



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENT-SCHRIFT 143 792

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 143 792

(44) 10.09.80

Int. Cl.³

3(51) C 12 N 1/12
G 01 N 33/18

(21) WP C 12 K / 213 073

(22) 23.05.79

(71) siehe (72)

(72) Böhm, Heinz, Prof. Dr.sc.nat.; Arndt, Horst, Dr.rer.nat.; Ernst, Klaus, Dipl.-Päd.; Hiekel, Hans-Günter, Dr.rer.nat., DD

(73) siehe (72)

(74) Pädagogische Hochschule „Wolfgang Ratke“, 4370 Köthen, Lohmannstraße 23

(54) Vorrichtung zur automatischen Qualitätskontrolle von Luft und Wasser durch Mikroalgen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf den Umweltschutz, insbesondere auf den Gewässerschutz, und in diesem Rahmen auf die Analyse von Wasser und Luft jedweder Herkunft und unterschiedlichster Nutzungsbereiche. Sie verfolgt das Ziel, physikalische, chemische und biologische Analysen durch einen schnell reagierenden und exakt messenden biologischen Analysator zu ergänzen, der automatisch arbeitet. Die Erfindung basiert auf 2 oder einem Vielfachen von 2 parallel betriebenen Fermentoren, die wahlweise autotroph oder heterotroph zu arbeiten vermögen und in denen Suspensionskulturen von Mikroalgen kontinuierlich kultiviert werden. Bei Einspeisen quantitativ gleicher und qualitativ differenter bzw. quantitativ und qualitativ differenter Wasser- bzw. Luftproben entstehen im Vergleich zur Normwasserkultur bzw. Normluftkultur Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Fermentoren, die sich gasanalytisch, volumetrisch, elektrisch, elektronisch oder optisch ermitteln und als Maß für die Phytoaktivität der in Testwasser gelösten oder suspendierten Substanzen nutzen lassen. Bei Überschreiten eines Schwellwertes werden die tangierten Algensuspensionen mit Hilfe der Normwasserkultur bzw. Normluftkultur und einem mit ihr verbundenen Regenerationsfermentor regeneriert.



Vorrichtung zur automatischen Kontrolle von Umweltfaktoren
durch Mikroalgen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Umweltschutz, Gewässerschutz, Abwasserprüfung, Qualitätskontrolle von Trinkwasser, Überwachung von Oberflächenwasser und Grundwasser bzw. von Brauchwasserkreisläufen, Luftüberwachung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Analyse von Wasser und Luft erfolgt bislang hauptsächlich mit Hilfe chemischer oder/und physikalischer Methoden. Die daraus resultierenden Aussagen sind zwar schnell zugänglich und - bezogen auf die jeweils gemessene Komponente des Gesamtsystems - in der Regel eindeutig. Sie repräsentieren das Gesamtsystem jedoch nur bedingt. So ist es zum Beispiel mittels solcher Methoden kaum möglich, aktuell auftretende chemische Noxen im Gesamtsystem unmittelbar zu erfassen. Sie treten nur mittelbar und mit Zeitverzug über die von ihnen verursachten Folgen, so etwa über den veränderten biologischen Sauerstoffbedarf eines Gewässers, in Erscheinung. Die prinzipiell für solche Analysen geeigneten und dafür auch genutzten Organismen, wie zum Beispiel Fische und Fischnährtiere für Wasseranalysen und Flechten für Luftanalysen reagieren nur sehr langsam und mit großer Reaktionsamplitude. Ihr Einsatz ist nicht automatisierbar. Der mit solchen Tests verbundene materielle, organisatorische und personelle Aufwand ist beträchtlich.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, für die Umweltfaktoren Wasser und Luft unterschiedlichster Qualität, Herkunft und Nutzung eine Vorrichtung vorzustellen, die deren automatische Kontrolle mit Hilfe von Organismen schnell und sicher ermöglicht und so die bestehenden Überwachungssysteme ergänzt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu entwickeln, die es ermöglicht, für die automatische Kontrolle von Wasser und Luft Mikroalgen zu verwenden und ihren Stoffwechsel als Indikationsbereich zu nutzen. Auf diese Weise ist es möglich, die mit physikalischen und/oder chemischen Routine-Überwachungsverfahren nicht unmittelbar faßbaren stoffwechselaktiven Qualitätsveränderungen schnell und quantifizierbar zu erfassen, was gegenwärtig mit den üblichen Testorganismen nur mit beträchtlichen Schwankungen in den ableitbaren Aussagen und bei großem Zeit- und Materialaufwand erfolgen kann. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in zwei oder mehreren parallel betriebenen Fermentoren Mikroalgen in wäßrigem Medium kontinuierlich kultiviert werden und deren Stoffwechsel als Indikationsbereich genutzt wird. Führt man solchen Fermentoren pro Zeiteinheit definierte Mengen frischen Nährmediums zu und leitet adäquate Anteile der Zellsuspension ab, stimmt die Geschwindigkeit der Stoffwechselprozesse in den jeweiligen Test- und Vergleichsfermentoren überein, so daß man den gewählten Stoffwechselbereich als schnell und quantitativ reagierendes Indikationsgebiet für Bedingungsveränderungen zwischen den Fermentoren nutzen kann. Verwendet man bei völlig konstanten übrigen Bedingungen zwischen jeweiligen Test- und Vergleichsfermentoren für das kontinuierlich zuzuführende Nährmedium Wasseranteile verschiedener Qualität oder

