



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 32 630 T2** 2004.02.19

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 690 729 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 32 630.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US94/02868**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 912 242.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 94/022502**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.03.1994**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **13.10.1994**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.01.1996**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **07.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **A61L 15/60**
A61L 15/24

(30) Unionspriorität:

38580 26.03.1993 US

(73) Patentinhaber:

**The Procter & Gamble Company, Cincinnati, Ohio,
US**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402
Nürnberg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU,
NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**PHAN, Van, Dean, West Chester, US; TROKHAN,
Dennis, Paul, Hamilton, US**

(54) Bezeichnung: **SUPERABSORBIERENDES POLYMERSCHAUM**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****A) GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft superabsorbierende Polymerschäume und insbesondere einen verbesserten superabsorbierenden Polymerschäum mit einer Morphologie, welche verbesserte Absorptionseigenschaften verleiht, z. B. im Wesentlichen kontinuierliche miteinander kommunizierende Kanäle, im Wesentlichen im ganzen Schäum und ein relativ hohes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse. Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung sind besonders geeignet in absorbierenden Elementen, welche in absorbierende Artikel, wie Windeln, Erwachsenen-Inkontinenzeinlagen, Damenbinden und dergleichen, eingebaut werden können. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf Verfahren zum Herstellen eines solchen superabsorbierenden polymeren Schaums.

B) HINTERGRUNDINFORMATION

[0002] "Superabsorbierende, polymere Materialien (auch als Hydrogele, Hydrokolloide, osmotische und absorbierende Geliermaterialien bekannt) sind im Allgemeinen in der Lage, große Mengen von Fluiden, wie Wasser und Körperausscheidungen, zu absorbieren, und sind ferner in der Lage, solche absorbierten Fluide unter moderaten Drucken zurück zu halten. Diese Absorptionseigenschaften machen solche Materialien besonders geeignet für den Einbau in absorbierende Artikel, wie Windeln, Damenbinden und dergleichen.

[0003] Der Stand der Technik offenbart superabsorbierende Schäume, die aus einem superabsorbierenden Polymermaterial gebildet sind. Zum Beispiel offenbart US Patent 4,529,739, veröffentlicht für Scott et al. am 16. Juli 1985 und US Patent 4,649,164, veröffentlicht für Scott et al. am 10. März 1987, ein geschäumtes, in Wasser quellfähiges, polymeres, wasserabsorbierendes Material, das durch Kontaktieren eines Polymers, das in der Lage ist, einen im Wasser quellfähigen Charakter zu haben und Säureanteile in Säureform enthält, mit einem Treibmittel, das in der Lage ist, die Säureanteile zu neutralisieren, präpariert wird. Das US Patent 4,808,637, veröffentlicht für Boardman et al. am 28. Februar 1989 und die europäische Patentanmeldung Nr. 0295438, veröffentlicht für Boardman am 21. Dezember 1988, offenbaren eine superabsorbierende Acrylatzusammensetzung mit einer verbesserten Absorptionsgeschwindigkeit, einen geringen Restsäuregehalt und einen geringen monomeren Acrylatgehalt, die durch ein gleichförmiges in Reaktion Bringen eines Gemisches aus Acrylsäure, einem Alkalimetallsalz der Kohlensäure, Aluminiumacetat, Natriumpersulfat und Wasser unter Verwendung einer Mikrowellen-Wärmequelle, gebildet wird. Das US Patent 5,154,713, veröffentlicht für Lind am 13. Oktober 1992 offenbart ein superabsorbierendes Polymer mit einer erhöhten Wasserabsorptionsgeschwindigkeit, die erhalten wird durch die Hinzufügung, vorzugsweise vor der Polymerisierung, eines Carbonat-Treibmittels zu einer Monomerlösung der Monomere, die verwendet werden, um das superabsorbierende Polymer zu bilden.

[0004] Der Stand der Technik offenbart auch Schäume, die teilchenförmige, nicht geschäumte superabsorbierende Materialien enthalten. Siehe z. B. US Patent 4,394,930, veröffentlicht für Korpman am 26. Juli 1983; US Patent 4,415,388, veröffentlicht für Korpman am 15. November 1983; und GB Patentanmeldung 2136813A, veröffentlicht für Korpman am 26. September 1984. Diese Druck-schriften offenbaren Schaumprodukte, die aus einem festen, teilchenförmigen, superabsorbierenden Polymer, einem Treibmittel und einer flüssigen Polyhydroxyverbindung präpariert wurden. Das US Patent 4,725,629, veröffentlicht für Garvey et al. am 16. Februar 1988, lehrt einen superabsorbierenden Polyurethanschaum, der auf einem einander durchdringenden Polymernetzwerk aus vernetztem Zusatzpolymer basiert, das durch Bilden des Polyurethanschaums bei Vorhandensein der zusätzlichen polymerisierfähigen Monomere, eines Vernetzungsmittels und eines Initiators für ein freies Radikal.

[0005] Obwohl die obigen Schäume nützliche absorbierende Materialien sein können, haben sie sich für die Verwendung in Einwegprodukten nicht als optimal erwiesen, weil ihre Absorptionseigenschaften begrenzt sein können. Die aus einem superabsorbierenden Material gebildeten superabsorbierenden Schäume können durch diskontinuierliche Kanäle, gekennzeichnet sein. Solche Schäume können eine relativ große mittlere Zellengröße und eine breite Zellgrößenverteilung haben, das heißt, die Schäume haben eine Kapillarstruktur mit relativ großem Durchmesser, in welcher der Kapillardurchmesser weit und willkürlich variiert. Es wird angenommen, daß die große mittlere Zellengröße und die diskontinuierlichen Kanäle zu einem Schaumprodukt mit einem relativ kleinen Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse führen, derart, daß die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit nicht optimal ist. Zudem wird angenommen, daß die Diskontinuität der Schaumkanäle und eine breite Zellgrößenverteilung die Fähigkeit der Fluide beschränkt, durch einen kapillaren Transport durch die Schaumstruktur hindurch zu strömen. Es wird angenommen, daß diese Beschränkung der Kapillartransporteigenschaften sowohl die osmotischen als auch die kapillaren Absorptionseigenschaften solcher

Schäume beschränkt, insbesondere die kapillare Absorptionskapazität und -geschwindigkeit und die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit. So sind die Absorptionsgeschwindigkeiten und -kapazitäten solcher Schaumprodukte beschränkt.

[0006] In einer Zusammensetzung, in welcher teilchenförmige superabsorbierende Polymermaterialien in einem Schaum vorhanden sind, der aus einem nicht superabsorbierenden Material, wie aus Polyurethan, hergestellt worden ist, ist der geschäumte Anteil der Zusammensetzung nicht superabsorbierend, wie dies hier definiert sein soll, da er nicht eine genügende Fähigkeit besitzt, absorbierte Fluide zurück zu halten. Deshalb ist, obwohl der superabsorbierende teilchenförmige Anteil der Struktur in der Lage sein kann, Fluide zurück zu halten, die Gesamtkapazität des Schaumes, Fluide zu absorbieren und zurück zu halten, beschränkt. Ferner können die gesamten Absorptionseigenschaften des Schaumes aufgrund des relativ kleinen Verhältnisses von Oberflächenbereich zur Masse des teilchenförmigen Anteils in Bezug zu dem Schaumanteil beschränkt sein. Es wird angenommen, daß dies besonders wichtig ist für die Absorption von Körperflüiden, die Komponenten mit hohem Molekulargewicht enthalten, z. B. Blut und Menstruationsfluide: Es wird angenommen, daß solche Komponenten teilchenförmige superabsorbierende Materialien aufgrund ihrer großen Molekulargröße in Bezug zu dem teilchenförmigen Material deaktivieren: Dies Komponenten mit hohem Molekulargewicht können auch Regionen eines Schaum deaktivieren, die durch einen diskontinuierlichen Kanal gekennzeichnet sind. Zudem zeigt die Verwendung von Polyurethanmaterialien in Anwendungen, die für den menschlichen Kontakt gedacht sind, wie Windeln, Beziehungen über die potentielle Toxizität von Materialien, die verwendet werden können, um das Polyurethan zu präparieren.

[0007] So gibt es ein fortgesetztes Bedürfnis auf dem Gebiet von superabsorbierenden Materialien, Materialien mit schnelleren Absorptionsgeschwindigkeiten und größeren Absorptionskapazitäten zu schaffen. Insbesondere gibt es ein Bedürfnis, absorbierende Artikel mit solchen verbesserten Absorptionseigenschaften zu schaffen, während gleichzeitig die Gesamtdicke des absorbierenden Artikels verringert wird. Für absorbierende Artikel ist es wünschenswert, Materialien zu verwenden, welche für Menschen nicht toxisch sind. Zudem ist es wünschenswert, solche Materialien und absorbierende Artikel in einer kosteneffektiven Weise zu schaffen, z. B.. durch schnelle, einfache und sichere Herstellungstechniken.

[0008] Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen superabsorbierenden, Polymerschaum mit verbesserten Absorptionsgeschwindigkeiten und verbesserten Fluid-Verteilungseigenschaften zu schaffen. Eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen superabsorbierenden Polymerschaum mit einer Morphologie zu schaffen, welche eine erhöhte Absorptionsgeschwindigkeit liefert, insbesondere gekennzeichnet durch ein großes Verhältnis von Oberflächenbereich zu Masse. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen solchen superabsorbierenden Polymerschaum zu schaffen, welcher keine unerwünschten Gefahren für die menschliche Gesundheit liefert. Zudem ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein kosteneffektives Verfahren zum Herstellen solcher Schäume zu schaffen.

[0009] Eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, absorbierende Produkte, Elemente und Artikel mit verbesserten Absorptionsgeschwindigkeiten zu schaffen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, absorbierende Element zu schaffen, deren Absorptionseigenschaften auf die Anforderungen ihrer beabsichtigten Anwendung zugeschnitten sind. Eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, die Dicke der absorbierenden Artikel zu minimieren und gleichzeitig verbesserte Absorptionseigenschaften bereit zu stellen:

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen superabsorbierenden Polymerschaum mit einem superabsorbierenden Polymermaterial. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das superabsorbierende Polymermaterial des Schaums aus einem im Wesentlichen wasserlöslichen, ungesättigten Monomer mit neutralisierten Carboxylgruppen, die mit einem im wesentlichen wasserlöslichen, inneren Vernetzungsmittel in Reaktion gebracht wurden, geformt. In einer bevorzugten Ausführungsform werden das Monomer und das innere Vernetzungsmittel bei Vorhandensein eines Treibmittels und eines Lösungsmittels expandiert, um so eine expandierte Struktur zu formen, wobei das Lösungsmittel ein Lösungsmittel für das Monomer und das innere Vernetzungsmittel ist; nicht aber für das Treibmittel oder, das superabsorbierende Polymermaterial (vorzugsweise Wasser). Die expandierte Struktur wird Zuständen ausgesetzt, die so geartet sind, daß das Monomer und das innere Vernetzungsmittel miteinander reagieren, um das superabsorbierende Polymermaterial zu bilden. Die Expansion und die Reaktion werden derart gesteuert, daß der resultierende superabsorbierende Polymerschaum eine Morphologie hat, welche eine verbesserte Absorptionsgeschwindigkeit liefert, welche gekennzeichnet sein kann durch im Wesentlichen kontinuierliche, miteinander kommunizierende Kanäle im Wesentlichen in dem ganzen Schaum und durch ein relativ hohes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse, eine kleine mittlere Zellengröße und eine geringe Dichte.

[0011] Es wird angenommen, daß die superabsorbierenden Polymerschäume der, vorliegenden Erfindung verbesserte Absorptionsgeschwindigkeiten und -kapazitäten im Verhältnis zu bekannten superabsorbierenden

Schäumen haben. Es hat sich heraus gestellt, daß, wenn ein Schaum der vorliegenden Erfindung mit Fluiden in Kontakt gebracht wird, der Schaum selbst unter moderaten Grenzdrucken im Allgemeinen isotropisch quillt, solche Fluide in die miteinander kommunizierenden Kanäle absorbiert und in diesen transportiert und solche Fluide in das superabsorbierende, Polymermaterial des Schaumes einsaugt, wo sie zurück gehalten werden. Da der Schaum im wesentlichen kontinuierliche, miteinander kommunizierende Kanäle im Wesentlichen in der ganzen Schaumstruktur aufweist, neigt er dazu, Fluide durch einen im Wesentlichen unbeschränkten Kapillarttransport, insbesondere in der vertikalen Richtung, schnell zu absorbieren. Da die miteinander kommunizierenden Kanäle eine Verteilung der Fluide im ganzen Schaum erlauben, liefern sie zudem eine erhöhte Nutzung der Fluid zurück haltenden (osmotisch absorptiven) Eigenschaften des den Schaum aufbauenden Polymers. Einmal bis zu ihrer osmotischen Absorptionskapazität gesättigt, wird davon ausgegangen, daß die interkommunizierenden Kanäle der hier vorliegenden Schäume eine verbesserte kapillare Absorptionskapazität liefern. Die Schäume der vorliegenden Erfindung haben ein relativ großes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse, welches die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit des Polymermaterials erhöht. Auf diese Weise kann die gesamte Absorptionsgeschwindigkeit und -kapazität des Schaumes maximiert werden.

[0012] Die Morphologie der Schäume der vorliegenden Erfindung kann auch eine Deaktivierung des superabsorbierenden Materials des Schaums durch Fluide mit höherem Molekulargewicht minimieren. Zudem neigen die vorliegenden Schäume dazu, eine größere Flexibilität zu besitzen im Vergleich zu bekannten Schäumen, die superabsorbierendem Polymermaterial geformt sind. Zudem zeigen die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung nicht die unerwünschten Gefahren für die menschliche Gesundheit, die in einigen bekannten superabsorbierenden Schäumen vorliegen können.

[0013] Die Erfindung bezieht sich auch auf verbesserte Absorptionsprodukte, Absorptionselemente und Absorptionsartikel, in denen die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung eingebaut sind. Es wird angenommen, daß die Schäume die Fluid-Handhabungseigenschaften solcher Gegenstände verbessern, indem Fluide schnell angenommen und solche Fluide wirksam verteilt und gespeichert werden, wodurch die Annahme und der Transport aufeinander folgender Fluidfrachten erlaubt wird. Als Ergebnis wird die gesamte Absorptionsgeschwindigkeit und -kapazität solcher Produkte, Elemente und Artikel gesteigert.

[0014] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf Verfahren zum Herstellen der superabsorbierenden Polymerschäume. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Schaum präpariert durch:

- (I) Bilden eines Reaktionsgemisches mit dem Monomer, einem inneren Vernetzungsmittel und einem Lösungsmittel;
- (II) Dispergieren eines Treibmittels in dem Reaktionsgemisch;
- (III) Stabilisieren der Dispersion des Treibmittels in dem Reaktionsgemisch;
- (IV) Expandieren des Treibmittels;
- (V) In Reaktion Bringen des Monomers und des inneren Vernetzungsmittels, um so ein superabsorbierendes Polymermaterial zu bilden; und
- (VI) Steuern der Dispersions-, Stabilisierungs-, Expansions- und Reaktionsschritte, derart, daß der resultierende superabsorbierende Polymerschäum eine Morphologie hat, welche verbesserte Absorptionsgeschwindigkeiten und Fluid-Verteilungseigenschaften liefert.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] Obwohl die Beschreibung mit Ansprüchen konkludiert, welche die vorliegende Erfindung besonders herausstellen und deutlich beanspruchen, wird angenommen, daß die vorliegende Erfindung aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser verstanden wird, in welchen:

[0016] **Fig. 1** eine Mikrophotographie ist, welche eine Draufsicht eines Randes eines superabsorbierenden Polymerschums der vorliegenden Erfindung zeigt, die etwa 50-fach vergrößert ist, und auch einen Bereich dieser Ansicht, der etwa 250-fach vergrößert ist.

[0017] **Fig. 2** eine Mikrophotographie ist, welche eine Draufsicht eines Randes des superabsorbierenden Polymerschums in **Fig. 1** zeigt, die aus einer Ebene senkrecht zu der Ebene des Randes in **Fig. 1** aufgenommen wurde, etwa 50-fach vergrößert, und auch einen Bereich dieser Ansicht zeigt; der etwa 250-fach vergrößert ist.

[0018] **Fig. 3** eine Draufsicht einer wegwerfbaren Windelausführung der vorliegenden Erfindung mit weg geschnittenen Bereichen, um die unterliegende Struktur frei zu legen, wobei die äußere Oberfläche der Windel dem Betrachter zugewandt ist.

[0019] **Fig. 4** eine teilweise weg geschnittene Draufsicht einer Ausführungsform als Damenbinde der vorliegenden Erfindung ist.

[0020] **Fig. 5** eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen Viskosität und Temperatur für ein Reaktionsgemisch der vorliegenden Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0021] Die superabsorbierenden polymeren Schäume der vorliegenden Erfindung sind in der Lage, große Mengen von Fluiden (z. B.. Flüssigkeiten), wie Wasser und/oder Körperausscheidungen (z. B.. Urin oder Menstruationsfluide) zu absorbieren, und sind ferner in der Lage, solche Fluide unter moderaten Drucken, wie solchen, denen sich beim Tragen der absorbierenden Artikel ausgesetzt sind, zurück zu halten. Die Schäume sind aus einem superabsorbierenden Polymermaterial geformt, das allgemein als Hydrogel, hydrokolloides, osmotisches und absorbierendes Geliermaterial bezeichnet wird. Wie hier verwendet, bedeutet "superabsorbierendes Polymer" ein im Wesentlichen wasserunlösliches, leicht vernetztes, teilweise neutralisiertes, Hydrogel bildendes Polymermaterial, welches in der Lage ist, große Mengen von Fluiden, wie Wasser und/oder Körperausscheidungen, zu absorbieren und zurück zu halten. Superabsorbierende Polymermaterialien haben typischerweise die Fähigkeit; unter moderaten Drucken solche Fluide in einer Menge von wenigstens etwa dem 10-fachen, vorzugsweise wenigstens etwa dem 15-fachen, ganz bevorzugt wenigstens etwa dem 50-fachen des Trockengewichts des Polymermaterials zu absorbieren und zurück zu halten. Mit "Polymerschäum" ist die Struktur gemeint, welche sich ergibt, wenn ein relativ monomerfreies Gas oder eine relativ monomerfreie Flüssigkeit als Bläschen in einer Flüssigkeit dispergiert ist, die polymerisierfähige; superabsorbierende, Polymer bildende Reaktionsmittel enthält, gefolgt von einer Expansion der Bläschen und einer Polymerisierung der Reaktionsmittel in der Flüssigkeit, welche die expandierten Bläschen umgibt. Die resultierende polymerisierte, expandierte Struktur kann in Form einer porösen, verfestigten Struktur vorliegen, welche ein Aggregat von Zellen ist, wobei die Grenzen oder Wände solcher Zellen festes polymerisiertes Material aufweisen. Nach der Expansion und Polymerisierung sind die Zellen selbst typischerweise, frei von relativ monomerfreiem Gas oder Flüssigkeit, welches vor der Expansion und Polymerisierung die Bläschen in der flüssigen Dispersion geformt hatten.

[0022] In ihrem breitesten Aspekt umfassen die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung ein superabsorbierendes Polymermaterial, das gebildet wird aus einem Reaktionsgemisch umfassend (i) superabsorbierende, Polymer bildende Reaktionsmittel, welche in der Lage sind, aus in einem Lösungsmittel im Wesentlichen lösbar gemacht zu werden, und (ii) ein solches Lösungsmittel. Ein Treibmittel wird in dem Reaktionsgemisch dispergiert, stabilisiert und so expandiert, daß eine expandierte Struktur gebildet wird. Während oder nach der Formation der expandierten Struktur werden die superabsorbierenden, Polymer bildenden Reaktionsmittel so in Reaktion gebracht, daß ein Polymermaterial gebildet wird, welches im Wesentlichen in dem Lösungsmittel unlöslich ist. (Das Polymermaterial kann mit fortschreitender Reaktionszeit bis zum Punkt der unlöslichen Polymerbildung superabsorbierend werden oder nicht. Falls das Polymer bis zu diesem Punkt nicht superabsorbierend ist, wird das Polymer weiter in Reaktion gebracht, um es superabsorbierend zu machen.) Die Dispersions-, Stabilisierungs-, Expansions- und Reaktionsschritte werden derart gesteuert, daß der resultierende Polymerschäum eine solche Morphologie hat, daß verbesserte Absorptionseigenschaften geschaffen werden, wobei diese Morphologie gekennzeichnet ist durch im Wesentlichen kontinuierliche miteinander kommunizierende Kanäle im Wesentlichen im ganzen Schäum und einem relativ hohen Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse.

[0023] Eine "Dispersion des Treibmittels" in dem Reaktionsgemisch bedeutet, daß das Treibmittel in Form von diskreten Teilchen in dem Reaktionsgemisch vorhanden ist, wobei die Treibmittelteilchen relativ frei von superabsorbierenden, Polymer bildende Reaktionsmittel und frei Lösungsmitteln sind. Mit "im Wesentlichen löslich" ist gemeint, daß das superabsorbierende, Polymer bildende Reaktionsmittel (oder eine andere Komponente, die so beschrieben ist) in dem Lösungsmittel gelöst oder dispergiert sein kann, derart, daß ein definierter minimaler Anteil des Reaktionsmittels (oder der Komponente) aus dem Lösungsmittel extrahierbar ist. Im Wesentlichen Reaktionsmittel oder Komponenten sind solche, welche in dem Lösungsmittel derart gelöst oder dispergiert sein können, daß wenigstens etwa 50%, vorzugsweise wenigstens etwa 60%, ganz bevorzugt wenigstens etwa 75%, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 80% des Reaktionsmittels oder der Komponente, welche in dem Lösungsmittel gelöst oder dispergiert ist, extrahierbar ist. "Im Wesentlichen unlöslich" bedeutet, daß ein Reaktionsmittel, eine Komponente, ein Reaktionsprodukt oder ein anderes Material (einschließlich des superabsorbierenden Polymermaterials, des superabsorbierenden Polymerschäums), das so beschrieben wird, in dem Lösungsmittel derart gelöst oder dispergiert ist, daß weniger als etwa 50%, vorzugsweise weniger als etwa 40%, ganz bevorzugt weniger als etwa 25%, äußerst bevorzugt weniger als etwa 20% eines solchen Reaktionsmittels, einer solchen Komponente, eines solchen Reaktionsprodukts oder eines anderen Materials, welches in dem Lösungsmittel gelöst oder dispergiert war, extrahierbar ist. Ein geeignetes Verfahren zum Bestimmen extrahierbarer Anteile ist beschrieben in dem Abschnitt Testverfahren. Typischerweise besitzen die im Wesentlichen unlöslichen Polymermaterialien, die hier gebildet werden, ein relativ hohes mittleres Molekulargewicht, z. B.. von wenigstens etwa 200.000 g/mol. Ein solches hohes Molekulargewicht ist ein typisches Kennzeichen vernetzter Polymere mit einem bestimmten Grad an Vernetzung. Im Gegensatz dazu sind "im Wesentlichen lösbare Polymere" typischerweise im Wesentlichen linear, das heißt, das Polymermolekül ist im Wesentlichen zweidimensional mit keiner oder nur einem minimalen Grad an Vernetzung.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der superabsorbierende Polymer-schaum ein superabsorbierendes Polymermaterial, das gebildet wird aus:

- (I) einem im Wesentlichen wasserlöslichen, ungesättigten Monomer mit neutralisierten Carboxylgruppen; und
- (II) einem im Wesentlichen wasserlöslichen, internen Vernetzungsmittel, das mit dem Monomer in Reaktion gebracht wird.

[0025] Der bevorzugte superabsorbierende Polymerschaum wird vorzugsweise gebildet, indem zuerst ein Reaktionsgemisch mit dem Monomer, dem internen Vernetzungsmittel und einem geeigneten Lösungsmittel (vorzugsweise Wasser) gebildet wird: Ein Treibmittel wird dann in dem Reaktionsgemisch stabil dispergiert, gefolgt durch eine Expansion des Treibmittels und einer Reaktion des Monomers mit dem internen Vernetzungsmittel, um so den Schaum zu bilden, der aus einem im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymermaterial besteht. (In Abhängigkeit von dem Reaktionstyp und den Reaktionsbedingungen kann das unlösliche Polymermaterial superabsorbierend sein oder nicht und kann deshalb eine weitere Reaktion erfordern, z. B. eine Neutralisation der Carboxylgruppen, und/oder eine weitere Vernetzung des Polymermaterials, um dieses superabsorbierend zu machen.) Die Dispersions-, Stabilisierungs-, Expansions- und Reaktionsschritte werden derart gesteuert, daß der Schaum eine Morphologie hat, welche gekennzeichnet sein kann durch miteinander kommunizierende Kanäle und ein relativ hohes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse.

Formation des Reaktionsgemisches

[0026] Eine Komponente des bevorzugten Reaktionsgemisches ist ein im Wesentlichen wasserlösliches Monomer mit neutralisierten oder neutralisierbaren Carboxylgruppen. Das Monomer enthält vorzugsweise ausreichend Carboxylgruppen, derart, daß ein lineares Polymer davon im Wesentlichen wasserlöslich ist (das heißt, die Carboxylgruppen sind hydrophil). Mischungen solcher Monomere können auch verwendet werden.

[0027] Die Monomere mit den Carboxylgruppen enthalten Säure, Säureanhydrid und Monomere, die eine Estergruppen enthalten. Diese Monomere können auch andere hydrophile Gruppen enthalten, wie Hydroxylgruppen, Amidgruppen, Aminogruppen, Nitrilgruppen und quartäre Ammoniumsalzgruppen. Vorzugsweise enthält das Monomer säureartige Hydrophilgruppen. Ganz bevorzugt enthält das Monomer wenigstens etwa 5 Molprozent, ganz bevorzugt wenigstens etwa 10 Molprozent Säuregruppen.

[0028] Monomere, die Carboxylgruppen enthalten, umfassen olefinisch ungesättigte Säuren, Ester davon und Anhydride, welche wenigstens eine olefinische Kohlenstoff-an-Kohlenstoff-Doppelbindung enthalten. Insbesondere können diese Monomere ausgewählt sein aus olefinisch ungesättigten Carboxylsäuren, Estern solcher Carboxylsäuren, Säureanhydriden, Sulfonsäuren, Estern solcher Sulfonsäuren und Mischungen von zwei oder mehr der vorstehenden Monomere.

[0029] Eine olefinisch ungesättigte Carboxylsäure und Carboxylsäureanhydridmonomere enthalten die Acrylsäuren und Derivate davon, die durch die Acrylsäure selbst, durch Methacrylsäure, Ethacrylsäure, Alphachloracrylsäure, Alphacyanoacrylsäure, Betamethylacrylsäure (das heißt, Crotonsäure), Alkylphenylacrylsäure, Betaacryloxypropionsäure und Betasterylacrylsäure; Maleinsäure; und Maleinsäureanhydrid typifiziert sind. Weitere Monomere dieses Typs sind Sorbinsäure, Alkylchlorosorbinsäure, Angelicasäure, Zimtsäure, P-Chlorzimtsäure, Itaconsäure, Citraconsäure, Mesoconsäure, Glutaconsäure, Aconitsäure, Fumarinsäure und Tricarboxyethylen.

[0030] Olefinisch ungesättigte Sulfonsäuremonomere und Derivate davon enthalten aliphatische oder aromatische Vinylsulfonsäuren, wie Vinylsulfonsäure, Allylsulfonsäure, Vinyltoluolsulfonsäure und Styrolsulfonsäure; und Acryl- und Methacrylsulfonsäurederivate, wie Sulfoethylacrylat, Sulfoethylmethacrylat, Sulfopropylacrylat, Sulfopropylmethacrylat, 2-hydroxy-3-methacryloxypropylsulfonsäure, 2-hydroxy-3-methacryloxypropylsulfonsäure und 2-acrylamid-2-methylpropanesulfonsäure.

[0031] Die Carboxylgruppen (z. B., Säuregruppen) sind wenigstens teilweise mit Kationen neutralisiert, die in der Lage sind, Salze mit dem Monomer zu bilden, um ein Monomer mit neutralisierten Carboxylgruppen zu bilden. Solche Salz bildenden Kationen enthalten z. B. Alkali- oder Alkalimetalle, Ammonium, substituiertes Ammonium und Amine, wie sie in weiterem Detail diskutiert sind US Patent Re 32,649, Brandt et al., 19. April 1988. Die Neutralisierung wird vorzugsweise in irgendeiner herkömmlichen Weise ausgeführt, welche zu wenigstens etwa 25 Molprozent, ganz bevorzugt wenigstens etwa 50 Molprozent, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 75 Molprozent Neutralisierung der gesamten Carboxylgruppen führt. Die Carboxylgruppen werden vorzugsweise vor der Formation des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymerschaums neutralisiert, z. B., wird die Neutralisierung vorzugsweise auf dem Monomer oder an einem wasserlöslichen Polymer davon ausgeführt.

[0032] Monomere, die andere hydrophile Gruppen als Carboxygruppen besitzen, können mit dem Carboxygruppen enthaltenden Monomer verwendet werden. Andere hydrophile Gruppen enthalten Hydroxylgruppen, Amidgruppen, Aminogruppen, Nitrilgruppen und quartäre Ammoniumsalzgruppen. Monomere, die solche

Gruppen enthalten, sind allgemein bekannte Materialien und werden in größerem Detail beschrieben z. B. in US Patent 4 076 663 veröffentlicht für Masuda et al. am 28. Februar 1978; und US Patent 4,062,817, veröffentlicht für Westerman am 13. Dezember 1977. Ein oder mehrere Typen solcher hydrophilen Gruppen können in dem Monomer vorhanden sein.

[0033] Obwohl diese Offenbarung ganz allgemein hinsichtlich des Monomers erfolgt; ist dies so zu verstehen, daß im Wesentlichen wasserlösliche Homopolymere, Copolymere oder Reaktionsprodukte des Monomers auch anstelle oder zusätzlich zu der Monomerform verwendet werden können. Solche alternativen Ausgangsmaterialien enthalten im Wesentlichen wasserlösliche Homopolymere des Monomers und im Wesentlichen wasserlösliche Reaktionsprodukte des Monomer oder seines Homopolymers und des internen Vernetzungsmittels. Zum Beispiel kann ein im Wesentlichen lineares, im Wesentlichen wasserlösliches Homopolymer durch ein Aussetzen des Monomers unter bekannten Polymerisationsbedingungen geformt werden. Ein im Wesentlichen wasserlösliches, teilweise vernetztes Polymer kann auch durch in Reaktion Bringen (z. B. durch Erwärmen) des Monomers oder des linearen Polymers davon mit einem Vernetzungsmittel, wie den darin befindlichen internen Vernetzungsmitteln, gebildet werden. Ein solches Polymer würde typischerweise einen Vernetzungsgrad haben, z. B. weniger als etwa 5%.

[0034] Die obigen Polymere des Polymers (insbesondere ein lineares Polymer des Monomers) können bevorzugte Ausgangsmaterialien sein, um die Viskosität des Reaktionsgemisches zu steuern, um so bei der Formation eines Schaums mit einer gewünschten Morphologie, insbesondere einer relativ kleinen Zellengröße, zu helfen. Im Allgemeinen wird ein Reaktionsgemisch unter Verwendung solcher Polymere eine höhere Viskosität haben im Vergleich zu einem Reaktionsgemisch, das von dem Monomer selbst ausgeht. Die Verwendung solcher Polymere kann auch besonders nützlich sein, wo Schäume mit einem geringen Restmonomergehalt erwünscht sind, da das Restmonomer, welches in dem Polymer des Monomers vorhanden sein kann (z. B. ein lineares Polymer des Monomers) durch bekannte Verfahren entfernt werden kann z. B. durch eine Flashvorgang, bevor es in dem Reaktionsgemisch verwendet wird.

[0035] Das bevorzugte Reaktionsgemisch umfaßt zusätzlich ein im Wesentlichen wasserlösliches internes Vernetzungsmittel. Geeignete interne Vernetzungsmittel sind Verbindungen, welche in der Lage sind; mit dem Monomer zu reagieren, um ein im Wesentlichen wasserunlösliches, vorzugsweise superabsorbierendes Polymermaterial zu bilden. Vorzugsweise wird ein internes Vernetzungsmittel derart beschaffen sein, daß das Reaktionsgemisch eine Aktivierungstemperatur hat, welche größer ist als die Verdampfungstemperatur des Treibmittels und als die kritische Temperatur. Die Aktivierungstemperatur ist die Temperatur für ein gegebenes Reaktionsgemisch, bei welcher das interne Vernetzungsmittel mit dem Monomer reagieren wird, um ein vernetztes Polymer mit hohem Molekulargewicht zu bilden. Die Aktivierungstemperatur kann bestimmt werden durch die Differential Scanning Calorimetry (das heißt, DSC). Die DSC-Techniken sind allgemein beschrieben in Analytical Calorimetry, Band 3, Roger S. Porter et al., Plenum Press (1974), Seiten 17–44. Eine geeignete DSC-Anlage umfaßt das Perkin-Elmer DSC 7 Series Thermal Analysis System, erhältlich von Perkin-Elmer aus Norwalk, CT. Ein geeignetes Verfahren zum Bestimmen der Aktivierungstemperatur ist in dem Handbuch Perkin-Elmer 7 Series Thermal Analysis System, Perkin-Elmer, Januar 1990.

