

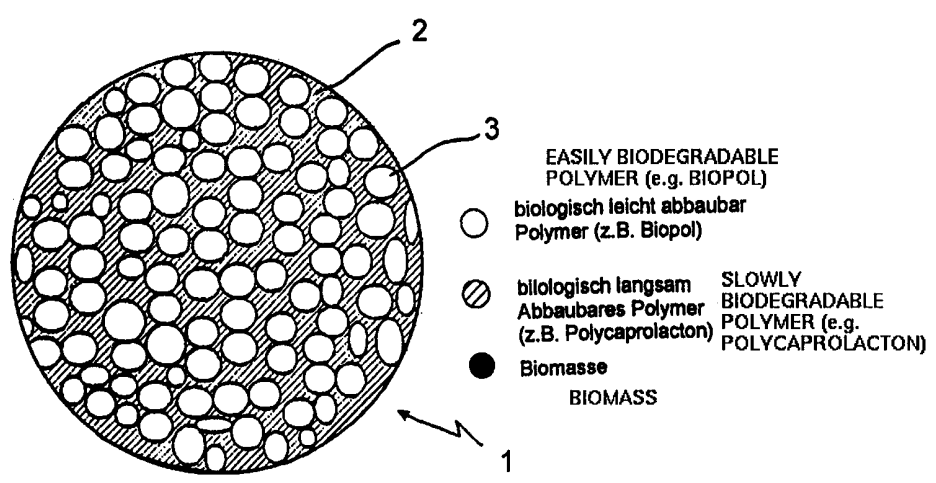


<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>C02F 3/10</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/48823</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 30. September 1999 (30.09.99)
--	-----------	--

<p><b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/01905</p> <p><b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 22. März 1999 (22.03.99)</p> <p><b>(30) Prioritätsdaten:</b>          198 13 022.8      25. März 1998 (25.03.98)      DE</p> <p><b>(71) Anmelder:</b> OEKO SYSTEME MASCHINEN- UND ANLAGENBAU GMBH [DE/DE]; Kirschallee 13, D-04416 Markkleeberg (DE).</p> <p><b>(72) Erfinder:</b> SCHNABEL, Rainer; Hibiskusweg 11, D-06122 Halle (DE). JANK, Manfred; Burgstrasse 21, D-06217 Merseburg (DE). ANTON, Werner; Strasse des Friedens 31, D-06217 Merseburg (DE). OCHMANN, Clemens; Ziolkowskistrasse 21, D-04357 Leipzig (DE).</p> <p><b>(74) Anwalt:</b> SCHNEIDERS &amp; BEHRENDT; Postfach 10 23 65, D-44723 Bochum (DE).</p>	<p><b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> CZ, HU, PL, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
--	---

**(54) Title:** GROWTH BODIES FOR IMMOBILIZING MICROORGANISMS

**(54) Bezeichnung:** AUFWUCHSKÖRPER ZUR IMMOBILISIERUNG VON MIKROORGANISMEN



**Biocompound im Ausgangszustand**  
 BIOCOMPOUND IN THE INITIAL STATE

**(57) Abstract**

The invention relates to growth bodies for immobilizing microorganisms, especially for use in wastewater treatment plants, comprised of a matrix in which a biologically degradable substrate is incorporated. The matrix is comprised of a biologically degradable biopolymer which can degrade considerably slower than the substrate, and the substrate is imbedded in said biopolymer in the form of interspaced particles.

**(57) Zusammenfassung**

Aufwuchskörper zur Immobilisierung von Mikroorganismen, insbesondere zur Verwendung in Abwasser-Reinigungsanlagen, bestehend aus einer Matrix, in welche ein biologisch abbaubares Substrat inkorporiert ist, bei dem die Matrix aus einem biologisch abbaubaren Biopolymer besteht, welches erheblich langsamer abbaubar ist als das Substrat, und in welches das Substrat in Form von mit Abstand zueinander angeordneten Teilchen eingebettet ist.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidtschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Aufwuchskörper zur Immobilisierung von Mikroorganismen

Die Erfindung betrifft einen Aufwuchskörper zur Immobilisierung von Mikroorganismen, insbesondere zur Verwendung in Abwasser-Reinigungsanlagen, bestehend aus einer Matrix als Trägermaterial, in welche in fein verteilter Form ein biologisch abbaubares Substrat inkorporiert ist.

