klare Lösung entstand. Nach Abkühlen auf 100 °C wurden 0,05 g Wasser zugegeben. (Das Verhältnis von AGE zu Wasser betrug 1 :1). Das Reaktionsgemisch wurde 16 h bei 100°C gerührt; danach wurde ein Teil der Mischung in der zwanzigfachen Menge Wasser, ein anderer in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt. In beiden Fällen bildete sich kein Niederschlag, im Gelchromatogramm wurden nur niedermolekulare Bestandteile gefunden, was einem vollständigen Abbau der Cellulose entspricht.

Beispiel 2 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 95 °C/3 h

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 3 h im Ultraschallbad (Bandelin electronic Sonorex Super RK 106; Badtemperatur 95 °C) sonifiziert; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,485 g (97 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose betrug 380. Der DP des eingesetzten Linters 3252.

Beispiel 3 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 95 °C/4h

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung entstand. Das Reaktionsgemisch wurde dann 4 h im Ultraschallbad (Bandelin elect-

ronic Sonorex Super RK 106; Badtemperatur 95 °C) sonifiziert; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet.. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,490 g (98 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose betrug 225. Der DP des eingesetzten Linters betrug 3252.

Beispiel 4 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 120 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 16 h bei 120 °C Badtemperatur gerührt; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,495 g (99 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose betrug 548. Der DP des eingesetzten Linters betrug 3252.

Beispiel 5 - Thermischer Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 130 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 Stunden erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 16 h bei 130 °C Badtemperatur gerührt; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,485 g (97 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose, betrug 396. Der DP des eingesetzten Linters betrug 3252.

Beispiel 6 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 150 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Avicel PH 101 in 10,0 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 2 h bei 150 °C Badtemperatur gerührt; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,490 g (98 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose, betrug 51. Der DP von Avicel PH 101 betrug 463.

Beispiel 7 - Abbau von Cellulose in BMMIM Cl bei 150 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Avicel PH 101 in 10,0 g BMMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 2 h bei 150 °C Badtemperatur gerührt; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,475 g (95 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose, betrug 62. Der DP von Avicel PH 101 betrug 463.

Beispiel 8 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 150 °C

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 10 g BMIM Cl gerührt. Nach 3 h erhielt man eine klare Lösung. Das Reaktionsgemisch wurde dann 2 h bei 150 °C Badtemperatur gerührt; danach wurde die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose betrug 0,475 g (95 %). Der DP der so erhaltenen Cellulose, betrug 98. Der DP des eingesetzten Linters betrug 3252.

Beispiel 9 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 150 °C - Einfluss der Reaktionszeit

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Avicel PH 101 in 20,0 g BMIM Cl 12 h gerührt. Dann wurde das klare Reaktionsgemisch bei 150 °C Badtemperatur gerührt. Nach den Zeiten t, welche in Tabelle 1 aufgeführt sind, wurde jeweils eine aliquote Menge entnommen, die Cellulose in der in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose und ihr DP sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1:

Cellulose	t [h]	DP	Ausbeute [%]
Avicel PH 101 (Edukt)	-	463	-
abgebaute Cellulose	2	24	100
abgebaute Cellulose	4	25	56,9
abgebaute Cellulose	6	14	48,0
abgebaute Cellulose	15*)	-	-

*) Es bildete sich kein Niederschlag bei der Fällung mit Methanol, was auf einen vollständigen Abbau der Cellulose hinweist.

Beispiel 10 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 150 °C - Einfluss der Reaktionszeit

In einem 50 ml Schutzgaskolben mit Magnetrührstab wurden bei 120 °C 0,5 g getrocknete Linters in 20,0 g BMIM Cl 12 h gerührt. Dann wurde das klare Reaktionsgemisch bei 150 °C Badtemperatur gerührt. Nach den Zeiten t, welche in Tabelle 2 aufgeführt sind, wurde jeweils eine aliquote Menge entnommen, die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 80 °C und 0,1 mbar über Nacht getrocknet. Die Ausbeute an abgebauter Cellulose und ihr DP sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2:

Cellulose	t [h]	DP	Ausbeute [%]
Linters (Edukt)	-	3252	-
abgebaute Cellulose	2	45	99
abgebaute Cellulose	4	31	98
abgebaute Cellulose	6	30	78

Beispiel 11 - Abbau von Cellulose in BMIM Ac bei 120 °C - Einfluss der Reaktionszeit