[0036] Geeignete interne Vernetzungsmittel enthalten Verbindungen mit wenigstens zwei polymerisierfähigen Doppelbindungen; Verbindungen mit wenigstens einer polymerisierfähigen Doppelbindung und wenigstens einer funktionalen Gruppe, die mit dem Monomer reaktionsfähig ist; Verbindungen mit wenigstens zwei funktionalen Gruppen, die mit dem Monomer reaktionsfähig sind; und mehrwertige Metallverbindungen, welche Ionenbindungen bilden können. Ein oder mehrere interne Vernetzungsmittel können verwendet werden. Typische interne Vernetzungsmittel sind in größerem Detail beschrieben in dem oben genannten US Patent 4,076,663. Die Auswahl bestimmter interner Vernetzungsmittel wird teilweise durch die gewünschte Reaktionsgeschwindigkeit des internen Vernetzungsmittels mit dem Monomer bei einer bestimmten Temperatur festgelegt, wobei die Geschwindigkeit durch den Fachmann des Standes der Technik ohne Weiteres bestimmt werden kann. Das interne Vernetzungsmittel wird vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus N,N'-methylenbisacrylamid, Triallylamin, Triallylphosphat und Dioder Poly-Glycidylether aliphatischer mehrwertiger Alkohole. Am meisten bevorzugt wird N,N'-methylenbisacrylamid verwendet.

[0037] Die interne Vernetzungsmittel ist typischerweise in dem Reaktionsgemisch in einer Menge von etwa 0,001 Molprozent bis etwa 5 Molprozent basierend auf den Gesamtmolgehalt des in dem Gemisch vorhandenen Monomers (das heißt, etwa 0,01 bis 20 Gewichtsteile basierend auf 100 Gewichtsteile des Monomermaterials) vorhanden.

[0038] Das Reaktionsgemisch umfaßt auch ein Lösungsmittel. Geeignete Lösungsmittel enthalten beliebige, in welchen das Monomer und das interne Vernetzungsmittel im Wesentlichen löslich sind und in welchen das superabsorbierende Polymer und das Treibmittel im Wesentlichen unlöslich sind. Geeignete Lösungsmittel haben auch eine Verdampfungstemperatur, welche größer ist als die Verdampfungstemperatur des Treibmittels und als die kritische Temperatur des Reaktionsgemisches und vorzugsweise größer ist als die Aktivierungstemperatur. In der bevorzugten Ausführungsform, in welcher im wesentlichen wasserlösliche Monomere verwendet werden, ist das Lösungsmittel vorzugsweise Wasser, ein wasserlöslicher Alkohol (z. B. niedere Alko-

hole, wie Methanol, Ethanol, Propanole und Butanole) oder Mischungen von beliebigen zwei oder mehreren solcher Verbindungen. Äußerst bevorzugt ist das Lösungsmittel Wasser. Obwohl die Konzentrationen der verschiedenen Komponenten des Reaktionsgemisches weit variieren können, solange die Dispersions-, Stabilisierungs-, Expansions- und Reaktionsschritte ausgeführt werden können, umfaßt das Reaktionsgemisch im Allgemeinen etwa 1 Gewichtsteil des Monomers auf etwa 1 Gewichtsteil Lösungsmittel.

[0039] Das Reaktionsgemisch kann auch verschiedene optionale Komponenten enthalten, einschließlich grenzflächenaktive Stoffe; Polymerisierungsinitiatoren und Viskositäts-Steuermittel. Herkömmliche Additive für absorbierende Geliermaterialien, wie Antioxidantien und Deodorantien können auch enthalten sein.

[0040] Es ist besonders wünschenswert, wenigstens einen grenzflächenaktiven Stoff in das Reaktionsgemisch aufzunehmen. Der grenzflächenaktive Stoff kann irgendeiner von denjenigen sein, die in der Schaumtechnik allgemein bekannt sind, ausgewählt hinsichtlich seiner Fähigkeit, die Dispersion des Treibmittels in dem Reaktionsgemisch zu stabilisieren. Der grenzflächenaktive Stoff kann bei der Formation eines superabsorbierenden Polymerschaumes mit einer gewünschten Morphologie helfen. Es wird davon ausgegangen, daß der grenzflächenaktive Stoff besonders nützlich ist für den Erhalt relativ kleiner mittlerer Zellengrößen und relativ schmaler Zellgrößenverteilungen, und zwar durch Beeinflussung der Teilchengröße und der Teilchengrößenverteilung des Treibmittels.

[0041] Wenn das Lösungsmittel Wasser ist oder wasserlöslich ist und das Treibmittel im Wesentlichen wasserunlöslich ist, umfassen geeignete grenzflächenaktive Stoffe elche sowohl hydrophile als auch nicht ionisierende grenzflächenaktive Stoffe, welche sowohl hydrophile als auch hydrophobe Gruppen besitzen. Ein oder mehrere grenzflächenaktive Stoffe können verwendet werden, um solche Gruppen zu liefern. Das Vorhandensein sowohl hydrophiler Gruppen als auch hydrophober Gruppen kann dazu dienen, die Stabilisierung zu verbessern, indem eine Phasentrennung in eine "ölige" Treibmittelpase und eine "wäßrige" Reaktionsphase verhindert wird. Ein Gemisch solcher Gruppen erlaubt das Zuschneiden des grenzflächenaktiven Stoffsystems dahingehend, daß die Stabilisierung der Dispersion in Abhängigkeit von der jeweiligen Hydrophilizität oder Hydrophobizität der Komponenten des Reaktionsgemisches verbessert wird. Im Allgemeinen wird, wenn das Verhältnis der hydrophoben Gruppen zu den hydrophilen Gruppen in dem grenzflächenaktiven Stoff zunimmt, die Stabilisierung weiter verbessert, vorausgesetzt, daß ausreichend hydrophile Gruppen vorhanden sind, um die Phasentrennung zu verhindern. Vorzugsweise wird der grenzflächenaktive Stoff (oder das Gemisch aus grenzflächenaktiven Stoffen) so ausgewählt, daß der Wert des hydrophilen-lipophilen Gleichgewichts (das heißt, HLB-Wert) des Treibmittels paßt. Für im Wesentlichen wasserunlösliche Treibmittel wird das Treibmittel wasserstabilisiert, wenn der HLB-Wert des grenzflächenaktiven Stoffes abnimmt. Ein System zum Anpassen des HLB-Wertes eines Emulgators an ein oder mehrere Inhaltsstoffe, die emulgiert werden sollen, ist beschrieben in der technischen Zeitschrift Meaning of HLB-Vorteilen und Beschränkungen, ICI Americas Inc., 1984.

[0042] Der nicht ionisierende grenzflächenaktive Stoff ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus linearen alkoxylierten Alkoholen, linearen alkylphenoxylierten Alkoholen und Estern davon: Bevorzugt werden die ethoxylierten Copolymere der Sorbitan-Fettsäureester; wie beispielsweise die ethoxylierten Copolymere des Sorbitanmonolaurat (erhältlich als TWEEN®20, ICI Americas, Inc.) und des Sorbitanmonooleat (erhältlich als TWEEN®80, ICI Americas, Inc.). Mischungen der vorerwähnten grenzflächenaktiven Stoffe mit im Wesentlichen hydrophoben (das heißt, lipophilen) grenzflächenaktiven Stoffen können auch verwendet werden: Geeignete hydrophobe grenzflächenaktive Stoffe umfassen Sorbitan-Fettsäureester, wie Sorbitanmonolaurat (erhältlich SPAN®20, ICI Americas, Inc.) und Sorbitanmonooleat (erhältlich als SPAN®80, ICI Americas, Inc.).

[0043] Obwohl die Menge des grenzflächenaktiven Stoffes variiert werden kann, ist es allgemein-wünschenswert, den minimalen Anteil zu verwenden, der benötigt wird, um die Stabilisierung des Treibmittels zu bewirken. Die Verwendung des minimalen Anteils kann einen nachteiligen Einfluß auf die Absorptionseigenschaften des resultierenden Schaums verhindern oder minimieren, der sich durch einen zurückbleibenden grenzflächenaktiven Stoff ergeben kann, und liefert im Allgemeinen einen Produktkostenvorteil. Der grenzflächenaktive Stoff wird typischerweise mit einer Menge von etwa einem Zehntel des Menge des Treibmittels verwendet. Der grenzflächenaktive Stoff kann dem Reaktionsgemisch hinzu gegeben werden oder mit dem Treibmittel vorge-mischt werden, welches später in dem Reaktionsgemisch dispergiert wird.

[0044] Der optionale Initiator ist besonders nützlich, um eine Polymerisierung zu initiieren, und zwar im Wesentlichen des Monomers und des internen Vernetzungsmittels. Ein Initiator wird üblicherweise bevorzugt, da dieser typischerweise die Aktivierungstemperatur des internen Vernetzungsmittels senkt. Ein Initiator ist besonders geeignet, wenn eine erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit erwünscht ist, und wird deshalb für eine kosteneffektive Herstellung vorgezogen. Zudem ist ein Initiator besonders nützlich, wenn der Schaum auf einem saugenden Substrat ausgebildet wird. Beim Aktivieren des Initiators und einer dadurch erfolgten Initiierung der Polymerisierung nimmt die Viskosität der Dispersion typischerweise zu. Die Zunahme der Viskosität kann dazu dienen, die Formation eines gewünschten Schaummusters auf dem saugenden Substrat zu erleichtern.

[0045] Der Initiator kann irgendein herkömmlicher Polymerisierungsinitiator sein. Der Initiator ist vorzugsweise im wesentlichen löslich in dem Lösungsmittel und ist ausgewählt, basierend teilweise auf dem beabsichtig-

ten Verfahren zum Induzieren der Reaktion des Monomers. Auf diese Weise sind licht- und wärmeaktivierte Initiatoren nützliche Initiatoren. Zum Beispiel kann wenn dünne Filme des Schaums erwünscht sind, ein licht-aktivierter Initiator verwendet werden, um eine schnelle Reaktion zu bewirken, wenn das Gemisch einer Licht-Strahlungsquelle ausgesetzt wird. Die optionalen Polymerisierungsinitiatoren umfassen Initiatoren mit freiem Radikal, einschließlich z. B. Per-Sauerstoffverbindungen, wie Natrium-, Kalium- und Ammoniumpersulfate, Caprylperoxid, Benzoylperoxid, Wasserstoffperoxid, Cumenehydroperoxide, tertiäres Butyldiphenylphthalat, tertiäres Butylperbenzoat, Natriumperacetat, Natriumpercarbonat und dergleichen. Herkömmliche Redox-Initiatorsysteme können auch verwendet werden, z. B. Systeme, welche die vorstehenden Persauerstoffverbindungen mit reduzierenden Mitteln kombinieren, wie mit Natriumbisulfit, L-Ascorbinsäure oder Eisensalzen. Die Menge des Initiators, der verwendet wird, kann die Menge sein, die üblicherweise auf dem Polymergebiet verwendet wird. Typischerweise wird der Initiator mit einem Anteil von bis zu etwa 5 Molprozent, vorzugsweise etwa 0,001 bis 0,5 Molprozent basierend auf dem Gesamtmolgehalt des polymerisierfähigen Monomers verwendet.

[0046] Eine weitere bevorzugte, optionale Komponente des Reaktionsgemisches ist ein Viskositäts-Steuerungsmittel. Das Viskositäts-Steuerungsmittel dient im Allgemeinen dazu, die Viskosität des Reaktionsgemisches zu steuern und ist besonders nützlich für das Steuern der Teilchengröße des Treibmittels, welches in dem Reaktionsgemisch dispergiert ist. Im Allgemeinen wird, wenn die Viskosität des Reaktionsgemisches zunimmt, die Teilchengröße einfacher gesteuert. Auf diese Weise kann das Viskositäts-Steuerungsmittel verwendet werden, um das Treibmittel in dem Reaktionsgemisch zu dispergieren und zu stabilisieren. Das Viskositäts-Steuerungsmittel kann auch ein Beschichten oder Drucken der stabilen Dispersion auf ein Substrat erleichtern, insbesondere auf ein saugendes Substrat. Durch Steigerung der Viskosität des Reaktionsgemisches kann das Mittel die Formation eines gewünschten Schaummusters auf dem Substrat erleichtern. Das Viskositäts-Steuerungsmittel kann auch die Separierung des Lösungsmittels von dem Reaktionsgemisch verhindern oder minimieren (das heißt, die Trennung), insbesondere dann, wenn die stabile Dispersion auf ein saugendes Substrat aufgebracht wird, wodurch die Formation eines gleichförmigen Produkts mit optimalen Eigenschaften unterstützt wird. Geeignete Viskositäts-Steuerungsmittel sind vorzugsweise im Wesentlichen in dem Lösungsmittel löslich. Beispielhafte wasserlösliche Viskositäts-Steuerungsmittel sind Carboxymethylzellulose, Hydroxyethylzellulose und Polyacrylsäure. Das Viskositäts-Steuerungsmittel wird typischerweise in einer Menge von weniger als etwa 2%, typischer von weniger als etwa 1% des Gewichts des gesamten Monomers hinzu gegeben:

Formation einer stabilen Dispersion

[0047] Eine stabile Dispersion eines Treibmittels wird in dem Reaktionsgemisch durch Hinzugabe eines Treibmittels zu dem Reaktionsgemisch gebildet, typischerweise entweder während oder nach Formation des Reaktionsgemisches; durch ein Dispergieren des Treibmittels; und durch ein Stabilisieren der Dispersion. Das Treibmittel wird in dem Reaktionsgemisch dispergiert und so stabilisiert, daß eine stabile diskontinuierliche Phase des Treibmittels (das heißt, "Teilchen" des Treibmittels) in der Reaktionsgemischphase gebildet wird. Die Treibmittelteilchen sind relativ frei von Monomer, einem internen Vernetzungsmittel und einem Lösungsmittel.

[0048] Geeignete Treibmittel umfassen irgendein herkömmliches Treibmittel, welches im Wesentlichen in dem Lösungsmittel unlöslich ist und dessen Teilchengröße gesteuert und stabilisiert werden kann, wenn es in dem Reaktionsgemisch dispergiert ist. Zudem wird das Treibmittel zu einer kontrollierten Expansion in der Lage sein. Geeignete Treibmittel haben auch eine Verdampfungstemperatur (das heißt, einen Siedepunkt), welche geringer ist als die Verdampfungstemperatur des Lösungsmittels an einem gegebenen Druck. Das Treibmittel hat vorzugsweise auch einen Siedepunkt, welcher niedriger ist als die kritische Temperatur, um so eine ausreichende Expansion des Treibmittels vor der Formation des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymers zu erlauben. Beispielhafte Treibmittel sind offenbart in Chemical Encyclopedia, H. Lasman, National Polychemicals, Inc., Band 2, Seite 534. In der bevorzugten Ausführungsform, in welcher Wasser als Lösungsmittel verwendet wird, sind geeignete Treibmittel im Wesentlichen wasserunlösliche Flüssigkeiten mit einem Siedepunkt von weniger als etwa 100°C, ganz bevorzugt von weniger als etwa 80°C, äußerst bevorzugt von weniger als etwa 50°C. Typischerweise hat das Treibmittel einen Siedepunkt im Bereich von etwa -20°C bis etwa 80°C, vorzugsweise bei etwa -20°C bis etwa 50°C. Solche Treibmittel umfassen aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe und Halokohlenwasserstoffe, welche zyklisch oder alizyklisch, linear oder verzweigt und gesättigt oder ungesättigt sein können. Beispielhafte Treibmittel umfassen die Pentane, Hexane, Heptane, Benzol, substituierte Benzole, Chlormethane, Chlorethane, Chlorfluormethane und Chlorfluorethane, wie sei beschrieben sind in der oben genannten Chemical Encyclopedia. Vorzugsweise wird ein Pentan (z. B. n-pentan, 2-methylbutan, und/oder 2,2-dimethylpropan) oder ein 1,1,2-trichlortrifluorethan verwendet. Obwohl die Menge des Treibmittels, die verwendet wird, über einen breiten Bereich variieren kann, in welchem ein Schaum mit einer gewünschten Morphologie erhalten werden kann, wird das Treibmittel im Allgemeinen in einem Anteil von etwa 5 bis etwa 50 Teilen pro 100 Teile (gewichtsabhängig) des Monomers hinzu gegeben. Typischerweise werden etwa 20 bis etwa 30 Teile des Treibmittels pro 100 Teilen (gewichtsabhängig) des Monomers verwen-

det.

[0049] Das Treibmittel kann durch Aufbringen von Scherspannungen (z. B. durch ein Mischen mit starker Scherung) auf das Reaktionsgemisch dispergiert, werden und, falls notwendig, durch Steuern des Viskositätsverhältnisses der Treibmittelfase zur Reaktionsgemischphase (wie hier verwendet, bezieht sich das Viskositätsverhältnis auf die Viskosität der Treibmittelfase, geteilt durch die Viskosität der Reaktionsgemischphase) und/oder durch Verwenden eines grenzflächenaktiven Stoffes. Der Dispersionsprozeß wird gesteuert, so daß eine gewünschte Treibmittel-Teilchengröße erhalten wird. Die Teilchengröße des dispergierten Treibmittels beeinflusst die Zellengröße (einschließlich die Zellgrößenverteilung), die Interkommunikation der Schaumkanäle und das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse des resultierenden superabsorbierenden polymeren Schaums. Die Teilchengröße beeinflusst Merkmale, einschließlich die Schergeschwindigkeit, den grenzflächenaktiven Stofftyp, das Viskositätsverhältnis und die Isotropie des Reaktionsgemisches. Vorzugsweise werden diese Faktoren so gesteuert, daß die Treibmittel-Teilchengröße minimiert wird. Das Treibmittel ist typischerweise in einer Teilchengröße von weniger als etwa 10 Micron, vorzugsweise weniger als etwa 5 Micron, ganz bevorzugt weniger als etwa 2 Micron; dispergiert. Die minimale Teilchengröße beträgt typischerweise 0,1 Micron.

[0050] Zum Erhalt einer relativ kleinen Treibmittel-Teilchengröße wird vorgezogen, eine relativ hohe Scherspannung zum Dispergieren des Treibmittels zu verwenden. Im Allgemeinen gilt, je höher die Geschwindigkeit der Scherung, desto kleiner die mittlere Teilchengröße des Treibmittels. Wenn Teilchen von im Wesentlichen gleicher Größe erwünscht sind, wird typischerweise vorgezogen, eine gleichförmige Scherung im ganzen Gemisch zu haben.

[0051] Für ein gegebenes Reaktionsgemisch, Treibmittel, Temperatur und Scherspannung, nimmt die Teilchengröße des Treibmittels typischerweise ab, wenn das Viskositätsverhältnis der dispergierten Treibmittelfase zu der kontinuierlichen Reaktionsgemischphase vermindert wird. Wenn sich das Viskositätsverhältnis vermindert, wird die Treibmittel-Teilchengröße einfacher hin zu einer kleineren Teilchengröße gesteuert. Deshalb wird allgemein vorgezogen, das Viskositätsverhältnis zu minimieren. Typischerweise ist die Dispersion derart, daß das Viskositätsverhältnis geringer ist als etwa 0,5, ganz bevorzugt geringer als etwa 0,25.

[0052] Das Viskositätsverhältnis wird vorzugsweise durch Verwenden eines Viskositäts-Steuerungsmittels in der kontinuierlichen Reaktionsgemischphase und/oder eines gering viskosen Treibmittels vermindert. Das Viskositätsverhältnis kann auch variiert werden, indem die Reaktionsbedingungen variiert werden, z. B. die Temperatur oder Reaktantenkonzentration des Reaktionsgemisches ("Reaktant" bezieht sich auf die superabsorbierenden, Polymer bildenden Materialien, einschließlich dem Monomer und dem internen Vernetzungsmittel). Im Allgemeinen wird, wenn die Temperatur abnimmt oder die Reaktantenkonzentration zunimmt, das Viskositätsverhältnis abnehmen. Das Viskositätsverhältnis wird auch mit der Reaktivität der spezifischen superabsorbierenden, Polymer bildenden Materialien variiert, die in dem Reaktionsgemisch vorhanden sind. Die Reaktionsbindungen und die Reaktantentypen können variiert werden, um die Reaktionsgeschwindigkeit in der Lösung zu steuern und somit die Lösungsviskosität. Im Allgemeinen wird, wenn die Reaktion zur Formation des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymermaterials fortschreitet (z. B. wenn ein lineares Polymer des Monomers gebildet wird) die Lösungsviskosität zunehmen und das Viskositätsverhältnis abnehmen. Zudem kann das Viskositätsverhältnis durch ein anfängliches Verwenden eines im Wesentlichen wasserlöslichen Polymers des Monomers als superabsorbierendes, Polymer bildendes Material in dem Reaktionsgemisch vermindert werden. Wenn eine relativ-gleichförmige Teilchengröße erwünscht ist, wird vorgezogen, daß das Reaktionsgemisch im Wesentlichen isotrop ist, das heißt, die Komponenten des Reaktionsgemisches werden derart vermengt, daß sie in dem ganzen Gemisch im Wesentlichen gleichförmig verteilt sind.

[0053] Die Dispersion mit der gewünschten Treibmittel-Teilchengröße wird vorzugsweise vor dem Expansions- und Reaktionsschritten stabilisiert, um den im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymerschaum zu bilden. Vorzugsweise tritt die Stabilisierung zusammen mit der Dispersion auf. Mit "stabil", "stabilisiert" etc. ist gemeint, daß die gewünschte Teilchengröße des dispergierten Treibmittels für eine Zeit beibehalten wird, die ausreicht, um eine Reaktion des Monomers und des internen Vernetzungsmittel zu erlauben, so daß der im Wesentlichen wasserunlösliche Polymerschaum mit einer gewünschten Morphologie, z. B. im Wesentlichen kontinuierlichen miteinander kommunizierenden Kanälen im Wesentlichen im ganzen Schaum und mit relativ kleiner Zellengröße, geringer Dichte und hohem Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse, gebildet wird.

[0054] Irgendein Verfahren zum Stabilisieren der Dispersion kann verwendet werden Vorzugsweise wird ein grenzflächenaktiver Stoff verwendet, um die Dispersion zu stabilisieren. Im Allgemeinen gilt, je kleiner und je gleichförmiger die Treibmittelteilchen sind, desto stabiler ist die Dispersion. Deshalb kann die Stabilisierung auch durch ein Steuern des Viskositätsverhältnisses unterstützt werden. Im Allgemeinen gilt, je geringer das Viskositätsverhältnis bei einer gegebenen Scherung ist, desto kleiner ist die Teilchengröße des Treibmittels und desto stabiler die Dispersion.

Expansion und Reaktion

[0055] Nach dem Bilden der stabilen Dispersion des Treibmittels mit der gewünschten Teilchengröße wird das

Treibmittel expandiert, um eine expandierte Struktur zu bilden, und werden das Monomer oder das Monomer und das interne Vernetzungsmittel in Reaktion gebracht, um ein im Wesentlichen in einem Lösungsmittel unlösliches Polymer zu bilden (das heißt, es wird eine expandierte, im Wesentlichen in einem Lösungsmittel unlösliche Polymerstruktur gebildet. In der bevorzugten Ausführungsform, in welcher das Lösungsmittel Wasser ist, ist das Polymer im Wesentlichen wasserunlöslich.

[0056] Die Expansion und die Reaktion werden derart gesteuert, daß mit der Zeit das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer gebildet wird, wobei die expandierte Struktur eine Morphologie hat, im Wesentlichen so, wie dies in dem superabsorbierenden Polymerschaum erwünscht ist, (das Polymer muß durch die Voraussetzung der Unlösbarkeit nicht superabsorbierend sein). Vorzugsweise wird die Expansion des Treibmittels zusammen mit der Reaktion des Monomers oder des Monomers und des internen Vernetzungsmittels gesteuert, um so einen superabsorbierenden Polymerschaum mit im Wesentlichen kontinuierlichen, miteinander kommunizierenden Kanälen im Wesentlichen im ganzen Schaum, mit einer mittleren Zellengröße von weniger als etwa 100 Micron, einem Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse von wenigstens etwa 0,2 m²/g und mit einer Dichte von weniger als etwa 0,5 g/cm³ zu schaffen.

[0057] Im Allgemeinen werden die Treibmittelteilchen der stabilisierten Dispersion so expandiert, daß eine übermäßige Koaleszenz des Treibmittels vermieden wird; wenn dieses expandiert, das heißt, die Treibmittelteilchen expandieren in relativer Proportion zu ihrer anfänglichen stabilisierten Teilchengröße und Form in der Dispersion. Typischerweise werden die Treibmittelteilchen auf das etwa 10-fache ihrer Ursprungsgröße expandiert. Während oder nach der Expansion (vorzugsweise danach) werden das Monomer und/oder das Monomer und das interne Vernetzungsmittel in Reaktion gebracht, um das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer zu bilden, um so die expandierte Struktur zu stabilisieren (ein im Wesentlichen wasserunlöslicher Polymerschaum wird gebildet).

[0058] Im Allgemeinen werden die Geschwindigkeit der Expansion des Treibmittels und die viskoelastischen Eigenschaften des Reaktionsgemisches, wenn sich das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer bildet, gleichzeitig gesteuert, um so einen offenzelligen Schaum mit einer gewünschten Morphologie zu schaffen. Falls die Expansion zu schnell oder zu langsam in Bezug zu der Formation des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymers folgt, kann der Schaum eine nicht gewünschte Morphologie erhalten; insbesondere nicht ein gewünschtes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse. Die Elastizität des Reaktionsgemisches und/oder eines Formungspolymers sollte in der Lage sein, die Formation des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymermaterials in einem Größen- und Formverhältnis zu den expandierten Treibmittelteilchen unterstützen. Im Allgemeinen sollte die Elastizität des Reaktionsgemisches und/oder des Formungspolymers in der Lage sein, dem Dampfdruck des expandierenden Treibmittels zu widerstehen.

[0059] Für ein gegebenes Reaktionsgemisch gibt es eine kritische Viskosität, bei welcher ein Schaum mit einer gewünschten Morphologie schwer zu erhalten ist. Die kritische Viskosität entspricht einer kritischen Temperatur, wie unten beschrieben wird. Die kritische Viskosität wird typischerweise erreicht, wenn das Monomer oder das Monomer und das interne Vernetzungsmittel derart polymerisiert sind, daß die viskoelastischen Eigenschaften des resultierenden Polymers es schwierig machen, einen offenzelligen Schaum zu bilden. Deshalb werden hier beim Zubereiten der Schäume die Treibmittelteilchen vorzugsweise so expandiert, daß sie eine expandierte Struktur bilden, bevor die kritische Viskosität des Reaktionsgemisches erreicht ist. Ganz bevorzugt hat die expandierte Struktur zum Zeitpunkt, an welchem die kritische Viskosität erreicht wird, im Wesentlichen die endgültige gewünschte superabsorbierende Polymerschaum-Morphologie. Vorzugsweise werden wenigstens etwa 90%, insbesondere wenigstens etwa 95% der abschließenden gewünschten offenen Zellen vor dem Punkt der kritischen Viskosität gebildet.

[0060] Am Punkt der kritischen Viskosität ist das Polymer typischerweise im Wesentlichen wasserunlöslich. Das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer kann durch Polymerisierung des Monomers alleine gebildet werden. Diese Reaktion kann durch Wärme- und/oder Lichtstrahlung initiiert werden. Das resultierende Polymer kann ferner in Reaktion gebracht werden, um ein superabsorbierendes Polymermaterial zu bilden, z. B. durch in Reaktion Bringen des Polymers mit einem Vernetzungsmittel (und neutralisierenden Carboxylgruppen des Polymers, wie dies notwendig sein kann). In der bevorzugten Ausführungsform, in welcher ein internes Vernetzungsmittel in dem Reaktionsgemisch vorhanden ist, wird das Polymer durch Erwärmen der expandierten; im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymerstruktur auf eine Temperatur von höher als der kritischen Temperatur, im Wesentlichen auf wenigstens die Aktivierungstemperatur, vernetzt. Alternativ oder zusätzlich zu dem internen Vernetzungsmittel kann die Polymerstruktur mit einem externen Vernetzungsmittel in Reaktion gebracht werden.

[0061] Das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer kann auch durch Reaktion des Monomers (oder eines im Wesentlichen wasserlöslichen Polymers davon) und des internen Vernetzungsmittels gebildet werden. Diese Reaktion wird typischerweise durch Wärme initiiert, entweder direkt aufgebracht auf die Reaktanten oder erzeugt durch eine Monomer-Polymerisierungsreaktion, die durch Lichtstrahlung induziert wird. Das resultierende Polymer kann ferner, falls dies notwendig ist, in Reaktion gebracht werden, um ein superabsorbierendes Polymermaterial zu bilden; z. B. durch Aussetzen der expandierten Polymerstruktur unter höheren Tempera-

turen oder durch in Reaktion Bringen des Polymers der Struktur mit einem zusätzlichen Vernetzungsmittel (und neutralisierenden Carboxylgruppen des Polymers, wenn dies notwendig ist).

[0062] Wenn die Reaktion, ein im Wesentlichen wasserunlösliches Polymer zu bilden, durch Wärme initiiert wird, gibt es eine kritische Temperatur, bei welcher die Reaktion typischerweise auftritt. Die kritische Temperatur entspricht der kritischen Viskosität und somit typischerweise der Formation eines im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymers. Die kritische Temperatur und die kritische Viskosität variieren mit der speziellen Zusammensetzung des Reaktionsgemisches, z. B. dem Monomer, dem internen Vernetzungsmittel und dem optionalen Initiator.

[0063] Die kritische Temperatur kann für ein gegebenes Reaktionsgemisch bestimmt werden, indem die maximale Geschwindigkeit einer Änderung in der Viskosität des Reaktionsgemisches als Funktion der Temperatur bestimmt wird. Die Viskosität des Reaktionsgemisches bei verschiedenen Temperaturen kann durch bekannte Rheometrieverfahren bestimmt werden. Wie hier verwendet, bezieht sich die Viskosität auf die offensichtliche Viskosität, das heißt, mit Viskosität ist gemeint, das ganze Spektrum von Fluiden oder Dispersionen zu kennzeichnen. Dieses volle Spektrum umfaßt einfache Newtonsche Flüssigkeiten, für welche die Viskosität die Proportionalitätskonstante ist, welche die Schwerkraft pro Einheitsfläche in Bezug zu dem Negativen des örtlichen Geschwindigkeitsgradienten bringt, und andere Fluide, die nicht typischerweise von diesem einfachen Gesetz eingeschlossen sind (z. B. Pasten, Breie, Polymere mit hohem Molekulargewicht und Dispersionen und unlöslichen Materialien, die mit löslichen Materialien gemischt sind). Diese Konzepte sind in öfterem Detail beschrieben in Transport Phenomenon, Bird, et al., John Wiley & Sons, Inc. (1966), Kapitel 1.

[0064] Da die kritische Temperatur mit der Reaktionsgeschwindigkeit eines gegebenen Reaktionsgemisches und deshalb mit der Zeit, für welche das Reaktionsgemisch bei einer gegebenen Temperatur gehalten wird, variieren kann, werden die Viskositäten für ein Reaktionsgemisch gemessen, welches bei verschiedenen Temperaturen für eine konstante Zeitspanne bei jeder Temperatur gehalten wurde. Dies wird am einfachsten getan, indem ein Rheometer verwendet wird, das in der Lage ist, die Erwärmung einer Reaktionsgemisch-Probe mit einer kontrollierten Geschwindigkeit zu erwärmen. Geeignete Rheometer enthalten eine viskoelastische Analyseeinrichtung von Sangamo und einen Brabender-Mischer und ein Rheometer. Das Prinzip der Betriebsweise eines Mixers und Rheometers, wie das Brabender-System, ist beschrieben in dem Handbook of Polymer Science and Technology, Band 3: Applications and Processing Operation, Cheremisinoff, Marcel Dekker Inc. (1989), Seiten 373–419. Alternativ kann die Viskosität der Separaten Proben eines gegebenen Reaktionsgemisches mit der Viskosität der einzelnen Proben bestimmt werden, die gemessen wird, nachdem sie für eine konstante Zeitspanne bei einer gegebenen Temperatur für eine gegebene Probe gehalten wurden.