Bei der Selbstreinigung von Gewässern und Böden spielen Biofilme eine entscheidende Rolle. Durch die besondere Strukturierung der Biofilme finden Abbauspezialisten, die im Regelfall eine relativ geringe Vermehrungsgeschwindigkeit aufweisen, hier günstigere Entwicklungsmöglichkeiten als in Suspensionen. Infolge der Anwesenheit dieser hochspezialisierten Mikroorganismen können auch biologisch schwer abbaubare Substanzen (z. B. Xenobiotika) in Biofilmen eliminiert werden.

Im Prozeß der biologischen Abwasserreinigung kann die Nutzung von Biofilmen zu einer erhöhten Nitrifikationsleistung führen und die Prozeßstabilität bei Belastungsschwankungen erhöhen. Unter Praxisbedingungen konnte der Nachweis erbracht werden, daß mit Hilfe von Biofilmen hinreichende Nitrifikationsleistungen auch bei sehr niedrigen Temperaturen (zwischen 2°C und 5°C) möglich sind. Die Begründung hierfür ist darin zu sehen, daß bei Biofilmen - im Gegensatz zu Suspensionen - auch bei geringen Wachstumsraten kein Ausschwemmen der Mikroorganismen erfolgt.

Der Stofftransport innerhalb eines Biofilms erfolgt diffusionslimitiert, so daß sich bei entsprechenden Abbaugeschwindigkeiten Konzentrationsgradienten ausbilden. Aufgrund der geringen Löslichkeit von Sauerstoff in wäßrigen

Medien können sich innerhalb eines Biofilms neben aeroben auch anoxische bzw. anaerobe Zonen ausbilden. Somit wird durch den Einsatz von Biofilmen - im Unterschied zum Belebtschlammverfahren - auch eine simultan ablaufende Nitrifikation und Denitrifikation möglich. Als Steuergrößen für die Prozesse der Ausbildung aerober und anaerober/anoxischer Zonen wird die Sauerstoffkonzentration verwendet. Neue Ergebnisse belegen auch, daß die Populationsdynamik im Biofilm derart beeinflussbar ist, daß die auf die Nitrifikation und Denitrifikation inhibierend wirkenden Faktoren zumindest partiell nivelliert werden.

10 Um in Abwasserreinigungsanlagen die oben geschilderten nützlichen Eigenschaften von Biofilmen nutzen zu können, ist es notwendig, in der Abwasserreinigungsanlage genügend geeignete Oberflächen zur Verfügung zu stellen, an denen sich diese Biofilme durch Immobilisierung von Mikroorganismen ausbilden können. Für die Herstellung von Aufwuchskörpern zur  
15 Immobilisierung von Mikroorganismen eignen sich verschiedene Materialien. Besonders intensiv untersucht wurde die Eignung von Aktivkohle, porösem Glas, porösem Kunststoff, hier insbesondere Polyethylen (PE) oder Polyvinylchlorid (PVC).

Um die Ausbildung von Biofilmen an den Aufwuchskörpern zu beschleunigen, ist es aus der DE-OS 34 10 412 bekannt, in eine Matrix aus vorzugsweise PVC ein biologisch abbaubares Substrat als Depot einzubauen, welches als Wasserstoffdonator und ggf. als Kohlenstoffquelle dient.

Diese vorbekannten Aufwuchskörper mit einem inkorporierten, biologisch abbaubaren Substrat haben jedoch den Nachteil, daß sie nach Verbrauch des  
25 Substrates und aufgrund von Mineralisierungsprozessen innerhalb der sich ausbildenden Biofilme alsbald verstopfen und allmählich unbrauchbar werden. Aus diesem Grunde müssen diese Aufwuchskörper in regelmäßigen Abständen erneuert werden. Hierdurch entstehen erhebliche Kosten für die Regenerierung bzw. Entsorgung der gebrauchten Aufwuchskörper.

