

EUROPÄISCHE EIGNUNGSPRÜFUNG 2013

Aufgabe A(Ch)

Chemie

Diese Prüfungsaufgabe enthält:

- | | | |
|---|-------------------------|---------------------|
| * | Schreiben des Anmelders | 2013/A(Ch)/DE/1-11 |
| * | Dokument D1 | 2013/A(Ch)/DE/12 |
| * | Dokument D2 | 2013/A(Ch)/DE/13-14 |



SCHREIBEN DES ANMELDERS

Let-It-Snow AG
Bergstraße 123
Bergen
Schweiz

Sehr geehrte Damen und Herren,

[001] Wir sind ein kleines Unternehmen mit Sitz in den Schweizer Alpen, das Skigebiete verwaltet. Vor einigen Jahren stellten wir fest, dass die Schneefälle immer unregelmäßiger wurden, vermutlich aufgrund klimatischer Veränderungen. Um dafür zu sorgen, dass unsere Skisaison möglichst lang dauert, begannen wir, chemische Forschungen anzustellen, wie künstlicher Schnee hergestellt werden kann. Nun glauben wir, eine Erfindung gemacht zu haben, deren Patentierung sich lohnt, und möchten Sie bitten, eine Patentanmeldung dafür zu entwerfen. Das Verfahren ist für ein kleines Unternehmen wie unseres ziemlich kostspielig, deshalb ist es unsere Firmenpolitik, keine Anspruchsgebühren zu zahlen.

[002] Für das Skifahren sind drei Eigenschaften von Schnee sehr wichtig. Die erste ist seine Dichte. Neuschnee hat normalerweise eine Dichte von $0,07$ bis $0,12 \text{ g/cm}^3$. Bei Windexposition erhöht sich die Dichte oft auf $0,2$ bis $0,3 \text{ g/cm}^3$. Die Schneedichte nimmt mit der Zeit zu, weil sich der Schnee absetzt. Altschnee kann eine Dichte von $0,4$ bis $0,5 \text{ g/cm}^3$ erreichen. Am dichtesten ist der Schnee, der ein ganzes Jahr liegen geblieben ist. Diese Art Schnee hat eine Dichte von etwa $0,6 \text{ g/cm}^3$. Die ideale Schneedichte für das Skifahren beträgt $0,2$ bis $0,4 \text{ g/cm}^3$, vorzugsweise etwa $0,3 \text{ g/cm}^3$.

[003] Die Härte des Schnees auf den Skipisten ist ein Parameter, der mit der Schneedichte zusammenhängt. Der Schnee sollte weder zu hart noch zu weich sein. Die Schneehärte wird in kg/cm^2 ausgedrückt und mittels eines Densosnow[®] gemessen, wobei ein im Stand der Technik wohlbekanntes Verfahren verwendet wird. Für das Skifahren beträgt die Schneehärte vorzugsweise 3 bis 5 kg/cm^2 .



[004] Der kinematische Reibungskoeffizient (μ_k) ist ein Parameter, der zur Definition der Gleiteigenschaften von Schnee verwendet werden kann. Naturpulverschnee hat einen kinematischen Reibungskoeffizienten von 0,03 bis 0,05. Je niedriger der kinematische Reibungskoeffizient, umso besser sind die Gleiteigenschaften des Schnees. Werte unter denen von Naturschnee (d.h. unter 0,03) würden ein extrem gutes Skierlebnis ermöglichen. Wahrscheinlich gibt es auch einen Mindestwert für den kinematischen Reibungskoeffizienten, bei dessen Unterschreitung der Schnee unangenehm rutschig wird, aber solcher Schnee wurde bisher noch nicht bereitgestellt. Derartige Werte lägen vermutlich unter 0,01; doch dies ist nicht bekannt, denn so niedrige Werte wurden noch nie erreicht.

