



(10) **DE 10 2018 110 469 B4** 2021.04.01

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 110 469.3**  
(22) Anmeldetag: **02.05.2018**  
(43) Offenlegungstag: **18.07.2019**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: **C12N 1/38 (2006.01)**  
**C12P 5/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:  
**10 2018 100 721.3 15.01.2018**

(73) Patentinhaber:  
**GeoFert Germany GmbH, 17166 Teterow, DE**

(74) Vertreter:  
**Schnick & Garrels Patentanwälte PartG mbB,  
18057 Rostock, DE**

(72) Erfinder:  
**Thielicke, Matthias, 16761 Hennigsdorf, DE; Klein,  
Thomas, 17168 Sukow-Levitzow, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**1. Internet-Recherche am 2.11.2018 [https://geofert.de/wp-content/uploads/.../GH\\_Plus\\_Wirkungsweisen\\_V3151117.pdf](https://geofert.de/wp-content/uploads/.../GH_Plus_Wirkungsweisen_V3151117.pdf) Neumann, M.: Wirkungsweisen von GeoHumat Plus in der Biogasanlage und im Gärtest. 2017.**

**2. Internet-Recherche am 26.10.2018 <https://www.humintech.com/de/agrarwirtschaft/informationen/was-sind-huminsauren.html> Was sind Huminsäuren? 2015.**

(54) Bezeichnung: **Zusatzstoff für die Biogasproduktion und Verfahren zur Herstellung des Zusatzstoffes**

(57) Hauptanspruch: Zusatzstoff für die Biogasproduktion umfassend Huminstoffe, welche aus Leonardit extrahiert wurden, Wasser, Säure und Lauge.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Zusatzstoff für die Biogasproduktion, der in einen Fermenter einer Biogasanlage gegeben wird, und ein Verfahren zur Herstellung dieses Zusatzstoffes.

### Darstellung der Erfindung

**[0002]** Bei regenerierbaren und nicht auf fossilen Brennstoffen beruhenden Energielieferanten gewinnt nach Wind und Sonne Biogas immer mehr an Bedeutung. Dazu sind bereits viele Biogasanlagen bundesweit, zumeist in der Nähe von Biomasse erzeugenden Betrieben angesiedelt.

**[0003]** Solche Biogasanlagen dienen der Erzeugung von Biogas durch Vergärung von Biomasse. In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden meist tierische Exkremente und Energiepflanzen als Substrat zur Biogaserzeugung eingesetzt. Weitere Anlagen verwenden Material aus der Biotonne oder Abfallprodukte aus der Lebensmittelproduktion. Als Nebenprodukt wird ein als Gärrest bezeichneter Dünger produziert. Bei den meisten Biogasanlagen wird das entstandene Gas vor Ort in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Andere Biogasanlagen bereiten das gewonnene Gas zu Biomethan auf und speisen es ins Erdgasnetz ein.

**[0004]** In einer Biogasanlage erfolgt der anaerobe, also ohne Sauerstoff ablaufende mikrobielle Abbau des eingesetzten Substrats. Verschiedene Arten von Mikroorganismen nutzen die komplex zusammengesetzte Biomasse, vor allem Kohlenhydrate, Fette und Proteine, als Nährstoff- und Energielieferant. Anders als beim aeroben Abbau können die Organismen bei der anaeroben Vergärung aber nur einen geringen Teil der enthaltenen Energie nutzen. Die anaerob nicht nutzbare Energie befindet sich im „Abfallprodukt“ Methan. Das hat zur Folge, dass die spezifischen Umsatzraten an Substrat, bezogen auf die Biomasse, wesentlich höher sind. Die Mikroorganismen müssen daher relativ große Mengen Substrat umsetzen, um ihren Energiebedarf decken zu können. Hauptprodukte des anaeroben Abbaus sind das energiereiche Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Da beide gasförmig sind, trennen sie sich vom Gärsubstrat und bilden die Hauptkomponenten des Biogases.  $\text{CO}_2$  ist nicht weiter oxidierbar (brennt also nicht), kann aber trotzdem zusammen mit dem energiereichen  $\text{CH}_4$  in geeigneten BHKWs der Verbrennung zugeführt werden.