30 Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, die Aufwuchskörper der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß sie über ihre gesamte

Lebensdauer voll funktionsfähig bleiben und Kosten für die teure Regenerierung und/oder Entsorgung entfallen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von einem Aufwuchskörper der eingangs genannten Art vor, daß die Matrix aus einem biologisch abbaubaren Biopolymer besteht, welches erheblich langsamer abbaubar ist, als das Substrat, und in welches das Substrat in Form von mit Abstand zueinander angeordneten Teilchen eingebettet ist.

Erfindungsgemäß kommen als Biopolymere und Substrate vor allem an und für sich bekannte Materialien zum Einsatz. Entscheidend sind vor allem die Eigenschaften hinsichtlich der Abbaubarkeit. Neben den im folgenden genannten Materialien sind insbesondere auch Biopolymere aus recycleten Kunststoffen bevorzugt.

Bei den Aufwuchskörpern gemäß der Erfindung entsteht in der Phase der Besiedlung mit Mikroorganismen durch Metabolisierung des schneller abbaubaren Substrats im Bereich der von außen zugänglichen Substratteilchen ein Sekundärporensystem, welches allmählich von außen nach innen in den Aufwuchskörper hineinwächst. Dieser Prozeß der Sekundärporenbildung schreitet insofern langsam fort, als jeweils vor Angriff des nächsten Substratteilchens eine Zwischenwand aus dem langsamer abbaubaren Biopolymer abgebaut werden muß. Durch die auf diese Weise langsam in den Aufwuchskörper hineinwachsenden Biofilme kommt es im Inneren des Aufwuchskörpers durch die sich dort bildende Biomasse zum Aufbau von mechanischen Spannungen, die den Aufwuchskörper aufsprengen. Durch dieses Aufsprengen werden nach und nach frische Trennflächen freigelegt, an denen sich wieder neue Biofilme bilden können. Dieser Prozeß schreitet fort, bis das als Matrix dienende Biopolymer nach der vorgegebenen Nutzungszeit vollständig durch Mikroorganismen metabolisiert ist. Somit entfällt eine Entsorgung oder Regenerierung der Aufwuchskörper.

Besonders günstige Verhältnisse ergeben sich, wenn das schneller abbaubare Substrat eine Standzeit von 20 bis 60 Tagen hat und das langsamer abbaubare Biopolymer eine Standzeit von 2 bis 10 Jahren hat.

Das schneller abbaubare Substrat besteht zweckmäßig aus Polyhydroxybuttersäure (PHB), Polyhydroxyvaleriansäure (PHV) oder Gemischen derselben (erhältlich als Biopol® von der Fa. Monsanto). PHB und PHV können zugleich als Kohlenstoffquelle dienen und sind aus diesem Grunde insbesondere für die Denitrifikation günstig. Alternativ kann das schneller abbaubare Substrat auch ein Biopolymer auf der Basis von modifizierter Gelatine sein. Hierzu wird Rohgelatine unter Verwendung von Formaldehyd bzw. Glutaraldehyd vernetzt. Dabei kann ein Optimum zwischen H<sub>2</sub>O-Aufnahme und biologischer Abbaugeschwindigkeit eingestellt werden.

Gegebenenfalls kann das schneller abbaubare Substrat auch ein Biopolymer auf der Basis von proteinhaltigen Verbindungen aus nachwachsenden Rohstoffen, zum Beispiel Weizenkleber oder Rapsölkuchen enthalten. Solche Biopolymere lassen sich sehr kostengünstig aus Rückständen der Weizenmehlproduktion oder Rapsölherstellung gewinnen.

Als langsamer abbaubares Biopolymer wird vorzugsweise Polycaprolacton verwendet. Dabei handelt es sich um ein kristallines Polymer, welches langsam biologisch abbaubar ist und unter der Bezeichnung TONE® Polymers von Union Carbide vertrieben wird.