[005] In vielen Skigebieten werden Schneemaschinen zur Verlängerung der Skisaison verwendet. Es gibt zwei Gruppen von Schneemaschinen: den Kanonen- und den Gebläsetyp. Bei einem Verfahren zur Kunstschneeherstellung mit Schneemaschinen wird Wasser unter Druck in Luft mit einer Temperatur unter 0°C zerstäubt, um feine Eisteilchen zu erzeugen. Der so hergestellte Kunstschnee enthält mindestens 10 Gew.-% Wasser, besitzt eine Dichte von 0,3 bis $0,4\text{ g/cm}^3$ und eine Härte von weniger als 1 kg/cm^2 . Derartiger Kunstschnee verändert sich schneller als Naturschnee und bildet in bestimmten Fällen innerhalb von wenigen Tagen Firnschnee mit Teilchen, die einen mittleren Außendurchmesser von etwa 1 bis 5 mm haben. Firnschnee ist für Skiläufer unangenehm.

[006] SNOWY, ein Unternehmen aus einem Nachbardorf, hat kürzlich in einer Lokalzeitung damit geworben, dass sie Schnee garantieren. Sie erreichen dies durch Verwendung einer Art von Kunstschnee. Ich lege Ihnen eine Kopie dieser Werbeanzeige als Dokument D1 bei. Wir haben versucht, Informationen über die Zusammensetzung des von SNOWY verwendeten Schnees zu erhalten. Allerdings war die Rivalität zwischen unseren Dörfern schon immer groß, und die Mitarbeiter von SNOWY wollten uns keine Auskunft erteilen. Einer unserer Mitarbeiter hat nun eine winzige Probe genommen, die wir zur chemischen Analyse in ein Labor gegeben haben. Das Labor war nicht sehr spezialisiert, doch es konnte feststellen, dass die Probe keinerlei Silizium oder Fluor enthielt. Soweit wir wissen, hat SNOWY sonst nichts über seinen Kunstschnee veröffentlicht.



[007] In unserem kleinen Labor haben wir jetzt eine neue Art von Kunstschnee entwickelt, der in Bezug auf das Skifahren ähnliche Eigenschaften wie Naturschnee hat. In der Tat haben wir festgestellt, dass es unter den meisten Umständen angenehmer ist, auf unserem Kunstschnee Ski zu fahren als auf Naturschnee.

[008] Wir haben eine Möglichkeit gefunden, Kunstschnee, der einen ähnlichen kinematischen Reibungskoeffizienten (μ_k) wie Naturpulverschnee und gute Eigenschaften hinsichtlich des Darübergleitens auf Skiern aufweist, sowie künstliche Schneegranulate zur Herstellung von derartigem Schnee bereitzustellen. Ein Schneegranulat ist ein kugelförmiges Teilchen aus einem superabsorbierenden Polymer, das große Mengen Wasser absorbieren kann. Das Schneegranulat behält nach der Absorption des Wassers seine ursprüngliche Kugelform. Außerdem kleben die Schneegranulate nicht aneinander.

[009] Die superabsorbierenden Polymere umfassen Homopolymere oder Copolymere der Acrylsäure, Methacrylsäure, Acrylsäuresalze oder Methacrylsäuresalze. Copolymere der Acrylsäure und der Methacrylsäure sind bevorzugt. Wie Sie wahrscheinlich wissen, handelt es sich bei Copolymeren um Polymere, in denen das Polymer aus einer Kombination von zwei verschiedenen Monomeren gebildet wird, die zusammen polymerisiert werden, wodurch ein Polymer entsteht, in dem die verschiedenen Monomereinheiten vermischt sind. Bevorzugt sind Polymere in Form kugelförmiger Granulate. Solche kugelförmigen Granulate werden durch Umkehrphasen-Polymerisation hergestellt, wobei die Polymerisation in einem Zweiphasensystem stattfindet, enthaltend eine wässrige Phase und eine Phase, die ein organisches Lösungsmittel umfaßt. Bei einer derartigen Umkehrphasen-Polymerisation wird ein hydrophiles Monomer in Wasser gelöst. Diese Lösung wird dann in einer kontinuierlichen hydrophoben Ölphase emulgiert. Die Polymerisation wird dadurch erleichtert, dass ein wasserlöslicher Initiator, z.B. ein wasserlösliches Persulfat (wie Kaliumpersulfat oder Ammoniumpersulfat) oder Wasserstoffperoxid eingesetzt wird. Die Gegenwart eines solchen Initiators ist wesentlich. Die Menge muss im Bereich von 0,1 bis 2,0 Gew.-%, vorzugsweise von 0,2 bis 1,0 Gew.-% liegen, bezogen auf die Menge des eingesetzten Monomers.