Luft verschiedener Herkunft, so läßt sich die daraus resultierende Stoffwechseldifferenz erfassen und als Maßstab für die Qualität der Proben nutzen.

Die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung für die automatische Toxizitätsanalyse von Wasser und Luft durch Mikroalgen hat in ihrem Zentrum zwei oder mehrere paarweise übereinstimmende doppelwandige Fermentoren 1, deren Temperiermantel 2 mit dem Thermostaten 3 verbunden ist. Belichtet werden kann mittels Lichtquellen 4 so, daß die in den Fermentoren 1 befindlichen Algensuspensionen 5 der gleichen Quanteninmission unterliegen. Mit Hilfe der Dosierpumpenbatterie 6 werden über den Normwasserzufluß 7 bzw. aus dem zu analysierenden Testwasser 8 gleiche oder verschiedene Mengen über die Zuleitung 9 in den jeweiligen Fermentor 1 transportiert und vorher mit einem Nährlösungskonzentrat 10 über die Leitung 11 zum Nährmedium vermischt. Die dadurch in den Fermentoren 1 verdrängte Suspensionsmenge fließt durch das Überlaufrohr 12 in das Druckausgleichsgefäß 13, um von dort aus in das Auffanggefäß 14 oder in den Regenerationsfermentor 15 zu fließen, nachdem sich das mitgerissene Gas abgetrennt hat und über die Rückflußleitung 16 wieder in die Gaszuführung 17 eingespeist wird. Als Belüftungsgas für die Zellsuspensionen dient Luft, die mittels Gasförderpumpe 18 herangeführt und über das Ventil 19 im Mischgefäß 20 mit einem definierten Anteil CO_2 versehen werden kann. Das Belüftungsgas wird mit Hilfe der durchflußgeregelten Drosseln 21 anteilig über die Gaszuführung 25 in die Fermentoren eingespeist und dort in Bodennähe in der Algensuspension 19 verteilt. Bei seiner Passage durch die Algensuspension erfährt es infolge des Stoffwechsels der Organismen eine quantitative Veränderung und wird über die Gasableitung 22 zu einem Analysensystem überführt oder ins Freie abgegeben. Führt man dem zweiten Fermentor 1 anstelle des Testwassers 8 ebenfalls Normwasser 7 zu und verwendet dafür Luftströme verschiedener Herkunft mittels des 2. Belüftungssystems 27, so arbeitet der Automat als Luftanalysator.

Ausführungsbeispiele

1. Ausführungsbeispiel:

Die bis zum Überlaufrohr 12 mit Algensuspension 5 gefüllten und auf 37 °C temperierten Fermentoren 1 werden mittels der Gaszuführung 17 von identischen Belüftungsgasanteilen durchströmt. Mit Einschalten der Lichtquellen 4 beginnt die Photosynthese der einzelligen Grünalgen. Der Geschwindigkeit dieses Prozesses adäquat wird, während gleichzeitig durch das Überlaufrohr 12 Algensuspension abfließt, über die Dosierpumpe 6 und die Zuleitungen 9 den Fermentoren 1 Nährmedium zugeführt, dessen wäßriger Anteil für den Vergleichsfermentor 1 Normwasser 7, für den Testfermentor 1 Testwasser 8 ist. Enthält das Testwasser 8 phytoaktive Substanzen, so kann sich das in einer Differenz der Photosynthesegeschwindigkeiten der Algensuspension im Kontroll- und Testfermentor niederschlagen. Die der Dosis der phytoaktiven Substanz proportionale Änderung in der Zusammensetzung des die Algenkulturen verlassenden Gases wird von einem Gasanalysator erfaßt und durch einen Schreiber kontinuierlich registriert. Wird ein bestimmter Schwellwert der Abweichung überschritten, so kann die signalisiert werden. Gleichzeitig wird der Testfermentor 1 automatisch entleert und mittels der vom Normwasserfermentor 1 produzierten und toxisch nicht belasteten Suspension des Regenerationsfermentors 15 über das Ventil 25 und die Zuleitung 26 erneut gefüllt, so daß die kontinuierliche Analyse unter den Ausgangsbedingungen fortgesetzt werden kann.