Alternativ kann als langsamer abbaubares Biopolymer auch ein Polymer auf der Basis von modifizierter Stärke oder auf der Basis von Zellulose verwendet werden. Auch solche langsam abbaubaren Biopolymere können billig aus verschiedenen Abfallstoffen gewonnen werden. Voraussetzung ist gemäß der Erfindung, daß der biologische Abbau vollständig gemäß DIN V 54900 Teil 2 erfolgt. Als modifizierte Stärke kann beispielsweise das Produkt Sconacell A der Fa. BSL verwandt werden. Es handelt sich dabei um ein biologisch abbaubares Stärkeacetat.

Um die Zusammensetzung der sich ausbildenden Mischpopulation innerhalb eines Biofilmes in der Phase der Besiedelung günstig zu beeinflussen, enthält das schneller abbaubare Substrat zusätzlich einen Stickstoffanteil in Form von Harnstoff, Ammoniumverbindungen und/oder Protein. Durch die Zugabe des Stickstoffanteils zu dem biologisch schneller abbaubaren Substrat wird

ein gewisser Selektionsdruck auf die Mikroorganismen erreicht. In der Phase der Besiedelung der Aufwuchskörper durch eine Mischpopulation wird damit den Nitrifikanten ein verbessertes Substratangebot garantiert. Der Harnstoff wirkt sich auch vorteilhaft auf den gesamten Anfahrvorgang der Anlage aus.

5 So erfolgt die Primärversorgung des mit Belebtschlamm angeimpften Reaktors über den sich aus den Aufwuchskörper auslösenden Stickstoffanteil. Das bedeutet, daß in der Zeit der Primärbesiedelung der Aufwuchskörper der Prozeß der Anheftung der Mikroorganismen nicht durch die Zugabe von frischem Abwasser beeinträchtigt wird.

10 Der Stickstoffanteil ist zweckmäßig gleichmäßig in dem biologisch schneller abbaubaren Substrat verteilt und beträgt bis zu 4 Masse-%. Bei dem Einsatz von Gelatine bzw. proteinhaltigen Verbindungen als biologisch schneller abbaubarem Substrat entfällt der Zusatz von Harnstoff, da diese Materialien bereits Stickstoff in ausreichendem Maße beinhalten. Insbesondere beträgt

15 der Anteil der Stickstoffverbindungen 2,5 bis 4 Masse-%.

Der Aufwuchskörper gemäß der Erfindung ist als Compound aus zum Zwecke der Herstellung in Schmelze gebrachtem Biopolymerisat und Substratteilchen hergestellt. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Substratteilchen fein verteilt und mit dem erforderlichen Abstand zueinander

20 in das als Matrix dienende Biopolymer eingebettet sind. Die Teilchengröße des in dem Compound eingebetteten Substrates beträgt 50 bis 1000µm wobei der Abstand zwischen den Teilchen im Durchschnitt kleiner als der Teilchendurchmesser ist. Bei diesen Abmessungsverhältnissen ergeben sich optimale Wachstumsbedingungen für den langsam in den Aufwuchskörper

25 hineinwachsenden Biofilm und das sich dabei ausbildende Sekundärporensystem.

Die Aufwuchskörper sind u. a. zum Einsatz in Biofilmreaktoren mit getauchtem Trägermaterial und Biofiltern - gemäß DIN EN 12255-7 - Biofilmreaktoren - vorgesehen. Bei einem Einsatz in Wirbelbettreaktoren - wird vorzugsweise eine Körpergröße von 3 bis 5mm verwendet. Bei einem Einsatz in

30 Festbettreaktoren - gemäß VDMA-Einheitsblatt 24 426 Biofilmreaktoren - wird demgegenüber eine Körpergröße von 5 bis 100mm bevorzugt.