0,5 g getrocknete Linters wurden in 20,0 g BMIM Ac bei 120 °C gelöst und nach den Zeiten t, welche in Tabelle 3 aufgeführt sind, wurde jeweils eine aliquote Menge entnommen, die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 60 °C und 0,05 mbar getrocknet. Die DPs der abgebauten Cellulose sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3:

Cellulose	t [h]	DP
Linters (Edukt)	-	3252
abgebaute Cellulose	2	1286
abgebaute Cellulose	4	1214
abgebaute Cellulose	6	1159

Beispiel 12 - Abbau von Cellulose in BMIM Cl bei 120 °C - Einfluss der Reaktionszeit

0,5 g getrocknete Linters wurden in 20,0 g BMIM Cl bei 120 °C gelöst und nach den Zeiten t, welche in Tabelle 4 aufgeführt sind, wurde jeweils eine aliquote Menge ent-

nommen, die Cellulose in der in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 60 °C und 0,05 mbar getrocknet. Die DPs der abgebauten Cellulose, welche mittels Gelpermeationschromatographie bestimmt wurden, sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4:

Cellulose	t [h]	DP
Linters (Edukt)	-	1337
abgebaute Cellulose	2	907
abgebaute Cellulose	4	258
abgebaute Cellulose	6	109

Beispiel 13 - Abbau von Cellulose in BMIM Ac bei 100 °C - Einfluss der Reaktionszeit

1,0 g getrocknetes Avicel PH 101 wurden in 20,0 g BMIM Ac bei 100 °C gelöst und nach den Zeiten t, welche in Tabelle 5 aufgeführt sind, wurde jeweils eine aliquote Menge entnommen, die Cellulose in der zwanzigfachen Menge Methanol ausgefällt, filtriert, mit Methanol gewaschen und bei 60 °C und 0,05 mbar getrocknet. Die DPs der abgebauten Cellulose sind in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tabelle 5:

Cellulose	t [h]	DP
Avicel PH 101(Edukt)	-	463
abgebaute Cellulose	2	406
abgebaute Cellulose	16	370

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abbau von Poly-, Oligo- oder Disacchariden, oder Derivaten hiervon, dadurch gekennzeichnet, dass man das Poly-, Oligo- oder Disaccharid, oder das entsprechende Derivat, in mindestens einer ionischen Flüssigkeit löst und, ggf. unter Zugabe von Wasser, bei erhöhter Temperatur behandelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als Poly-, Oligo- oder Disaccharid, oder einem Derivat hiervon, ein Polysaccharid, oder ein Derivat hiervon, einsetzt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass man als Polysaccharid, oder einem Derivat hiervon, Cellulose, oder ein Cellulosederivat, einsetzt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man als Polysaccharid, oder einem Derivat hiervon, Cellulose einsetzt.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die ionische Flüssigkeit, oder Gemische hiervon, ausgewählt sind unter den Verbindungen der Formeln I,

$$[A]_n^+ \; [Y]^{n-} \qquad (I),$$

wobei

n für 1, 2, 3 oder 4;

$[A]^+$ für ein quartäres Ammonium-Kation, ein Oxonium-Kation, ein Sulfonium-Kation oder ein Phosphonium-Kation; und

$[Y]^{n-}$ für ein ein-, zwei-, drei- oder vierwertiges Anion;

stehen;

oder

den Verbindungen der Formel II

$[A^1]^+[A^2]^+ [Y]^{n-}$ (IIa), wobei n = 2;

$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+ [Y]^{n-}$ (IIb), wobei n = 3; oder

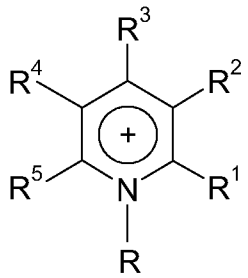
$[A^1]^+[A^2]^+[A^3]^+[A^4]^+ [Y]^{n-}$ (IIc), wobei n = 4 und

wobei

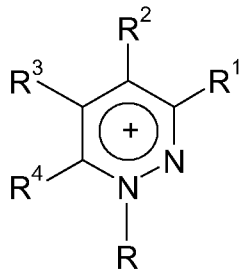
$[A^1]^+$, $[A^2]^+$, $[A^3]^+$ und $[A^4]^+$ unabhängig voneinander aus den für $[A]^+$ genannten Gruppen ausgewählt sind; und

$[Y]^{n-}$ die oben genannte Bedeutung besitzen.