[0065] Die Viskosität wird als eine Funktion der Temperatur geplottet, wobei die sich ergebende Kurve typischerweise so verläuft, wie sie in **Fig. 5** gezeigt ist. Wie in **Fig. 5** gezeigt, hat die resultierende Kurve einen anfänglich im Wesentlichen linearen, leicht steigenden Teil **5a**, der einer kleinen Änderung der Viskosität pro Einheitsänderung in der Temperatur entspricht, und einen zweiten Teil **5b** einer schnell zunehmenden Steigung, der einer schnellen Zunahme der Viskosität pro Einheitsänderung in der Temperatur entspricht. Wenigstens der erste Teil **5c** dieses zweiten Teils **5b** kann als eine Parabel beschrieben werden, entsprechend einer exponentiellen Zunahme der Viskosität pro Einheitsänderung in der Temperatur. Diesem parabelförmigen Teil **5c** folgt eine im Wesentlichen linearer, steil steigender Teil **5d**.

[0066] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, werden die kritische Temperatur (T_c) und die kritische Viskosität (V_c) vom Schnittpunkt der Tangente mit dem im Wesentlichen linearen, leicht steigenden Teil **5a** und der Tangente des im Wesentlichen linearen, steil steigenden Teils **5d** bestimmt. Die kritische Temperatur und die kritische Viskosität werden durch Extrapolieren des Schnittpunktes auf die X-Achse (T_c) und auf die Y-Achse (V_c) bestimmt.

[0067] In einigen Fällen kann es sein, das dem Parabolteil **5c** kein im Wesentlichen linearer Teil folgt, sondern die Kurve kann z. B. parabolisch bleiben. Zudem kann es bei einigen Systemen schwierig sein, die Viskosität für alle Punkte auf der Parabolkurve zu messen (das heißt, oberhalb einer bestimmten Temperatur). In solchen Fällen kann die kritische Temperatur durch Berechnungsverfahren bestimmt werden. Die erste Ableitung der Kurve (die Viskosität als Funktion der Temperatur) wird für verschiedene Temperaturen bestimmt und wird als eine Funktion solcher Temperaturen geplottet. Die resultierende Kurve ist typischerweise gekennzeichnet durch einen Maximum-Wendepunkt, welcher der maximalen Geschwindigkeit einer Änderung in der Viskosität des Reaktionsgemisches als Funktion der Temperatur entspricht. Die Temperatur, welche dieser maximalen Geschwindigkeit einer Änderung entspricht, kann graphisch bestimmt werden und ist die kritische Temperatur.

[0068] Um den Expansionsschritt durchzuführen, bevor die kritische Viskosität erreicht ist, werden die Treibmittelteilchen der stabilen Dispersion typischerweise durch Erwärmen der stabilen Dispersion auf eine Temperatur, welche größer als oder gleich der Verdampfungstemperatur des Treibmittels und kleiner als oder gleich der kritischen Temperatur, vorzugsweise kleiner als die kritische Temperatur, äußerst bevorzugt etwa 5°C bis etwa 10°C weniger als die kritische Temperatur beträgt, erwärmt wird. Deshalb wird das Treibmittel vorzugsweise derart ausgewählt; daß sich dieses bei einer solchen Temperatur verflüchtigt (verdampft). In einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Expansion durch Senken des Druckes auf die stabile Dispersion veranlagt. Zudem können verschiedene Kombinationen von Drucken und Temperaturen

ausgewählt werden, um die Dispersion zu expandieren.

[0069] Wenn alleine eine Druckabnahme verwendet wird, um das Treibmittel zu expandieren, wird die kritische Viskosität im Allgemeinen im Expansionsschritt erhalten. In einem solchen Fall ist es wichtig, das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer an etwa dem Punkt zu bilden, an welchem die expandierte Struktur im Wesentlichen die gleiche Morphologie hat, wie diejenige, die in dem endgültigen Schaum erwünscht ist. Dies wird typischerweise erreicht indem die Temperatur und die expandierte Struktur auf wenigstens die kritische Temperatur erhöht wird, um die Reaktion des Monomers oder des Monomers und des internen Vernetzungsmittels zu veranlassen, das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer zu bilden.

[0070] Es wird im Allgemeinen vorgezogen, das Treibmittel so langsam wie möglich zu expandieren. Typischerweise wird das Treibmittel durch Erwärmen der stabilen Dispersion auf die Verdampfungstemperatur des Treibmittels mit einer Geschwindigkeit von weniger als etwa 1°C/Minute, ganz bevorzugt weniger als etwa 0,5°C/Minute, äußerst bevorzugt weniger als etwa 0,1 bis 0,2°C/Minute, erwärmt wird. Die Geschwindigkeit der Erwärmung kann erhöht werden, falls auf die Dispersion ein Gegendruck ausgeübt wird, um im Wesentlichen die gleiche Expansionsgeschwindigkeit zu erreichen, als wenn nur die Temperatur mit den bevorzugten Geschwindigkeiten erhöht würde. Alternativ kann, wenn eine Druckabnahme verwendet wird, um das Treibmittel zu expandieren, eine entsprechende (bei einer gegebenen Temperatur) gesteuerte Geschwindigkeit des abnehmenden Druckes verwendet werden, um die expandierte Struktur zu bilden.

[0071] Wie vorher ausgeführt wurde, werden das Monomer oder das Monomer und das interne Vernetzungsmittel der expandierten Struktur in Reaktion gebracht, um eine expandierte Struktur mit einem im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymer zu bilden (das heißt, es wird ein im Wesentlichen wasserunlöslicher Schaum gebildet). Die Reaktion kann veranlaßt werden, indem die expandierte Struktur auf wenigstens die kritische Temperatur erwärmt wird. Vorzugsweise wird die expandierte Struktur auf die kritische Temperatur erwärmt. Das Monomer und das interne Vernetzungsmittel werden dann in Reaktion gebracht, um ein vernetztes, typischerweise superabsorbierendes Polymer zu bilden. Eine solche Reaktion wird veranlaßt, indem: die Struktur auf wenigstens die Aktivierungstemperatur erwärmt wird. Die Aktivierungstemperatur kann gleich oder größer als die kritische Temperatur sein. Vorzugsweise ist das Reaktionsgemisch so ausgebildet (ist das interne Vernetzungsmittel und/oder der Initiator so ausgewählt), daß die Aktivierungstemperatur größer ist als die kritische Temperatur, ganz bevorzugt wenigstens etwa 10°C bis etwa 20°C über der kritischen Temperatur liegt. Der Vernetzungsvorgang wird unten in größerem Detail beschrieben.

[0072] Die Geschwindigkeit der Erwärmung, um das Reaktionsgemisch des Monomers (oder des Polymers davon) und des internen Vernetzungsmittels zur Bildung des vernetzten Polymers zu veranlassen, ist vorzugsweise langsam, um die schnelle Verflüchtigung des restlichen Treibmittels zu vermeiden und ein Zerreißen der expandierten Struktur zu verhindern oder zu minimieren. Wenn die Aktivierungstemperatur größer ist als die kritische Temperatur, muß die Geschwindigkeit der Erwärmung, um die Reaktion zu veranlassen, nicht so langsam sein, wie die Erwärmungsgeschwindigkeit, um die Expansion zu veranlassen. Vorzugsweise beträgt die Erwärmungsgeschwindigkeit, um die Reaktion zu veranlassen, weniger als etwa 10°C/Minute, ganz bevorzugt weniger als etwa 5°C bis etwa 10°C/Minute, äußerst bevorzugt von etwa 8°C bis etwa 10°C/Minute.

[0073] Obwohl die verschiedenen Komponenten der stabilen Dispersion derart ausgewählt sein können, daß die Treibmittel-Verdampfungstemperatur, die kritische Temperatur und die Aktivierungstemperatur für die hier bevorzugten Schäume gleich sind; sind solche Komponenten derart ausgewählt, daß die Treibmittel-Verdampfungstemperatur geringer ist als die kritische Temperatur, welche selbst geringer ist als die Aktivierungstemperatur. Äußerst bevorzugt sind die Komponenten derart ausgelegt, daß die Treibmittel-Verdampfungstemperatur von etwa 5°C bis etwa 10°C geringer ist als die kritische Temperatur, welche selbst von etwa 10°C bis etwa 20°C geringer als die Aktivierungstemperatur.

[0074] Die Expansions- und Reaktionsbedingungen sind vorzugsweise in der ganzen Dispersion und/oder der ganzen expandierten Struktur gleichförmig. Die Gleichförmigkeit wird im Allgemeinen erhalten, indem eine relativ isotropisches Reaktionsgemisch und eine gleichförmige Temperatur und/oder ein gleichförmiger Druck in der ganzen Dispersion und/oder der ganzen expandierten Struktur gewährleistet wird. Die Gleichförmigkeit der Temperatur und des Drucks werden durch die Heizmittel, durch das Volumen und/oder die Tiefe der in Reaktion gebrachten Dispersion, durch den Wärmefluß (das heißt, die Heizgeschwindigkeit) und durch das Maß der exothermischen Wärmeentwicklung durch die reagierende Dispersion beeinflusst. Vorzugsweise werden diese Faktoren so gesteuert, daß eine gleichförmige Wärmeübertragung (das heißt, Temperaturgradienten über dem expandierenden Material werden minimiert) in der ganzen Dispersion und/oder der ganzen expandierten Struktur gewährleistet ist. Zum Bilden eines fülligen Schaummaterials ist ein besonders geeigneter Reaktor zum Gewährleisten eines gleichförmigen Wärmeübergangs eine Reaktanzröhre mit Rührereinrichtung. Beim Bilden dünner Filme (z. B. mit einer Dicke von etwa 25 µm bis etwa 12.700 µm (etwa 1 mil bis etwa 500 mil) des Schaums wird es im Allgemeinen geeignet sein, eine UV-, Infrarot-, Mikrowellen- und/oder Elektronenstrahl-Strahlung zu verwenden, um die Expansion und/oder Reaktion zu veranlassen. Zum Erreichen einer schnellen Reaktionsgeschwindigkeit in solchen dünnen Filmen wird im Allgemeinen vorgezogen, eine ultraviolette Strahlung zu verwenden. Wenn jedoch die Dicke des zu bildenden Schaumes über etwa 12.700 µm (500

mil) zunimmt, wird vorgezogen, eine Infrarot- und/oder Elektronenstrahl-Strahlung zu verwenden, um eine nicht gleichförmige Zellenstruktur zu verhindern oder zu minimieren.

[0075] Der Expansions- und/oder Reaktionsschritt kann in einer geschlossenen oder offenen Umgebung erfolgen. Zum Beispiel kann die Expansion in einer geschlossenen Form stattfinden. Der Expansions und/oder Reaktionsschritt kann auch in einem offenen System erfolgen, wie auf einer Bahn, auf welcher die stabile Dispersion aufgebracht wurde, z. B. durch Extrusion oder Drucken. Die Dispersion kann vor ihrer Expansion und Reaktion zur Bildung des polymeren Schaums auf ein temporäres oder permanentes Substrat aufgebracht werden.

[0076] Wie vorher ausgeführt, wird das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymer in Reaktion gebracht, um ein im Wesentlichen wasserunlösliches, quer vernetztes Polymer zu bilden. Die Reaktion wird typischerweise durch Erwärmen der expandierten, im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymerstruktur auf die Aktivierungstemperatur veranlaßt. Wie oben angemerkt, kann die Aktivierungstemperatur gleich der kritischen Temperatur sein, wobei in einem solchen Fall die Vernetzung mit der Formation des unlöslichen Polymers zusammen fällt. In einem solchen Fall wird im Allgemeinen keine zusätzliche Reaktion benötigt (obwohl eine weiter gehende Vernetzung genutzt werden kann, um die Absorptionseigenschaften zu modifizieren).

[0077] Die Bedingungen zum in Reaktion Bringen des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymers, um ein quer vernetztes Polymer zu bilden, können übereinstimmend mit den obigen Lehren zu den Polymerisierungsbedingungen gewählt werden, wie sie allgemein beschrieben in dem oben genannten US Patent Re 32,649 und in US Patent 4,666,983, veröffentlicht für Tsubakimoto et al. und US Patent 4,625,001, veröffentlicht für Tsubakimoto et al. Solche Reaktionsbedingungen umfassen im Allgemeinen ein Erwärmen (das heißt, thermische Aktivierungstechniken) des Polymers auf eine Temperatur von etwa 0°C bis etwa 100°C, ganz bevorzugt von etwa 20°C bis etwa 80°C, äußerst bevorzugt von etwa 50°C bis etwa 80°C. Die Temperatur von weniger als etwa 80°C werden bevorzugt, um Schäume mit einem wenig extrahierbaren Polymergehalt zu erhalten. Die Bedingungen, unter welchen das Polymer erhalten wird, können auch z. B. das Aussetzen, des Polymers unter einer herkömmlichen Form einer Polymerisierung aktivierende Strahlung umfassen. Eine radioaktive, elektronische, ultraviolette oder elektromagnetische Strahlung sind geeignete alternative, herkömmliche Polymerisierungstechniken.

[0078] "Quer"-Vernetzung bezieht sich auf die Reaktion reaktiver Stellen des Monomers oder des Polymers davon mit reaktiven Stellen des internen Vernetzungsmittels, um ein dreidimensionales Polymernetzwerk zu bilden, in welchem Vernetzungsbindungen zwischen unterschiedlichen Polymerketten vorliegen, wobei die Polymerketten im Wesentlichen zur Polymerisierung des Monomers beitragen können. Eine ausreichende Quer-Vernetzung liefert ein im wesentlichen wasserunlösliches Polymer. Eine ausreichende Quer-Vernetzung, welche die gleiche sein, die erforderlich ist, um eine im Wesentlichen vorliegende Unlösbarkeit zu schaffen, oder aber auch nicht, macht das Polymer auch superabsorbierend (wenn eine ausreichende Anzahl von neutralisierten Carboxylgruppen in dem Polymer vorhanden sind). So kann eine zusätzliche Vernetzung des unlöslichen Polymermaterials erforderlich sein, um dieses superabsorbierend zu machen. Der Grad der Vernetzung des unlöslichen Polymermaterials wird im Allgemeinen bestimmt durch den Reaktanztyp (insbesondere das Vernetzungsmittel) und durch die Konzentration und die Reaktionsbedingungen. Deshalb ist es notwendig, daß das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymermaterial superabsorbierend gemacht werden kann, indem es extremeren Reaktionsbedingungen und/oder einem zusätzlichen Vernetzungsmittel ausgesetzt wird. (Da die Superabsorptionsfähigkeit auch durch den Anteil von Salzgruppen in dem Polymer beeinflusst wird, können auch verschiedene Grade an Superabsorptionsfähigkeit verliehen werden, indem wenigstens ein Teil der Salz bildenden Gruppen (z. B. Carboxylgruppen) des Polymers neutralisiert werden, wie dies vorher beschrieben wurde.) Der Grad der Quer-Vernetzung, das heißt, die Vernetzungsdichte, kann so variiert werden, wie dies im Stand der Technik bekannt ist, um verschiedene Gelfestigkeiten und Gelvolumen zu schaffen, wie dies gewünscht sein kann. Im Allgemeinen gilt, daß die Vernetzungsdichte zunimmt auch die Gelfestigkeit zunimmt; das Gelvolumen aber abnimmt und bei einem konstanten Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse, die Absorptionsgeschwindigkeit abnimmt. So dient der Grad der Quer-Vernetzung teilweise dazu, die Absorptionskapazität und die Absorptionsgeschwindigkeit des superabsorbierenden Polymermaterials und somit des superabsorbierenden Polymerschaums zu bestimmen. Der Grad der Quer-Vernetzung beeinflusst auch das Restmonomer und den extrahierbaren Polymergehalt des Schaums. In einer bevorzugten Ausführungsform werden das interne Vernetzungsmittel und das Monomer in Reaktion gebracht, um so ein im Wesentlichen wasserunlösliches, superabsorbierendes Polymermaterial zu bilden, welches teilweise quer vernetzt ist, um so eine gewünschte Gelfestigkeit des Gelvolumens zu erhalten. In einer bevorzugten Ausführungsform, in welcher das Lösungsmittel Wasser ist und die Expansion und die Reaktion bei einer Temperatur von weniger als dem Siedepunkt des Wassers (das heißt, 100° bei 1000 kPa) (1 atm)) aufgetreten ist, umfaßt der resultierenden Schaum typischerweise Wasser, das aus dem Reaktionsgemisch durch das superabsorbierende Polymermaterial des Schaums absorbiert wurde. Ein gewisser Anteil von Wasser ist im Allgemeinen in den Schäumen erwünscht; um die Flexibilität und die Absorptionsgeschwindigkeit des Schaums zu verbessern. Vorzugsweise enthält der Schaum weniger als etwa 20 Gew.%, ganz bevorzugt weniger als etwa 10 Gew.%, äußerst bevor-

zugt weniger als etwa 5 Gew.% Wasser pro 100 Gewichtsteile des superabsorbierenden Polymermaterials des Schaums. (Diese bevorzugten Prozentanteile enthalten Wasser, welches aus der Umgebung absorbiert worden sein kann.) Der Anteil von Wasser kann gesteuert werden, indem die in dem Reaktionsgemisch verwendete Wassermenge variiert wird. Zudem kann das Wasser dem superabsorbierenden Polymerschaum hinzu gegeben werden (z. B. als externer Weichmacher). Obwohl es gewöhnlich nicht notwendig sein wird, kann der Wassergehalt z. B. durch Verschieben des Wasser mit einem niederen Alkohol, wie solchen die hier beschrieben wurden, und/oder durch Erwärmen des Schaums, um das Wasser zu verdampfen, z. B. durch Mikrowellenstrahlung, vermindert werden.

[0079] Wenn das Lösungsmittel ein anderes als Wasser ist, kann das verbleibende Lösungsmittel im Ganzen oder teilweise aus dem resultierenden Schaum entfernt werden. Dies wird ohne Weiteres durch Erwärmen des Schaummaterials auf eine Temperatur, die ausreicht, um das Lösungsmittel innerhalb einer vernünftigen Zeit zu verdampfen, z. B. nahe oder über dem Siedepunkt des Lösungsmittels, durchgeführt.

[0080] Typischerweise werden die Komponenten des Reaktionsgemisches und das Treibmittel in einen Behälter eingeführt, der für eine starke Schermischung ausgerüstet ist, und die stabile Dispersion, die oben beschrieben wurde, wird in dem Behälter gebildet. Das Treibmittel wird dann expandiert und das Monomer und das interne Vernetzungsmittel werden in Reaktion gebracht, um den Schaum zu bilden. Der Schaum wird typischerweise während und/oder nach seiner Formation geformt. Das Formgeben kann durch irgendeine herkömmliche Formgebungstechnik, wie sie im Stand der Technik bekannt ist, erreicht werden, um den Schaum so zu formen, daß dieser eine definierte Form und Größe hat. Bevorzugte Verfahren zum Formgeben des Schaumes umfassen ein Gießen, Formen oder Formungsvorgänge.

[0081] Gieß- und Formungstechniken umfassen im Allgemeinen das Einführen der stabilen Dispersion in einen präparierten Form-Hohlraum (eine offene oder geschlossene Form) und das Veranlassen der Expansion und Reaktion derart, daß der Schaum die Gestalt des Form-Hohlraumes annimmt. Beispiele spezifischer Gießformtechniken für die hier vorliegende Verwendung umfassen eine Kompressionsformung, eine Injektionsformung, eine Extrusion oder eine Laminierung. Formungstechniken umfassen die Durchführung verschiedener Vorgänge an der stabilen Dispersion bzw. an dem Schaum, um dessen Form und/oder Größe zu modifizieren. Beispiele spezifischer Formungstechniken für die hier vorliegende Verwendung umfassen Schleif-, Shopp-, Schneide-, Beschichtungs- und Extrusionsvorgänge. Zum Beispiel kann die stabile Dispersion durch eine Öffnung hindurch extrudiert werden, um einen Schaum mit einer Gestalt zu bilden, welche der Gestalt der Öffnung entspricht. Weiter kann die stabile Dispersion auf eine Oberfläche gegossen werden, um einen Schaum zu bilden, der eine gewünschte Form- oder Oberflächenmorphologie aufweist. Einige oder alle dieser Techniken können auch in Kombination verwendet werden, um den geformten Schaum zu bilden. Irgendeine geeignete Vorrichtung, wie sie im Stand der Technik bekannt ist, kann verwendet werden, um solche Vorgänge auszuführen: Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung sind in freier Form nützlich, einschließlich teilchenförmigen (einschließlich Körnchen, Klumpen und dergleichen), flächigen oder anderen dreidimensionalen Formen. Ein teilchenförmiges Schaummaterial kann aus einer fülligen Probe eines Schaummaterials durch irgendein geeignetes Verfahren erhalten werden, z. B. durch Schoppen oder Mahlen. In einem solchen Verfahren wird es jedoch wünschenswert sein, Anstrengungen zu unternehmen, im Wesentlichen die Morphologie des Schaummaterials, so wie dieses ursprünglich geformt worden ist, zu bewahren (z. B. das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse). Um ein freies (das heißt, nicht unterstütztes) Schaum-Flächengebilde zu formen, wird die stabile Dispersion auf ein temporäres Substrat aufgebracht, gefolgt von einer Expansion des Treibmittels und einer Reaktion des internen Vernetzungsmittels mit dem Monomer, um den im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymerschaum zu erhalten. Der Schaum wird dann ohne Weiteres von dem temporären Substrat entfernt. Temporäre Substrate umfassen irgendwelche Materialien, die für solche Zwecke bekannt sind, z. B. TEFLON®-Lagen, MYLAR®-Lagen und mit Abziehmateriale beschichtete Metallbleche. Die stabile Dispersion kann auf das Substrat durch irgendein herkömmliches Verfahren zum Präparieren von Folien oder Drucken aufgebracht werden, z. B. durch Messerbeschichtung, Sprühbeschichtung, Reversierwalzenbeschichtung, Tiefdruckbeschichtung, Kaltextrusionsbeschichtung oder -guß und dergleichen. Die stabile Dispersion kann auf das Substrat aufgebracht werden, um ein Schaumprodukt in einer gewünschten Gestalt zu erhalten. Alternativ kann das Schaumprodukt in eine gewünschte Form geschnitten werden.

[0082] Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung sind auch nützlich, wenn sie mit einem Träger verbunden sind, um ein absorbierendes Element zu bilden. Die Träger können irgendwelche Träger sein, wie sie im Stand der Technik bekannt sind, wie beispielsweise Vliesstoffbahnen, Tissuebahnen, herkömmliche Schäume, Polyacrylatfasern, mit Öffnungen versehene Polymerbahnen, synthetische Fasern, metallische Folien, Elastomere und dergleichen. Der Träger kann irgendein Material sein, das im Allgemeinen für die Verwendung in absorbierenden Artikel verwendet wird, einschließlich saugenden und nicht saugende Materialien. Beispiele von saugenden Trägern umfassen Tissuepapier (welches Papierhandtücher umfaßt). Beispiele von nicht saugenden Trägern umfassen Polymerfilme, wie Polypropylen. Für die Verwendung in absorbierenden Artikeln ist ein besonders geeigneter Träger ein Papiertissue. Zum Beispiel ist ein geeignetes Pa-

piertissue offenbart in US Patent 4,191,609, veröffentlicht für Trokhan am 04. März 1980; US Patent 4,529,480, veröffentlicht für Trokhan am 16. Juli 1985 und US Patent 4,637,859, veröffentlicht für Trokhan am 20. Januar 1987. Geeignete Träger umfassen auch irgendwelche Unterschichtmaterialien, die hier für die Verwendung in absorbierenden Artikeln beschrieben werden. Der Träger kann irgendeine gewünschte Form haben und kann geformt werden, vor, während oder nach der Verbindung mit dem Schaum.

[0083] Der Schaum kann mit dem Träger über chemische oder physikalische Bindeverfahren verbunden werden, wie dies bekannt ist, einschließlich durch Haftmittel oder Chemikalien, die reagieren, um den Schaum an den Trägern anzuhaften. Mit Verbindern sollen auch allgemein nichtgebundene Kombinationen des Schaums mit anderen Materialien gemeint sein, z. B. das Einschließen oder sandwichartige Aufnehmen des Schaums in oder zwischen anderen Materialien. Alternativ kann der Schaum mit dem Träger verbunden werden, indem die stabile Dispersion auf den Träger aufgebracht wird und eine Expansion und Reaktion veranlaßt wird, um so den Schaum auf dem Träger zu formen (das heißt, der Träger ist ein dauerhaftes Substrat), um eine superabsorbierende Schaum tragende Struktur zu schaffen. Die Schäume können, wenn sie mit dem Träger durch eines dieser Verfahren verbunden sind, in einer kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Form oder einem Muster vorliegen.

[0084] Wenn der Schaum auf dem Träger geformt wird (das heißt, der Träger ein dauerhaftes Substrat ist), werden der Träger und das Schaummaterial vorzugsweise derart ausgewählt, daß es eine ausreichende Bindung (physikalische und/oder chemische) des Schaums an dem Träger gibt; wie dies für die geplante Anwendung erforderlich ist. Die stabile Dispersion kann an der gesamten Oberfläche des Trägers oder einem Teil davon und in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Muster aufgebracht sein. Geeignete Muster können ausgewählt werden, um die Absorptionseigenschaften der Schaum tragenden Struktur bedarfsweise einzustellen. Zum Beispiel können für die Verwendung in Einwegwindeln spezielle Muster geformt werden, um definierte Absorptionseigenschaften in Windeln für die Verwendung von Mädchen oder Jungen zu schaffen.

[0085] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die stabile Dispersion an eine herkömmliche Extrudervorrichtung übertragen und durch diese extrudiert. Ein Beispiel einer Extrudervorrichtung ist gezeigt in den **Fig. 12–14** der *Principles of Polymer Materials*, zweite Ausgabe (McGraw-Hill Book Co., 1982) auf Seite 331. Die stabile Dispersion wird durch die Öffnung der Extrudervorrichtung hindurch auf ein temporäres oder dauerhaftes Bahnsubstrat extrudiert, gefolgt von den Expansions- und Reaktionsschritten, um das freie Schaum-Flächengebilde oder eine Schaum tragende Struktur zu formen. Die Temperatur und der Druck können in dem Extruder so gesteuert werden, daß der Expansions- und Reaktionsprozeß gesteuert ist. Zum Beispiel kann die Polymerisierung des Monomers, um ein im Wesentlichen lineares Polymer zu formen; veranlaßt werden, während sich das Gemisch in dem Extruder befindet. Die Expansion und die Reaktion des linearen Polymers, eines restlichen Monomers und des internen Vernetzungsmittels, erfolgt derart, daß ein im Wesentlichen wasserunlöslicher Schaum gebildet wird, können dann veranlagt werden, wenn die Dispersion sich an oder bereits jenseits der Öffnung befindet.

[0086] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird die stabile Dispersion auf ein dauerhaftes Substrat gedruckt, gefolgt von der Expansion und der Reaktion, um ein Schaum tragendes Substrat zu bilden. Beispielhafte Druckvorrichtungen und –techniken umfassen Rotationsdruck- und Flexodruck-Anlagen und -Verfahren, wie sie offenbart sind in *Flexography Principles and Practices*, 4. Ausgabe, Flexographic Technical Association, Inc., 1991. Das dauerhafte Substrat kann irgendeines von denjenigen sein, die hier diskutiert werden, vorzugsweise ein saugendes Material, ganz bevorzugt mit Zellulosefasern, äußerst bevorzugt mit Holzstoff-Fasern.

[0087] Wenn ein saugendes Substrat verwendet wird, ist es besonders wünschenswert, die stabile Dispersion in einem diskontinuierlichen Muster auf das saugende Substrat zu drucken, um ein absorbierendes Element zu bilden, das sowohl die kapillaren Absorptionseigenschaften des saugenden Materials als auch die osmotischen Absorptionseigenschaften des resultierenden, diskontinuierlichen Musters des superabsorbierenden Schaums besitzt. Um das diskontinuierliche Muster zu bilden, ist es im Allgemeinen wünschenswert, eine stabile Dispersion mit einer ausreichend hohen Viskosität zu verwenden, derart, daß das Saugen der Dispersion in das Substrat nicht in einem erheblichen Maße auftritt. Auf diese Weise werden die saugenden Eigenschaften des Substrats im Wesentlichen beibehalten. Zudem kann die höhere Viskosität eine Trennung des Lösungsmittels und der Reaktanten verhindern oder minimieren. Die Viskosität kann durch irgendeines der hier mit Bezug auf das Formen der stabilen Dispersion beschriebenen Verfahren gesteuert werden, z. B. durch die Verwendung eines Viskositäts-Steuermittels und/oder eines Mehrstufen-Reaktionsverfahrens. Zudem ist es im Allgemeinen wünschenswert, die Expansion und die Reaktion so zu initiieren, daß der Schaum innerhalb einer kurzen Zeit, vorzugsweise sofort, nach dem Drucken der stabilen Dispersion auf das Substrat gebildet wird. Zum Beispiel kann die Polymerisierung des Monomers zur Bildung eines linearen Polymers initiiert werden, indem z. B. die gedruckte Dispersion einer ultravioletten Strahlung ausgesetzt wird. Die Expansion und die Reaktion des linearen Monomers, eines restlichen Monomers und des internen Vernetzungsmittels in der, gedruckten Dispersion wird dann verlaßt, z. B. durch Aussetzen der gedruckten Dispersion Wärme. Die ultraviolette Strahlung, die verwendet wird, um die Polymerisierung des Monomers zu initiieren, kann ausreichend

sein, wenn das Treibmittel einen ausreichend niedrigen Siedepunkt hat und das Vernetzungsmittel eine ausreichend niedrige Aktivierungstemperatur hat. Bedarfsweise können zusätzliche Wärmequellen verwendet werden, z. B. Infrarotstrahlung.

[0088] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der superabsorbierende Polymerschaum der vorliegenden Erfindung flexibel gemacht. Eine Flexibilisierung kann erreicht werden, indem die geeigneten "internen" Weichmacher in dem Reaktionsgemisch aufgenommen werden, wobei die Weichmacher mit wenigstens einem der ein superabsorbierendes Polymer bildenden Materialien reaktiv ist. Bestimmte interne Weichmacher können als eine Monomerkomponente des Reaktionsgemisches verwendet werden, entweder alleine oder als Beimischung zu anderen oben beschriebenen Monomeren, vorausgesetzt, daß sie die Beschreibung dieser Monomere erfüllen. Solche Monomere können ausgewählt werden durch den Fachmann des Standes der Technik bei Betrachtung dieser Offenbarung. Die internen Weichmacher umfassen ungesättigte Materialien, die in der Lage sind, unter den oben beschriebenen Polymerisierungsbedingungen zu reagieren, um ein Additions-Polymermaterial oder das Additionspolymer selbst zu bilden. Die Additionspolymere haben eine relativ geringe Einfriertemperatur (das heißt, T_g), z. B. von weniger als etwa 25°C. Die Weichmacher können hydrophile Gruppe besitzen; wie Säure oder andere funktionale Gruppen. Geeignete interne Weichmacher umfassen Olefine, aromatische ethylenisch ungesättigte Monomere und C1-C24 Alkylester ungesättigter Carboxylsäuren. Vorzugsweise ist der interne Weichmacher ein Isobutylen oder 2-ethylhexylacrylat.

[0089] Der Typ und der Grad des internen Weichmachers können durch den Fachmann des Standes der Technik ausgewählt werden, um einen superabsorbierenden Polymer-schaum mit verschiedenen Graden an Flexibilität zu erhalten. Vorzugsweise ist der Schaum so ausgebildet, daß ein absorbierender Artikel, wie eine Windel oder ein Frauen-Hygieneprodukt, ausreichend nachgiebig ist, um sich so ohne Weiteres an die allgemeine Form und Kontur des menschlichen Körpers anzupassen.

[0090] Anstelle des oder zusätzlich zu dem internen Weichmacher kann eine "externe" weich machende Verbindung verwendet werden, um in dem resultierenden superabsorbierenden Polymerschaum eine Flexibilität zu schaffen. Externe Weichmacher umfassen im Allgemeinen andere weich machende Verbindungen als die obigen Additionpolymere und Additionpolymer bildenden Materialien. Solche Weichmacher umfassen hydrophile Verbindungen und hygroskopische Verbindungen. Beispielhafte hydrophile Verbindungen sind Wasser und Polyole mit relativ höherem Molekulargewicht, wie Polyethyleglycol und Polypropylenglycol mit einem mittleren Molekulargewicht von etwa 600 g/mol. Vorzugsweise wird eine hygroskopische Verbindung verwendet. Beispielhafte hygroskopische Verbindungen sind Glycerol und Polyole mit relativ geringem Molekulargewicht, wie Polyethylenglycol und Polypropylenglycol mit einem mittleren Molekulargewicht von etwa 200 g/mol Ganz bevorzugt ist der externe Weichmacher Glycerol.