Im Vergleich zu konventionellen Aufwuchskörpern, haben die Aufwuchskörper gemäß der Erfindung außerdem noch folgende Vorteile:

5 Das sich in der Phase der Besiedelung durch Metabolisierung in dem Aufwuchskörper ausbildende Sekundärporensystem schützt die sich darin ausbildenden Mikroorganismen des Biofilms gegen von außen einwirkende Scherkräfte, so daß die Aufwuchskörper gemäß der Erfindung besonders für Wirbelbettreaktoren - gemäß VDMA Einheitsblatt 24 426 Biofilmreaktoren - geeignet sind.

10 Mit den Aufwuchskörpern gemäß der Erfindung ist es möglich, die Reinigungsschritte Kohlenstoffabbau, Nitrifikation und Denitrifikation gleichzeitig und kontinuierlich in einem stetig und vollständig belüftete und mit Sauerstoff im Überfluß versorgten, einstufigen Reaktionsraum zu realisieren.

15 Der Vorteil einer prozeßtechnischen gleichzeitigen Denitrifikation liegt zum einen im niedrigeren Energieverbrauch (das Abwasser muß nicht rezirkuliert werden) und zum anderen im höheren Wirkungsgrad (Denitrifikationsleistung bei vorgeschalteter Denitrifikation: max. 76%; Denitrifikationsleistung bei gleichzeitiger Denitrifikation: nahe 100%). Problematisch ist jedoch bei herkömmlichen Anlagen die Dosierung und Steuerung von der Zugabe der externen Kohlenstoffquelle. Diese Probleme werden durch die feste Kohlenstoffquelle in Form von biologisch abbaubaren Polymeren gelöst. Diese Polymere werden von den Mikroorganismen für ihren Stoffwechsel durch Ausscheiden extrazellulärer Enzyme verfügbar gemacht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

25 Fig. 1: einen Aufwuchskörper gemäß der Erfindung vor Besiedelung mit Mikroorganismen;

Fig. 2: einen Aufwuchskörper gemäß der Erfindung nach der Besiedelung mit Mikroorganismen.

5 In der Zeichnung ist der Aufwuchskörper in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Er besteht aus einer Matrix 2, aus einem biologisch langsam abbaubaren Biopolymer, z. B. aus Polycaprolacton, in welches fein verteilt ein biologisch schnell abbaubares Substrat 3, z. B. Polyhydroxybuttersäure (PHB) eingebettet ist. Darüber hinaus enthält das Substrat bis zu 4 Masse-% Harnstoff.

10 Wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, besteht das Substrat aus kleinen Teilchen mit einer Teilchengröße von 50 bis 1000  $\mu\text{m}$ . Der Abstand zwischen den Teilchen ist im Durchschnitt kleiner als ein Teilchendurchmesser. Insgesamt hat der Aufwuchskörper einen Durchmesser von etwa 4mm. Der Compound-Körper wird dadurch hergestellt, daß in das in Schmelze gebrachte Biopolymer die Substratteilchen eingemischt werden. Dies kann durch  
15 Extrudieren, Walzen oder andere Verfahren erfolgen.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, besiedeln die Mikroorganismen zunächst die am Rand freiliegenden Substratteilchen. Von dort wächst der von den Mikroorganismen gebildete Biofilm langsam von Substratteilchen zu Substratteilchen  
20 in das Innere des Aufwuchskörpers 1 hinein und stellt auf diese Weise ein langsam wachsendes Sekundärporensystem innerhalb des Aufwuchskörpers her. Da die sich im Inneren des Aufwuchskörpers 1 ausbildende Biomasse in dem Aufwuchskörper zusätzlich mechanische Spannungen erzeugt, wird der Aufwuchskörper 1 nach einiger Zeit aufgesprengt. Dabei werden an den sich  
25 ausbildenden Trennflächen jeweils wieder neue Flächen freigelegt, an denen sich neue Biofilme ausbilden können. Mit zunehmender Zerlegung des Aufwuchskörpers vergrößert sich auch dessen spezifische Oberfläche, so daß auch die Metabolisierung des langsam abbaubaren Biopolymers schneller fortschreitet. Am Ende des Prozesses sind sowohl das Substrat 3 als auch  
30 die Matrix 2 vollständig metabolisiert und brauchen deshalb nicht entsorgt zu werden.