**[0005]** Der anaerobe Abbau von Biomasse ist Grundlage der Entstehung von Faulgasen wie Deponie-, Klär-, Sumpf- und Biogas. Viele verschiedene Arten von Mikroorganismen sind beteiligt. Vorkommen und Mengenanteile der Arten sind von der Art der Substrate, dem pH-Wert, der Temperatur

und dem Ablauf der Vergärung abhängig. Aufgrund der vielfältigen Stoffwechselfähigkeiten dieser Mikroorganismengemeinschaften können fast alle organischen Stoffe abgebaut werden. Lediglich faserartige Anteile aus Cellulose und verholzte Anteile aus Lignocellulose sind enzymatisch schwer abbaubar. Voraussetzung für die Methanbildung ist ein ausreichender Wasseranteil im Gärsubstrat. Der Abbauprozess wird schematisch in vier aufeinanderfolgenden biochemischen Einzelprozessen (Phasen) dargestellt. Bei den meisten gängigen Anlagenkonzepten findet laufend eine Substratzufuhr zum Fermenter statt, so dass die vier Phasen parallel stattfinden.

**[0006]** In der ersten Phase können Mikroorganismen die polymeren Makromoleküle (z.B. Kohlenhydrate, Proteine) nicht direkt in die Zelle aufnehmen. Daher werden zunächst verschiedene Arten von Exoenzymen, wie Amylasen, Proteasen und Lipasen ausgeschieden. Diese hydrolysieren die Makromoleküle in ihre löslichen Oligomere und Monomere. Kohlenhydrate wie Stärke und Hemicellulose werden so in Oligo- und Monosaccharide (Mehrfach- und Einfachzucker) zerlegt. Proteine werden zu Peptiden oder Aminosäuren abgebaut. Fette können in ihre Bestandteile, so z.B. Fettsäuren und Glycerin, hydrolysiert werden.

**[0007]** In der zweiten Phase werden die Produkte aus der Hydrolyse durch säurebildende Mikroorganismen verstoffwechselt. Die Produkte der Acidogenese sind niedere Fett- und Carbonsäuren, wie Valerian-, Butter-, Propionsäure, Alkohole wie Ethanol. Als ein Abbauprodukt der Proteine bilden sich Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Neben Essigsäure, entstehen in der Acidogenese auch Wasserstoff und Kohlendioxid, die als Ausgangsprodukte für die Methanbildung dienen.

**[0008]** Während der dritten Phase, der Acetogenese werden die niederen Fett- und Carbonsäuren sowie die niederen Alkohole durch acetogene Mikroorganismen zu Essigsäure umgesetzt.

**[0009]** In der letzten, ausschließlich anaerob ablaufenden Phase - der Methanogenese - wird die Essigsäure durch entsprechende acetoklastische Methanbildner in Methan umgewandelt. Das Methan wird zu einem großen Teil aus der enzymkatalysierten Reaktion von Wasserstoff und Kohlendioxid sowie aus dem Abbau von Essigsäure gebildet.

**[0010]** Die genannten Prozesse können auf unterschiedliche Art und Weise beschleunigt werden. So wird z.B. nach der Schrift WO 2016 142 465 A2 vorgeschlagen, eine konzentrierte, flüssige bzw. pastöse Substanz aus huminstoffhaltigen, mehrkomponentigen Rohstoffen unterschiedlicher Herkunft, wie z.B. aus Kaustobiolithen oder Faulschlamm aus Süßwasser-Seen zu schaffen und als Zusatzmittel in Bio-

gasanlagen zu verwenden. So ist z.B. auch vorgesehen, bei der Huminsäureextraktion gemäß der genannten Schrift Torf zu verwenden. Dies ist aus ökologischen und sozialökonomischen Gründen als bedenklich anzusehen. Zudem ist die Herstellung der in dieser Schrift behandelten Substanz sehr aufwändig, nicht zuletzt durch die Verwendung kostenintensiver Technik wie Thermo-Vakuumbehälter und besonders energieaufwändiger Verfahrensansätze wie magnetischer Kavitation oder Sonokavitation. Weiterhin ist nach der genannten Schrift vorgesehen, die Substanz in granulierter Form in den Fermenter zu geben. Dies kann zu einer unzureichenden Stoffverteilung im Fermenter führen.