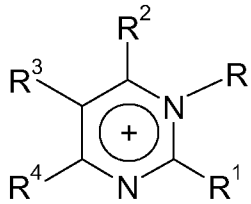
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass $[A]^+$ für ein Kation ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln (IIIa) bis (IIIy)



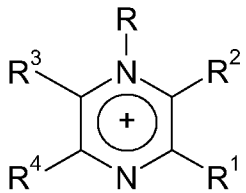
(IIIa)



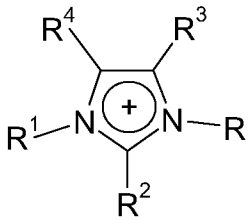
(IIIb)



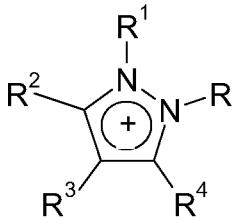
(IIIc)



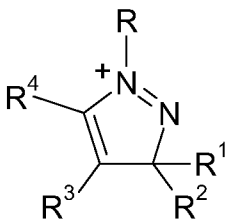
(IIId)



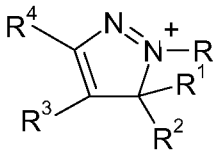
(IIIe)



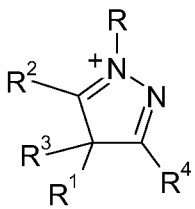
(IIIf)



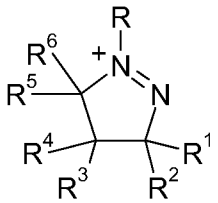
(IIIg)



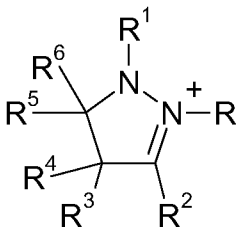
(IIIg')



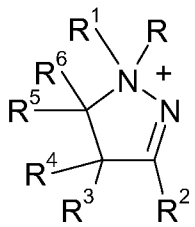
(IIIh)



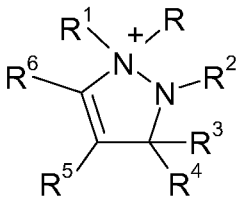
(IIIi)



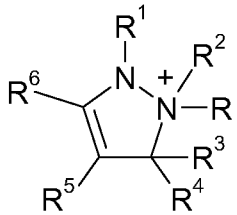
(IIIj)



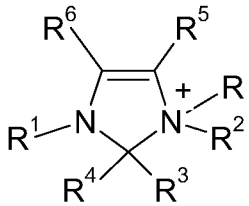
(IIIj')



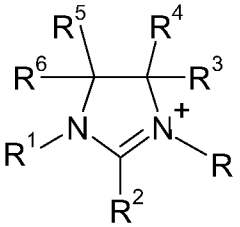
(IIIk)



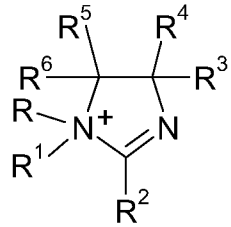
(IIIk')



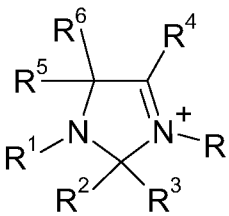
(IIIl)



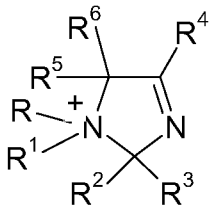
(IIIm)



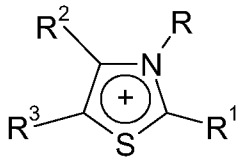
(IIIm')



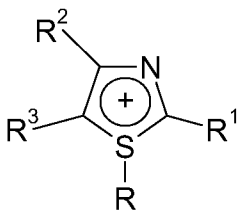
(IIIn)



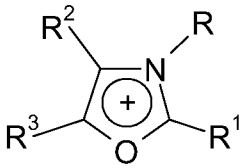
(IIIn')



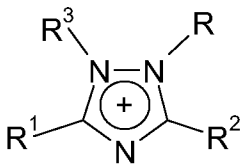
(IIIo)



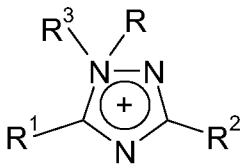
(IIIo')



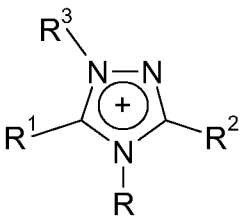
(IIIp)



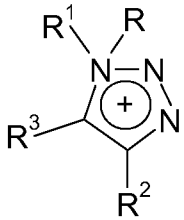
(IIIq)