### Patentansprüche

1. Aufwuchskörper zur Immobilisierung von Mikroorganismen, insbesondere zur Verwendung in Abwasser-Reinigungsanlagen, bestehend aus einer Matrix, in welche ein biologisch abbaubares Substrat inkorporiert ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Matrix aus einem biologisch abbaubaren Biopolymer besteht, welches erheblich langsamer abbaubar ist, als das Substrat, und in welches das Substrat in Form von mit Abstand zueinander angeordneten Teilchen eingebettet ist.

2. Aufwuchskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das schneller abbaubare Substrat eine Standzeit von 20 bis 60 Tagen hat, während das langsamer abbaubare Biopolymer eine Standzeit von 2 bis 10 Jahren hat.

3. Aufwuchskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das schneller abbaubare Substrat aus Polyhydroxybuttersäure (PHB) und/oder Polyhydroxyvaleriansäure besteht.

4. Aufwuchskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das schneller abbaubare Substrat ein Biopolymer auf der Basis von modifizierter Gelatine ist.

5. Aufwuchskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das schnell abbaubare Substrat ein Biopolymer auf der Basis von

proteinhaltigen Verbindungen aus nachwachsenden Rohstoffen, z. B. Weizenkleber oder Rapsölkuchen enthält.

6. Aufwuchskörper nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das langsamer abbaubare Biopolymer aus Polycaprolacton besteht.

7. Aufwuchskörper nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das langsamer abbaubare Biopolymer eine Polymer auf der Basis von Zellulose oder modifizierter Stärke ist.

8. Aufwuchskörper nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das schneller abbaubare Substrat zusätzlich einen Stickstoffanteil in Form von Harnstoff, Ammoniumverbindungen und/oder Protein enthält.

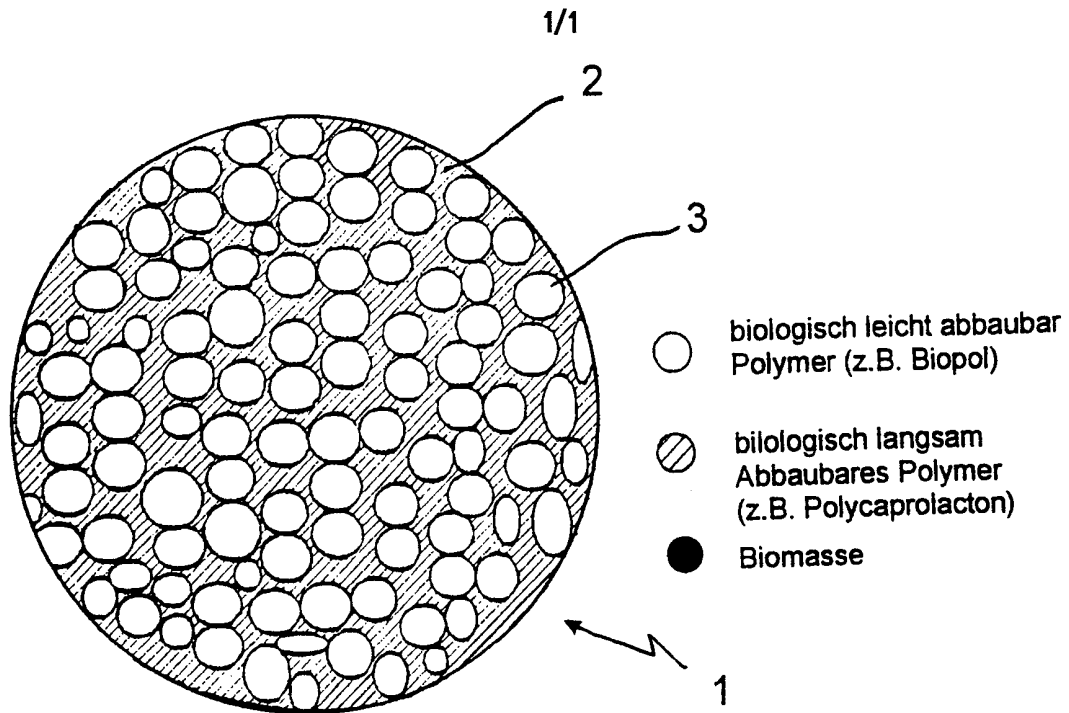
9. Aufwuchskörper nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stickstoffanteil in Form von Harnstoff, Ammoniumverbindungen und/oder Protein in dem schnell abbaubaren Substrat bis zu 4 Masse-% beträgt.

10. Aufwuchskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufwuchskörper als Compound aus zum Zwecke der Herstellung in Schmelze gebrachtem Biopolymer und Substratteilchen hergestellt ist.

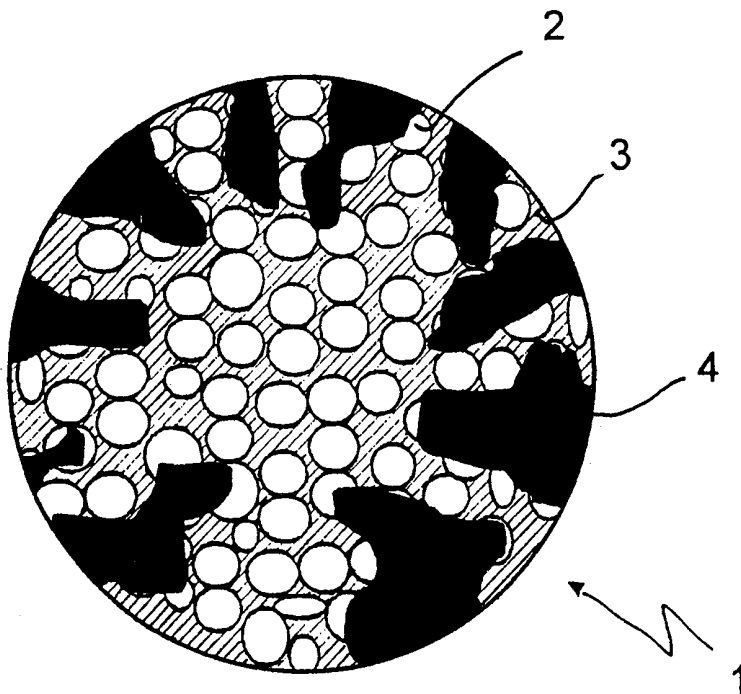
11. Aufwuchskörper nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchengröße des in das Compound eingebetteten Substrates 50 bis 1000 $\mu$ m beträgt, wobei der Abstand zwischen den Teilchen im Durchschnitt kleiner als der Teilchendurchmesser ist.

12. Aufwuchskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Körpergröße von 3 bis 5mm.

13. Aufwuchskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Körpergröße von 5 bis 100mm.



**Fig. 1: Biocompound im Ausgangszustand**



**Fig. 2: Biocompound mit immobilisierten Mikroorganismen**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/01905

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 C02F3/10

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 C02F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 316 832 A (GROTEN ROBERT ET AL) 31 May 1994 (1994-05-31)	1-3,6,10
Y	claims 1,3; example 2 ----	12
X	DE 40 28 312 A (MUELLER WOLF RUEDIGER DIPL ING ;HEINEMANN AXEL DIPL AGR BIOL (DE);) 12 March 1992 (1992-03-12)	1
Y	claims 1-7 ----	12
A		2-5,12
X	DE 44 30 077 A (AQUA MEDIC ANLAGENBAU GMBH) 29 February 1996 (1996-02-29)	1
A	claims 1,8,11 ----	2,10-12
A	DE 34 10 412 A (MUELLER WOLF RUEDIGER;SPERANDIO ADELE; ERNE MANFRED) 3 October 1985 (1985-10-03)	1-3,7-9, 12
	----	
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 1999