[0091] Die externen Weichmacher können mit den benötigten, ein superabsorbierendes Polymer bildenden Materialien reaktiv sein oder in Reaktion gebracht werden oder nicht. Die Weichmacher können in dem oben beschriebenen Reaktionsgemisch enthalten sein. Alternativ kann der superabsorbierende Polymerschaum mit dem externen Weichmacher nach der Formation des Schaums z. B. durch Sprühen oder Eintauchen behandelt werden.

[0092] Die spezifischen Mengen des externen Weichmachers können durch den Fachmann des Standes der Technik ausgewählt werden, um den superabsorbierenden Polymerschaum auf das gewünschte Maß flexibel zu machen. Zum Beispiel kann der Weichmacher, wenn der Weichmacher in dem Reaktionsgemisch enthalten ist und mit ein oder mehreren der das superabsorbierende Polymer bildenden Materialien reaktiv ist, in einer stöchiometrisch überschüssigen Menge verwendet werden, um die gewünschte Flexibilität zu erhalten. Alternativ kann der externe Weichmacher dem Reaktionsgemisch hinzu gegeben werden, welcher dann unter Bedingungen in Reaktion gebracht wird, die nicht ausreichen, um die volle Reaktion des Weichmachers mit den benötigten, ein superabsorbierendes Polymer bildenden Materialien zu veranlassen.

[0093] Wenn das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymermaterial des Polymerschaums nicht vernetzt ist oder nur teilweise vernetzt ist, kann der Schaum weiter in Reaktion gebracht werden, um so Polymermaterial zu vernetzen oder weiter zu vernetzen. Wie oben angemerkt wurde; ist ein gewisser Grad an Vernetzung notwendig, um das Polymermaterial superabsorbierend zu machen. Zudem kann eine weitere Vernetzung auch erwünscht sein, um eine Polymerschaum, welcher bereits superabsorbierend ist, bestimmte Absorptionseigenschaften zu verleihen.

[0094] Ein nicht vernetzter Schaum kann sich ergeben, wenn das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymermaterial nur das Monomer in polymerisierter Form aufweist, z. B., wenn das Reaktionsgemisch kein internes Vernetzungsmittel enthält oder kein latentes Vernetzungsmittel enthält: Latente Vernetzungsmittel können auch zu teilweisen Vernetzung führen. Mit "latentes Vernetzungsmittel" ist gemeint, daß das Vernetzungsmittel nicht unter den speziellen Bedingungen reagieren wird, die für die Reaktions dem Monomers und des internen Vernetzungsmittels zur Bildung des wasserunlöslichen Polymers des Polymerschaum verwendet wird. So können die vorher beschriebenen internen Vernetzungsmittel als latente Vernetzungsmittel verwendet werden, solange die Reaktionsbedingungen so ausgewählt sind, daß eine latente Reaktion sicher gestellt ist. Das Reaktionsgemisch wird jedoch vorzugsweise wenigstens ein internes Vernetzungsmittel umfassen, wel-

ches in Reaktion gebracht wird, um das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymermaterial zu bilden.

[0095] Wenn ein latentes Vernetzungsmittel verwendet worden ist, kann der Schaum solchen Bedingungen von Zeit und Temperatur ausgesetzt werden, daß das latente Vernetzungsmittel in dem polymeren Netzwerk des im Wesentlichen wasserunlöslichen Polymermaterials des Schaums reagiert: Obwohl die benötigten Reaktionsbedingungen variieren werden, z. B. mit der vorhandenen speziellen Chemie, umfaßt die Reaktion im Allgemeinen ein Erwärmen des Schaumes auf Temperaturen von etwa 100°C bis etwa 250°C für eine Zeit von einer 1 Minute bis etwa 30 Minuten. Eine solche Reaktion veranlaßt typischerweise eine Quer-Vernetzung in im Wesentlichen dem gesamten Polymermaterial des Schaums. Als Ergebnis wird typischerweise die Gelfestigkeit von im Wesentlichen dem gesamten Polymermaterial des Schaums erhöht (und das Gelvolumen vermindert).

[0096] Eine teilweise Vernetzung kann auch von der Reaktion nur eines Teils der monomeren Reaktionsstellen mit dem internen Vernetzungsmittel herrühren, und zwar aufgrund z. B. einer stöchiometrischen Unzulänglichkeit des internen Vernetzungsmittels bei der Bildung des im Wesentlichen wasserunlöslichen polymeren Schaums. Das Polymermaterial eines solchen Schaums (welcher bereits superabsorbierend sein kann) kann nach der Formation des Schaumes durch Reaktion des Polymermaterials mit dem geeigneten externen Vernetzungsmittel weiter vernetzt werden. Eine externe Vernetzung ergibt sich bei der Vernetzung des Polymermaterials der Schaumoberflächen bei Berührung mit dem Vernetzungsmittel und, in Abhängigkeit von den Reaktionsbedingungen, mit dem Polymermaterial an der Suboberfläche. Im Allgemeinen gilt, je extremer die Bedingungen oder die Reaktivität der Reaktanten ist, desto mehr polymeres Oberflächen- oder Suboberflächenmaterial wird vernetzt. Die Vernetzung kann in verschiedenen Tiefen des Polymermaterials des polymeren Schaums veranlaßt werden, ausgehend von den polymeren Oberflächen; die in Kontakt mit dem externen Vernetzungsmittel stehen, in das Innere des Polymermaterials hinein. Zudem können Zonen unterschiedlicher Vernetzungsdichten präpariert werden, z. B. dadurch; daß eine Vernetzung in einer schrittweisen Form veranlaßt wird. Ein solcher Vernetzungsgradient kann gebildet werden, wobei die höchste Vernetzungsdichte an den Polymeroberflächen liegt (einschließlich derjenigen der interkommunizierenden Kanäle). In einer bevorzugten Ausführungsform werden nur die Oberflächen eines aus superabsorbierendem Polymermaterial geformten Schaums weiter vernetzt, derart, daß die Schaumoberflächen, einschließlich der Oberflächen der miteinander kommunizierenden Kanäle, eine relativ hohe Gelfestigkeit haben, während die Gelfestigkeit und das Gelvolumen des Suboberflächen-Polymermaterials im Allgemeinen unverändert ist. Ohne durch Theorie gebunden sein zu wollen, wird angenommen, daß eine solche Vernetzung eine Gelfestigkeit liefern kann, die ausreichen, eine Oberflächentrockenheit des Schaumes zu schaffen, wenn diese benäht wurde (und deshalb eine Hauttrockenheit bei der Benutzung), ohne einen signifikanten nachteiligen Einfluß auf die osmotische Absorptionskapazität und -geschwindigkeit. Zudem kann eine solche Oberflächenvernetzung die kapillare Absorptionssgeschwindigkeit verbessern.

[0097] Geeignete externe Vernetzungsmittel umfassen solche, die hier mit Bezug auf das interne Vernetzungsmittel beschrieben wurden. Vorzugsweise ist das externe Vernetzungsmittel in der Lage, covalente Vernetzungsbindungen mit dem Polymermaterial des Schaumes zu bilden, das heißt, das externe Vernetzungsmittel enthält ein oder mehrere funktionale Gruppen- oder ungesättigte Gruppen, die mit dem Polymermaterial des Schaumes reaktiv sind. Wenn das im Wesentlichen wasserunlösliche Polymermaterial Carboxylsäuregruppen enthält, tritt die bevorzugte Ausführungsform einer covalenten Vernetzung im Allgemeinen als Ergebnis der Formation, von Ester-, Amid-, Imid- oder Urethangruppen auf, und zwar durch Reaktion der Carboxylsäuregruppen mit den entsprechenden funktionalen Gruppen des Vernetzungsmittels. Demgemäß umfassen bevorzugte Vernetzungsmittel Polyhydroxyverbindungen, Polyamine, Polyisocyanate, Polyamide, Polyepoxide und und Polyhydroxyepoxidverbindungen. Vorzugsweise ist das externe Vernetzungsmittel eine Polyhydroxyverbindung, z. B. ein Polyethylenglycol, Polypropylenglycol und Glycerol. Äußerst bevorzugt wird Glycerol verwendet.

[0098] Der Polymerschaum kann mit dem externen Vernetzungsmittel in Reaktion gebracht werden, indem der Schaum zuerst dem externen Vernetzungsmittel ausgesetzt wird, z. B. durch Aufsprühen, Eintauchen oder Dampfabcheidung. Das Polymermaterial des Schaums wird dann mit dem externen Vernetzungsmittel unter solchen Bedingungen von Zeit und Temperatur in Reaktion gebracht, die ausreichen, die Reaktion in dem gewünschten Maße zu veranlassen, abhängig von dem speziellen Polymermaterial und dem externen Vernetzungsmittel. Solche Bedingungen können von dem Fachmann des Standes der Technik ohne Weiteres bestimmt werden. In Abhängigkeit von der Reaktionschemie kann eine Vernetzungsreaktion spontan bei Berühren des Polymerschaums mit dem Vernetzungsmittel auftreten, muß aber im Allgemeinen z. B. durch Strahlung oder Erwärmung induziert werden: Deshalb wird das externe Vernetzungsmittel unter Berücksichtigung des Induktionsverfahrens gewählt.

[0099] Einige der externen Vernetzungsmittel, wie die Polyhydroxyverbindungen, können auch als externe Weichmacher dienen. Im Allgemeinen wird ein externes Vernetzungsmittel dieses Typs, welches nicht vollständig mit dem superabsorbierenden Polymermaterial in Reaktion gebracht worden ist, als externer Weichmacher dienen. Dies kann erreicht werden, indem ein stöchiometrisches Übermaß an externem Vernetzungsmittel ge-

genüber dem Polymermaterial verwendet wird oder indem die externen Vernetzungsreaktionsbedingungen so gesteuert werden, daß eine vollständige Reaktion des Vernetzungsmittels mit dem Polymermaterial vermieden wird. Zudem kann das Wasser, welches durch ein hygroskopisches Vernetzungsmittel, z. B. Glycerol, angezogen wird, dahin gehend wirken, den superabsorbierenden Polymerschäum weich zu machen.

[0100] Die resultierenden superabsorbierenden Polymerschäume der Erfindung können gekennzeichnet sein durch eine verschiedene Absorptionsfähigkeit, durch verschiedene strukturelle und mechanische und andere Eigenschaften, wie folgt:

ABSORPTIONSEIGENSCHAFTEN

[0101] Die Absorptionseigenschaft bezieht sich auf die Kapazität des superabsorbierenden Polymerschums, Fluide zu absorbieren und zurück zu halten, mit welchen dieser in Kontakt kommt. Die Absorptionskapazität der hier vorliegenden Schäume hat zwei Komponenten: eine osmotische Absorptionskapazität (das heißt, Gelvolumen) und eine kapillare Absorptionskapazität. Die osmotische Absorptionskapazität bezieht sich auf die Fähigkeit des Polymermaterials des Schaums, Fluide zu absorbieren; während die kapillare Absorptionskapazität sich auf die Fähigkeit der Schaumkanäle bezieht, Fluide zu absorbieren (z. B. durch Ansaugen). Ebenso haben die hier vorliegenden Schäume eine osmotische Absorptionsgeschwindigkeit (die Geschwindigkeit, mit welcher das Polymermaterial Fluide absorbiert), und eine kapillare Absorptionsgeschwindigkeit (die Geschwindigkeit, mit welcher die Kanäle Fluide absorbieren. Sofern nicht anders ausgeführt, beziehen sich die Absorptionskapazität und -geschwindigkeit, so wie sie hier verwendet werden, auf die Gesamtheit (das heißt, die kombinierte osmotische und kapillare) Absorptionskapazität und -geschwindigkeit.

[0102] Die Absorptionskapazität kann sehr signifikant sein hinsichtlich der Natur des absorbierten Fluids und hinsichtlich der Art und Weise, in welcher das Fluid den Schaum berührt. Für Zwecke dieser Erfindung ist die Absorptionskapazität durch die Menge von synthetischem Urin definiert, das durch eingegebenes superabsorbierendes Polymerschäummaterial absorbiert wird, und, zwar in Gramm synthetisches Urin pro Gramm Schaum, und zwar in einem nachfolgend definierten Verfahren (da die spezifische Schwerkraft des synthetischen Urins etwa 1,0 beträgt, kann die Absorptionskapazität auch in ml synthetisches Urin pro Gramm Schaum festgehalten werden).

[0103] Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung sind solche, welche eine Absorptionskapazität von wenigstens etwa 10 Gramm, ganz bevorzugt wenigstens etwa 15 Gramm, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 50 Gramm synthetisches Urin pro Gramm Schaum haben. Superabsorbierende Polymerschäume mit dieser relativ hohen Absorptionskapazität-Eigenschaft sind besonders nützlich in absorbierenden Strukturen und Artikeln, da die Schäume definitionsgemäß wünschenswert hohe Mengen ausgeschiedener Körperfluide, wie Urin, halten können.

[0104] Die Absorptionsgeschwindigkeit ist die Absorptionskapazität, gemessen als Funktion der Zeit. Die Absorptionsgeschwindigkeit in Gramm (g) synthetisches Urin pro Gramm superabsorbierender Polymerschäum pro Sekunde (sec) beträgt vorzugsweise wenigstens etwa 0,5 g/g/sec, ganz bevorzugt wenigstens etwa 1 g/g/sec, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 2 g/g/sec.

[0105] Die Absorptionskapazität und -geschwindigkeit kann für irgendeine gegebene Schaumprobe unter Verwendung des in dem Abschnitt Testverfahren beschriebenen Vorgangs bestimmt werden.

[0106] Zusätzlich zu der relativ hohen Absorptionskapazität und Absorptionsgeschwindigkeit besitzen die superabsorbierenden Polymerschäume vorzugsweise auch bestimmte Gelfestigkeitseigenschaften. Die Gelfestigkeit bezieht sich auf die Neigung des Schaumes, sich unter der Spannung, wenn der Schaum ein Fluid absorbiert; zu verformen oder zu spreizen. Ohne durch Theorie gebunden sein zu wollen, wird angenommen, daß für eingegebenes superabsorbierendes Polymermaterial eine solche Gelfestigkeit die kapillare Absorptionskapazität und, die kapillare und osmotische Absorptionsgeschwindigkeit gesteigert werden kann, indem das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse des Schaums erhöht wird. Deshalb ist es wünschenswert, in absorbierenden Strukturen und Artikeln solche superabsorbierenden Polymerschäume mit einer adäquaten Gelfestigkeit und dem größtmöglich erreichbaren Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse zu verwenden.

[0107] Es hat sich auch heraus gestellt; daß die Gelfestigkeit (das heißt, die Gelverformungsneigung) direkt mit dem Schermodul des superabsorbierenden Polymerschums korreliert. Demgemäß können superabsorbierende Polymerschäume mit einer ausreichenden Gelfestigkeit, um in absorbierenden Strukturen und Artikeln der vorliegenden Erfindung nützlich zu sein, richtig charakterisiert werden, indem die Gelfestigkeit durch das Schermodul des Schaums spezifiziert wird.

[0108] Das Schermodul kann z. B. bequem gemessen werden durch ein Verfahren, welches, die Verwendung eines Spannungs-Rheometers umfaßt, um das Verhältnis von (a) einer auf eine gegebene Schaumprobe aufgetragenen Spannung zu (b) der durch die Probe gezeigten resultierenden Dehnung zu bestimmen. Die auf diese Weise getestete Schaumprobe ist mit synthetischem Urin bis auf ihre Absorptionskapazität gequollen. Das Verhältnis von Spannung zu Dehnung wird bestimmt und das Schermodul der resultierenden Schaumprobe in Dyne/cm² wird dann nachfolgend aus diesem Verhältnis berechnet. Ein geeignetes Verfahren für die Ver-

wendung ist beschrieben in US Patent Re 32,649, veröffentlicht für Brandt et al. am 19. April 1988.

[0109] Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung haben vorzugsweise Gelfestigkeiten, derart, daß diese Schäume ein Schermodul von wenigstens etwa 1 Dyne/cm², ganz bevorzugt innerhalb eines Bereichs von etwa 1 Dyne/cm² bis 5 Dyne/cm² zeigen. Ohne durch eine bestimmte Theorie gebunden zu sein, wird angenommen, daß Schäume mit solchen Gelfestigkeiten einer Verformung bei einer Fluidabsorption widerstehen und eine verringerte Neigung haben, zu fließen (das heißt, die Schäume sind "fluidstabil"). Auf diese Weise können die bevorzugten Gelfestigkeiten den miteinander kommunizierenden Kanälen der Schäume der vorliegenden Erfindung erlauben, bestehen zu bleiben und vergrößert zu werden, wenn sie durch Fluide gequollen sind, so daß der Schaum nachfolgende Fluidladungen annehmen und transportieren kann. Die bevorzugten Gelfestigkeiten können auch dazu dienen, die Hauttrockenheit zu verbessern.

[0110] Ein weiteres Merkmal der Schäume der vorliegenden Erfindung ist, daß die Schäume im Allgemeinen isotropisch quellen, selbst unter moderaten Grenzdrücken, wenn Fluide auf den Schäumen abgelagert werden oder in Kontakt mit diesen gelangen. Ein isotropisches Quellen wird hier verwendet, um anzugeben, daß der Schaum im Allgemeinen in allen Richtungen gleich quillt, wenn er benetzt wird. Ein isotropisches Quellen ist eine wichtige Eigenschaft des Schaums, weil das superabsorbierende Polymermaterial des Schaums, die Zellen und die miteinander kommunizierenden Kanäle in der Lage sind, ihre relative Geometrie und ihre räumlichen Beziehungen beizubehalten, selbst in gequollenem Zustand, derart, daß die vorhandenen Kapillarkanäle während der Benutzung beibehalten werden, wenn nicht sogar vergrößert werden (das Polymermaterial, die Zellen und die Kanäle werden während des Quellvorganges größer). Auf diese Weise kann der Schaum zusätzliche Fluidladungen einsaugen oder durch sich selbst hindurch transportieren.

STRUKTURELLE MERKMALE

[0111] Spezifische, in gewissem Maße miteinander zusammen hängende und voneinander abhängige strukturelle Eigenschaften der superabsorbierenden Polymerschäume wurden in Anwendungen, welche die Absorption von wäßrigen Körperfluiden umfassen, als in höchstem Maße wünschenswert erkannt. Die verschiedenen strukturellen Eigenschaften der bevorzugten superabsorbierenden Polymerschäume können wie folgt zusammen gefaßt werden:

A) VERHÄLTNIS VON OBERFLÄCHENBEREICH ZUR EINHEITSMASSE

[0112] Das Verhältnis des Oberflächenbereichs zur Einheitsmasse ist der Gesamtbereich, der superabsorbierenden Polymermaterial-Oberflächen des Schaums, einschließlich der Oberflächen der Zellen und der miteinander kommunizierenden Kanäle zu der Gesamtmasse des superabsorbierenden Polymermaterials. Das Verhältnis des Oberflächenbereichs zur Masse ist Indikativ für die Geschwindigkeit der Fluidaufnahme, insbesondere der osmotischen Absorptionsgeschwindigkeit des Schaums. Je größer das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse des Schaums ist, desto mehr Fläche gibt es für die Diffusion des zu absorbierenden Fluids. So werden als Schäume mit einer gegebenen Gelfestigkeit-Eigenschaft Schäume mit einem höheren Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse bevorzugt.

[0113] Es wird auch angenommen, daß das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse wichtig ist bei der Minimierung der Deaktivierung des superabsorbierenden Materials des Schaums durch Körperfluide, welche Komponenten mit hohem Molekulargewicht enthalten, z. B. Blut und Menstruationsfluide. Falls das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse zu klein ist, wird davon ausgegangen, daß solche Komponenten aufgrund ihrer molekularen Größe den Schaum oder Bereiche desselben physikalisch deaktivieren.

[0114] Aufgrund der obigen Gründe ist es wünschenswert, das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse der superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung zu maximieren. Im Allgemeinen wird jedes Merkmal, welches die Schaumkapillarität steigert, auch das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse steigern. Zum Beispiel nimmt das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse zu, wenn die Zellgröße abnimmt und/oder wenn die Anzahl von Zellen, die prozentual offenen Zellen und/oder die prozentual miteinander kommunizierenden Kanäle zur nimmt. Auf diese Weise kann das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse durch irgendeine der Schaumzusammensetzungs- oder Behandlungsparameter erhöht werden, welche diese Parameter auf diese Weise beeinflussen.

[0115] Die superabsorbierenden Polymerschäume haben typischerweise ein Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse von wenigstens etwa 0,2 m²/g, ganz bevorzugt wenigstens etwa 1,6 m²/g und äußerst bevorzugt wenigstens 3 m²/g. Ein geeignetes Verfahren zum Bestimmen des Verhältnisses von Oberflächenbereich zur Masse (unter Verwendung des Gasadsorptionsverfahrens nach Brunauer-Emmet-Teller (BET)) wird in größerem Detail im Abschnitt Testverfahren ausgeführt.

B) PROZENTUAL OFFENE ZELLEN

[0116] Polymere Schäume können in ihrem Charakter relativ geschlossen-zellig oder relativ offen-zellig sein, und zwar in Abhängigkeit davon, ob und/oder in welchem Ausmaß die Zellwände oder Grenzen (das heißt, die Zellfenster) mit Polymermaterial gefüllt sind oder dieses aufnehmen. Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung sind relativ offen-zellig dahingehend, daß die einzelnen Zellen des Schaums zum größten Teil nicht vollständig durch Polymermaterial der Zellwände voneinander isoliert sind. So haben die Zellen in solchen im Wesentlichen offenzelligen Schaumstrukturen interzelluläre Öffnungen oder "Fenster", die groß genug sind, um einen Fluidtransfer von einer Zelle zu der anderen innerhalb der Schaumstruktur ohne Weiteres zu erlauben. Eine offenzellige Struktur ist wichtig sowohl für die kapillare Absorptionsgeschwindigkeit als auch für die Kapazität, des Schaums. Ein verbesserter kapillarer Transport verbessert auch die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit, da ein größerer Bereich des superabsorbierenden Polymermaterials des Schaums dem Fluid ausgesetzt ist.

[0117] In im Wesentlichen offenzelligen Strukturen des hier nützlichen Typs hat der Schaum im Allgemeinen einen retikulierten Charakter, wobei die einzelnen Zellen durch eine Mehrzahl von miteinander verbundenen, dreidimensional verzweigten Bahnen definiert sind. Die Stränge des Polymermaterials, welches die verzweigten Bahnen der offenzelligen Schaumstruktur aufbaut, können als "Streben" bezeichnet werden. Für Zwecke der vorliegenden Erfindung ist ein superabsorbierender Schaum "offenzellig", wenn wenigstens etwa 25%, vorzugsweise wenigstens etwa 50% und äußerst bevorzugt wenigstens etwa 75% der Zellen in der Schaumstruktur in Fluidkommunikation mit wenigstens einer benachbarten Zelle stehen. Alternativ kann der Schaum als im Wesentlichen offenzellig angesehen werden, wenn dieser ein verfügbares Porenvolumen hat, welches einen minimalen Wert übersteigt, wie dies nachfolgend ausgeführt wird.

[0118] Zudem sind die interzellulären Öffnungen der hier vorliegenden Schäume derart, daß der Schaum im Wesentlichen kontinuierliche, miteinander kommunizierende Kanäle im Wesentlichen im gesamten Schaumnetzwerk hat, das heißt, die interzellulären Öffnungen bilden ein miteinander verbundenes Netzwerk von Kanälen, welche frei von Polymermaterial sind, derart, daß der Schaum flüssigkeitsdurchlässig ist. Die Kanäle erlauben den Fluiden, welche den Schaum berühren, über Kapillarkräfte (das heißt, es sind kapillare Transportkanäle gebildet) zu anderen Bereichen des Schaumes transportiert werden; so daß das Gesamtvolumen des Schaums beim Absorbieren der Fluide genutzt wird. Ferner erlauben die Zellen und die miteinander kommunizierenden Kanäle, wenn der Schaum gequollen ist, Fluiden durch den Schaum entweder zu einem von der anfänglichen Fluidkontaktstelle entfernten, superabsorbierenden Polymermaterial oder zu anderen Strukturen, die in Kontakt mit dem Schaum stehen, zu gelangen. So wird der Schaum als flüssigkeitsdurchlässig angesehen, und zwar aufgrund der Zellen und der miteinander kommunizierenden Kanäle. Die miteinander kommunizierenden Kanäle sollen die kapillare Absorptionsgeschwindigkeit und -kapazität verbessern. Da die Kanäle eine Verteilung der Fluide in dem Schaum erlauben, liefern sie auch eine erhöhte Nutzung der fluidhaltenden Eigenschaften des superabsorbierenden Polymers des Schaums; wodurch die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit des Schaums verbessert wird.

[0119] Vorzugsweise sind die interzellulären Öffnungen so, daß ein interzellulärer Kapillarstrom der Fluide (das heißt, die interzelluläre Fluidkommunikation) bei wenigstens etwa 25%, ganz bevorzugt wenigstens etwa 50%, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 75% der Zellen erlauben. Das Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse und das verfügbare Porenvolumen kann für den Anteil der Zellen mit einer interzellulären Kommunikation indikativ sein.

[0120] Merkmale, welche die Formation miteinander kommunizierender Kanäle beeinflussen, umfassen den Anteil, die Teilchengröße und die Teilchengrößenverteilung des Treibmittels und die Steuerung der Expansions- und Reaktionsschritte, um so das Treibmittel vor der kritischen Viskosität zu expandieren.

C) MITTLERE ZELLENGRÖSSE UND ZELLENGRÖSSENVERTEILUNG

[0121] Ein weiteres strukturelles Merkmal der superabsorbierenden Polymerschäume. Ist die Zellengröße. Schaumzellen werden häufig im Wesentlichen sphärisch in ihrer Gestalt sein. So ist die Größe oder "Durchmesser" von solchen im Wesentlichen sphärischen Zellen ein allgemein verwendeter Parameter zum Charakterisieren, von Schäumen im Allgemeinen sowie zum Charakterisieren der bevorzugten superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung. Da Zellen in einer gegebenen Probe von Polymerschäum nicht notwendigerweise etwa die gleiche Größe haben, wird häufig eine mittlere Zellengröße, das heißt, ein mittlerer Zelldurchmesser spezifiziert. Ebenso kann die Zellengrößenverteilung, welche den Bereich der Zellengrößen wiedergibt, spezifiziert werden.

[0122] Die Zellengröße eine Faktor ist, welcher die Kapillarität des Schaums bestimmt, ist die Zellengröße ein Parameter, der sowohl die osmotische als auch die kapillare Absorptionsgeschwindigkeit der hier vorliegenden superabsorbierenden Schäume direkt beeinflussen kann. Die Zellengröße in Verbindung mit der Anzahl von Zellen (welche sich auf die Dichte bezieht) kann auch mechanische Eigenschaften, einschließlich die Flexibi-

lität, der hier vorliegenden Schäume beeinflussen. Im Allgemeinen kann für eine gegebene Schaumdichte die gesamte Flexibilität des fülligen Schaumes zunehmen, wenn die mittlere Zellengröße abnimmt.

[0123] Eine Anzahl von Techniken ist zum Bestimmen der mittleren Zellengröße in Schäumen verfügbar. Diese Techniken umfassen Mercury-Porosimetrieverfahren, welche im Stand der Technik allgemein bekannt sind. Die nützlichste Technik je- doch zum Bestimmen der Zellengröße in Schäumen umfaßt die einfache photographische Messung einer Schaumprobe. **Fig. 1** der Zeichnungen z. B. ist eine Mikrophotographie einer Kante eines typischen superabsorbierenden Schaums der vorliegenden Erfindung. Auf den mit **1a** markierten Bereich der Mikrophotographie (die um das 50-fache vergrößerte Kante) ist ein Maßstab gelegt, welcher eine Abmessung von 50 mm darstellt; auf den mit **1b** markierten Bereich (ein rechtwinkliger Bereich von **1a**, um etwa 250-fach vergrößert) ist ein Maßstab gelegt, der eine Abmessung von 100 Micron darstellt (ebenso liegen in **Fig. 2** einer Mikrophotographie einer Kante des Schaums aus **Fig. 1** von einer senkrechten Ebene zu der Ebene der Kante in **Fig. 1** ähnliche Maßstäbe auf den mit **2a** (50×) und **2b** (250×) markierten Bereichen). Solche Maßstäbe können verwendet werden, um die mittlere Zellengröße über ein Bildanalyseverfahren zu bestimmen. Die Bildanalyse von Mikrophotographien von Schaumproben ist ein allgemein verwendetes analytisches Werkzeug, welches verwendet werden kann, um die mittlere Zellengröße der hier vorliegenden Schaumstrukturen zu bestimmen. Eine solche Technik ist in größerem Detail beschrieben in US Patent 4,788,225, veröffentlicht für Edwards et al. am 29. November 1988. Von den verschiedenen Zellmessungen, welche beim Bestimmen der mittleren Zellengröße genommen werden, kann die Zellgrößenverteilung leicht bestimmt werden, einschließlich eines Bereichs und der prozentualen Größen innerhalb eines solchen Bereichs.

[0124] Es ist im Allgemeinen wünschenswert, Schäume mit der minimalen möglichen Zellengröße zu schaffen, bei der die interzelluläre Fluidkommunikation fortlaufend erhalten wird, und mit dem vorher beschriebenen Verhältnis von Oberflächenberich zur Masse zu schaffen. Wie durch die direkte photographische Messung bestimmt wird, werden die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung typischerweise eine mittlere Zellengröße von weniger als etwa 100 µm, ganz bevorzugt weniger als etwa 50 µm, äußerst bevorzugt weniger als etwa 20 µm haben. Im Allgemeinen wird die minimale Zellengröße im Bereich von etwa 1 bis etwa 10 µm liegen. Vorzugsweise werden wenigstens etwa 50%, ganz bevorzugt wenigstens etwa 75%, äußerst bevorzugt wenigstens etwa 90% der Zellen innerhalb der obigen Zellgrößenbereiche liegen.

[0125] Die Zellgrößenverteilung kann sowohl die osmotischen als auch die kapillaren Absorptionsgeschwindigkeiten beeinflussen. Zum Maximieren der kapillaren Absorptionsgeschwindigkeit wird angenommen, vorzugsweise eine engere Zellgrößenverteilung bereit zu stellen, vorzugsweise derart, daß der Schaum einen Zellgrößen-Verteilungswert von 5, ganz bevorzugt höchstens 3, noch bevorzugter höchstens 2 hat. Für die schnellste kapillare Absorptionsgeschwindigkeit beträgt der Zellverteilungswert **1** (das heißt, alle Zellen haben die gleiche Größe). Die Zellgrößenverteilungen entsprechend dieser Werte sind in Tabelle I summiert. Es wird ferner angenommen, daß die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit mit einer Schaummorphologie mit einer Kombination aus kleinen Zelten und einer breiteren Zellgrößenverteilung maximiert wird, daß es eine "Packung" kleinerer Zellen unter größeren Zellen gibt. Deshalb wird für eine geeignete Ausgewogenheit sowohl der osmotischen als auch der kapillaren Absorption durch die hier vorliegenden Schäume vorgezogen, daß der Zellverteilungswert größer als 1 und kleiner als 3, äußerst bevorzugt kleiner als 2, ist.

[0126] Die Größe der Zellen in den superabsorbierenden Polymerschäumen können durch eine Variation bestimmter Schaumzusammensetzung- und Behandlungsmerkmale beeinflusst und gesteuert werden, wie dies hier beschrieben wird, insbesondere solchen, welche die Teilchengröße des Treibmittels in der stabilen Dispersion beeinflussen. Zum Beispiel wird die Zellengröße durch das Viskositätsverhältnis, die Scherspannung beim Bilden der Dispersion und durch die in den Expansions- und Reaktionsschritten verwendete Temperatur und Druck beeinflusst. Für ausreichend flexible Schäume kann die Zellengröße auch verändert werden, indem einfach die festen Schaumstrukturen komprimiert werden; nachdem sie präpariert wurden.