[010] Die Konzentration der Monomere (Acrylsäure, Methacrylsäure oder Salze davon) in der wässrigen Lösung liegt bevorzugt bei 35 bis 75 Gew.-%, besonders bevorzugt bei 40 bis 70 Gew.-%. Es versteht sich, dass bei der Herstellung eines Copolymers eine Mischung der verschiedenen Säuren oder Salze eingesetzt wird.

[011] Die zweite Phase der Umkehrphasen-Polymerisation wird durch ein aliphatisches organisches Lösungsmittel gebildet. Für die Umkehrphasen-Polymerisation geeignete Lösungsmittel sind aliphatische Kohlenwasserstoffe wie n-Pentan, n-Hexan, n-Heptan und n-Octan oder alicyclische Kohlenwasserstoffe wie Cyclohexan, Methylcyclohexan und Dekalin. Das bevorzugte Lösungsmittel ist n-Hexan, n-Heptan oder Cyclohexan.

[012] Wesentlich ist, dass das erhaltene Polymer mithilfe eines Vernetzers vernetzt wird, damit superabsorbierende Polymere entstehen. Vernetzungen sind kovalente Bindungen, die eine Polymerkette mit einer anderen verbinden. Für die Herstellung unserer Schneegranulate benötigt der Vernetzer zwei Hydroxylgruppen, die mit der Carboxylgruppe oder der Carboxylatgruppe des Polymers reagieren können. Als Vernetzer müssen lineare Alkandiole mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen verwendet werden. Butandiol hat sich als sehr guter Vernetzer erwiesen.

[013] Die Vernetzermenge muss je nach dem eingesetzten Vernetzer im Bereich von 0,05 bis 2 Gew.-% bezogen auf die Polymermenge liegen. Bei einer Menge unter 0,05 Gew.-% wird die mechanische Festigkeit der wassergequollenen Granulate schlecht. Bei einer Menge über 2 Gew.-% wird die Vernetzungsdichte zu hoch, wodurch das Wasserabsorptionsvermögen beträchtlich abnimmt. Der Vernetzungsgrad ist für die Form der Granulate sehr wichtig.

[014] Die Vernetzung kann in Gegenwart einer festen anorganischen Substanz, z.B. Graphit, Talk, Hydrotalcit oder pulverisiertes Siliciumdioxid durchgeführt werden. Die Gegenwart dieser anorganischen Stoffe erhöht die Fließfähigkeit der erhaltenen Granulate. Bevorzugt sind die anorganischen Materialien Graphit und Hydrotalcit, und zwar aufgrund ihrer Schichtstruktur. Solche anorganischen Materialien liegen vorzugsweise in einer Menge von 0,5 bis 1,0 Gew.-% bezogen auf die Reaktionsmischung vor.



[015] Superabsorbierende Polymere, wie oben beschrieben, sind im Stand der Technik wohlbekannt. Zwei solcher superabsorbierenden Polymere sind unter den Marken Sorbeau[®] und Wassersorb[®] im Handel erhältlich. Das Verfahren zu ihrer Herstellung ist ebenfalls bekannt, wie aus Dokument D2 ersichtlich.

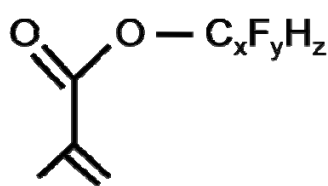
[016] Die oben beschriebenen superabsorbierenden Polymere als solche eignen sich zur Verwendung als Kunstschnee, sie ergeben aber kein Produkt, das echtem Schnee in irgendeiner Weise ähnlich ist. Um die oben genannten Eigenschaften zu erhalten, müssen die Granulate aus superabsorbierendem Polymer mit einem fluorhaltigen Polymer oder einem Silikonöl beschichtet werden. Diese Beschichtung gewährleistet, dass die einzelnen Granulate nicht aneinanderkleben. Die Beschichtung verbessert auch die Gleiteigenschaften des Schnees. Die Oberflächenbeschichtung wird nach dem Umkehrphasen-Polymerisationsverfahren aufgebracht, indem die Granulate mit einer aliphatischen Kohlenwasserstofflösung in Kontakt gebracht werden, in der das fluorhaltige Polymer oder das Silikonöl gelöst ist. Andere superabsorbierende Polymere sind mit dieser Beschichtung nicht kompatibel.