Date of mailing of the international search report

30/07/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gruber, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/01905

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 007 089 A (SMITH III NATHAN L) 8 February 1977 (1977-02-08) claims 1,6,7 ---	1,7-9
A	US 5 595 893 A (JOHNSON KENNETH E ET AL) 21 January 1997 (1997-01-21) claims 1,6,8,13 ---	1,2,4,5, 7,9
A	EP 0 447 291 A (COOPERATIVE DES AGRICULTEURS D) 18 September 1991 (1991-09-18) claims 1,2,10 ---	1,7-9
A	WO 95 08513 A (SBP TECHNOLOGIES INC) 30 March 1995 (1995-03-30) claims 1,6,7 -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/01905

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5316832 A	31-05-1994	DE 4220795 A AT 167517 T DE 59308685 D EP 0575695 A ES 2119825 T JP 2097523 C JP 6055188 A JP 7110359 B	05-01-1994 15-07-1998 23-07-1998 29-12-1993 16-10-1998 02-10-1996 01-03-1994 29-11-1995
DE 4028312 A	12-03-1992	NONE	
DE 4430077 A	29-02-1996	AU 3387295 A WO 9605726 A	14-03-1996 29-02-1996
DE 3410412 A	03-10-1985	NONE	
US 4007089 A	08-02-1977	NONE	
US 5595893 A	21-01-1997	NONE	
EP 0447291 A	18-09-1991	FR 2659315 A CS 9100616 A	13-09-1991 15-09-1991
WO 9508513 A	30-03-1995	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01905

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 C02F3/10

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 C02F

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 316 832 A (GROTEN ROBERT ET AL) 31. Mai 1994 (1994-05-31)	1-3, 6, 10
Y	Ansprüche 1,3; Beispiel 2	12
X	DE 40 28 312 A (MUELLER WOLF RUEDIGER DIPL ING ; HEINEMANN AXEL DIPL AGR BIOL (DE);) 12. März 1992 (1992-03-12)	1
Y	Ansprüche 1-7	12
A		2-5, 12
X	DE 44 30 077 A (AQUA MEDIC ANLAGENBAU GMBH) 29. Februar 1996 (1996-02-29)	1
A	Ansprüche 1,8,11	2,10-12
A	DE 34 10 412 A (MUELLER WOLF RUEDIGER; SPERANDIO ADELE; ERNE MANFRED) 3. Oktober 1985 (1985-10-03)	1-3, 7-9, 12
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juli 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gruber, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01905

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 007 089 A (SMITH III NATHAN L) 8. Februar 1977 (1977-02-08) Ansprüche 1,6,7 ---	1,7-9
A	US 5 595 893 A (JOHNSON KENNETH E ET AL) 21. Januar 1997 (1997-01-21) Ansprüche 1,6,8,13 ---	1,2,4,5, 7,9
A	EP 0 447 291 A (COOPERATIVE DES AGRICULTEURS D) 18. September 1991 (1991-09-18) Ansprüche 1,2,10 ---	1,7-9
A	WO 95 08513 A (SBP TECHNOLOGIES INC) 30. März 1995 (1995-03-30) Ansprüche 1,6,7 -----	8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/01905

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5316832 A	31-05-1994	DE 4220795 A AT 167517 T DE 59308685 D EP 0575695 A ES 2119825 T JP 2097523 C JP 6055188 A JP 7110359 B	05-01-1994 15-07-1998 23-07-1998 29-12-1993 16-10-1998 02-10-1996 01-03-1994 29-11-1995
DE 4028312 A	12-03-1992	KEINE	
DE 4430077 A	29-02-1996	AU 3387295 A WO 9605726 A	14-03-1996 29-02-1996
DE 3410412 A	03-10-1985	KEINE	
US 4007089 A	08-02-1977	KEINE	
US 5595893 A	21-01-1997	KEINE	
EP 0447291 A	18-09-1991	FR 2659315 A CS 9100616 A	13-09-1991 15-09-1991
WO 9508513 A	30-03-1995	KEINE	