[0127]

[0128] Eine engere Zellgrößenverteilung kann durch die richtige Auswahl eines grenzflächenaktiven Stoffes für ein gegebenes Treibmittel und Reaktionsgemisch unterstützt werden, um so die Coaleszenz der dispergierten Treibmittelteilchen vor und/oder während der Expansion zu minimieren. Zum Beispiel ist ein grenzflächenaktiver Stoff mit hydrophilen und hydrophoben Gruppen im Allgemeinen zum Stabilisieren eines wasserunlöslichen Treibmittels in einem Reaktionsgemisch wirksam, in welchem das Lösungsmittel Wasser ist. Das Verhältnis von hydrophilen und hydrophoben Gruppen in den grenzflächenaktiven Stoff kann variiert werden, um die Coaleszenz der Treibmittelteilchen zu minimieren, vorzugsweise indem die HLB-Werte des grenzflächenaktiven Stoffes und des Treibmittels angepaßt werden, wodurch eine gleichförmige Zellgrößenverteilung unterstützt wird. Eine engere Zellgrößenverteilung kann auch durch Verminderung des Viskositätsverhältnisses unterstützt werden.

TABELLE I

Zellverteilungswert *

Mittlere Zellengröße	1	2	3	4	>5
100 µm	100%-100	50% - 95-105	33,3% - 95-105	25% - 95-105	17% - 95-105
		25% - 75-<95	33,3% - 65 <95	37,5% - 62-<95	41,5% - <95
		25% - >105-125	33,3% - >105-135	37,5% - 105-138	41,5% - >105
50 µm	100%-50	50% - 45-55	33,3% - 45-55	25% - 45-55	17% - 45-55
		25 - 35-<45	33,3% - 35-<45	37,5% - 33-<45	41,5% - <45
		25% - >55-65	33,3% - >55-65	37,5% - >55-65	41,5% - >55
20 µm	100%-20	50% - 18-22	33,3% - 18-22	25% - 18-22	17% - 18-22
		25% - 15-<18	33,3% - 15-<18	37,5% - 12-<18	41,5% - <18
		25% - >22-25	33,3% - >22-25	37,5% - >22-26	41,5% - >22

* Prozentanteil von Zellen mit einer spezifizierten Größe in µm (z.B. 25% >105-125 bedeutet, daß 25% der Zellen eine Größe von größer als 105 und kleiner als oder gleich 125 haben)

D) SCHAUMDICHTEN

[0129] Die Dichte der superabsorbierenden Polymerschäume kann eine Anzahl von Leistungs- und Mecha-

neigenschaft dieser Schäume beeinflussen. Solche Eigenschaften umfassen sowohl die osmotische als auch die kapillare Absorptionskapazität und -geschwindigkeit und die Schaumflexibilität. Im Allgemeinen wird für ein, gegebenes Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse und für eine gegebene Zellengröße bei Abnahme der Schaumdichte die osmotische Absorptionsgeschwindigkeit und die kapillare Absorptionsgeschwindigkeit zunehmen. Es ist wichtig, daß die Dichte der superabsorbierenden Polymerschäume auch die Kosteneffektivität der hier vorliegenden absorbierenden Artikel bestimmen kann.

[0130] Die Schaumdichte (in Gramm Schaummaterial pro Kubikzentimeter Schaumvolumen in Luft) wird hier auf Trockenbasis spezifiziert. So kann die Menge einer absorbierenden wäßrigen Flüssigkeit, z. B. einer Restflüssigkeit, welche in dem Schaum zurück geblieben sein kann, z. B. nach seiner Formation, wird beim Berechnen und Ausdrücken der Schaumdichte nicht berücksichtigt. Die Schaumdichte, wie sie hier spezifiziert wird, umfaßt jedoch jedes restliche Feststoffmaterial, wie einen grenzflächenaktiven Stoff, einen externen Weichmacher etc., welcher in dem superabsorbierenden Polymerschäum vorhanden sein kann. Ein solches Restmaterial kann tatsächlich eine signifikante Masse zu dem Schaummaterial beitragen.

[0131] Jedes geeignete gravimetrische Verfahren, welches eine Bestimmung der Masse des festen Schaummaterials pro Einheitvolumen der Schaumstruktur liefert, kann verwendet, um die Schaumdichte zu messen. Zum Beispiel wird ein gravimetrisches Verfahren, das hier für die Verwendung geeignet ist, vollständiger beschrieben in US Patent 5,147,345, veröffentlicht für Young et al. am 15. September 1992. Für solche Situationen, in welchen die Schaumproben-Präparierungsverfahren (Trocknen, Altern, Vorbiegen, etc.,) die erhaltenen Dichtemessungen nachteilig verändern könnten, können dann auch andere Tests zur Dichtebestimmung verwendet werden.

[0132] Solche alternativen Verfahren könnten z. B. gravimetrische Dichtemessungen unter Verwendung einer in das Schaummaterial absorbierten Testflüssigkeit umfassen. Dieser Typ eines Dichtebestimmungsverfahrens kann zum Charakterisieren von Schäumen mit sehr geringer Dichte als hier vorliegende Schäume sehr nützlich sein, in welchen die trockene Dichte etwa dem Umgekehrten des Porenvolumens des Schaumes entspricht. Siehe Chatterjee, "Absorbency", Textile Science and Technology, Band 7, 1985, Seite 41, hier durch Bezugnahme mit aufgenommen. Die Bereiche für die Schaumdichte, die nachfolgend angegeben werden, sind dazu gedacht, inklusive zu sein, das heißt, sie sind dazu gedacht, Dichtewerte zu umfassen, die durch irgendein vernünftiges experimentelles Testverfahren bestimmt werden können.

[0133] Es wird im Allgemeinen bevorzugt, die Dichte der superabsorbierenden Polymerschäume zum Erhalt eines Schaumes konsistent zu minimieren, welcher eine gewünschte Struktur von miteinander kommunizierenden Kanälen, von Zellengröße und von Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse hat. Die Schaumdichte kann eingestellt werden, indem bestimmte Schaumzusammensetzung und Behandlungsparameter gesteuert werden, z. B. die Zugabemenge des Treibmittels. Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung haben typischerweise Trockenbasis-Dichtewerte, welche im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 0,5 g/cm³ liegen. Die Dichte der superabsorbierenden Polymerschäume muß hier nicht in der ganzen Struktur gleichförmig sein; das heißt, einige Bereiche oder Zonen des Schaumes können relativ höhere oder geringere Dichten als andere Bereich oder Zonen desselben haben. Wenn der Schaum jedoch im Wesentlichen kontinuierliche, miteinander kommunizierende Kanäle im Wesentlichen überall und einen relativ kleinen Zellverteilungswert hat, wird die Dichte im Wesentlichen überall gleichförmig sein.

E) PORENVOLUMEN

[0134] Wie oben für Schäume mit sehr geringer Dichte aufgeführt, entspricht die trockene Dichte etwa dem Umgekehrten des Porenvolumens. Deshalb kann das Porenvolumen dazu dienen, Dichtemessungen für die hier vorliegenden Schäume bereit zu stellen. Zudem kann das Porenvolumen mit der Anzahl von Zellen, dem Prozentanteil offener Zellen und dem Prozentanteil miteinander kommunizierender Kanäle in der Schaumstruktur korreliert werden. Im Allgemeinen nimmt, wenn das Porenvolumen zunimmt, die Anzahl von Zellen, die Anzahl von offenen Zellen und der Grad der Fluid-Interkommunikation der Schaumkanäle auch zu.

[0135] Das Porenvolumen ist ein Maß des Volumens der Öffnungen oder der Zellen in einer porösen Schaumstruktur pro Einheitsmasse des Festmaterials (das heißt, der Polymerstruktur plus irgendwelcher restlicher Feststoffe), welches die Schaumstruktur bildet. Das Porenvolumen kann bei der Beeinflussung eine Anzahl von Leistungs- und Mechanikmerkmalen der superabsorbierenden Schäume wichtig sein, wie dies, mit Bezug auf die Schaumdichte beschrieben wurde.

[0136] Das Porenvolumen kann durch irgendein geeignetes experimentelles Verfahren bestimmt werden, welches eine genaue Angabe des tatsächlichen Porenvolumens der Struktur ergibt. Solche experimentellen Verfahren werden im Allgemeinen die Messung des Volumens und/oder der Masse einer Testflüssigkeit umfassen, welche in die Schaumstruktur eingegeben werden kann und welche deshalb repräsentativ ist für das durch die offenen Zellen des Schaums eingenommene Volumen ist. Aus diesem Grund kann der Porenvolumen-Parameter der Schäume auch als "verfügbares Porenvolumen" bezeichnet werden.

[0137] Ein herkömmlichen Weg zum experimentellen Bestimmen des verfügbaren Porenvolumens umfaßt

die Einführung einer Flüssigkeit mit geringer Oberflächenspannung, wie Isopropanol in die Schaumstruktur von außerhalb der Schaumstruktur. Ein Verfahren zum Bestimmen des verfügbaren Porenvolumens unter Verwendung von Isopropanol ist in dem oben angegebenen US Patent 5,147,345 ausgeführt. Es sei jedoch so verstanden, daß alternative Testflüssigkeiten und Verfahren auch verwendet werden können, um das verfügbare Porenvolumen zu bestimmen.

[0138] Es ist im Allgemeinen wünschenswert, das Porenvolumen der hier vorliegenden Schäume zu maximieren. Das Porenvolumen der superabsorbierenden Polymerschäume kann durch Einstellen vieler der gleichen Schaumzusammensetzung- und Behandlungsparameter, wie bei der Dichteeinstellung, beeinflusst und gesteuert werden. Zum Beispiel können das Porenvolumen beeinflussende Merkmale die Zugabemenge des Treibmittels und die Teilchengröße des Treibmittels umfassen.

[0139] Die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung haben im Allgemeinen ein Porenvolumen von wenigstens etwa 5 ml/g, ganz bevorzugt von wenigstens etwa 10 ml/g und äußerst bevorzugt wenigstens etwa 30 ml/g. Typischerweise liegt das Porenvolumen im Bereich von etwa 5 bis etwa 40 ml/g. Solche Bereiche für das Porenvolumen sollen eine "inklusive" Definition des theoretischen Porenvolumens für Schäume sein, die durch diese Erfindung umfaßt werden. Falls somit ein experimentelles Verfahren, von welchem vernünftigerweise angenommen, daß es Messungen ergibt, die in etwa dem theoretischen Porenvolumen entsprechen, Werte innerhalb der vorstehenden Bereiche liefert, dann liegen die durch eine solches Verfahren getesteten Schaummaterialien im Schutzbereich dieser Erfindung:

F) SPEZIFISCHER OBERFLÄCHENBEREICH FÜR DIE KAPILLARE ANSAUGUNG

[0140] Ein weiteres strukturelles Merkmal für die bevorzugten superabsorbierenden Polymerschäume ist hier ein bestimmter spezifischer Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung. Der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung ist im Allgemeinen ein Maß des für die Testflüssigkeit verfügbaren Oberflächenbereichs des polymeren Netzwerks, welcher spezielles Verhältnis von Schaumpro Einheitsmasse des fülligen Schaummaterials bildet (das heißt, das polymere strukturelle Material plus dem restlichen Feststoffmaterial). Der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung wird bestimmt sowohl durch die Abmessung (das heißt, den Durchmesser) der zellularen Einheiten in dem Schaum als auch durch die Größe (das heißt, die Länge, Breite und Dicke) der Streben, welche die Zellkern Einheiten bilden. Der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung ist somit ein Weg der Quantifizierung der Gesamtmenge der festen Oberfläche, die durch das Schaumnetzwerk geliefert wird, auf das Maß, in welchem eine Oberfläche an der Absorptionfähigkeit teilnimmt.

[0141] Der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung einer offenzelligen Schaumstruktur, wie den superabsorbierenden Polymerschäumen der vorliegenden Erfindung, ist ein Merkmal des Schaums, welches die Kapillarität (oder die kapillare Ansaugung), die von dem Schaum gezeigt wird, beeinflusst. Obwohl das Verhältnis des Schaumoberflächenbereichs zur Masse besonders wichtig ist für die Bestimmung der osmotischen Absorptionsgeschwindigkeit des Schaums, kann die Schaumkapillarität derart ausgewählt und gesteuert werden, daß die superabsorbierenden Polymerschäume einen Grad an Kapillarität haben, welcher den Transport, z. B. die Ansaugung, von Fluiden innerhalb der Schaumstruktur erlaubt. Die Einstellung des spezifischen Oberflächenbereichs für die kapillare Ansaugung ist somit ein geeignetes Mittel zum Bereitstellen eines Grades an Kapillarität für die superabsorbierenden Polymerschäume, wie dies bedarfsweise ausgewählt werden kann. Schäume mit einem relativ hohen spezifischen Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung können eine sehr wünschenswerte Kombination von einer höheren kapillaren Absorptionskapazität und höheren kapillaren und osmotischen Absorptionsgeschwindigkeiten liefern. Ein hoher spezifischer Oberflächenbereich ist eine Folge der Feinheit der Streben, welche die Schaumstruktur aufbauen.

[0142] Der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung der superabsorbierenden Schäume wird durch Einstellen vieler der gleichen Zusammensetzung- und Behandlungsparameter beeinflusst und gesteuert, die auch die Schaumdichte und das Porenvolumen beeinflussen.

[0143] Für Zwecke dieser Erfindung kann, und wird gewöhnlich, der spezifische Oberflächenbereich irgendeines gegebenen superabsorbierenden polymeren Schaummaterials durch ein Verfahren bestimmt werden, welches die Grundzüge einer kapillaren Ansaugung beinhaltet. In einem solchen Verfahren wird der spezifische Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung bestimmt, indem die Menge der kapillaren Aufnahme einer Flüssigkeit mit geringer Oberflächenspannung (z. B. Ethanol) gemessen wird, welche in einer Schaumprobe einer bekannten Masse und Abmessung auftritt. Eine detaillierte Beschreibung eines solchen, Verfahrens zum Bestimmen des spezifischen Oberflächenbereichs des Schaums mit Hilfe des kapillaren Saugverfahrens, welches hier für die Verwendung geeignet ist, wird ausgeführt in dem oben genannten US Patent 5,147,345. Irgendein vernünftiges alternatives Verfahren zum Bestimmen des spezifischen Oberflächenbereichs für die kapillare Ansaugung kann auch verwendet werden.

[0144] Die superabsorbierenden Polymerschäume haben hier vorzugsweise einen spezifischen Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung von wenigstens etwa 0,1 m²/g, ganz bevorzugt wenigstens etwa 0,5 m²/g,

äußerst bevorzugt wenigstens etwa $1 \text{ m}^2/\text{g}$. Typischerweise wird der spezifische Oberflächenbereich für kapillare Ansaugung im Bereich von etwa $0,1$ bis etwa $5 \text{ m}^2/\text{g}$ liegen. Die superabsorbierenden Schäume mit Werten für einen spezifischen Oberflächenbereich für die kapillare Ansaugung können einen besonders wünschenswerten Ausgleich von kapillaren und osmotischen Absorptionskapazitäten und -geschwindigkeiten für wäßrige Körperfluide, wie Urin, besitzen.

MECHANISCHE MERKMALE

[0145] Die superabsorbierenden polymeren Schäume besitzen vorzugsweise mechanische Eigenschaften, z. B. Flexibilität, Integrität, Weichheit etc., welche solche Schäume besonders geeignet machen für die Verwendung in absorbierenden Artikeln, wie Einwegwindeln.

[0146] Die superabsorbierenden Schäume der vorliegenden Erfindung sind vorzugsweise flexibel, wenn sie für die Verwendung in absorbierenden Artikeln gedacht sind. Mit "flexibel" ist gemeint, daß das Schaummaterial in einem oder als ein absorbierendes Element verwendet werden kann, welches sich an die allgemeine Form und Kontur des menschlichen Körpers anpaßt. Im Allgemeinen können flexible Schäume in dem notwendigen Ausmaß für die Verwendung in solchen absorbierenden Artikeln verformt oder gebogen werden, ohne ihre strukturelle Integrität signifikant zu beschädigen oder ihre Absorptionseigenschaften signifikant zu verlieren.

[0147] Die superabsorbierenden Polymerschäume sind hier vorzugsweise auch ausreichend flexibel, um Kompressions- und Verformungskräften zu widerstehen, welchen sie während der Präparierung, der Behandlung, der Verpackung, dem Versand und der Lagerung von absorbierenden Artikeln, welche solche Schaummaterialien enthalten, ausgesetzt sind. Einwegwindeln sind z. B. im Allgemeinen in einem gefalteten Zustand verpackt und werden so vermarktet, wobei der Windelkern sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung gefaltet ist. Einwegwindeln werden auch im Allgemeinen in Form von Stapeln gefalteter Windeln vermarktet, wobei die Stapel durch ihre umgebende Verpackung gehalten und komprimiert werden. Demgemäß können die Kompressions- und Verformungskräfte, welchen das superabsorbierende Polymer während der Behandlung und der Vermarktung ausgesetzt sein kann, noch größer sein als solche, welche auf die Schaummaterialien bei der Benutzung aufgebracht werden.

[0148] Aufgrund der Natur der Behandlung, welcher die hier vorliegenden superabsorbierenden polymeren Schäume allgemein widerstehen müssen, besitzen bevorzugte Schaummaterialien dieser Erfindung Flexibilitätseigenschaften, welche quantifiziert werden können, indem ihre Fähigkeit bewertet wird, einem Biegevorgang zu widerstehen, ohne einen signifikanten Schaden an ihrer strukturellen Integrität zu erleiden. In dem Abschnitt Testverfahren ist ein Verfahren zum Bestimmen der Flexibilität der Schäume beschrieben, indem bestimmt wird, ob und wie oft eine Schaumprobe einer gegebenen spezifizierten Größe um einen zylindrischen Dorn mit einer spezifischen Geschwindigkeit ohne Bruch herum gebogen werden kann. Besonders bevorzugte Schäume der Erfindung sind solche, welche flexibel genug sind, daß sie bei ihrem Einsatz als absorbierendes Mittel für Körperfluide, das (mit synthetischem Urin) gesättigte Schaummaterial bei 37°C diesem Biegetest unterzogen werden kann, ohne zu brechen (das heißt, die Schäume zeigen einen Biegewert von wenigstens einem Zyklus). Ganz bevorzugt können die Schäume wenigstens zweimal, äußerst bevorzugt wenigstens fünfmal gebogen werden, ohne zu brechen, wenn sie einen solchen Testverfahren ausgesetzt werden.

[0149] Die superabsorbierenden polymeren Schäume der vorliegenden Erfindung besitzen vorzugsweise die zusätzlichen mechanischen Attribute der strukturellen Integrität bei der Benutzung und Weichheit (das heißt, keine Irritation) gegenüber Berührung. Zum Beispiel werden superabsorbierende Polymerschäume, die in solchen absorbierenden Artikeln, wie Kinderwindeln, verwendet werden, häufig sowohl dynamischen als auch statischen Kräften ausgesetzt, wenn der Träger geht, läuft, krabbelt oder springt. Solche Kräfte können dazu neigen, Fragmente der Schaumstruktur abzuribbeln oder zu zerreißen. So wäre es vorteilhaft für Schäume (insbesondere für Schaumlagen), welche in dieser Weise verwendet werden sollen, eine ausreichende strukturelle Integrität zu haben, um das Auftreten eines Zerreißen oder Fragmentierens des Schaumes bei der Verwendung zu minimieren.

[0150] Die superabsorbierenden Schäume können auch in absorbierenden Artikeln in Konfigurationen verwendet werden, in welchen die Oberfläche des Schaummaterials in enge Nähe mit der Haut des Trägers kommen kann. Demgemäß wäre es sehr wünschenswert für die Oberfläche der hier vorliegenden superabsorbierenden Schäume, akzeptabel weich und berührungsfreundlich zu sein.

VERSCHIEDENE EIGENSCHAFTEN

[0151] Für die Verwendung als Fluid-Absorptionsmittel in absorbierenden Artikeln besitzen die superabsorbierenden polymeren Schäume hier vorzugsweise relativ geringe Anteile eines extrahierbaren polymeren Materials. Es wird angenommen, daß das polymere Material, das durch das Körperfluid extrahiert worden ist, sobald das superabsorbierende polymere Material des Schaumes ein Hydrogel bildet, sowohl die chemischen

als auch die physikalischen Eigenschaften des Körperfluids in dem Maße verändern kann, daß das Fluid langsamer absorbiert wird und durch den superabsorbierenden polymeren Schaum, den der absorbierende Artikel enthält, schwächer gehalten wird. Solche Effekte sind beschrieben in dem oben US Patent Re. 32, 649. Als Ergebnis kann ein Auslaugen des Polymers in das zu absorbierende Körperfluid zu einer weniger effizienten Nutzung des superabsorbierenden polymeren Schaums in dem absorbierenden Artikeln und zu einem größeren Vorfall einer unerwünschten Leckage des Körperfluids aus dem Artikel führen.

[0152] Die extrahierbaren Polymeranteile der superabsorbierenden Polymerschäume können hier bestimmt werden, indem eine Probe des Schaums mit einer Lösung aus synthetischem Urin für die wesentlichen Zeitspanne (z. B. wenigstens 16 Stunden), welche benötigt wird, um ein Extraktionsgleichgewicht zu erreichen, bestimmt werden, indem dann das gequollene Schaummateriale von der oben stehenden Flüssigkeit abgefiltert wird und indem schließlich dann der Polymergehalt des Filtrats bestimmt wird. Ein solches Verfahren zum Bestimmen des extrahierbaren Polymergehalts für auf Carboxyl- und Sulfonsäure basierenden, superabsorbierenden Polymermaterialien, welche hier für die Verwendung geeignet sind, ist beschrieben in dem oben genannten US Patent Re 32,649.

[0153] Bevorzugte superabsorbierende Polymerschäume der vorliegenden Erfindung besitzen zwei Typen von extrahierbaren Polymergehalt-Eigenschaften. Es wird angenommen, daß sowohl die gesamte Menge des extrahierbaren Polymers im Schaum als auch die Geschwindigkeit, mit welcher ein solches extrahierbares Material ausgelaugt wird, wichtig ist im Hinblick auf die Absorptionsleistung des superabsorbierenden Polymerschäume. Demgemäß haben die hier vorliegenden superabsorbierenden Polymerschäume vorzugsweise einen anfänglichen extrahierbaren Polymergehalt, das heißt, den Gehalt des extrahierbaren Polymers, welcher nach einer Stunde in Berührung mit dem synthetischen Urin entfernt wird, von nicht mehr als etwa 7,5 Gew.%, ganz bevorzugt nicht mehr als etwa 5 Gew.% des Schaums. Zudem haben die Schäume vorzugsweise auch einen extrahierbaren Gleichgewichts-Polymergehalt, das heißt, den Gleichgewichtsanteil des extrahierbaren Polymers, der z. B. nach 16 Stunden in Berührung mit synthetischem Urin entfernt wird, von nicht mehr als etwa 17 Gew.%, ganz bevorzugt nicht mehr als etwa 10 Gew.% der Schaumprobe.

[0154] Zudem zeigen bevorzugte superabsorbierende Polymerschäume der vorliegenden Erfindung eine besondere Beziehung zwischen der Absorptionskapazität und dem extrahierbaren Gleichgewichts-Polymergehalt, wie dies beschrieben ist in dem oben genannten US Patent Re. 32,649. Solche bevorzugten Schäume können in Übereinstimmung mit allgemeinen Lehren aus US Patent Re. 32,649 präpariert werden, welche für solche polymeren Materialien pertinent sind. Zum Beispiel kann der extrahierbare Polymergehalt durch eine gesteuerte, minimale Verwendung eines Initiators (wenn dieser verwendet wird) und/oder die Verwendung von relativ niedrigen Temperaturen für die Reaktion des Monomers und/oder des internen Vernetzungsmittels (z. B. von etwa 20°C bis etwa 80°C) gesteuert werden.

ANWENDUNGEN

[0155] Die superabsorbierenden Polymerschäume können viele Zwecke in vielen Anwendungsgebieten verwendet werden, wie dies in der Schaumtechnik bekannt ist. Die Schäume sind besonders geeignet für die Verwendung bei Anwendungen, bei welchen es wünschenswert ist, Fluide zu absorbieren und/oder zurück zu halten, z. B. in absorbierenden Artikeln; Papiertissue (einschließlich Handtücher); Verpackungsbehälter; Tablettenausgabeeinrichtungen; wundreinigende Einrichtungen; Behandlungseinrichtungen für Verbrennungen; Innenaustausch-Säulenmaterialien; Konstruktionsmaterialien; landwirtschaftliche und gärtnerische Materialien, wie Saatbahnen oder wasserrückhaltende Materialien; und industrielle Verwendungen, wie Schlamm- oder Öl-entwässerungsmittel, Materialien für die Verhinderung von Taubildung, Trocknungsmittel und Feuchtigkeits-Regulierungsmaterialien.

[0156] Wegen der einzigartigen Absorptionseigenschaften des Schaums ist der superabsorbierende Polymerschäum besonders geeignet für die Verwendung als absorbierendes Kernmaterial in absorbierenden Artikeln, insbesondere absorbierenden Einwegartikeln. Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "absorbierende Artikel" auf Vorrichtungen, welche Körperausscheidungen absorbieren und aufnehmen, und bezieht sich insbesondere auf Vorrichtungen, welche an oder in der Nähe des Körpers des Trägers angeordnet sind, um die verschiedenen Ausscheidungen, die vom Körper abgegeben werden, zu absorbieren und aufzunehmen.

[0157] Der Ausdruck "Einweg" wird hier verwendet, um absorbierende Artikel zu beschreiben, welche nicht dazu gedacht sind, gewaschen oder in anderer Weise wieder hergestellt oder als absorbierende Artikel wieder verwendet zu werden (das heißt, sie sind dazu gedacht, nach einer einmaligen Verwendung weg geworfen zu werden und vorzugsweise wieder aufbereitet, kompostiert oder in anderer, umweltverträglichen Art deponiert zu werden). Ein "einheitlicher" absorbierender Artikel bezieht sich auf absorbierende Artikel, welche aus separaten Teilen gebildet werden, die miteinander zu einer Einheit verbunden sind, um eine koordinierte Gesamtheit zu bilden, so daß sie keine separat zu manipulierenden Teile, wie separate Halter und Einlagen, erfordern. Eine bevorzugte Ausführungsform eines absorbierenden Artikels der vorliegenden Erfindung ist der einheitliche absorbierende Einwegartikel, die Windel **20**, die in **Fig. 3** gezeigt ist. Wie hier verwendet, bezieht sich der

Ausdruck "Windel" auf einen im Wesentlichen von Kindern und inkontinenten Personen getragenen absorbierenden Artikel, der um den unteren Rumpf des Trägers herum getragen wird. Es sei jedoch so verstanden, daß die vorliegende Erfindung auch anwendbar ist auf andere absorbierende Artikel, wie Inkontinenzeinlagen, Inkontinenzunterwäsche, Windelhalter und -einlagen, Frauen-Hygienewäsche, Damenbinden, Höscheneinlagen und dergleichen.

[0158] **Fig. 3** ist eine Draufsicht der Windel 20 der vorliegenden Erfindung in ihrem flach ausgelegten, nicht zusammen gezogenen Zustand (mit entfernter, elastisch induzierter Kontraktion), wobei Bereiche der Struktur weg geschnitten sind, um den Aufbau der Windel 20 deutlicher zu zeigen, und wobei der Bereich der Windel 20, welcher dem Träger zugewandt ist, die äußere Oberfläche 52, zum Betrachter hin ausgerichtet ist. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, umfaßt die Windel 20 vorzugsweise eine flüssigkeitsdurchlässige Oberschicht 24; eine flüssigkeitsundurchlässige Unterschicht 26, die mit der Oberschicht 24 verbunden ist; einen absorbierenden Kern 28 (mit einer wäscheseitigen Oberfläche 100, einer körperseitigen Oberfläche 102, Seitenrändern 82 und Tailenrändern 83), der zwischen der Oberschicht 24 und der Unterschicht 26 positioniert ist; elastisch gemachte Seitenfelder 30; elastisch gemachte Beinaufschläge 32; elastische Tailenmerkmale 34; und ein Befestigungssystem 36.

[0159] Die Windel 20 ist in **Fig. 3** so gezeigt, daß sie eine äußere Oberfläche 52, eine innere Oberfläche 54 gegenüber der äußeren Oberfläche 52, eine erste Tailenregion 56, eine zweite Tailenregion 58, gegenüber der ersten Tailenregion 56, und einen Umfang 60 aufweist, welcher durch die äußeren Ränder der Windel 20 begrenzt ist, in welchem die Längsränder mit 62 bezeichnet sind und die Stirnränder mit 64 bezeichnet sind. (Obwohl der Fachmann erkennen wird, daß eine Windel gewöhnlich im Hinblick auf ein Paar Tailenregionen und eine Schrittregion zwischen den Tailenregionen beschrieben wird, wird in dieser Anmeldung aus Gründen der Vereinfachung der Terminologie die Windel 20 so beschrieben, daß sie nur Tailenregionen aufweist, wobei jede der Tailenregionen einen Bereich der Windel umfaßt, welcher typischerweise als Teil der Schrittregion bezeichnet wird). Die innere Oberfläche 54 der Windel 20 umfaßt den Bereich der Windel 20, welcher während der Benutzung angrenzend an den Körper des Trägers positioniert ist (das heißt, die innere Oberfläche 54 wird im Allgemeinen durch wenigstens einen Bereich der Oberschicht 24 und weiteren Komponenten gebildet, die mit der Oberschicht 24 verbunden sind). Die äußere Oberfläche 52 umfaßt den Bereich der Windel 20, welcher von dem Körper des Trägers weg positioniert ist (das heißt, die äußere Oberfläche 52 wird durch wenigstens einen Bereich der Unterschicht 26 und weitere Komponenten gebildet, die mit der Unterschicht 26 verbunden sind).

[0160] **Fig. 3** zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Windel 20, in welcher die Oberschicht 24 und die Unterschicht 26 Längen- und Breitenabmessungen haben, die im Wesentlichen größer sind als diejenigen des absorbierenden Kerns 28. Die Oberschicht 24 und die Unterschicht 26 erstrecken sich über die Ränder des absorbierenden Kerns hinaus, um dadurch den Umfang 60 der Windel 20 zu bilden. Obwohl die Oberschicht 24, die Unterschicht 26 und der absorbierende Kern 28 in einer Vielfalt von allgemein bekannten Konfigurationen zusammen gebaut sein können, sind bevorzugte Windelkonfigurationen allgemein beschrieben in US Patent 3,860, 003 unter der Bezeichnung "Contractable Side Portions for Disposable Diaper", veröffentlicht für Kenneth B. Buell am 14. Januar 1975; und US Patent 5,151,092 "Absorbent Article With Dynamic Elastic Waist Feature Having A Predisposed Resilient Flexural Hinge", veröffentlicht für Kenneth B. Buell et al. am 29. September 1992. Alternativ sind bevorzugte Konfigurationen für Einwegwindeln hier auch offenbart in US Patent 4,808,178 unter der Bezeichnung "Disposable Absorbent Article Having Elasticized Flaps Provided With Leakage Resistant Portions", veröffentlicht für Mohammed I. Aziz und Ted L. Blaney am 28. Februar 1989; US Patent 4,695,278 unter der Bezeichnung "Absorbent Article Having Dual Cuffs", veröffentlicht für Michael I. Lawson am 22. September 1987; und US Patent 4,816,025 unter der Bezeichnung "Absorbent Article Having A Containment Pocket", veröffentlicht für John H. Forman am 28. März 1989.

[0161] Die Oberschicht 24 ist angrenzend an die körperseitige Oberfläche 102 des absorbierenden Kerns 28 positioniert. Die Oberschicht 24 ist nachgiebig, weichfühlend und nicht störend für die Haut des Trägers. Ferner ist die Oberschicht flüssigkeitsdurchlässig und erlaubt Flüssigkeiten (z. B. Urin) ohne Weiteres durch Ihre Dicke hindurch zu dringen. Eine geeignete Oberschicht kann hergestellt werden aus einem breiten Bereich von Materialien, wie porösen Schäumen; retikulierten Schäumen; mit Öffnungen versehenen Kunststofffilmen; oder Gewebe- oder Vliesstoffbahnen aus natürlichen Fasern (z. B. Holz- oder Baumwollfasern), synthetischen Fasern (z. B. Polyester- oder Polypropylenfasern) oder eine Kombination aus natürlichen und synthetischen Fasern. Es gibt eine Anzahl von Herstellungstechniken, welche verwendet werden können, um die Oberschicht 24 herzustellen. Zum Beispiel kann die Oberschicht 24 eine Vliesstoffbahn aus Fasern sein, wobei die Bahn spunbonded, kardiert, naß gelegt, schmelzgeblasen, hydroverheddert, in Kombination des Vorstehenden oder dergleichen vorliegen kann. Eine bevorzugte Oberschicht ist kardiert und thermisch gebunden mit Mitteln, die den Fachleuten der Textiltechnik bekannt sind. Eine bevorzugte Oberschicht umfaßt eine Bahn aus stapellangen Polypropylenfasern, die hergestellt werden von Veratec, Inc., einer Division der International Paper Company aus Walpole, Massachusetts, unter der Bezeichnung P-8.