[017] Die Menge an fluorhaltigem Polymer oder Silikonöl liegt im Bereich von 0,1 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise von 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge des superabsorbierenden Polymers. Bei einer Menge unter 0,1 Gew.-% lässt sich keine Verbesserung der Gleiteigenschaften auf Skiern erkennen. Andererseits kann bei einer Menge über 10 Gew.-% keine weitere Verbesserung der Gleiteigenschaften gemessen werden.

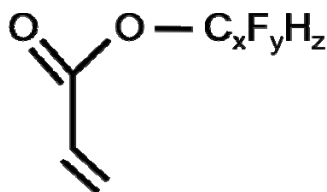


[018] Als fluorhaltige Polymere eignen sich auf Fluoralkyl(meth)acrylat basierende Polymere und Copolymere, die durch Polymerisation eines auf fluorhaltigen (Meth)acrylats als Monomer erhalten werden. Die Fluoralkylgruppe hat 1 bis 5 Kohlenstoffatome und mindestens 2 Fluoratome. Die Polymere werden auf ein Molekulargewicht zwischen 500 und 5 000 polymerisiert, sodass sie die Konsistenz einer viskosen Flüssigkeit haben. Die eingesetzten Monomere haben die folgenden allgemeinen Formeln:

(Formel (i) = Methacrylat und Formel (ii) = Acrylat):



(i)



(ii)

wobei: $x = 1$ bis 5 , $y \geq 2$, $y+z = 2x+1$.

[019] Das bevorzugte fluorhaltige Polymer ist ein aus einem Fluoralkyl(meth)acrylat gewonnenes Acryl(co)polymer, bei dem die Fluoralkylgruppe 3 Fluoratome und 2 bis 4 Kohlenstoffatome hat. Die Monomere und Polymere sind bei Halopol Inc. erhältlich. Wir glauben, dass sämtliche fluorhaltigen Polymere anstatt von auf Fluoralkyl(meth)acrylat basierenden Polymeren und Copolymeren verwendet werden können.

[020] Wie oben erwähnt, kann statt des fluorhaltigen Polymers auch ein Silikonöl verwendet werden. Bevorzugt werden Silikonöle mit einer Viskosität von 100 bis 1 000 mm²/s bei 25°C. Typische Beispiele sind Methylsilikonöle, Fluormethylsilikonöle und Phenylmethylsilikonöle. Überraschend gute Ergebnisse wurden bei Verwendung einer Kombination aus einem Silikonöl und einem fluorhaltigen Polymer erzielt. Eine solche Mischung wird als Additiv für Motoröle verkauft.



[021] Das superabsorbierende Polymer ist granular. Die durchschnittliche Größe der superabsorbierenden Polymergranulate liegt in der Regel im Bereich von 20 bis 500 μm vor der Absorption von Wasser und im Bereich von 0,05 bis 2 mm nach der Absorption von Wasser. Bei einer Granulatgröße vor Wasserabsorption von weniger als 20 μm erhält man sehr harten Schnee, da die Granulate zu fein sind. Bei einer Granulatgröße über 500 μm erhält man Kunstsnee in Form von Firnsnee. Die Nachteile dieser Schneeart wurden bereits erwähnt. Die Polymere behalten nach der Absorption von Wasser dieselbe Form bei.

[022] Für optimale Eigenschaften ist es wichtig, dass die Granulate so kugelförmig wie möglich sind. Der Sphäritätskoeffizient ist ein wohlbekannter Parameter, der häufig zur Beschreibung der Form von Granulaten verwendet wird. Eine perfekte Kugel hat einen Sphäritätskoeffizient von 1.