**[0011]** Durch einen im Internet unter <https://www.humintech.com/de/agrarwirtschaft/information/was-sindhuminsauren.html> veröffentlichten Artikel wird die Gewinnung von Huminstoffen aus Leonardit allgemein beschrieben. Dabei handelt es sich um organische Materialien, die nicht das Stadium der Kohle erreicht haben. Allerdings ist festzustellen, dass das dort beschriebene Verfahren nicht geeignet ist, bestimmte Fraktionen der Huminstoffe gezielt zu erhalten. Das Hauptaugenmerk in diesem Artikel liegt auf der Bioaktivität der Huminstoffe und deren Kationenaustauschkapazität. Weiterhin werden Chelatisierungsvorgänge und dadurch das Verfügbarmachen sowie das Senken der Toxizität der komplexierten Elemente in den Fokus gerückt. Diese Prozesse wirken sich positiv auf den Pflanzenbau aus, die Prozesse in der Biogasanlage unterliegt teilweise aber anderen chemischen und biologischen Rahmenbedingungen, weshalb weder der Herstellungsprozess noch der gewonnene Zusatzstoff für den Einsatz in Biogasanlagen geeignet sind.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen wirkungsvolleren Zusatzstoff für die Biogasproduktion bereitzustellen. Zusätzlich liegt die Aufgabe vor, ein geeignetes Verfahren zur Herstellung dieses Zusatzstoffes bereitzustellen.

**[0013]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Anspruchs 1, wobei die Unteransprüche 2 bis 3 weitere Ausgestaltungen beschreiben. Die Lösung für die Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens erfolgt mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 4, wobei die davon abhängigen Ansprüche 5 bis 8 weitere Ausgestaltungen beschreiben.

**[0014]** Erfindungsgemäß umfasst der Zusatzstoff für die Biogasproduktion Huminstoffe, welche aus Leonardit extrahiert wurden, Wasser, Säure und Lauge. Leonardit ist ein Verwitterungsprodukt eines Kaustobioliths, kein Kaustobiolith selbst. Das Leonardit kann dem Abraum bei der Kohlegewinnung entnommen werden, weshalb es ein Abfallprodukt ist. Damit stellt der Ausgangsstoff für den Auszug der Huminstoffe für die Herstellung des erfindungsgemäßen Zusatzstoffes

keine Ressource dar, die anderweitig der Energiegewinnung dienen könnte. Zudem hat Leonardit auf Grund der Tatsache, dass es ein Verwitterungsprodukt von organischen Materialien ist, die den Inkohlungsprozess nicht vollständig durchlaufen haben, einen höheren Huminstoffgehalt als Kohle oder Torf. Außerdem besitzt es eine charakteristische, höchst aktive Mischung aus Huminstoffen mit hohen und niedrigen Molekulargewichten.