[0162] Die Oberschicht 24 kann mit dem absorbierenden Kern 28 und mit der Unterschicht 26 durch Anbrin-

gungsmittel (nichtgezeigt) verbunden sein, wie sie den Fachleuten bekannt sind. Geeignete Anbringungsmittel werden hier mit Bezug auf das Verbinden der Unterschicht **26** mit dem absorbierenden Kern **28** beschrieben. Wie hier verwendet, umfaßt der Ausdruck "verbunden" Konfigurationen, durch welche ein Element direkt an dem anderen Element befestigt ist, indem das Element direkt an dem anderen Element festgelegt wird, und Konfigurationen, durch welche das Element indirekt an dem Element befestigt ist, indem das Element an ein oder mehrere Zwischenelement festgelegt ist, welche wiederum an dem anderen Element festgelegt sind. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Oberschicht **24** und die Unterschicht **26** direkt miteinander im Windelumfang **60** verbunden und sind indirekt miteinander durch ein direktes Verbinden derselben mit dem absorbierenden Kern **28** verbunden. Die Oberschicht **24** oder die Unterschicht **26** können mit dem absorbierenden Kern direkt verbunden sein, welcher den superabsorbierenden Schaum aufweist, indem der Schaum auf dem Oberschichtmaterial oder dem Unterschichtmaterial ausgebildet wird. Alternativ können, wenn z. B. der absorbierende Kern **28** ein freies superabsorbierendes Schaumblatt oder eine Schaum tragende Struktur ist (z. B. ein Papiertissue mit dem superabsorbierenden Schaum), die Oberschicht und die Unterschicht mit dem Kern durch ein Anbringungsmittel verbunden sein, wie dies im Stand der Technik bekannt ist.

[0163] Die Unterschicht **26** ist angrenzend an die wäscheseitige Oberfläche **100** des absorbierenden Kerns **28** positioniert. Die Unterschicht **26** kann mit dem absorbierenden Kern **28** durch Ausbilden des Schaums auf dem Unterschichtmaterial verbunden sein, oder z. B., wenn ein freies superabsorbierendes Polymerschaumblatt oder eine andere Schaum tragende Struktur als absorbierender Kern **28** verwendet wird, durch Anbringungsmittel (nicht gezeigt), wie sie im Stand der Technik allgemein bekannt ist. Zum Beispiel kann die Unterschicht **26** mit dem absorbierenden Kern **28** durch eine gleichförmige kontinuierliche Schicht eines Haftmittels, eine gemusterte Schicht eines Haftmittels oder eine Anordnung von separaten Linien, Spiralen oder Punkten eines Haftmittels verbunden sein. Haftmittel, welche sich als zufriedenstellend heraus gestellt haben, werden hergestellt durch H. B. Fuller Company aus St. Paul, Minnesota, und vermarktet als HL-1258 oder H-2031. Das Anbringungsmittel umfaßt vorzugsweise eine offenes Musternetzwerk aus Filamenten eines Haftmittels, wie dies offenbart ist in US Patent 4,573,986 unter der Bezeichnung "Disposable Waiste-Containment Garment", veröffentlicht für Minetola et al. am 04. März 1986, ganz bevorzugt in mehreren Linien von Haftmittelfilamenten, die in einem Spiralmuster verwirbelt sind, wie dies dargestellt ist durch die Vorrichtung und die Verfahren, die gezeigt sind in US Patent 3,911,173, veröffentlicht für Sprague, r. am 07. Oktober 1975; US Patent 4,785,996, veröffentlicht für Ziecker et al. am 22. November 1978 und US Patent 4,842,666, veröffentlicht für Werenicz am 27. Juni 1989. Alternativ können Anbringungsmittel Wärmebindungen, Druckbindungen, Ultraschallbindungen, dynamisch mechanische Bindungen oder irgendein anderes Anbringungsmittel oder Kombinationen dieser Anbringungsmittel umfassen, wie dies im Stand der Technik bekannt ist.

[0164] Die Unterschicht ist undurchlässig für Flüssigkeiten (z. B. Urin) und wird vorzugsweise hergestellt aus einem dünnen Kunststofffilm, obwohl andere flexible, flüssigkeitsundurchlässige Materialien auch verwendet werden können. Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "flexibel" auf Materialien, welche nachgiebig sind und sich ohne weiteres an die allgemeine Form und Kontur des menschlichen Körpers anpassen. Die Unterschicht **26** verhindert, daß Ausscheidungen, die in den absorbierenden Kern **28** absorbiert und aufgenommen sind, Artikel benässen, welche die Windel **20** berühren, wie Bettlaken und Unterwäsche. Die Unterschicht **26** kann somit ein Gewebe- oder Vliesmaterial, polymere Filme, wie thermoplastische Filme aus Polyethylen oder Polypropylen, oder Verbundmaterialien, wie ein filmbeschichtetes Vliesstoffmaterial umfassen. Vorzugsweise ist die Unterschicht ein thermoplastischer Film mit einer Dicke von etwa 0,012 mm (0,5 mil) bis etwa 0,051 mm (2,0 mil) besonders bevorzugte Materialien für die Unterschicht umfassen, RR8220 geblasene Filme und RR5475 gegossene Filme, wie sie hergestellt werden von Tredegar Industries, Inc. aus Terre Haute, IN. Die Unterschicht **26** ist vorzugsweise geprägt und/oder mattiert, um ein mehr kleidungsähnliches Erscheinungsbild zu schaffen. Ferner kann die Unterschicht **26** Dämpfen erlauben, aus dem absorbierenden Kern **28** zu entweichen (das heißt, atmungsfähig sein), obwohl die nach wie vor verhindert, daß Ausscheidungen durch die Unterschicht **26** hindurch gelangen.

[0165] Der absorbierende Kern **28** ist zwischen der Oberschicht **24** und der Unterschicht **26** positioniert. Der absorbierende Kern **28** ist im allgemeinen komprimierbar, verformbar, nicht störend für die Haut des Trägers und in der Lage, Flüssigkeiten, wie Urin und andere bestimmte Körperausscheidungen, zu absorbieren und zurück zu halten. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, hat der absorbierende Kern **28** eine wäscheseitige Oberfläche **100**, eine körperseitige Oberfläche **102**, Seitenränder **82** und Taillenränder **83**. Der absorbierende Kern **28** kann in einer breiten Vielfalt von Größen und Formen hergestellt sein (z. B. rechteckig, sanduhrförmig, "T"-förmig, asymmetrisch etc.). Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, hat der absorbierende Kern vorzugsweise eine modifizierte T-Form. Der absorbierende Kern kann ein oder mehrere Schichten von absorbierenden Materialien und eine breite Vielfalt von flüssigkeitsabsorbierenden Materialien umfassen, die allgemein in Einwegwindeln und anderen absorbierenden Artikeln verwendet werden. Die gesamten Absorptionskapazität des absorbierenden Kerns **28** sollte jedoch mit der geplanten Fracht und der gedachten Verwendung der Windel **20** kompatibel sein. Ferner kann die Größe und die Absorptionskapazität des absorbierenden Kerns **28** variiert werden, um

Träger im Bereich von Kindern bis Erwachsenen aufzunehmen.

[0166] Der absorbierende Kern **28** umfaßt den superabsorbierenden Polymerschäum der vorliegenden Erfindung. Der superabsorbierende Polymerschäum kann in den absorbierenden Kern **28** in einer der hier beschriebenen Formen eingebaut sein (z. B. teilchenförmig, blattförmig, oder verbunden mit einem Substrat), und zwar entsprechend irgendeines herkömmlichen Verfahrens. Für den superabsorbierenden Schäum in Teilchenform kann der Schäum in der Windel in der gleichen Weise eingebaut sein, wie herkömmliche, teilchenförmige superabsorbierende oder absorbierende Geliermaterialien. Alternativ kann eine freie Schaumlage, auf eine gewünschte Größe geschnitten oder geformt, als absorbierender Kern **28** oder als ein oder mehrere Schichten des absorbierenden Kerns eingebaut sein. In noch einer weiteren Ausführungsform ist der superabsorbierende Schäum so eingebaut, daß er auf ein oder mehreren der Windelkomponenten ausgebildet ist (das heißt, der Oberschicht **24**, einem weiteren absorbierenden Kernmaterial, wie einer Schicht aus Tissuepapier, oder der Unterschicht **26**), wobei die Windelkomponente als ein dauerhaftes Substrat (Träger) dient. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der superabsorbierende Polymerschäum auf einem absorbierenden Träger ausgebildet, ganz bevorzugt auf einem Träger, der schnelle Saugeigenschaften bereit stellt, wie ein Tissuepapier, derart, daß das zusammen gesetzte absorbierende Material als absorbierender Kern wirkt.

[0167] Die absorbierenden Kerne der vorliegenden Erfindung können nur aus einer oder mehreren (einer Vielzahl von) Schichten des superabsorbierenden Polyschaums oder Schäum tragenden Trägers der vorliegenden Erfindung bestehen; können eine Kombination von Schichten umfassen, welche die Schäume oder Schäum tragenden Träger enthalten; oder aus irgendeiner anderen absorbierenden Kernkonfiguration, einschließlich ein oder mehrere der Schäume oder Schäum tragenden Träger. So kann der absorbierende Kern auch herkömmliche absorbierende Kernmaterialien umfassen. Beispiele weiterer geeigneter absorbierender Materialien sind gekreppte Zellulosewatte; schmelzgeblasene Polymere, einschließlich Coform; chemisch versteifte, modifizierte oder vernetzte Zellulosefasern; Tissue, einschließlich Tissuehüllen und Tissuelamine; herkömmliche absorbierende Schäume; absorbierende Schwämme; herkömmliche superabsorbierende Polymere und absorbierende Geliermaterialien (z. B. teilchenförmige, einschließlich faserige Polymere oder Materialien); oder irgendein äquivalentes Material oder Kombinationen von Materialien.

[0168] Der absorbierende Kern umfaßt vorzugsweise eine Trägerbahn aus Fasermaterial und dem superabsorbierenden Polymerschäum der vorliegenden Erfindung. Solche Kerne können durch irgendein Verfahren oder irgendeine Technik präpariert werden, welche eine faserige Trägerbahn und den Schäum liefert. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der absorbierende Kern durch Luftlegung eines im Wesentlichen trockenen Gemisches von Fasern, eine Verdichtung der resultierten Bahn, falls dies erwünscht oder notwendig ist, und einer dann folgenden Ausbildung des superabsorbierenden Schaums auf der Bahn bildet. Die luftgelegte Bahn wird vorzugsweise im Wesentlichen ungebundene Fasern umfassen und wird vorzugsweise einen Feuchtigkeitsgehalt von 10% oder weniger haben. Der Schäum kann durch Drucken der stabilisierten Dispersion auf die Bahn, wie dies gewünscht ist, und dann durch Expandieren und in Reaktion Bringen der Dispersion geformt werden, um so den superabsorbierenden Schäum auf der Bahn auszubilden. Der Schäum kann auf der Bahn in speziellen Bereichen der Bahn und/oder in einem Muster vorhanden sein, um so Absorptionseigenschaften zu verleihen, die für die gedachte Verwendung der Windel **20** ausgelegt sind. Zum Beispiel kann die Bahn mit dem darauf ausgebildeten Schäum entsprechend der Absorptionsanforderungen für männliche und weibliche Träger ausgebildet sein. Die Bahn mit dem darauf ausgebildeten superabsorbierenden Schäum kann dann in die Windel **20** durch irgendein herkömmliches Verfahren eingebaut werden.

[0169] Verschiedene Typen von Fasermaterialien können in der Trägerbahn verwendet werden. Irgendein Typ von Fasermaterial, welches für die Verwendung in herkömmlichen absorbierenden Produkten geeignet ist, ist auch für die Verwendung in der Trägerbahn geeignet. Spezifische Beispiele für solche Fasermaterialien umfassen Zellulosefasern, modifizierte Zellulosefasern, Rayon, Polypropylen- und Polyesterfasern, wie Polyethylenterephthalat (DACRON™), hydrophiles Nylon (HYDROFIL™) und dergleichen. Weitere Fasermaterialien umfassen Zelluloseacetat, Polyvinylacetat, Polyamide (wie Nylon), Bikomponentfasern, Trikomponentfasern, Mischungen davon und dergleichen. Hydrophile Fasermaterialien werden bevorzugt. Beispiele geeigneter hydrophiler Fasermaterialien zusätzlich zu einigen bereits erwähnten sind hydrophylisierte hydrophobe Fasern, wie mit einem grenzflächenaktiven Stoff behandelte oder mit Silica behandelte thermoplastische Fasern, z. B. abgeleitet von Polyolefinen, Polyethylen oder Polypropylen, Polyacryle, Polyamide, Polystyrole, Polyurethane und dergleichen. Tatsächlich sind hydrophylisierte hydrophobe Fasern, welche an und für sich nicht sehr absorbierend sind und welche deshalb keine Bahnen mit ausreichender Absorptionskapazität liefern, um in herkömmlichen Absorptionsprodukten nützlich zu sein, geeignet für die Verwendung in den absorbierenden Elementen der vorliegenden Erfindung, und zwar aufgrund ihrer guten Saugeigenschaften. Dies ist deshalb der Fall, weil in den hier vorliegenden Strukturen die Saugfähigkeit der, Fasern genauso wichtig, falls nicht wichtiger ist als die Absorptionskapazität des Fasermaterials selbst, aufgrund der hohen Fluidaufnahmegeschwindigkeit der superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung, welche in dem Kern enthalten sind. Hydrophobe synthetische Fasern können auch verwendet werden, sind aber weniger bevorzugt.

[0170] Aus Gründen der Verfügbarkeit und Kosten werden Zellulosefasern im Allgemeinen für die Verwen-

dung hier als das hydrophile Fasermaterial des absorbierenden Kerns bevorzugt. Am meisten bevorzugt sind Holzzellstofffasern, welche auch als Luftfilz bezeichnet werden.

[0171] Weitere Zellulosefasermaterialien, welche in bestimmten absorbierenden Kernen nützlich sein können; sind chemisch versteifte Zellulosefasern. Bevorzugte chemisch versteifte Zellulosefasern sind versteifte, verdrehte, gekräuselte Zellulosefasern, welche durch intern vernetzende Zellulosefasern mit einem Vernetzungsmittel hergestellt werden können. Typen von versteiften, verdrehten, gekräuselten Zellulosefasern, die als das hydrophile Fasermaterial der hier vorliegenden absorbierenden Kerne nützlich sind, sind in größerem Detail beschrieben in US Patent 4,822,453 unter der Bezeichnung "Absorbent Structure Containing Individualized, Crosslinked Fibers Having Reduced Residuals And Fibers Thereof", veröffentlicht für Herron et al. am 26. Dezember 1989; US Patent 4,889,597 unter der Bezeichnung "Process For Making Wet-Laid Structures Containing Individualized Stiffened Fibers", veröffentlicht für Bourbon et al. am 26. Dezember 1989 und US Patent 4,898,642 unter der Bezeichnung "Twisted, Chemically Stiffened Cellulosic Fibers And Absorbent Structures Made Therefrom", veröffentlicht für Moore et al. am 06. Februar 1990.

[0172] Die relative Menge von Fasermaterial und superabsorbierendem Polymerschäum in der resultierenden Bahn kann am bequemsten mit einem prozentualen Gewichtsanteil des absorbierenden Kerns ausgedrückt werden. Die absorbierenden Kerne enthalten vorzugsweise von etwa 2 bis etwa 98 Gew.%, ganz bevorzugt von etwa 5 Gew.% bis etwa 75 Gew.% und äußerst bevorzugt von etwa 10 Gew.% bis etwa 60 Gew.% des absorbierenden Kerns des superabsorbierenden Polymerschauams. Diese Konzentration des Schauams kann ausgedrückt werden in einem Gewichtsverhältnis von Faser zu Schaum. Dieses Verhältnis im Bereich 98 : 2 bis etwa 2 : 98 liegen. Für die meisten absorbierenden Kerne liegt das optimale Faser-zu-Schaum-Gewichtsverhältnis im Bereich von etwa 95 : 5 bis etwa 25 : 75, ganz bevorzugt von etwa 90 : 10 bis etwa 40 : 60.

[0173] In einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Windel 20 einen zweischichtigen absorbierenden Kern mit einem absorbierenden Element und einem Blatt des superabsorbierenden Polymerschauams der vorliegenden Erfindung. Typischerweise ist das Schaumblatt unter dem absorbierenden Element positioniert (das heißt, zwischen dem absorbierenden Element und der Unterschicht 26).

[0174] Das absorbierende Element dient dazu, ausgeschiedene Flüssigkeiten schnell zu sammeln und zeitweise zu halten und solche Flüssigkeiten durch Wegsaugen derselben vom Punkt des anfänglichen Kontakts zu anderen Teilen des absorbierenden Elements und des Schaumblattes zu transportieren. Das absorbierende Element umfaßt vorzugsweise eine Bahn oder eine Masse aus Fasermaterialien. Verschiedene Typen von Fasermaterial können in dem absorbierenden Element verwendet werden, wie die vorher hier beschriebenen Fasermaterialien. Zellulosefasern werden allgemein für die Verwendung hier bevorzugt, wobei Holzzellstofffasern besonders bevorzugt sind. Das absorbierende Element kann auch spezifische Mengen einer teilchenförmigen, absorbierenden, polymeren Zusammensetzung enthalten. Das absorbierende Element kann z. B. bis zu etwa 50% seines Gewichts von der polymeren Zusammensetzung enthalten. In den am meisten bevorzugten Ausführungsformen enthält das absorbierende Element von 0% bis etwa 8% seines Gewichts von einer teilchenförmigen, absorbierenden polymeren Zusammensetzung. In alternativen bevorzugten Ausführungsformen umfaßt das absorbierende Element chemisch versteifte Zellulosefasern, wie dies vorher beschrieben wurde. Beispielhafte Ausführungsformen des absorbierenden Elements, das in der vorliegenden Erfindung nützlich ist, sind beschrieben in US Patent 4,673,402 unter der Bezeichnung "Absorbent Article With Dual-Layered Cores", veröffentlicht für Paul T. Weisman et al. am 16. Juni 1987; und US Patent 4,834,735 unter der Bezeichnung "High Density Absorbent Members Having Lower Density and Lower Basis Weight Acquisition Zones", veröffentlicht für Miguel Alemany et al. am 30. Mai 1989. Absorbierende Element mit einer Speicherzone und einer Annahmezone mit einer geringeren mittleren Dichte und einem geringeren mittleren Basisgewicht pro Einheitsfläche als die Speicherzone, so daß die Annahmezone wirksam und effizient schnell ausgeschiedene Flüssigkeiten annehmen kann, sind hier für die Verwendung besonders bevorzugt.

[0175] Das absorbierende Element kann von irgendeiner gewünschten Form sein, z. B. rechteckig, oval, länglich, asymmetrisch oder sanduhrförmig. Die Form des absorbierenden Elements kann die allgemeine Form der resultierenden Windel 20 begrenzen.

[0176] Das Schaumblatt der vorliegenden Erfindung muß nicht die gleiche Größe haben wie das absorbierende Element und kann tatsächlich eine oberseitige Oberfläche haben, welche wesentlich kleiner oder größer ist als der obere Oberflächenbereich des absorbierenden Elements. Die Schaumlage kann kleiner sein als das absorbierende Element, z. B. mit einem oberen Oberflächenbereich von dem etwa 0,10 bis etwa 1,0-fachen des absorbierenden Elements. Ganz bevorzugt wird der obere Oberflächenbereich der Schaumlage nur von etwa dem 0,10 bis etwa 0,75-fachen und äußerst bevorzugt wird der obere Oberflächenbereich des Schaumblattes nur von etwa dem 0,10 bis etwa 0,5-fachen des absorbierenden Elements betragen. Alternativ ist das absorbierende Element kleiner als die Schaumlage und hat einen oberen Oberflächenbereich von etwa dem 0,25 bis etwa 1,0-fachen, ganz bevorzugt von etwa dem 0,3 bis etwa 0,95-fachen der Schaumlage. In dieser alternativen Ausführungsform umfaßt das absorbierende Element vorzugsweise chemisch versteifte Zellulosefasern.

[0177] Die Schaumlage wird vorzugsweise in einer spezifischen Positionsbeziehung im Hinblick auf die Un-

terschicht und/oder das absorbierende Element in der Windel angeordnet. Ganz bevorzugt wird die Schaumlage im Allgemeinen zu der Vorderseite der Windel hin positioniert, so daß die Schaumlage am wirksamsten zur Annahme und zum Halten ausgeschiedener Flüssigkeiten angeordnet ist.

[0178] In alternativen bevorzugten Ausführungsformen können eine Vielzahl von Schaumlagen, vorzugsweise von etwa zwei bis etwa sechs Schaumstreifen oder – lagen verwendet werden. Ferner können zusätzliche absorbierende Schichten, Elemente oder Strukturen in dem absorbierenden Kern angeordnet sein. Zum Beispiel kann ein zusätzliches absorbierendes Element zwischen der Schaumlage und der Unterschicht positioniert sein, um eine Kapazität für den absorbierenden Kern und/oder eine Schicht zu reservieren, um Flüssigkeiten zu verteilen, die durch die Schaumlage zu anderen Bereichen des absorbierenden Kerns oder zu der Schaumlage hindurch gehen. Die Schaumlage kann auch alternativ so über dem absorbierenden Element positioniert sein, daß sie zwischen der Oberschicht und dem absorbierenden Element positioniert ist.

[0179] In einer alternativen Ausführungsform der absorbierenden Kerne der vorliegenden Erfindung umfaßt der absorbierende Kern ein Laminat (einen geschichteten absorbierenden Kern), der wenigstens eine, und optional zwei oder mehr, Schichten von superabsorbierenden polymeren Schaumteilchen der vorliegenden Erfindung enthält. Die Lamine umfassen vorzugsweise Schichten oder Bahnen von faserigen Materialien, wie vorstehend beschrieben wurde, vorzugsweise eine Lage eines absorbierenden Materials, wie ein Tissuepapier. Solche geschichteten absorbierenden Strukturen sind vollständiger beschrieben in US Patent 4,578,068 unter der Bezeichnung "Absorbent Laminate Structure", veröffentlicht für Timothy A. Kramer et al. am 25. März 1985. Zusätzliche Verfahren und Vorrichtungen zum Herstellen solcher Lamine sind beschrieben in US Patent 4,551,191 unter der Bezeichnung "Method for Uniformly Distributing Discrete Particles On A Moving Porous Web", veröffentlicht für Ronald W. Kock et al. am 05. November 1985.

[0180] Die relative Menge von Fasermaterial und teilchenförmigem superabsorbierenden Polymerschaum kann die gleiche sein, wie dies vorstehend im Hinblick auf einer Trägerbahn ausgebildeten Schaum beschrieben wurde. Zudem können die Schaumteilchen in verschiedenen Gewichtsverhältnissen in den ganzen unterschiedlichen Regionen und Dicken des absorbierenden Kerns dispergiert sein. Zum Beispiel kann das Gemisch aus dem Fasermaterial und den Schaumteilchen nur in bestimmten Bereichen des absorbierenden Kerns abgeschieden sein. Vorzugsweise enthält der absorbierende Kern ein gleichförmig verteiltes Gemisch aus hydrophilem Fasermaterial und der Schaumteilchen. Die Schaumteilchen können im Wesentlichen gleichförmig dispergiert sein (durch und durch dispergiert), und zwar in dem gesamten absorbierenden Kern, wie dies offenbart ist in US Patent 4,610,678 unter der Bezeichnung "High-Density Absorbent Structures", veröffentlicht für Weisman et al. am 09. September 1986. Die Schaumteilchen können alternativ in Regionen oder Zonen verteilt sein, welche höhere Konzentrationen des Schaums haben als andere Regionen oder Zonen. Zum Beispiel offenbart US Patent 4,699,823, veröffentlicht für Kellenberger et al. am 13. Oktober 1987 ein absorbierendes Element mit einer teilchenförmigen, absorbierenden, polymeren Zusammensetzung, die in einem positiven Gradienten über wenigstens einen Bereich der Dicke des absorbierenden Elements verteilt ist. Vorzugsweise hat der Konzentrationsgradient entlang der Dickenabmessung die geringste Konzentration an oder nahe der Oberfläche des absorbierenden Elements, welches die Flüssigkeiten empfängt (das heißt, an der oberen Oberfläche) und die höchste Konzentration an oder nahe der unteren Oberfläche des absorbierenden Elements.

[0181] Eine alternative Ausführungsform der geschichteten absorbierenden Kerne der vorliegenden Erfindung ist ein Beutel, das den teilchenförmigen superabsorbierenden Polymerschaum enthält. Der Beutel ist ein geschichteter absorbierender Kern; wie dies oben beschrieben wurde, in welchem die Anzahl faseriger Bahnen gleich Zwei ist. Die faserigen Bahnen sind miteinander um ihren Umfang herum verbunden, um so eine große Tasche in der Mitte des Beutels zu bilden. Die Schaumteilchen sind zwischen den faserigen Bahnen in der Tasche eingeschlossen. So ist der Beutel einem Teebeutel dahin gehend ähnlich, daß die Schaumteilen in dem Beutel frei quellen und absorbiert werden können. Die faserigen Bahnen des Beutels umfassen vorzugsweise ein Vliesstoffmaterial, wie dies im Stand der Technik bekannt ist, wobei die Vliesstoffbahnen um ihren Umfang herum wärmeverbunden sind, obwohl andere Mittel zum dichten Verbinden der Bahnen, wie sie im Stand der Technik bekannt sind, wie Haftmittel- oder Ultraschallbindungen, auch verwendet werden können.

[0182] Die absorbierenden Kerne können hier eine Vielfalt von optionalen Materialien zusätzlich zu den Fasermaterialien und dem superabsorbierenden Polymerschaum enthalten. Solche optionalen Materialien können z. B. Fluidverteilungshilfen, antimikrobielle Mittel, pH-Regulierungsmittel, Geruchsregulierungsmittel, Parfüme etc. umfassen. Falls vorhanden, werden diese optionalen Komponenten im Allgemeinen nicht mehr als etwa 30 Gew.% der hier vorliegenden absorbierenden Kerne umfassen.

[0183] Die Windel 20 umfaßt ferner vorzugsweise elastisch gemachte Beinaufschläge **32** zum Bereitstellen einer verbesserten Aufnahme von Flüssigkeiten und anderer Körperausscheidungen. Jeder elastisch gemachte Beinaufschlag **32** kann mehrere unterschiedliche Ausführungsformen zum Verringern der Leckage von Körperausscheidungen in den Beinregionen umfassen. (Der Beinaufschlag kann, und wird manchmal auch als Beinbänder, Seitenklappen, Barrierenaufschläge oder elastische Aufschläge bezeichnet.) Das oben genannte US Patent 3,860,003 beschreibt eine Einwegwindel, welche eine zusammenziehbare Beinöffnung mit einer

Seitenklappe und ein oder mehreren elastischen Elementen bereit stellt, um einen elastisch gemachten Beinaufschlag (Dichtungsaufschlag) zu liefern. Das US Patent 4,909,803 unter der Bezeichnung " Disposable Absorbent Article Having Elasticized Flaps", veröffentlicht für Aziz et al. am 20. März 1990 beschreibt eine Einwegwindel mit "aufstehenden" elastisch gemachten Klappen (Barrierenaufschlägen), um die Aufnahme der Beinregionen zu verbessern. Das US Patent 4,695,278 unter der Bezeichnung "Absorbent Article Having Dual Cuffs", veröffentlicht für Lawson am 22. September 1987, beschreibt eine Einwegwindel mit Doppelaufschlägen, die einen Dichtungsaufschlag und einen Barrierenaufschlag umfassen. Obwohl jeder elastisch gemachte Beinaufschlag **32** so konfiguriert sein kann, daß dieser ähnlich einem der Beinbänder, Seitenklappen, Barrierenaufschläge oder elastischen Aufschläge ist, die oben beschrieben wurden, wird vorgezogen, daß jeder elastisch gemachte Beinaufschlag **32** wenigstens einen inneren Barrierenaufschlag mit einer Barrierenklappe und einem elastischen Abstandselement umfaßt, wie dies beschrieben ist in dem oben genannten US Patent 4,909,803. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt jeder elastisch gemachte Beinaufschlag **32** zudem einen elastischen Dichtungsaufschlag mit ein oder mehreren elastischen Strängen, die außenseitig des Barrierenaufschlags positioniert sind, wie dies in dem oben genannten US Patent 4,695,278 beschrieben ist.

[0184] Die Windel **20** umfaßt ferner vorzugsweise elastische Taillenmerkmale **34**, die einen verbesserten Sitz und eine verbesserte Aufnahme liefern. Die elastischen Taillenmerkmale **34** erstrecken sich wenigstens in Längsrichtung von den Taillenrändern **83** des absorbierenden Kerns **28** nach außen und bilden im Allgemeinen wenigstens einen Bereich der Stirnränder **64** der Windel **20**. So umfassen die elastischen Taillenmerkmale **34** den Bereich der Windel, der sich wenigstens von den Taillenrändern **83** des absorbierenden Kerns **28** zu den Stirnrändern **64** der Windel **20** erstreckt und dazu gedacht ist, angrenzend an die Taille des Trägers angelegt zu werden. Obwohl Einwegwindeln im Allgemeinen so konstruiert sind, daß sie zwei elastische Taillenmerkmale haben, eines in der ersten Taillenregion positioniert und eines in der zweiten Taillenregion positioniert, können Windeln mit einem einzigen elastischen Taillenmerkmal konstruiert sein, das den Träger umschließt. Ferner sind, obwohl die elastischen Taillenmerkmale oder eines ihrer Bestandteile, ein separates Element umfassen kann, das mit der Windel **20** verbunden ist, die elastischen Taillenmerkmale **34** vorzugsweise als eine Erstreckung anderer Elemente der Windel konstruiert, wie beispielsweise der Unterschicht **26** oder der Oberschicht **24**, vorzugsweise sowohl der Unterschicht **26** als auch der Oberschicht **24**.

[0185] Die elastisch gemachten Taillenmerkmale **34** können in einer Anzahl von unterschiedlichen Konfigurationen konstruiert sein, einschließlich solcher, die beschrieben sind, in US Patent 4,515,595, veröffentlicht für Kievit et al. am 07. Mai 1985 und in dem oben genannten US Patent 5,151,092.

[0186] Die Windel **20** umfaßt auch ein Befestigungssystem **36**, welches einen Seitenverschluß bildet, welcher die erste Taillenregion **56** und die zweite Taillenregion **58** derart in einer überlappenden Konfiguration hält, daß seitliche Spannung um den Umfang der Windel herum erhalten werden, um die Windel am Träger zu halten. Das Befestigungssystem kann eine Anzahl von Konfigurationen annehmen, wie Haftbandstreifen, mechanische Verschlußbandstreifen, fixierte Positionsbefestiger oder irgendein anderes Mittel zum Spannen des elastisch gemachten Taillenmerkmals, wie dies im Stand der Technik bekannt ist. Beispielhafte Befestigungssysteme sind offenbart in US Patent 4,846,815 unter der Bezeichnung "Disposable Diaper Having An Improved Fastening Device", veröffentlicht für Scripps am 11. Juli 1989; US Patent 4,894,060 unter der Bezeichnung "Disposable Diaper With Improved Hook Fastener Portion", veröffentlicht für Nestegard am 16. Januar 1990; US Patent 4,946,527 unter der Bezeichnung "Pressure-Sensitive Adhesive Fastener And Method of Making Same", veröffentlicht für Battrell am 07. August 1990; US Patent 3,848,594 unter der Bezeichnung "Tape Fastening System for Disposable Diaper", veröffentlicht für Buell am 19. November 1974; US Patent B 14,662,875 unter der Bezeichnung "Absorbent Article", veröffentlicht für Hirotsu et al. am 05. Mai 1987 und das oben genannten US Patent 5,151,092; von denen jedes hier durch Bezugnahme mit aufgenommen ist. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Befestigungssystem ein Doppelspannungs-Befestigungssystem, wie dies offenbart ist in dem oben genannten US Patent 5,151,092.