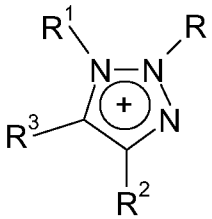
(IIIq')



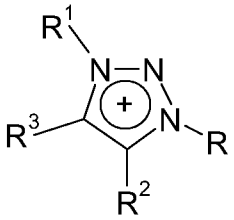
(IIIq")



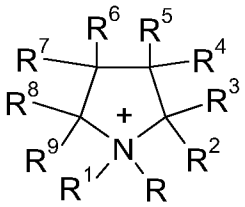
(IIIr)



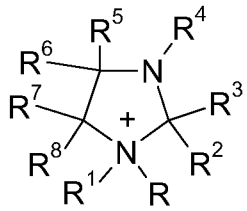
(IIIr')



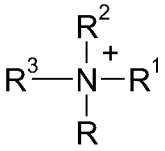
(IIIr")



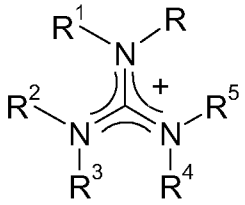
(IIIs)



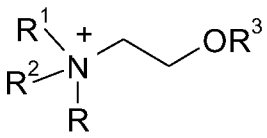
(IIIt)



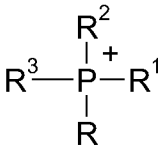
(IIIu)



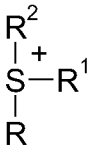
(IIIv)



(IIIw)



(IIIx)



(IIIy)

sowie Oligomere, die diese Struktur enthalten, steht, wobei

- der Rest R für Wasserstoff, einen Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen; und

- die Reste R^1 bis R^9 unabhängig voneinander für Wasserstoff, eine Sulfo-Gruppe oder einen Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen, wobei die Reste R^1 bis R^9, welche in den oben genannten Formeln (III) an ein Kohlenstoffatom (und nicht an ein Heteroatom) gebunden sind, zusätzlich auch für Halogen oder eine funktionelle Gruppe stehen können; oder

zwei benachbarte Reste aus der Reihe R^1 bis R^9 zusammen auch für einen zweibindigen, Kohlenstoff enthaltenden organischen, gesättigten oder ungesättigten, acyclischen oder cyclischen, aliphatischen, aromatischen oder araliphatischen, unsubstituierten oder durch 1 bis 5 Heteroatome oder funktionelle Gruppen unterbrochenen oder substituierten Rest mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen, stehen können.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass $[Y]^{n-}$ für ein Anion ausgewählt aus

- der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen der Formel: F^-, Cl^-, Br^-, I^-, BF_4^-, PF_6^-, $CF_3SO_3^-$, $(CF_3SO_3)_2N^-$, $CF_3CO_2^-$, $CCl_3CO_2^-$, CN^-, SCN^-, OCN^-

- der Gruppe der Sulfate, Sulfite und Sulfonate der allgemeinen Formel: SO_4^{2-}, HSO_4^-, SO_3^{2-}, HSO_3^-, $R^aOSO_3^-$, $R^aSO_3^-$

- der Gruppe der Phosphate der allgemeinen Formel PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, $R^aPO_4^{2-}$, $HR^aPO_4^-$, $R^aR^bPO_4^-$

- der Gruppe der Phosphonate und Phosphinate der allgemeinen Formel: $R^aHPO_3^-$,$R^aR^bPO_2^-$, $R^aR^bPO_3^-$

- der Gruppe der Phosphite der allgemeinen Formel: PO_3^{3-}, HPO_3^{2-}, $H_2PO_3^-$, $R^aPO_3^{2-}$, $R^aHPO_3^-$, $R^aR^bPO_3^-$

- der Gruppe der Phosphonite und Phosphinite der allgemeinen Formel: $R^aR^bPO_2^-$, $R^aHPO_2^-$, $R^aR^bPO^-$, R^aHPO^-

- der Gruppe der Carbonsäuren der allgemeinen Formel: R^aCOO^-

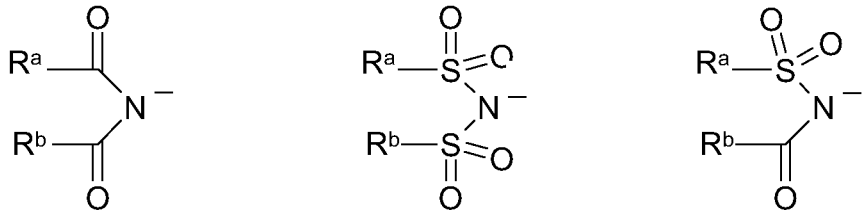
- der Gruppe der Borate der allgemeinen Formel: BO_3^{3-}, HBO_3^{2-}, $H_2BO_3^-$, $R^aR^bBO_3^-$, $R^aHBO_3^-$, $R^aBO_3^{2-}$, $B(OR^a)(OR^b)(OR^c)(OR^d)^-$, $B(HSO_4)^-$, $B(R^aSO_4)^-$