**[0015]** In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Zusatzstoffs für die Biogasproduktion sind dem Zusatzstoff für die Biogasproduktion Spurenelemente zugesetzt. Die Zugabe von Spurenelementen in die Fermenter von Biogasanlagen findet seit längerem in der Praxis Anwendung. Dabei werden Spurenelemente häufig in Form leicht löslicher Verbindungen in den Fermenter gegeben. Die Folge ist, dass ein Teil dieser Spurenelemente mit anderen Stoffen im Fermenter reagiert und dann nur noch in sehr geringem Maße bioverfügbar ist. Spurenelemente, die mit einem Komplexbildner gebunden in die Bioreaktoren gegeben werden, finden aus Kostengründen seltener Anwendung. Dies liegt unter anderem daran, dass dabei künstlich synthetisierte Komplexbildner verwendet worden sind. Diese sind im Vergleich zu den natürlichen Komplexbildnern in Form von Huminstoffen deutlich kostenintensiver in der Herstellung und weit weniger vielseitig hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung. Außerdem sind einige der synthetischen Komplexbildner, wie z.B. EDTA, schwer in der Natur abbaubar und ökologisch somit nicht unbedenklich. Der erfindungsgemäße Zusatzstoff soll durch natürlich komplexierte Spurenelemente den mikrobiellen Aufschluss der Biomasse verbessern.

**[0016]** Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Zusatzstoffs für die Biogasproduktion sind die Spurenelemente Cobalt, Selen, Nickel, Molybdän, Wolfram, Zink, Mangan, Kupfer und Eisen einzeln oder in Kombination miteinander enthalten. Um Überdosierungen der Spurenelemente zu vermeiden, sollten vorhergehende Analysen durchgeführt werden, um den jeweiligen Mangel an einem oder mehreren Elementen zu identifizieren.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Zusatzstoffes für die Biogasproduktion beginnt mit der Zerkleinerung von Leonardit und der Suspension in Wasser, welches mit Lauge versetzt wurde, bevor das Leonardit-Wassergemisch abgeschlossen wird, indem eine Ozonisierung und/oder Zugabe einer Lauge und/oder hydrodynamische Kavitation erfolgt. Die hydrodynamische Kavitation ist energetisch und (wartungs-) technisch die günstigste Kavitationsmethode. Dem Huminstoffauszug mittels hydrodynamischer Kavitation wird somit gegenüber anderen Kavitationsmethoden der Vorzug gegeben. Die Ozonisierung bewirkt einen weiteren Aufschluss der Kohlenstoffverbindungen im Leonardit, wodurch

vermehrt Huminstoffe mit geringem Molekulargewicht gebildet werden, die sich durch eine besonders hohe Bioaktivität auszeichnen. Es folgt ein Abzentrifugieren fester Bestandteile aus der Lösung und die Einstellung des pH-Wertes mit Hilfe einer Säure. Grobe Partikel werden herausgefiltert und eine Verdünnung vorgenommen, bevor die Zugabe in den Fermenter einer Biogasanlage erfolgt.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der pH-Wert auf einen Wert zwischen 7,5 und 8,0 eingestellt. Ein solcher pH-Wert erleichtert die Komplexbildung von Spurenelementen mit den Huminstoffen. Die Spurenelemente sind natürlicherweise in den Ausgangstoffen zur Produktion des Zusatzstoffes vorhanden.

**[0019]** Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden grobe Partikel abgefiltert. Damit wird einer Belastung von optional zum Dosieren verwendeter Pumpentechnik entgegengewirkt. Dazu muss eine Abfilterung erfolgen, die auf die Voraussetzungen der Pumpentechnik abgestimmt ist.

**[0020]** Weiterhin ist nach einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass dem Zusatzstoff Spurenelemente zugegeben werden. Dabei können sie zum Erreichen unterschiedlicher Konzentrationen zugesetzt werden. Die Zugabe von Spurenelementen ist bereits in dieser Offenbarung unter Absatz [0015] beleuchtet worden.

**[0021]** Schließlich ist bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass nach dem Abfiltern von Partikeln und vor dem Verdünnen eine Trocknung erfolgt oder ein Eindampfen durchgeführt wird. Der trockene Rückstand besteht überwiegend aus den wirksamen Bestandteilen, den Huminstoffen, die aber in getrockneter Form leichter zu transportieren und zu lagern sind. Bei Bedarf kann die Verdünnung vor Ort am Fermenter durchgeführt werden, ohne dass in der Wirksamkeit ein Nachteil entsteht. Auch eine direkte Eingabe des getrockneten Stoffes wäre denkbar.