[0187] In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Windel auch elastisch gemachte Seitenfelder **30**, die in der zweiten Taillenregion **58** angeordnet sind. (Wie hier verwendet, wird der Ausdruck "angeordnet" verwendet, um anzugeben, daß ein oder mehrere Elemente der Windel an einer speziellen Stelle oder in einer speziellen Position als eine einheitliche Struktur mit anderen Elementen der Windel oder als ein separates Element, das mit einem anderen Element der Windel verbunden ist, gebildet (verbunden und positioniert) sind.) Die elastisch gemachten Seitenfelder **30** liefern ein elastisches Dehnbarkeitsmerkmal, das einen komfortablen und anschmiegsameren Sitz liefert, indem die Windel anfänglich passend am Träger sitzt und diesen Sitz während der Tragezeit und über den Zeitpunkt hinaus, an welchem, die Windel mit Ausscheidungen beladen wird, hält, da die elastisch gemachten Seitenfelder den Seiten der Windel erlauben, sich zu expandieren und zusammen zu ziehen. Die elastisch gemachten Seitenfelder **30** sorgen ferner für eine effektivere Anlegung der Windel **20**, da selbst dann, wenn der Windelanleger eine elastisch gemachtes Seitenfeld **30** bei der Anlegung weiter zieht als das andere (asymmetrisch), wird sich die Windel **20** während des Tragens "selbst einstellen". Obwohl die Windel **20** der vorliegenden Erfindung vorzugsweise elastisch gemachte Seitenfelder **30** hat, die in der zweiten Taillenregion **58** angeordnet sind, kann die Windel **20** alternativ mit elastisch gemachten Seiten-

feldern **30** versehen sein, die in der ersten Tailenregion **56** oder sowohl in der ersten Tailenregion als auch in der zweiten Tailenregion **58** angeordnet sind.

[0188] Obwohl die elastisch gemachten Seitenfelder **30** in einer Anzahl von Konfigurationen konstruiert sein können, sind Beispiele von Windeln mit elastisch gemachten Seitenfeldern, die in den Flügeln (Flügelklappen) der Windel positioniert sind, offenbart in US Patent 4,857,067 unter der Bezeichnung "Disposable Diaper Having Shirred Ears", veröffentlicht für Wood et al. am 15. August 1989; US Patent 4,381,781, veröffentlicht für Sciaraffa et al. am 03. Mai 1983; US Patent 4,938,753, veröffentlicht für Van Gompel et al. am 03. Juli 1990 und das hier vorstehend erwähnte US Patent 5,151,092; von denen jedes hier durch Bezugnahme mit aufgenommen ist. Vorzugsweise umfaßt jedes elastisch gemachte Seitenfeld **30** Flügelklappen und ein elastisches Seitenfeldelement, das diesem operativ zugeordnet ist, wie dies offenbart ist in dem oben genannten US Patent 5,151,092.

[0189] Die Windel **20** wird vorzugsweise an einem Träger angelegt, indem eine der Tailenregionen, vorzugsweise die zweite Tailenregion **58**, unter den Rücken des Trägers gelegt wird und der Rest der Windel zwischen den Beinen des Trägers hindurch gezogen wird, so daß die andere Tailenregion, vorzugsweise die erste Tailenregion **56**, über der Vorderseite des Trägers positioniert ist. Der Windelanleger wickelt dann das elastische Seitenfeld um den Träger, im Allgemeinen während er wenigstens einen Bereich des Befestigungssystems **36** anfaßt. Die elastisch gemachten Seitenfelder werden während dieses Vorgangs typischerweise gedehnt und gespannt, um sich so an die Größe und die Form des Trägers anzupassen. Das Befestigungssystem wird befestigt (im Allgemeinen an oder mit der äußeren Oberfläche **52** der Windel), um einen Seitenverschluß zu bewirken.

[0190] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines einheitlichen absorbierenden Einwegartikels der vorliegenden Erfindung ist das Katamnesepad, die Damenbinde **24**, die in **Fig. 4** gezeigt ist. Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "Damenbinde" auf einen absorbierenden Artikel, welcher von Frauen angrenzend an die Schamregion getragen wird, im Allgemeinen äußerlich der umgenitalen Region und welcher dazu gedacht ist, menstruale Fluide und andere vaginale Ausscheidungen vom Körper der Trägerin zu absorbieren und aufzunehmen (z. B. Blut, Menstruationsfluide und Urin). Interlabiale Vorrichtungen, welche teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Vestibulums der Trägerin sitzen, liegen auch im Schutzbereich dieser Erfindung. Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "Scham" auf die äußerlich sichtbaren weiblichen Genitalien.

[0191] **Fig. 4** ist eine Draufsicht einer Damenbinde **420**, welche die vorliegende Erfindung verkörpert, bevor sie in der Unterwäsche der Trägerin angeordnet wird. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, umfaßt der Aufbau einer bevorzugten Damenbinde eine flüssigkeitsdurchlässige Oberschicht **424**, einen absorbierenden Kern **428**, eine flüssigkeitsundurchlässige Unterschicht **426** und ein Befestigungssystem **436** zum Festlegen der Damenbinde an der Unterwäsche der Trägerin. Obwohl die Oberschicht **424** der absorbierende Kern **428** und die Unterschicht **426** in einer Vielfalt von allgemein bekannten Konfigurationen zusammen gebaut werden können, ist eine bevorzugte Damenbindenkonfiguration allgemein gezeigt und beschrieben in US Patent 4,687,478 unter der Bezeichnung "Shaped Sanitary Napkin With Flaps", veröffentlicht für Van Tilburg am 18. August 1987, wobei die Damenbinde **420** zusätzlich Klappen **432** und **432'** hat. Weitere bevorzugte Konfigurationen von Damenbinden sind allgemein beschrieben in US Patent 4,950,264 unter der Bezeichnung "Thin, Flexible Sanitary Napkin", veröffentlicht für Osborn am 21. August 1990; US Patent 4,589,876, unter der Bezeichnung "Sanitary Napkin" veröffentlicht für Van Tilburg am 20. Mai 1986; US Patent 4,425,130 unter der Bezeichnung "Compound Sanitary Napkin", veröffentlicht für DesMarais am 10. Januar 1984 und US Patent 4,321,924 unter der Bezeichnung "Bordered Disposable Absorbent Article", veröffentlicht für Ahr am 30. März 1982.

[0192] Zahlreiche weitere Damenbinden-Ausführungsformen sind offenbart in der Literatur und könnten Konfigurationen für die hier vorliegenden Damenbinden liefern. Zum Beispiel sind geeignete Konfigurationen beschrieben in der internationalen PCT-Veröffentlichung Nrn. WO 93/01785 unter der Bezeichnung "Stretchable Absorbent Articles", Osborn et al.; und WO 93/01781 unter der Bezeichnung "Corved, Shaped Absorbent Article", Johnson et al. Beide dieser Druckschriften wurden am 04. Februar 1993 veröffentlicht. Weitere Ausführungsformen von Damenbinden, die hier nützlich sind, sind offenbart in US Patent 5,009,653, veröffentlicht für Osborn am 23. April 1991; und US Patent 4,917,697, veröffentlicht für Osborn, III, et al. am 17. April 1990. In noch weiteren alternativen Ausführungsformen können Komponenten oder Regionen der Damenbinde weiter strukturell durch Falten, Biegen, Riffeln, Stapeln von Schichten und Befestigen von Schichten aneinander modifiziert werden. Die Modifikationen können hergestellt werden, indem ein oder mehrere der Strukturen aufgenommen werden, die beschrieben sind in den europäischen Patentanmeldungen mit den Veröffentlichungsnummern 0,335,252 und 0,335,253, veröffentlicht im Namen von Buell am 04. Oktober 1989; und in der internationalen PCT-Veröffentlichung Nr. WO 92/07535, veröffentlicht im Namen von Wischer et al.

[0193] **Fig. 4** zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Damenbinde **420**, in welcher die Oberschicht **424** und die Unterschicht **426** gleich erstreckend sind und Längen- und Breitenabmessungen haben, die im Allgemeinen größer sind als diejenigen des absorbierenden Kerns **428**, um die Klappen **432** und **432'** zu bilden. Die Oberschicht **424** ist mit der Unterschicht **426** verbunden und über dieser angeordnet, um den Umfang der Da-

menbinde **420** bilden. Die Damenbinde **420** hat eine innenseitige Oberfläche **454** und eine außenseitige Oberfläche **452**. Im Allgemeinen erstreckt sich die außenseitige Oberfläche **452** von einem Stirnrand **464** zu dem anderen Stirnrand **464** und von einem Längsrand **462** zu dem anderen Längsrand **462** und ist die Oberfläche, die während der Benutzung der Damenbinde vom Träger am weitesten entfernt liegt. Wenn eine Unterschicht **426** verwendet wird, bildet diese typischerweise die außenseitige Oberfläche **452**. Die innenseitige Oberfläche **454** ist die Oberfläche, die der außenseitigen Oberfläche **452** entgegen gesetzt ist, und wird in der gezeigten Ausführungsform typischerweise durch die Oberschicht **424** gebildet. Im Allgemeinen ist die innenseitige Oberfläche **454** die Oberfläche, die mit der außenseitigen Oberfläche **452** gleich erstreckend ist, und welche zum größeren Teil in Kontakt mit dem Träger ist, wenn die Damenbinde **420** getragen wird.

[0194] In der bevorzugten Ausführungsform der Damenbinde **420**, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, umfaßt das Befestigungssystem **436** ein Anbringungselement **442** mit einem Haftmittel, das auf der außenseitigen Oberfläche **452** der Damenbinde **420** positioniert ist, und einen Abziehstreifen (nicht gezeigt), wie dies im Stand der Technik bekannt ist, der an dem Haftmittel des Anbringungselements **442** lösbar angebracht ist.

[0195] Da eine bevorzugte Ausführungsform der Damenbinde **420** der vorliegenden Erfindung Klappen **432** und **432'** umfaßt, umfaßt das Befestigungssystem **436** Klappen-Anbringungselement **446** und **446'** mit einem Haftmittel auf den Klappen **432** und **432'**, um die Klappen **432** und **432'** in Position zu halten, nachdem die Klappen **432** und **432'** um den Rand des Schrittbereichs der Unterwäsche herum gewickelt wurden. Ein Abziehstreifen (nicht gezeigt) ist auch über jedem der Klappen-Anbringungselement **446** und **446'** positioniert, um das Haftmittel zu schützen, bis die Damenbinde **420** verwendet wird, wobei der Abziehstreifen entfernt wird und die Klappe um den Rand des Schrittbereichs der Unterwäsche herum gewickelt wird.

[0196] Die Oberschicht **424** kann irgendeines der Oberschichtmaterialien umfassen, die vorstehend mit Bezug auf die Windelausführung der Erfindung beschrieben wurden. Eine bevorzugte Oberschicht umfaßt einen mit Öffnungen versehenen, geformten Film. Mit Öffnungen versehene, geformte Filme werden für die Oberschicht bevorzugt, weil sie für Körperausscheidungen durchlässig sind und noch nicht absorbierend sind und eine verringerte Neigung haben, Flüssigkeiten zu erlauben, durch sie zurück zu gelangen und die Haut des Trägers neu zu benässen. So bleibt die Oberfläche des geformten Films, welche in Kontakt mit dem Körper ist, trocken, wodurch eine Körperverschmutzung verringert wird und ein komfortableres Gefühl für die Trägerin erzeugt wird. Geeignete geformte Filme sind beschrieben in US Patent 3,929,135 unter der Bezeichnung "Absorptive Structures Having Tapered Capillaries" veröffentlicht für Tompson am 30. Dezember 1975; US Patent 4,324,246 unter der Bezeichnung "Disposable Absorbent Article Having A Stain Resistant Topsheet", veröffentlicht für Mullane et al. am 13. April 1982; US Patent 4,342,314 unter der Bezeichnung "Resilient Plastic Web Exhibiting Fiber-Like Properties", veröffentlicht für Radel et al. am 03. August 1982; US Patent 4,463,045 unter der Bezeichnung "Macroscopically Expanded Three-Dimensional Plastic Web Exhibiting Non-Glossy Visible Surface and Cloth-Like Tactile Impression", veröffentlicht für Ahr et al. am 31. Juli 1984; und US Patent 5,006,394 unter der Bezeichnung "Multilayer Polymeric Film", veröffentlicht für Baird am 09. April 1991. Die bevorzugte Oberschicht für die vorliegende Erfindung ist der geformte Film, der in einer oder mehreren der obigen Patente beschrieben wurde und auf Damenbinden von The Procter & Gamble Company aus Cincinnati Ohio als "DRI-WEAVE" vermarktet wird.

[0197] Die Oberschicht **424** hat zwei Seiten (Flächen oder Oberflächen), einschließlich einer körperseitigen Seite (zum Träger hin) und einer wäscheseitigen Seite (kernseitigen Seite). Die körperseitige Seite der Oberschicht **424** bildet im Allgemeinen wenigstens einen Bereich der innenseitigen Oberfläche **454** der Damenbinde **420**. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die körperseitige Oberfläche der geformten Filmoberschicht hydrophil, um so dabei einer Flüssigkeit zu helfen, durch die Oberschicht schneller hindurch geführt zu werden, als wenn die körperseitige Oberfläche nicht hydrophil wäre, um so die Wahrscheinlichkeit zu vermindern, daß ein menstruales Fluid aus der Oberschicht ausfließt, statt hinein zu fließen und von dem absorbierenden Kern absorbiert zu werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein grenzflächenaktiver Stoff in die polymeren Materialien der geformten Filmoberschicht eingebaut, wie dies beschrieben ist in der PCT-Veröffentlichung WO 93/09741. Alternativ kann die körperseitige Oberfläche der Oberschicht hydrophil gemacht werden, indem sie mit einem grenzflächenaktiven Stoff behandelt wird, wie dies beschrieben ist in dem oben genannten US Patent 4,950,264, veröffentlicht für Osborn.

[0198] Die Unterschicht **426** kann irgendeines der Unterschichtmaterialien umfassen, das vorstehend mit Bezug auf die Windelausführung der Erfindung beschrieben wurde. Vorzugsweise ist die Unterschicht ein Polyethylenfilm mit einer Dicke von etwa 0,012 mm (0,5 mil) bis etwa 0,051 mm (2,0 mil). Beispielhafte Polyethylenfilme werden hergestellt durch Clopay Corporation aus Cincinnati, Ohio unter der Bezeichnung P 18-0401 und durch die Ethyl Corporation, Visqueen Division, aus Terre Haute, Indiana, unter der Bezeichnung XP-39385. Die Unterschicht ist vorzugsweise geprägt und/oder mattiert, um ein mehr kleidungsähnliches Erscheinungsbild zu schaffen. Ferner kann die Unterschicht **426** Dämpfen erlauben, aus dem absorbierenden Kern **428** zu entweichen (das heißt, atmungsfähig sein), während sie gleichzeitig noch verhindert, daß Ausscheidungen durch die Unterschicht **426** hindurch gelangen.

[0199] Der absorbierende Kern **428** ist zwischen der Oberschicht **424** und der Unterschicht **426** positioniert

und umfaßt die superabsorbierenden Polymerschäume der vorliegenden Erfindung. Die Schäume können in den absorbierenden Kern in der gleichen Weise eingebaut sein, wie dies vorstehend mit Bezug auf die Windelausführung der vorliegenden Erfindung beschrieben wurde. In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der absorbierende Kern **428** den auf einem absorbierenden Träger ausgebildeten, superabsorbierenden Polymerschäum, ganz bevorzugt einen Träger, der schnell saugende Eigenschaften liefert, wie ein Tissuepapier, derart, daß das zusammen gesetzte absorbierende Material als der absorbierende Kern wirkt. Der absorbierende Kern umfaßt vorzugsweise eine Trägerbahn aus Fasermaterial. Geeignete Fasermaterialien und Kerne umfassen solche, die mit Bezug auf die Windelausführung der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der absorbierende Kern durch Luftlegen eines im Wesentlichen trocknen Gemisches von Fasern, durch ein Verdichten der resultierenden Bahn, falls dies erwünscht oder notwendig ist, und dann durch Ausbilden des superabsorbierenden Schaums auf der Bahn gebildet.

[0200] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Annahmeschicht zwischen der Oberschicht **424** und dem absorbierenden Kern **428** positioniert sein. Die Annahmeschicht kann mehreren unterschiedlichen Funktionen dienen, einschließlich einem verbesserten Ansaugen von Ausscheidungen über und in den absorbierenden Kern **428** hinein. Es gibt mehrere Gründe, warum die verbesserte Ansaugung von Ausscheidungen wichtig ist, einschließlich dem Bereitstellen einer gleichmäßigeren Verteilung von Ausscheidungen in dem absorbierenden Kern **428** und der Möglichkeit, die Damenbinde **420** relativ dünn herzustellen. (Das Ansaugen, auf das hier Bezug genommen wird, kann den Transport von Flüssigkeiten in eine, zwei oder alle Richtungen umfassen (das heißt, in der X-Y-Ebene und/oder in der Z-Richtung)). Die Annahmeschicht kann aus mehreren unterschiedlichen Materialien zusammen gesetzt sein, einschließlich Vliesstoff- oder Gewebepapieren aus synthetischen Fasern, einschließlich Polyester, Polypropylen oder Polyethylen; natürlichen Fasern, einschließlich Baumwolle oder Zellulose; Mischungen solcher Fasern; oder irgendwelchen äquivalenten Materialien oder Kombinationen von Materialien.

[0201] Bei der Verwendung wird die Damenbinde **420** auf der Innenseite des Schrittbereichs einer Unterwäsche festgelegt, wobei das druckempfindliche Haftmittel der Befestigerseite der Damenbinde **420** dem Schrittbereich der Unterwäsche zugewandt ist. So dient die Unterwäsche als Anlageelement für das Befestigungssystem **436**. Der Abziehstreifen wird von dem Anbringungselement **442** entfernt, und die Damenbinde **420** wird in ihrer Position festgelegt, indem der frei gelegte druckempfindliche Haftbefestiger **442** fest gegen das Material des Schrittbereichs der Unterwäsche gepreßt wird. Der Abziehstreifen wird von den Klappen-Anbringungselementen **446** und **446'** entfernt, um das Haftmittel frei zu legen. Die Klappen **432** und **432'** werden dann unter das Schrittmaterial der Unterwäsche gefaltet und in ihrer Position festgelegt, indem der frei gelegte Haftbefestiger **446** und **446'** fest gegen das Schrittmaterial der Unterwäsche gepreßt wird, um eine doppelwandige Barriere zu bilden.

TESTVERFAHREN

[0202] Beim Beschreiben der vorliegenden Erfindung werden eine Anzahl von fluidhandhabenden, strukturellen und mechanischen Eigenschaften des superabsorbierenden Schaum angegeben. In einigen Fällen sind Verfahren zum Bestimmen und Messen bestimmter dieser Eigenschaften oben beschrieben oder aus anderen Patenten oder Veröffentlichungen Bezug nehmend übernommen. In den restlichen Fällen können solche Eigenschaften unter Verwendung der folgenden Testfluide und Testverfahren bestimmt und gemessen werden.

[0203] In jedem der Testverfahren ist es wichtig, daß die zu testende Schaumprobe im Wesentlichen die gleiche Morphologie der ursprünglich geformten Schaumprobe hat. So sollten die Schaummateriale ohne irgendeine voraus gehende mechanische Behandlung getestet werden, welche die Morphologie wahrscheinlich zerstören würde, z. B. Sieben oder Mahlen. Wenn es notwendig ist oder erwünscht ist, ein geschnittenes Schaumstück zu verwenden, sollten Anstrengungen unternommen werden, eine Kantenverdichtung, wie sie mit Bezug auf den Flexibilitätstest beschrieben wird, vermieden werden.

1) TESTFLUIDE – SYNTETISCHES URIN

[0204] Das in den folgenden Tests verwendete synthetische Urin ist eine Salzlösung in destilliertem Wasser, wobei die Oberflächenspannung der Lösung auf 45 dyne/cm mit etwa 0,0025% eines grenzflächenaktiven Stoffes aus Octylphenoxypolyethoxyethanol (Triton™ X-100 von Rohm und Haas Co.) eingestellt wird. Eine solche synthetische Urinlösung umfaßt 15 Teile von 1% Triton™ X-100, 60 Teilen NaCl, 1,8 Teilen $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3,6 Teilen $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ und 6000 Teilen destilliertes Wasser.

2) BESTIMMUNG VON ABSORPTIONSEIGENSCHAFTEN

A) ABSORPTIONSKAPAZITÄT UND – GESCHWINDIGKEIT/"TEEBEUTEL"-TEST

[0205] Die Absorptionskapazität und -geschwindigkeit kann durch eine Gravimetrie-Analysetechnik unter Verwendung von synthetischem Urin als Fluid bestimmt werden, für welches die Absorptionskapazität und -geschwindigkeit des Schaums zu berechnen ist. Eine Probe eines superabsorbierenden Polymerschaums wird in einen Teebeutel gelegt, für eine spezifizierte Zeitspanne in einen Überschuß von synthetischem Urin eingetaucht und dann für eine spezifische Zeitspanne zentrifugiert. Das Verhältnis des am Ende vorhandenen Gewichts des superabsorbierenden Polymerschaums nach dem Zentrifugieren minus dem Anfangsgewicht (Netto Fluidgehalt) zu dem Anfangsgewicht bestimmt die Absorptionskapazität. Die Geschwindigkeit kann aus der Absorptionsgeschwindigkeit als Funktion der Zeit berechnet werden.

[0206] Das folgende Verfahren wird unter Standard-Laborbedingungen bei 23°C (73°F) und 50% relativer Feuchtigkeit durchgeführt. Unter Verwendung einer 6 cm × 23 cm Schneidstanze wird das Teebeutelmaterial geschnitten, auf halber Länge gefaltet und entlang zwei Seiten mit einem T-Tangen-Verschweißer verschweißt, um ein 6 cm × 6 cm Teebeutelquadrat herzustellen. Das verwendete Teebeutelmaterial ist ein wärmeverschweißbares Material der Qualitätsstufe 1234, erhältlich von C. H. Dexter, Division der Dexter Corp., Windsor Locks, Connecticut, USA, oder ein Äquivalent. Ein Teebeutelmaterial mit geringerer Porosität sollte verwendet werden, wenn es erforderlich ist, feine Teilchen von Schaummaterial zurück zu halten. 0,200 Gram plus oder minus 0,005 Gramm des superabsorbierenden Polymerschaummaterials wird auf einem Wiegepapier eingewogen und in den Teebeutel überführt, und die Oberseite (das offene Ende) des Teebeutels wird verschweißt. Ein leerer Teebeutel wird an der Oberseite verschweißt und als eine Leerprobe verwendet. Etwa 300 Milliliter synthetisches Urin werden in einen 1000 Milliliter Becher gegossen. Der leere Teebeutel wird in das synthetische Urin eingetaucht. Der das superabsorbierende Polymerschaummaterial enthaltende Teebeutel (der Probenteebeutel) wird horizontal gehalten, um das Material gleichmäßig in dem Teebeutel zu verteilen. Der Teebeutel wird auf die Oberfläche des synthetischen Urins gelegt. Dem Teebeutel wird für eine Zeitspanne von nicht mehr als einer Minute erlaubt, naß zu werden und wird dann für 60 Minuten vollständig eingetaucht und voll gesaugt. Etwa 2 Minuten nachdem die erste Probe eingetaucht wurde, wird ein zweiter Satz von Teebeuteln, der identisch zum ersten Satz von Leerprobe und Probenteebeutel präpariert wurde, für 60 Minuten in der gleichen Weise wie der erste Satz eingetaucht und voll gesaugt. Nachdem die vorbeschriebene Saugzeit für jeden Satz der Teebeutelproben abgelaufen ist, werden die Teebeutel sofort aus dem synthetischen Urin entfernt (unter Verwendung von Pinzettenhaltern). Die Proben werden dann zentrifugiert, wie dies unten beschrieben ist. Die verwendete Zentrifuge ist eine Delux Dynac II Zentrifuge, Fisher Modell Nr. 05-1900-26, erhältlich von der Fisher Scientific Co. aus Pittsburgh, PA oder ein Äquivalent. Die Zentrifuge sollte mit einem direkt abzulesenden Tachometer und einer elektrischen Bremse ausgestattet sein. Die Zentrifuge ist ferner mit einem zylindrischen Einsatzkorb ausgestattet, die eine etwa 2,5 Inch (6,35 cm) hohe Außenwand mit einem 8,535 Inch (21,425 cm) Außendurchmesser, einen 7,935 Inch (20,155 cm) Innendurchmesser und 9 Reihen runder Löcher mit jeweils einem Durchmesser von etwa 106 3/32 Inch (0,238 cm) aufweist und einen Korbboden mit sechs runden Drainagelöchern von 1/4 Inch (0,635 cm) Durchmesser aufweist, die um den Umfang des Korbbodens in einem Abstand von 1/2 Inch (1,27 cm) von der inneren Oberfläche der äußeren Wand zum Zentrum der Drainagelöcher gleichmäßig angeordnet sind, oder ein Äquivalent. Der Korb wird in der Zentrifuge so angebracht, daß dieser mit der Zentrifuge unisono dreht und auch bremst. Die Probenteebeutel werden in dem Zentrifugenkorb mit einem gefalteten Ende des Teebeutels in Richtung des Zentrifugenspins positioniert, um die Anfangskraft zu absorbieren. Die leeren Teebeutel werden zu beiden Seiten der entsprechenden Probenteebeutel angeordnet. Der Probenteebeutel des zweiten Satzes muß gegenüber dem Probenteebeutel des ersten Satzes angeordnet werden; und der leere Teebeutel des zweiten Satzes gegenüber dem leeren Teebeutel des ersten Satzes, um die Zentrifuge gleichmäßig zu besetzen. Die Zentrifuge wird gestartet und darf schnell auf eine stabile Geschwindigkeit von 1.500 rpm hoch laufen, wobei ein Zeitgeber auf 3 Minuten eingestellt wird. Nach 3 Minuten wird die Zentrifuge ausgeschaltet und die Bremse angelegt. Der erste Probenteebeutel und der erste leere Teebeutel werden entfernt und separat gewogen. Das Verfahren wird für den zweiten Probenteebeutel und den zweiten leeren Teebeutel wiederholt.

[0207] Die Absorptionskapazität (AC) für jede der Proben wird wie folgt berechnet:

$$AC = (\text{Probenteebeutelgewicht nach Zentrifuge minus leerem Teebeutelgewicht nach Zentrifuge minus Gewicht des superabsorbierenden Polymerschaums}) / (\text{Gewicht des trockenen superabsorbierenden Polymerschaums}).$$

[0208] Der Wert der Absorptionskapazität ist für die hier vorliegende Verwendung die mittlere Absorptionskapazität von zwei Proben.

[0209] Die Absorptionsgeschwindigkeit (AR) kann wie folgt berechnet werden:

$$AR = (AC \text{ für eine gegebene Probe}) / (\text{Zeit des Probeneintauchens}).$$

[0210] Zum Beispiel werden 10 Sätze von Proben und Leerproben präpariert und wie bei dem Test zur Ab-

sorptionskapazität vollgesaugt/eingetaucht, mit Ausnahme dessen, daß ein Satz aus Probe und Leerprobe in Ein-Minuten-Intervallen entfernt wird und dann wie beim Test zur Absorptionskapazität geschleudert wird. Die Absorptionskapazität und die Absorptionsgeschwindigkeit werden dann bedarfsweise für verschiedene Zeitintervalle berechnet, wie dies oben beschrieben wurde.

B) ABSORPTIONSKAPAZITÄT UND -GESCHWINDIGKEIT/TEST MIT BLAUEN DEXTRIN

[0211] Die Absorptionskapazität in Gramm absorbiertes synthetisches Urin pro Gramm superabsorbierender Polymerschaum wird bestimmt, indem die Schaumproben in mehreren Aliquots von synthetischem Urin gequollen werden lassen. Die Menge eines solchen, tatsächlich von dem Schaum absorbierten synthetischen Urins wird durch ein Verfahren bestimmt, welches die Verwendung einer synthetischen Urinlösung beinhaltet, welche blaues Dextrin enthält, so daß optische Absorptionsmessungen verwendet werden können, um die Menge des synthetischen Urins berechnet werden kann, das von dem Schaum nicht aufgenommen wurde.

(a) Präparierung der blauen Dextrinlösung

[0212] Eine 0,03% Lösung von blauem Dextrin (BD) wird durch Auflösen von 0,3 Teilen blauen Dextrins (Sigman D-5751) in 1000 Teilen synthetischer Urin (SU)-Lösung präpariert. Die sich ergebene Lösung hat ein Absorptionsvermögen von etwa 0,25 bei ihrem Absorptionsmaximum von 617 nm.

(b) Schaumkalibrierung

[0213] Aliquots des zu testenden superabsorbierenden Polymerschaums werden quellen gelassen in: (i) 20 Teilen synthetischer Urin (SU)-Lösung und (ii) 20 Teilen blauer Dextrin (BD)-Lösung. Die Suspension in der blauen Dextrin (BD)-Lösung wird doppelt hergestellt. In den meisten sind 0,1 bis 0,2 Teile des trockenen Schaummaterials (bis 20 Teile SU oder BD) erforderlich, um eine ausreichend hohe Spectrophotometerablesung in Bezug auf die Referenzlösung von blauem Dextrin zu erhalten. Eine Stunde Kalibrierung bei Umgebungstemperatur unter leichtem Rühren mit einem Rührstab reicht aus, um ein Quellgleichgewicht zu erhalten. Nach Erreichen des Gleichgewichtszustands wird ein > 3 ml Aliquot eines Schwimmstoffes von jeder Suspension durch Dekantierung, gefolgt von einer Zentrifugierung, getrennt.

(c) Bestimmung der Absorptionskapazität

[0214] Das optische Absorptionsvermögen (ABS) jedes Schwimmstoffes wird spectrophotometrisch mit einer Genauigkeit von 0,001 Absorptions-Einheiten bestimmt. Die Lösung aus synthetischem Urin wird als ein ABS = 0,0 Bezugswert verwendet. Das Absorptionsvermögen des Schwimmstoffes aus der Lösung von synthetischem Urin ohne blauem Dextrin sollte nicht 0,01 Absorptionseinheit übersteigen; höhere Werte geben einen Hinweis auf ein zerstreutes Vorhandensein restlicher Schaumteilchen oder restlicher Additive und eine weitere Zentrifugierung ist notwendig. Das Absorptionsvermögen der Schwimmstoffe von blauem Dextrin sollte das Absorptionsvermögen der Referenzlösung von blauem Dextrin um wenigstens 0,1 Absorptionseinheiten übersteigen. Die Werte für das Absorptionsvermögen unterhalb dieses Bereichs geben einen Hinweis auf das Erfordernis; die Menge des superabsorbierenden Polymerschaums einzustellen, die zum Präparieren der Suspension verwendet wird.

(d) Berechnen der Absorptionskapazität

[0215] Die Absorptionskapazität des superabsorbierenden Polymerschaums in g/g wird berechnet aus (i) der Gewichtsfraktion des Schaums in der Suspension und (ii) dem Verhältnis des ausgeschlossenen Volumens zu dem Gesamtvolumen der Suspension. Da blaues Dextrin aus dem Schaum aufgrund seines hohen Molekulargewichts ausgeschlossen wird, hat dieses Verhältnis einen Bezug zu dem gemessenen Absorptionsvermögen. Die folgende Gleichung wird verwendet, um die Absorptionskapazität zu berechnen:

$$\text{Absorptionskapazität} = \frac{(\text{g BD-Lösung})}{(\text{g superabsorbierender Polymerschaum})} \times$$

$$\left[1 - \frac{(\text{ABS BD-Lösung})}{(\text{ABS BD Schwimmstoff} - \text{ABS SU Schwimmstoff})} \right]$$

[0216] Die Absorptionsgeschwindigkeit (AR) kann aus der Absorptionskapazität als Funktion der Zeit in der

gleichen Weise bestimmt werden, wie für den obigen Teebeuteltest, das heißt, AR-AC/Zeit. Zum Beispiel kann die Absorptionskapazität bestimmt werden, indem eine Anzahl von Proben getestet wird, welche in synthetischem Urin für mehrere Zeitspannen quellen gelassen wurden, z. B. für 1, 3, 5 und 10 Minuten, woraus die Absorptionsgeschwindigkeit bestimmt werden kann. Alternativ kann eine kontinuierliche Absorptionskurve der Absorptionskapazität gegenüber der Ausgleichszeit erhalten werden, indem ein Phototroden-Detektor für die SU- und BD-Lösungen verwendet wird, woraus die Absorptionsgeschwindigkeit bestimmt werden kann.