- der Gruppe der Boronate der allgemeinen Formel: $R^aBO_2^{2-}$, $R^aR^bBO^-$

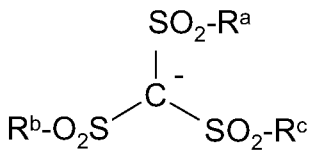
- der Gruppe der Silikate und Kieselsäuresäureester der allgemeinen Formel: SiO_4^{4-}, $HSiO_4^{3-}$, $H_2SiO_4^{2-}$, $H_3SiO_4^-$, $R^aSiO_4^{3-}$, $R^aR^bSiO_4^{2-}$, $R^aR^bR^cSiO_4^-$, $HR^aSiO_4^{2-}$, $H_2R^aSiO_4^-$, $HR^aR^bSiO_4^-$

- der Gruppe der Alkyl- bzw. Arylsilan-Salze der allgemeinen Formel:
  $R^aSiO_3^{3-}$, $R^aR^bSiO_2^{2-}$, $R^aR^bR^cSiO^-$, $R^aR^bR^cSiO_3^-$, $R^aR^bR^cSiO_2^-$, $R^aR^bSiO_3^{2-}$

- der Gruppe der Carbonsäureimide, Bis(sulfonyl)imide und Sulfonylimide der allgemeinen Formel:



- der Gruppe der Methide der allgemeinen Formel:



;

wobei die Reste R^a, R^b, R^c und R^d unabhängig voneinander jeweils für Wasserstoff, C_1–C_{30}-Alkyl, gegebenenfalls durch ein oder mehrere nicht-benachbarte Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere substituierte oder unsubstituierte Iminogruppen unterbrochenes C_2-C_{18}-Alkyl, C_6-C_{14}-Aryl, C_5-C_{12}-Cycloalkyl oder einen fünf- bis sechsgliedrigen, Sauerstoff-, Stickstoff- und/oder Schwefelatome aufweisenden Heterocyclus, wobei zwei von ihnen gemeinsam einen ungesättigten, gesättigten oder aromatischen, gegebenenfalls durch ein oder mehrere Sauerstoff- und/oder Schwefelatome und/oder ein oder mehrere unsubstituierte oder substituierte Iminogruppen unterbrochenen Ring bilden können, wobei die genannten Reste jeweils zusätzlich durch funktionelle Gruppen, Aryl, Alkyl, Aryloxy, Alkyloxy, Halogen, Heteroatome und/oder Heterocyclen substituiert sein können;

steht.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass $[A]^+$ für ein Kation ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen IIIa, IIIe, IIIf; IIIg, IIIg', IIIh, IIIi, IIIj, IIIj', IIIk, IIIk', IIIl, IIIm, IIIm', IIIn oder IIIn' steht.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass $[A]^+$ für ein Kation ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen IIIa, IIIe oder IIIf steht.

10. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass $[Y]^{n-}$ für ein Anion ausgewählt aus der Gruppe der Halogenide und halogenhaltigen Verbindungen, der Gruppe der Carbonsäuren, der Gruppe enthaltend SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, $R^aOSO_3^-$ und $R^aSO_3^-$, sowie der Gruppe enthaltend PO_4^{3-} und $R^aR^bPO_4^-$, steht.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass $[Y]^{n-}$ für ein Anion ausgewählt aus der Gruppe enthaltend HSO_4^-, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ und $HR^aPO_4^-$ steht.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration an Poly-, Oligo- oder Disaccharid, oder eines Derivats hiervon, in ionischer Flüssigkeit in einem Bereich von 0,1 bis 50 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung liegt.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass Wasser zugegeben wird.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ohne Zusatz von Wasser gearbeitet wird.

15. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet dass die Hydrolyse bei einer Temperatur von 0 bis 200 °C durchgeführt wird.

16. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass man den Abbau durch Zugabe von einem Lösungsmittel, in dem die Abbauprodukte des Polysaccharids nicht löslich sind, quencht.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/051872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C08B15/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HUSEMAN E ET AL: "N-AETHYL-PYRIDINIUM-CHLORID ALS LOESUNGSMITTEL UND REAKTIONSMEDIUM FUER CELLULOSE" MAKROMOLEKULARE CHEMIE, HUETHIG UND WEPF, BASEL, CH, vol. 128, no. 1, 17 October 1969 (1969-10-17), pages 288-291, XP009073037 ISSN: 0025-116X page 298	1-16
X	WO 2005/066374 A (KEMIRA OYJ [FI]; MYLLYMAEKI VESA [FI]; AKSELA REIJO [FI]) 21 July 2005 (2005-07-21) claims 1,4	1,2,5-16

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
4 May 2007	13/06/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Lanz, Sandra

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/051872

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 1 924 238 A (CHARLES GRAENACHER) 29 August 1933 (1933-08-29) example 5	1-16
X	US 1 943 176 A (CHARLES GRAENACHER) 9 January 1934 (1934-01-09) example 5	1-16
X	WO 2006/000197 A (THUERINGISCHES INST TEXTIL [DE]; MICHELS CHRISTOPH [DE]; KOSAN BIRGIT) 5 January 2006 (2006-01-05) examples 1-6; table 1	1-16
X	T. HEINZE ET AL.: "Ionic Liquids as Reaction Medium in Cellulose Functionalization" MACROMOLECULAR BIOSCIENCE, 2005, pages 520-525, XP002432049 page 521; table 1	1-16
P,X	WO 2006/108861 A (BASF AG [DE]; MAASE MATTHIAS [DE]; STEGMANN VEIT [DE]) 19 October 2006 (2006-10-19) page 28	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/051872

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005066374 A	21-07-2005	CA 2551390 A1	21-07-2005
		EP 1704259 A1	27-09-2006
		FI 20040005 A	06-07-2005
US 1924238 A	29-08-1933	NONE	
US 1943176 A	09-01-1934	NONE	
WO 2006000197 A	05-01-2006	DE 102004031025 B3	29-12-2005
		EP 1763596 A1	21-03-2007
WO 2006108861 A	19-10-2006	DE 102005017733 A1	19-10-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/051872

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C08B15/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C08B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HUSEMAN E ET AL: "N-AETHYL-PYRIDINIUM-CHLORID ALS LOESUNGSMITTEL UND REAKTIONSMEDIUM FUER CELLULOSE" MAKROMOLEKULARE CHEMIE, HUETHIG UND WEPF, BASEL, CH, Bd. 128, Nr. 1, 17. Oktober 1969 (1969-10-17), Seiten 288-291, XP009073037 ISSN: 0025-116X Seite 298	1-16
X	WO 2005/066374 A (KEMIRA OYJ [FI]; MYLLYMAEKI VESA [FI]; AKSELA REIJO [FI]) 21. Juli 2005 (2005-07-21) Ansprüche 1,4	1,2,5-16

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Mai 2007	13/06/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Lanz, Sandra

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/051872

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 1 924 238 A (CHARLES GRAENACHER) 29. August 1933 (1933-08-29) Beispiel 5	1-16
X	US 1 943 176 A (CHARLES GRAENACHER) 9. Januar 1934 (1934-01-09) Beispiel 5	1-16
X	WO 2006/000197 A (THUERINGISCHES INST TEXTIL [DE]; MICHELS CHRISTOPH [DE]; KOSAN BIRGIT) 5. Januar 2006 (2006-01-05) Beispiele 1-6; Tabelle 1	1-16
X	T. HEINZE ET AL.: "Ionic Liquids as Reaction Medium in Cellulose Functionalization" MACROMOLECULAR BIOSCIENCE, 2005, Seiten 520-525, XP002432049 Seite 521; Tabelle 1	1-16
P,X	WO 2006/108861 A (BASF AG [DE]; MAASE MATTHIAS [DE]; STEGMANN VEIT [DE]) 19. Oktober 2006 (2006-10-19) Seite 28	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/051872

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005066374 A	21-07-2005	CA 2551390 A1	21-07-2005
		EP 1704259 A1	27-09-2006
		FI 20040005 A	06-07-2005
US 1924238 A	29-08-1933	KEINE	
US 1943176 A	09-01-1934	KEINE	
WO 2006000197 A	05-01-2006	DE 102004031025 B3	29-12-2005
		EP 1763596 A1	21-03-2007
WO 2006108861 A	19-10-2006	DE 102005017733 A1	19-10-2006