**[0022]** Der Zusatzstoff bringt den Vorteil mit, dass natürliche Milieubedingungen für die methanogenen Archaeen (methanproduzierende Mikroorganismen, im Folgenden als „MA“ bezeichnet) geschaffen werden. In vielen natürlichen Lebensräumen der methanogenen Archaeen sind Huminstoffen ubiquitär. Da methanogene Archaeen im Gegensatz zu zahlreichen anderen Mikroorganismen kaum eigenen Elektronenschuttles zur Vermittlung von Redoxprozessen synthetisieren können, sind sie auf die Nutzung von Stoffen mit ebendieser Funktion aus ihrem Lebensraum angewiesen. Die Huminstoffe bilden eine bedeutende Gruppe, die Elektronenübertragungen zwischen methanogenen Archaeen und anderen Mikro-

organismen vermitteln können. Dieser Form der interspezifischen Elektronenübertragung kommt eine wichtige Rolle in mikrobiellen Abbauprozessen zu. Da sich Huminstoffe unter Anwesenheit von Metalloxiden chemisch aber auch enzymkatalysiert reoxidieren lassen, begünstigen sie die erwünschte Reduzierung von Oxiden der für die Phasen der Biogasproduktion notwendigen Spurenelemente. Letztere können auf diese Weise für die Nutzung als Cofaktor wieder verfügbar werden.

**[0023]** Während MA an das Vorhandensein von Huminstoffen angepasst sind, können diese Stoffe auf andere Mikroorganismen eine Hemmwirkung entfalten. Dieser gewünschte Effekt unterdrückt andere Mikroorganismengruppen (Bakterien, Pilze etc), die mit den MA in Konkurrenz stehen können.

**[0024]** Mikroorganismen können für ihre Stoffwechselaktivitäten Huminstoffe als Elektronenakzeptor nutzen. Weiterhin können Huminstoffe ab einer gewissen Konzentration als Elektronenleitungskette fungieren. Mit anderen Worten vermitteln Huminstoffe die Elektronenübertragung auf andere terminale Elektronenakzeptoren, die die methanogenen Archaeen ohne Vorhandensein von Huminstoffen oder anderen Verbindungen mit dieser Funktion nicht erreichen würden.

**[0025]** Huminstoffe erhöhen auch auf andere Weise die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen. Auf Grund ihrer zahlreichen potentiellen Koordinationsstellen bilden Huminstoffe Komplexe mit Metallatomen. Auch die Spurenelemente, die für die Enzymaktivitäten der MA von essentieller Bedeutung sind, gehen Komplexverbindungen mit Huminstoffen ein. Diese oft auch als Chelate bezeichneten Verbindungen zeichnen sich durch eine stark erhöhte Bioverfügbarkeit und Stabilität gegen unerwünschte Reaktionen der Mikronährstoffe mit festen organischen Bestandteilen oder anderen Substanzen, wie löslichen Schwefelverbindungen, im Fermenter aus. Huminstoffe erleichtern Mikroorganismen demnach eine Nutzung von Spurenelementen und erhöhen somit deren Enzymaktivitäten. Dadurch wird der Aufschluss der Biomasse quantitativ und qualitativ verbessert und ein höherer Gasertrag erzielt.

**[0026]** Auch in der biologischen Entgiftung von wässrigen Medien werden Huminstoffe wirksam. Dabei werden beispielsweise Schwermetallatome chelatisiert und ihre Reaktivität gesenkt bzw. selektiver eingestellt. Das gleiche Prinzip wirkt bei einem Ungleichgewicht von Spurennährstoffen. Letztere können bei zu hohen Konzentrationen toxisch werden. Je nach Substrat im Fermenter, kommt es auch in der Praxis der Biogasproduktion zu diesem Problem des Ungleichgewichts der Mikronährstoffe. Dem kann durch Zugabe von GH entgegengewirkt werden, um eine höchstmögliche Enzymaktivität der Mikroorga-

nismen mit den beschriebenen Vorteilen zu gewährleisten.