3) BET-OBERFLÄCHENBEREICH ZUREINHEITSMASSE

[0217] Der spezifische Oberflächenbereich gegenüber der Einheitsmasse (m^2/g) des superabsorbierenden Polymerschaums wird unter Verwendung des Gasadsorptionsverfahrens nach Brunauer-Emmet-Teller (BET) bestimmt. Dieses Verfahren beinhaltet das Adsorbieren einer Monoschicht eines Gases (Stickstoff (N_2)) auf eine bekannte Masse einer Probe des superabsorbierenden Polymerschaums bei Temperaturen, bei denen Stickstoff flüssig ist. Das adsorbierte N_2 wird dann durch Anheben der Temperatur der Probe desorbiert (thermische Desorption) und durch einen thermischen Leitfähigkeitsdetektor (TCD) erfaßt, dessen Ausgang mit einem integrierenden Recorder verbunden ist. Der Spitzenbereich des desorbierten N_2 ist somit bekannt. Nachfolgende Desorptionsspitzen werden für jede Probe aufgezeichnet, deren Mittelwert die Signalfäche (A) ist. Nach der Probenanalyse wird die Instrumentenantwort (A_{cal}) bestimmt, indem bekannte Mengen (V_c) des Stickstoffgases (99,99%) in das System eingespritzt werden und die Instrumentenantwort über den integrierenden Recorder aufgezeichnet wird. A_{cal} ist der Mittelwert mehrerer Instrumentenantworten, die bei Einspritzen der bekannten Mengen N_2 erhalten werden. Die A-, A_{cal} - und V_c -Werte werden dann verwendet, um den spezifischen Oberflächenbereich der Probe unter Verwendung der Mehrpunkt-BET-Berechnung zu bestimmen.

[0218] Die spezifische Anlage, die für diese Analysen verwendet wird, ist erhältlich von der Quantachrome Corporation, (Syosset, NY) und besteht aus der Quantector Outgassing Station, dem Strömungsregler und der Quantasorb Jr. Proben-Analyseeinheit. Diese Instrumente werden verwendet, wie dies in den Betriebshandbüchern für das Quantasorb Jr.® Sorption System 2/1985 beschrieben ist, die hier durch Bezugnahme aufgenommen sind. Verschiedene spezifische N_2 -Helium-Gemische, die durch Mischen von reinem N_2 und reinem Helium über den Strömungsregler erhalten werden, als das Adsorbatgas verwendet.

[0219] 0,75 Gramm $\pm$ 0,05 Gramm der Schaumprobe werden in die gläserne Probenzelle (etwa 2,5 ml) der Vorrichtung eingewogen. Die Glaszelle mit der Probe wird dann in die Gasströmung des Instruments gelegt. Die Proben werden mit einer 30 ml/min Heliumströmung unter Verwendung des Quantector über eine Zeit ausgegast, die ausreicht, alle Gase außer Helium aus der Probe zu entfernen, typischerweise mindestens 4 Stunden. Nach dem Ausgasen wird der Gasstrom zu einem spezifischen N_2 -Helium-Gasgemisch geändert. Die gläserne Probenzelle wird in flüssigen Stickstoff eingetaucht und darf dort ein Gleichgewicht erreichen. Eine Adsorptionskurve wird erzeugt. Das adsorbierte N_2 wird dann desorbiert, indem der flüssige Stickstoff entfernt wird und der Glaskolben in warmes Leitungswasser eingetaucht wird. Das adsorbierte N_2 erzeugt eine Desorptionskurve und einen Spitzenwert (verwendet, um die Signalfäche (A) zu berechnen). Die Adsorption/Desorption-Messungen werden an jeder Probe unter Verwendung unterschiedlicher N_2 -Heliumgasgemischungen durchgeführt.

[0220] Der spezifische Oberflächenbereich S_g wird wie folgt berechnet:

$$S_g = S_t/W;$$

in welcher W das Gewicht der Probe und S_t gleich $X_m (6,02 \times 10^{23}) A_{\text{cs}}$ ist; in welcher A_{cs} die Adsorbat-Querschnittsfläche ist. Für N_2 , S_t wird $X_m (3,483 \times 10^3) \text{m}^2$; in welcher X_m gleich $1/(S + 1)$ ist. S ist die Steigung und I ist die Y-Schnittstelle des Plots von $1/X[P_0/P] - 1$ gegenüber P/P_0 .

[0221] Beim Berechnender X- und Y-Werte für den obigen Plot ist X gleich $(A)X_c/(A)_{\text{cal}}$. A ist die Signalfäche; A_{cal} ist die Kalibrierungsfläche; und X_c ist gleich $P_a \cdot M_a V_c / 6,235 \times 10^4 T$. P_a ist der Umgebungsdruck; M_a ist das Molekulargewicht des Adsorbats, welches für N_2 28,0134 wird; V_c ist das Kalibrierungsvolumen; und T ist die Umgebungstemperatur in °K. P ist der Partialdruck des Adsorbats; und P_0 ist der gesättigte Dampfdruck und ist gleich $P_g + P_a$; wobei P_g der Dampfdruck (über Umgebungsdruck) und P_a der Umgebungsdruck ist.

4) BESTIMMUNG DER FLEXIBILITÄT

[0222] Die Schaumflexibilität kann quantifiziert werden, indem Bezug genommen wird auf ein Testverfahren, welches eine Modifikation des ASTM D 3574-86 Test ist, der verwendet wird, um die Flexibilität von zellularen organischen Polymerschaumprodukten zu bestimmen. Ein solcher modifizierter Test verwendet eine Schaumprobe, welche 7 cm $\times$ 0,8 cm $\times$ 0,8 cm mißt und welche bis zu ihrer Absorptionskapazität gesättigt wurde (das heißt, in synthetischen Urin für etwa 15 Minuten vollsaugen gelassen wurde), wobei das synthetische Urin bei 37°C war. Der mit synthetischem Urin gesättigte Schaumstreifen wird um einen zylindrischen Dorn von 0,8 cm Durchmesser gebogen, und zwar mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit von einer Umwicklung in 5 Sekunden, bis sich die Enden des Streifens treffen. Der Schaum wird als flexibel angesehen, wenn dieser während

dieses Tests nicht reißt oder bricht, das heißt, wenn er einen Biegezyklus durchsteht.

[0223] Es ist wichtig, daß das Schneideverfahren, das verwendet wird, um die Schaumproben herzustellen, keine Kantendefekte in dem Schaumstreifen einführt. Die Schaumstreifen der erforderlichen Größe sollten aus größeren Blöcken des gleichen Materials unter Verwendung einer scharfen hin und her gehenden Messersäge geschnitten werden. Die Verwendung dieser oder einer äquivalenten scharfen Schneideeinrichtung dient dazu, im Wesentlichen Probenrand-Risse und Kanten-Verdichtungseffekte zu beseitigen, welche einen nachteiligen Einfluß auf die Genauigkeit bestimmter Messungen haben könnten, die bei Ausführung des Testverfahrens durchgeführt werden. Zudem sollten die Stärken- oder Dickenmessungen durchgeführt werden, wenn die absorbierende Strukturprobe unter einem Grenzdruck von 0,05 psi (350 Pa) steht.

5) BESTIMMUNG DER EXTRAHIERBAREN ANTEILE (DAS HEISST; GEHALT UNLÖSLICHER STOFFE)

[0224] Die Löslichkeit/Unlöslichkeit einer speziellen Komponente, eines solchen Materials etc. (nachfolgend "Probe") indem Lösungsmittel wird bestimmt, indem die Extraktionsfähigkeit der Komponente oder des Materials in dem Lösungsmittel bei Umgebungstemperatur (etwa 22°C) bestimmt wird. Die Extraktionsfähigkeit wird bestimmt durch ein gravimetrisches Verfahren, in welchem die zu testende Probe mit dem Lösungsmittel gemischt wird, wobei das Gemisch gefiltert wird und das Gewicht des resultierenden Restes bestimmt wird.

[0225] In einem 500 ml Erlenmeyerkolben werden genau (bis $\pm 0,1$ mg) etwa 0,25 Gramm der zu testenden Probe (Ws) eingewogen. 250 ml des Lösungsmittels werden hinzu gegeben und das Gemisch wird langsam über eine Stunde gerührt. Nach Ablauf dieser Stunde wird der Rührvorgang gestoppt und wird das Gemisch unter Verwendung eines Erlenmeyerkolbens gefiltert, der mit einem vorgewogenen 0,45 Micron Filterpapier versehen ist. Das Taragewicht des Filter ist (Wp). Nach der Filtration wird das Filterpapier mit dem Rest von dem Kolben entfernt und in einem Ofen bei 120°C für eine Stunde getrocknet. Das Filterpapier wird abgekühlt und rückgewogen, um (Wr) zu erhalten. $(Wr) - (Wp)$ ist das Gewicht des Restes (r).

[0226] Zusammen mit der Probe wird ein zweiter Kolben mit 250 ml des Lösungsmittels gerührt und gefiltert und wird das Filterpapier wie bei der Probe getrocknet, um ein Leergewicht (Wb) zu erhalten. Das blanke Filterpapier wird vorgewogen (Wbf). $Wb - Wbf$ ist der blanke Rest (br). Der eingestellte Probenrest (ar) ist gleich $\text{ar} = (r) - (br)$.

[0227] Der Anteil der extraktionsfähigen Stoffe ist gleich $[(ar)/(Ws)] \times 100$.

BEISPIEL I

[0228] Ein superabsorbierender Polymerschaum kann wie folgt gebildet werden: etwa 250 Gramm einer wäßrigen (50 Gew.%) Acrylsäure werden zu 75% zu Natriumacrylat unter Verwendung von 0,1 N NaOH neutralisiert. Um die Formation von Polyacrylsäure zu vermeiden, wird die Neutralisation durchgeführt, indem allmählich das NaOH zu der Acrylsäurelösung bei leichtem Mischen und Abkühlen (mit Trockeneis) hinzu gegeben wird.

[0229] Ein Reaktionsgemisch wird wie folgt präpariert:

200 Gramm der oben präparierten wäßrigen Natriumacrylatlösung; 0,05 Gramm N,N'-methylbisacrylamid; 1,3 Gramm V-50 (2,2'-azobis(2-amidinopropan)dihydrochlorid, erhältlich von Wako Chemicals USA, Inc.); und 20 Gramm PEG-600 (Polyethylenglycol mit einem mittleren Molekulargewicht von etwa 600, erhältlich von der Union Carbide Co. aus Danbury, Connecticut) werden in einen 1 Liter Glasreaktor hinzu gegeben, der mit einer Temperatur- und Druckkontrolle und mit einer Scher-Mischvorrichtung (z. B. einem "Ultra Turrax"-Mixer, erhältlich von der Tekmar Company aus Cincinnati, Ohio) ausgestattet ist. Der Reaktor befindet sich auf Umgebungstemperatur (etwa 22°C) und Umgebungsdruck (etwa 1 atm). Ein Gemisch von 60 Gramm Freon 1,1,2(1,1,2-trichlortrifluorethan, erhältlich von Aldrich Chemical aus Milwaukee, Wisconsin); 3,5 Gramm SPAN®20 (Sorbitanmonolaurat, erhältlich von Aldrich Chemical); und 6,5 Gramm TWEEN®20 (ethoxyliertes Sorbitanmonolaurat, erhältlich von Aldrich Chemical) wird dann dem Reaktor hinzu gegeben. Dieses letztere Gemisch wird vorher präpariert, indem die Komponenten einem Reaktor ähnlich demjenigen hinzu gegeben werden, der oben beschrieben wurde, und gemischt werden.

[0230] Das Reaktionsgemisch wird bei etwa 850 rpm für etwa 10 Minuten gemischt, um das Freon 1,1,2 stabil zu dispergieren. Die Mischvorrichtung wird dann aus der Dispersion entfernt. Ein Schaumprodukt wird gebildet, indem die Reaktortemperatur auf 60°C erhöht wird und die Temperatur bei 60°C für etwa 1 Stunde gehalten wird; Nachfolgend wird die Temperatur auf 80°C erhöht und diese bei 80°C für etwa 30 Minuten gehalten; nachfolgend wird die Temperatur auf 120°C erhöht und diese bei 120°C für etwa 30 Minuten gehalten. Der Reaktor wird dann abgekühlt auf Umgebungstemperatur (etwa 22°C).

[0231] Ein Gemisch von 5 Gramm Glycerol und 25 Gramm Isopropylalkohol wird dem Schaum in dem Reaktor hinzu gegeben, um den Schaum mit dem Gemisch zu imprägnieren. Die Temperatur des Reaktors wird dann erhöht auf 180°C und für etwa eine Stunde so gehalten. Der Reaktor wird auf Umgebungstemperatur (etwa 22°C) abgekühlt, wonach der Schaum aus dem Reaktor entfernt und in einem befeuchteten Raum (80%

relative Luftfeuchtigkeit) für 6 Stunden offen abgelegt wird.

[0232] Eine so gebildeter offenzelliger superabsorbierender Polymerschaum würde die folgenden Eigenschaften haben: ein Gelvolumen (das heißt, Absorptionskapazität) von 50 g/g; eine Quellerate (das heißt, Absorptionsgeschwindigkeit) von 2,8 g/g/sec; eine mittlere Zellengröße von 30 Micron mit einer Standardabweichung von ± 16 Micron; und ein Verhältnis von Oberflächenbereich zur Masse von 0,48 m²/g.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines superabsorbierenden polymeren Schaums, mit einem Oberflächenbereich in einem Massenverhältnis von wenigstens 0,2 m²/g; einer mittleren Zellengröße von weniger als 110 µm, und einer Dichte von weniger als 0,5 g/cm³, wobei das Verfahren die Schritte aufweist

(a) Bilden eines Reaktionsgemisches mit einem Monomer, einem internen Vernetzungsmittel und einem Lösungsmittel;

(b) Bilden einer Dispersion eines Treibmittels in dem Reaktionsgemisch;

(c) Stabilisieren der Dispersion;

(d) Expandieren des Treibmittels;

(e) In-Reaktion-Bringen des Monomers und des internen Vernetzungsmittels, um so das superabsorbierende Polymer zu bilden;

wobei der Schritt (e) wenigstens nach den Schritten (a), (b) und (c) durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, in welchem das Reaktionsgemisch ein im wesentlichen wasserlösliches, ungesättigtes Monomer mit neutralisierten Carboxylgruppen aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, in welchem das Monomer aus Acrylsäure, Maleinsäure, Methacrylsäure, Fumarinsäure, Itakonsäure, Maleinanhydrid, Ethylacrylat, Butylacrylat oder Mischungen davon abgeleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, in welchem das interne Vernetzungsmittel ein im wesentlichen wasserlösliches, internes Vernetzungsmittel ist, ausgewählt aus Verbindungen mit wenigstens zwei polymerisierfähigen Doppelbindungen, Verbindungen mit wenigstens einer polymerisierfähigen Doppelbindung und wenigstens einer funktionalen Gruppe, die mit dem Monomer reagieren kann, Verbindungen mit wenigstens zwei funktionalen Gruppen, die mit dem Monomer reagieren können und Verbindungen, welche Innenverbindungen bilden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, in welchem das Lösungsmittel ein im wesentlichen wasserlösliches Lösungsmittel ist, ausgewählt aus der Gruppe von Wasser, niederen Alkoholen oder Mischungen davon.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, in welchem das Reaktionsgemisch ferner einen Weichmacher, einen grenzflächenaktiven Stoff und einen Initiator oder ein Viskositäts-Regulierungsmittel umfaßt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, in welchem das Treibmittel eine Verdampfungstemperatur von weniger als 50°C hat.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, in welchem der Schritt (d) des Expandierens des Treibmittels die Schritte umfaßt

(d1) Erhöhen der Temperatur der stabilisierten Dispersion auf eine Temperatur von mehr als oder gleich der Verdampfungstemperatur des Treibmittels, weniger als der Verdampfungstemperatur des Reaktionsgemisches und weniger als der Verdampfungstemperatur des Lösungsmittels; oder

(d2) Vermindern des Druckes auf die stabilisierte Dispersion.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, in welchem der Reaktionsschritt (e) aufweist

(e1) Aussetzen der expandierten Struktur einer thermischen Strahlung oder Lichtstrahlung oder

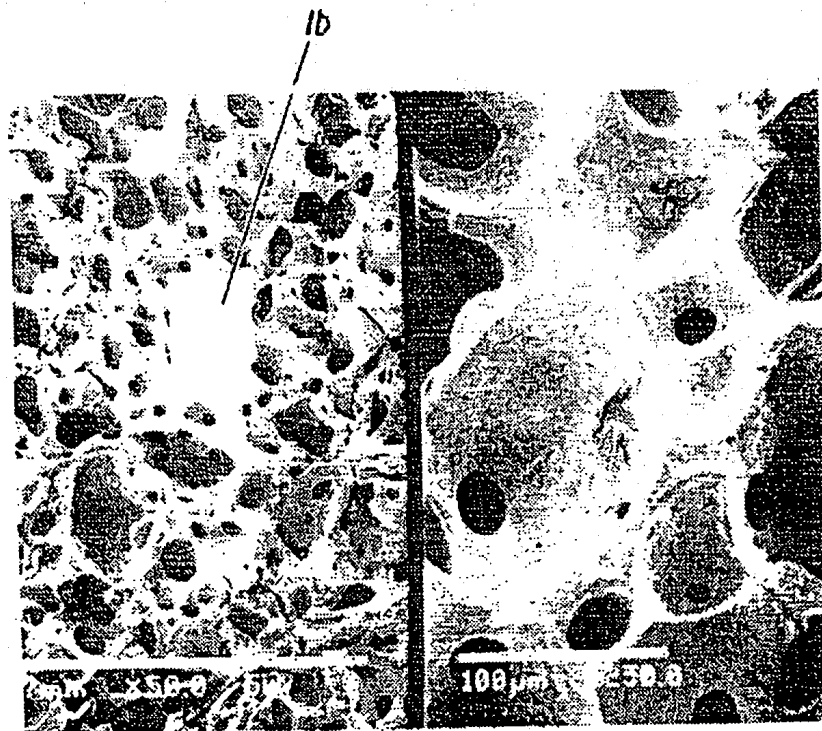
(e2) Erwärmen der expandierten Struktur auf eine Temperatur, welche größer als oder gleich der Aktivierungstemperatur des Reaktionsgemisches und kleiner als die Verdampfungstemperatur des Lösungsmittels ist.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, in welchem der Expandierungs- und Reaktionsschritt bei Vorhandensein eines Materials ausgeführt werden, das ausgewählt wird aus der Gruppe aus einem grenzflächenaktiven Stoff, einem Initiator und einem Viskositäts-Regulierungsmittel oder Mischungen davon.

11. Polymerschaum, bei welchem wenigstens 50% der Zellen in dem Polymerschaum eine mittlere Zellengröße von weniger als etwa 100 Micron haben, hergestellt gemäß dem Verfahren eines der vorstehenden Ansprüche.
12. Polymerschaum nach Anspruch 11, ferner mit einem Zellgrößen-Verteilungswert von weniger als 5.
13. Polymerschaum nach einem der Ansprüche 11 oder 12, ferner mit einem Weichmacher.
14. Polymerschaum nach einem der Ansprüche 11 bis 13, ferner mit einem Vernetzungsmittel, für die äußere Oberfläche.
15. Absorbierendes Element mit (i) einer ansaugenden Bahn; und (ii) dem Polymerschaum nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schaum auf der ansaugenden Bahn abgelagert ist.
16. Absorbierender Artikel mit einer flüssigkeitsundurchlässigen Unterschicht und einem absorbierenden Kern, wobei der absorbierende Kern den Polymerschaum eines der Ansprüche 11 bis 14 oder das absorbierende Element nach Anspruch 15 aufweist.
17. Absorbierender Artikel nach Anspruch 16, zusätzlich mit einer flüssigkeitsdurchlässigen Oberschicht, die mit der Unterschicht verbunden ist, wobei der absorbierende Kern zwischen der Oberschicht und der Unterschicht positioniert ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

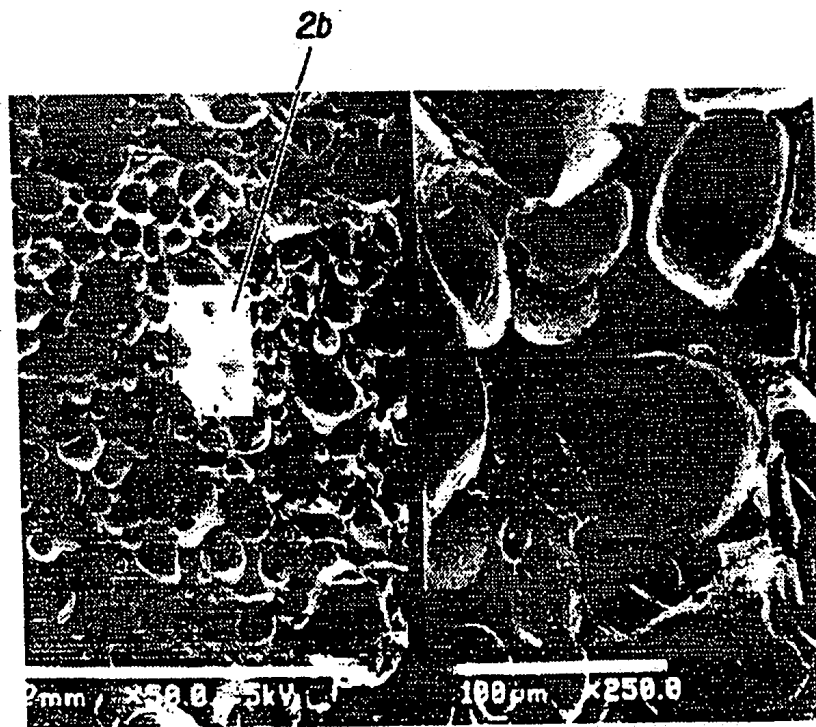
Anhängende Zeichnungen



1a

Fig. 1

1b



2a

Fig. 2

2b

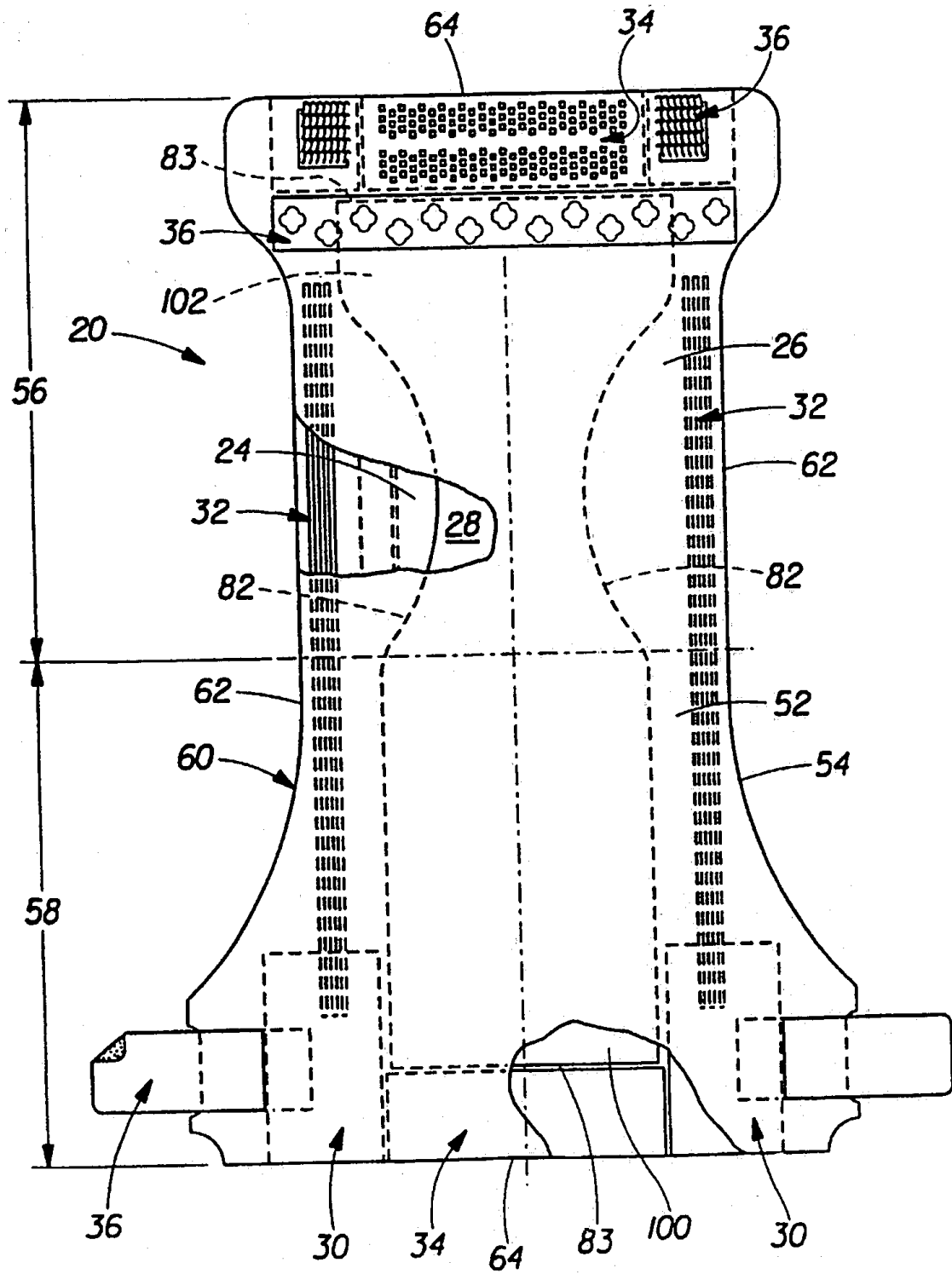


Fig. 3

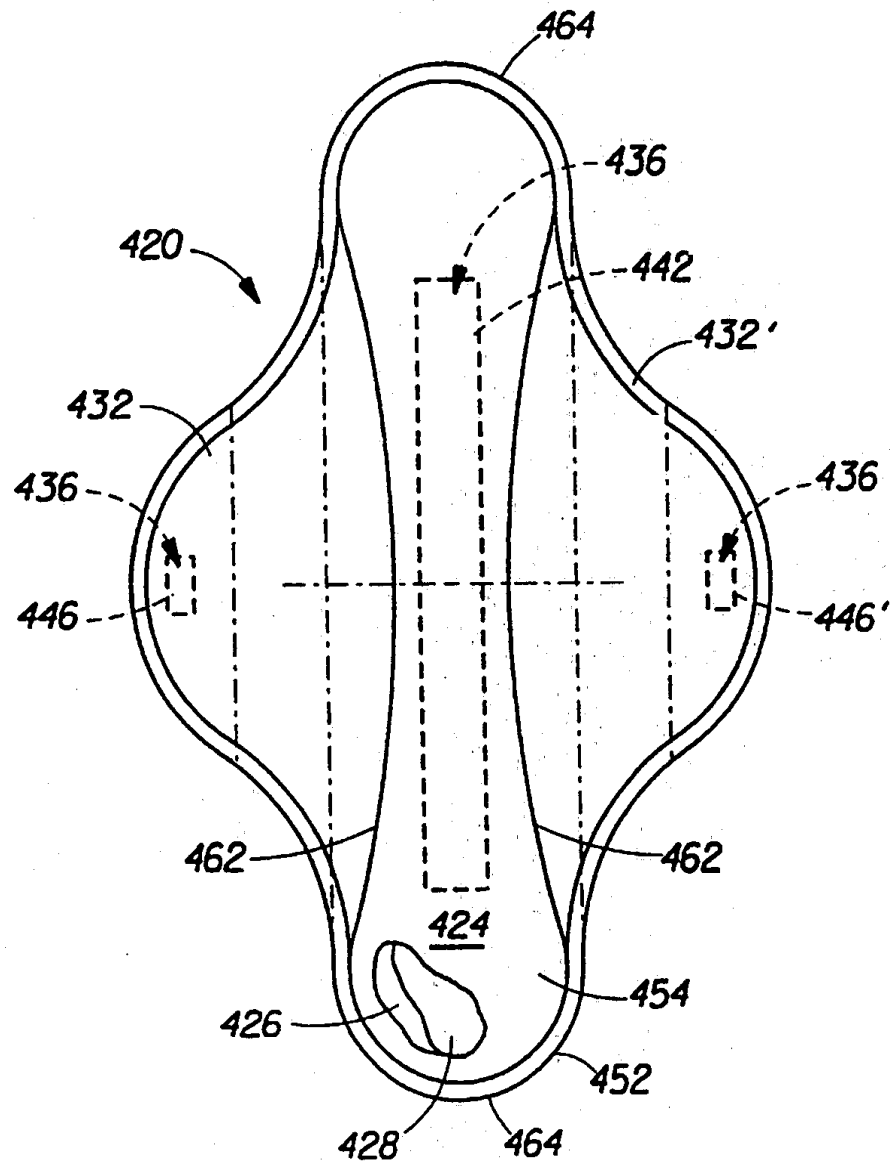


Fig. 4

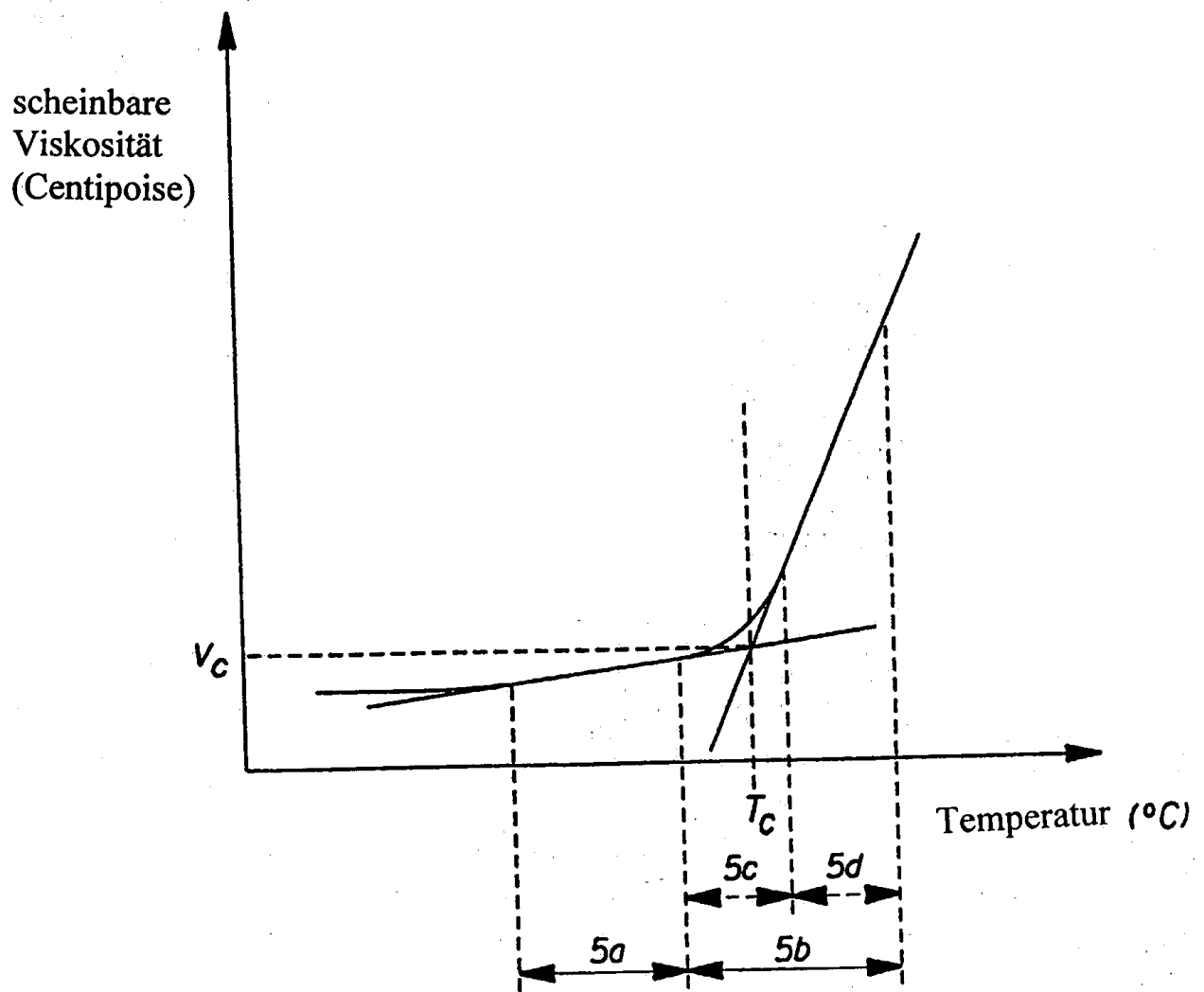


Fig. 5