[023] Die Granulate müssen einen Sphäritätskoeffizient von mindestens 0,8 haben, vorzugsweise über 0,9. Über 0,95 sind die Eigenschaften des Kunstsnees in Bezug auf das Skifahren besser als die von Natursnee.

[024] Kugelförmige Granulate aus superabsorbierendem Polymer sind aus den folgenden Gründen bevorzugt:

- i) sie sind einfach zu handhaben,
- ii) sie führen zu kugelförmigen Kunstsneegranulaten, die gute Gleiteigenschaften liefern und
- iii) sie lassen sich leicht mit Natursnee mischen.



[025] Die Granulate werden durch die Absorption von Wasser in Kunstschnee umgewandelt. Es muss mindestens das fünffache Gewicht an Wasser bezogen auf das Gewicht der Granulate absorbiert werden, um Kunstschnee zu erhalten. Das Wasser wird vorzugsweise in der Nähe des Orts absorbiert, an dem die Granulate verwendet werden, da trockene Granulate wesentlich billiger zu transportieren sind. Die Wasserabsorption findet vorzugsweise bei einer Temperatur von über 10°C statt, denn über 10°C ist die Absorptionskinetik besser. Nach der Absorption von Wasser müssen die Granulate gekühlt werden. Dafür kommen alle bekannten Kühlverfahren in Betracht. Für die Kühlung werden bevorzugt flüssige Kältemittel verwendet, z.B. flüssiger Stickstoff oder flüssige Luft, weil diese Flüssigkeiten leicht mit den Granulaten mischbar sind, sodass eine schnelle Kühlung erreicht wird.

[026] Nach dieser Kühlung können die Granulate aufbewahrt oder unmittelbar auf die Skipisten aufgebracht werden, vorzugsweise unter Verwendung einer Schneekanone.

Beispiele

[027] Um die Vorteile unseres neuen Kunstschnees zu zeigen, wurden einige Experimente durchgeführt.

Beispiel 1:

[028] In diesem Beispiel wurde der Effekt einer Beschichtung von Polymergranulaten mit fluorhaltigen Materialien oder Silikonöl untersucht. Alle Proben enthielten 1 Gew.-% Butandiol als Vernetzer und hatten einen Sphärizitätskoeffizienten von 0,90.

[029] Folgende superabsorbierenden Polymere wurden verwendet:

A: Polyacrylat, Molekulargewicht 100 000

B: Polymethacrylat, Molekulargewicht 98 000

C: Copolymer aus Acrylsäure und Methacrylsäure, Molekulargewicht 101 000.



[030] Alle Polymere wurden unter Verwendung des oben beschriebenen Umkehrphasen-Polymerisationsverfahren synthetisiert. Als Lösungsmittel wurde Cyclohexan verwendet.

[031] Die aus diesen Polymeren erhaltenen Granulate wurden mit zwei verschiedenen fluorhaltigen Polymeren oder einem Silikonöl unter Verwendung von Hexan als Lösungsmittel beschichtet, wobei:

X: Polymer aus Trifluorethylacrylat (Molekulargewicht 1 500)

Y: Polymer aus Difluormethylmethacrylat (Molekulargewicht 1 500)

Z: Silikonöl mit einer Viskosität von 500 mm²/s bei 25°C.

Die Menge des fluorhaltigen Polymers oder des Silikonöls betrug in allen Fällen 2 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge der Polymergranulate.

In Tabelle 1 bedeutet beispielsweise A+X, dass die Polymergranulate A mit dem Beschichtungsmittel X beschichtet waren. In den Vergleichsbeispielen wurden die Polymergranulate A, B und C ohne Beschichtung verwendet.