**[0027]** In der Bau- und Abwassertechnik finden Huminstoffe als Dispersionsmittel Anwendung. In der Biogasproduktion wird eine möglichst geringe Viskosität des Fermenterinhalt angestrebt. Als grenzflächenaktive Substanzen wirken Huminsäuren Ausflockungen im Substrat entgegen, bewirken somit eine bessere Dispersion der Biomasse im flüssigen Medium und verringern so die Viskosität des Fermenterinhalt. Eine möglichst vollständige Dispersion der Biomasse im Fermenter begünstigt den mikrobiellen Aufschluss der Biomasse enorm.

**[0028]** Da Huminsäuren physikalisch, chemisch und mikrobiell nur relativ langsam abgebaut werden, sind sie bei Anwendung von GH in Biogasanlagen auch im Gärrest zu finden. Dies ist ein gewünschter Teil des Konzepts der GH-Applikation, durch den eine Veredlung der Gärreste stattfindet. Die oben beschriebene Erhöhung der Bioverfügbarkeit von Nährstoffen durch Huminsäuren trifft auch auf die Versorgung von Pflanzen zu. Des Weiteren erhöhen Huminsäuren die Stressresistenz von Pflanzen (gegen Kälte, Hitze, osmotischen Stress, etc.). Auch die Keimfähigkeit wird erhöht. Die vielseitigen Wirkungsweisen von GH auf den Pflanzenwuchs sind zum einen durch das reiche Vorhandensein von Huminstoffen mit hoher Bioaktivität zu erklären. Zum anderen sind die im Leonardit enthaltenen Makromoleküle pflanzlichen Ursprungs in der Lage, das Pflanzenwachstum auf vielfältige Art und Weise zu unterstützen. Die besagten Makromoleküle wurden von jenen Pflanzen synthetisiert, die vor Jahrtausenden die Basis für die organische Masse des Leonardits gebildet haben. Auf die natürlichen Humusbildungsprozesse im Boden wirken Huminsäuren ebenfalls förderlich. Das liegt unter anderem an der gesteigerten Verfügbarkeit von Nährelementen.

### Patentansprüche

1. Zusatzstoff für die Biogasproduktion umfassend Huminstoffe, welche aus Leonardit extrahiert wurden, Wasser, Säure und Lauge.

2. Zusatzstoff für die Biogasproduktion nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Zusatzstoff für die Biogasproduktion Spurenelemente zugesetzt sind.

3. Zusatzstoff für die Biogasproduktion nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spurenelemente Cobalt, Selen, Nickel, Molybdän, Wolfram, Zink Mangan, Kupfer Eisen oder Kombinationen daraus sind.

4. Verfahren zur Herstellung eines Zusatzstoffes für die Biogasproduktion gemäß Anspruch 1 **gekennzeichnet durch** die Verfahrensschritte

- Zerkleinerung von Leonardit und Suspension in Wasser, welches mit Lauge versetzt ist
- Aufschließen des Leonardit-Wassergemischs durch Ozonisierung und/oder Zugabe einer Lauge und/oder hydrodynamische Kavitation,
- Abzentrifugieren fester Bestandteile aus der Lösung,
- Einstellen des pH-Wertes mit Hilfe einer Säure,
- Abfiltration von Partikeln und
- Verdünnung vor der Zugabe in den Fermenter einer Biogasanlage

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der pH-Wert auf einen Wert zwischen 7,5 und 8,0 eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass grobe Partikel abgefiltert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Zusatzstoff natürlich komplexierte Spurenelemente zugegeben werden wobei dies in Form von leicht löslichen Verbindungen erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Abfiltrieren von Partikeln und vor oder anstatt der Verdünnung eine Trocknung erfolgt oder ein Eindampfen durchgeführt wird.

Es folgen keine Zeichnungen