Tabelle 1: Effekt der verwendeten Polymerarten

	Schneedichte auf der Piste (g/cm ³)	Schneehärte auf der Piste (kg/cm ²)	Kinematischer Reibungskoeffizient (μk)
A+X	0,35	3 – 4	0,035
A+Y	0,34	3,5 – 4,5	0,032
A+Z	0,37	3 – 5	0,041
A (Vergleich)	0,40	2 – 4	0,082
B+X	0,33	3,5 – 4	0,037
B+Y	0,35	3 – 4	0,036
B+Z	0,39	4 – 5	0,042
B (Vergleich)	0,42	2 – 4	0,089
C+X	0,29	3 – 4	0,029
C+Y	0,30	3 – 3,5	0,031
C+Z	0,35	4 – 5	0,039
C (Vergleich)	0,39	3 – 5	0,068



Beispiel 2:

[032] In diesem Beispiel wurde der Effekt einer Beschichtung von Polymergranulaten mit einer Mischung aus Silikonöl und einem fluorhaltigen Polymer untersucht. Wieder enthielten alle Proben 1 Gew.-% Vernetzer und hatten einen Sphärizitätskoeffizienten von 0,90. Die Bestandteile A, X, Y und Z waren dieselben wie in Beispiel 1. Wie in Beispiel 1 betrug die Menge des Fluorpolymers oder des Silikonöls 2 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge der Polymergranulate. Wenn zwei Bestandteile verwendet wurden, betrug die kombinierte Menge 2 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge der Polymergranulate.

Tabelle 2: Effekt der Mischung von Silikonöl mit fluorhaltigen Polymeren

	Kinematischer Reibungskoeffizient (μ k)
A+X+Z	0,029
A+Y+Z	0,027
A+X	0,035
A+Y	0,032
A+Z	0,041



Beispiel 3:

[033] In diesem Beispiel wurde der Effekt des Sphärizitätskoeffizienten der Granulate untersucht. Der Sphärizitätskoeffizient wurde beeinflusst, indem man während der Umkehrphasen-Polymerisationsreaktion die Vernetzermenge veränderte. Die richtige Vernetzermenge für einen bestimmten Sphärizitätskoeffizienten ist leicht zu bestimmen. Aus Tabelle 3 wird deutlich, dass Granulate mit einem Sphärizitätskoeffizienten unter 0,8 schlechtere Eigenschaften haben. Diese Granulate eignen sich nicht für die Verwendung als Kunstschnee. Des Weiteren zeigt Tabelle 3, dass Granulate mit einem Sphärizitätskoeffizienten über 0,95 sehr gute Eigenschaften haben.

Tabelle 3: Effekt des Sphärizitätskoeffizienten auf die Eigenschaften des Kunstschnees

Sphärizitätskoeffizient	Kinematischer Reibungskoeffizient (μk)
0,71	0,061
0,80	0,031
0,90	0,029
0,96	0,020

Mit freundlichen Grüßen,

S. Nowman



Dokument D1

SNOWY AG

Schneegarantie für die ganze Saison!

[001] Sind Sie es leid, an Ihrem Skiort anzukommen und dort fast keinen Schnee vorzufinden?

[002] Unsere Skipisten in den Schweizer Alpen sind für ihre Schneequalität und die interessanten Skimöglichkeiten bekannt. Aber wie Sie wissen, häufen sich neuerdings in der Skisaison die Tage, an denen kein richtiger Schnee auf den Pisten vorhanden ist.

[003] Wir haben viel Zeit investiert, um dieses Problem zu beseitigen und Ihnen die ganze Saison über Schnee bieten zu können. Und jetzt ist es endlich soweit! Als einziger Skiort in der Schweiz (und wahrscheinlich sogar weltweit) garantieren wir Ihnen Schnee auf den Pisten!

[004] An Tagen ohne Naturschnee sorgen wir für Kunstschnee - dank unserer neuen Technologie auf der Grundlage wasserabsorbierender chemischer Polymere. Wir wollen Sie nicht mit chemischen Details ermüden - aber glauben Sie uns: Skifahren auf unseren Kunstschneepisten fühlt sich an wie Skifahren auf echtem Schnee!

[005] Für technisch Interessierte ist es erwähnenswert, dass wir einen Kunstschnee mit einer Dichte von ca. $0,3 \text{ g/cm}^3$, einer Härte von ca. 4 kg/cm^2 und einem kinematischen Reibungskoeffizienten von 0,03 bis 0,05 oder weniger, herstellen. Manchmal fühlt sich unser Kunstschnee sogar besser an als echter Schnee!

[006] Buchen Sie jetzt und überzeugen Sie sich noch in dieser Saison!



Dokument D2

Superabsorbierende Polymere und ihre Verwendungen

[001] Superabsorbierende Polymere sind wasserunlösliche hydrophile Polymere, die aufquellen und Wasser oder Salzlösungen absorbieren, manchmal bis zum 10- bis 1000-fachen ihres Eigengewichts. Die Möglichkeit, Salzlösungen wie zum Beispiel Urin zu absorbieren, ist sehr wichtig, denn das Hauptanwendungsgebiet dieser Polymere sind Körperpflege- und Hygieneprodukte wie Wegwerfwindeln, Damenbinden, Handtücher, Schwämme usw. Allerdings werden auch einige andere Anwendungen für diese Polymere entwickelt. So werden superabsorbierende Polymere zum Beispiel zur Dehydration von Ölen und Brennstoffen, als Verdickungsmittel sowie als Trennmittel für Arzneien oder Agrochemikalien verwendet. Vor Kurzem wurde veröffentlicht, dass sich Granulate aus diesen Polymeren als Kunstschnee eignen könnten. Derzeit werden Versuche in einem Schweizer Skigebiet durchgeführt.

[002] Zu dieser Polymerart wurde viel geforscht, vor allem, weil Körperpflege- und Hygieneprodukte einen riesigen globalen Markt repräsentieren.

[003] Es gibt viele verschiedene Arten von superabsorbierenden Polymeren. Die wichtigsten derzeit verwendeten superabsorbierenden Polymere lassen sich jedoch in drei Hauptklassen einteilen:

1. Cellulose- oder Stärke-Acrylnitril-Pfropfpolymere,
2. Vernetzte Polyacrylate und Polyacrylamide,
3. Vernetzte Maleinsäureanhydrid-Copolymere.

All diese Polymere sind im Handel erhältlich.

[004] Die interessantesten superabsorbierenden Polymere sind vernetzte Polyacrylate und Polyacrylamide. Diese Polymere werden mit wohlbekannten Polymerisationstechniken hergestellt.



[005] In der Regel werden diese Polymere durch Umkehrphasen-Polymerisation hergestellt. In einem Umkehrphasen-Polymerisationsverfahren findet die Polymerisation in einem Zweiphasensystem statt: einer wässrigen Phase und einer Phase mit einem aliphatischen organischen Lösungsmittel. Die Polymerisation wird dadurch erleichtert, dass ein wasserlöslicher Initiator, z. B. ein wasserlösliches Persulfat (wie Kaliumpersulfat oder Ammoniumpersulfat) oder Wasserstoffperoxid eingesetzt wird. Die Gegenwart eines solchen Initiators ist wichtig. Die Menge muss im Bereich von 0,1 bis 2,0 Gew.-%, vorzugsweise von 0,2 bis 1,0 Gew.-% liegen, bezogen auf die Menge des eingesetzten Monomers.

[006] Die Monomerkonzentrationen in der wässrigen Lösung liegen im Allgemeinen im Bereich von 35 bis 75 Gew.-%.

[007] Die zweite Phase der Umkehrphasen-Polymerisation wird durch ein aliphatisches organisches Lösungsmittel gebildet. Für die Umkehrphasen-Polymerisation geeignete Lösungsmittel sind z. B. aliphatische Kohlenwasserstoffe wie n-Pentan, n-Hexan, n-Heptan und n-Octan oder alicyclische Kohlenwasserstoffe wie Cyclohexan, Methylcyclohexan und Dekalin.

[008] Damit die Polymere Wasser absorbieren können, müssen sie vernetzt werden. Als Vernetzer kommen alle Verbindungen mit zwei oder mehr funktionellen Gruppen in Betracht, die mit Carboxylgruppen oder Carboxylatgruppen des Polymers reagieren können. Die Vernetzermenge beträgt üblicherweise ca. 1 Gew.-% bezogen auf die Menge des Polymers. Ein sehr guter Vernetzer ist Butandiol.

[009] Die Vernetzung kann in Gegenwart einer festen anorganischen Substanz, z. B. Graphit, Talk, Hydrotalcit oder pulverisiertem Siliciumdioxid durchgeführt werden.

[010] Die aus diesen Polymeren erhaltenen Granulate haben gute Absorptionseigenschaften.