2. Ausführungsbeispiel:

Die Fermentoren 1 werden, wie im Ausführungsbeispiel 1 behandelt, jedoch lichtabgeschirmt betrieben. Als Energiequelle für Wachstum und Gaswechsel der Algen wird Glukose genutzt, die über das Nährlösungskonzentrat 10 den wäßrigen Arbeiten des Nährmediums beigelegt wird, welche als Normwasser 7 bzw. Testwasser 8 agieren.

Als Belüftungsgas fungiert CO_2 -freie Luft, deren Zusammensetzung sich beim Passieren der Algensuspension 5 im Ergebnis ihrer glukosestimulierten Atmung verändert. Tangieren die im Testwasser 8 enthaltenen Aktivsubstanzen die Zellatmung, so spiegelt sich das im Meßergebnis des Analysators adäquat wider und wird vom Schreiber dokumentiert. Wird ein vorgegebener Schwellwert überschritten, so kann das wiederum Signale auslösen. Gleichzeitig erfolgt die Entleerung des Testfermentors 1. Er wird erneut gefüllt mittels der vom Normwasserfermentor heterotroph produzierten und im Regenerationsfermentor 15 deponierten Suspension, so daß auch hier die Analyse unter den Ausgangsbedingungen fortgesetzt werden kann.

3. Ausführungsbeispiel:

Die Fermentoren 1 werden wie im Ausführungsbeispiel 1 bzw. Ausführungsbeispiel 2 behandelt. Die durch phytoaktive Substanzen im Testwasser 8 provozierte Stoffwechseldifferenz zwischen Normwasserkultur und Testwasserkultur wird jedoch mittels elektronischer, elektrischer oder optischer Verfahren ermittelt, deren Sensoren entweder in die Fermentoren 1 eingebracht sind und dort unmittelbar oder über Suspensionskreisläufe 23, die an die Fermentoren 1 über Ventile 24 angeschlossen sind, die Stoffwechseldifferenz bzw. deren Auswirkungen auf Zellwachstum, Zellvermehrung, Pigmenthaushalt ermitteln. Wird dabei ein vorgegebener Schwellwert überschritten, so kann das wiederum Signale auslösen. Gleichzeitig wird der Testfermentor 1 entleert und unmittelbar danach mittels der vom Normwasserfermentor 1 autotroph bzw. heterotroph produzierten und im Regenerationsfermentor 15 deponierten Suspension beschickt, so daß die Analyse unter den Ausgangsbedingungen fortgesetzt werden kann.

4. Ausführungsbeispiel:

Die Fermentoren 1 werden zunächst wie im Ausführungsbeispiel 1 bzw. 2 behandelt, jedoch erfolgt die Zufuhr des mit Normwasser 7 bzw. Testwasser 8 und Nährlösungskonzentrat 10 bereiteten Nährmediums, gesteuert durch die Angaben der Gasanalysatoren, der elektrischen, elektronischen oder optischen Analysatoren entsprechend der Stoffwechselleistung des jeweiligen Fermentors. Enthält das Testwasser phytoaktive Substanzen in Mengen, die den Stoffwechsel der Testorganismen im Testfermentor 1 meßbar tangieren, so ergibt sich eine entsprechende Differenz im Zufluß des Nährmediums in den einzelnen Fermentoren 1, die notwendigerweise auch eine adäquate Differenz der durch das Überlaufrohr 12 aus den Fermentoren 1 verdrängten Suspensionsmenge zur Folge hat. Die verdrängten Suspensionsmengen lassen sich nach Austritt aus dem Überlauf des Regenerationsfermentors 15 bzw. nach Austritt aus dem Druckausgleichsgefäß 13 des Testfermentors 1 volumetrisch erfassen bzw. automatisch wägen. Wird dabei eine kritische Differenz überschritten, so kann das Signale auslösen. Gleichzeitig erfolgt eine quantitative Entleerung des Testfermentors 1. Er wird unmittelbar danach mit Hilfe des Normwasserfermentors 1 erneut gefüllt, so daß auch hier die Analyse unter den Ausgangsbedingungen fortgesetzt werden kann.

5. Ausführungsbeispiel:

Wie 1. - 4. Ausführungsbeispiel, jedoch anstelle des Testwassers 8, wird dem Testfermentor 1 ebenfalls Normwasser zugeleitet. Die Gaszuführung 17 führt Belüftungsgas mit unbelastetem Luftanteil, die Gaszuführung 27 tritt in Funktion und führt für den Testfermentor Belüftungsgas mit belastetem Luftanteil. Die dort enthaltenen phytoaktiven Substanzen bewirken eine der Dosis entsprechende Änderung in den Stoffwechselprodukten der Algen, so daß im Vergleich zum Vergleichsfermentor 1 mit den genannten Meßverfahren eine Leistungsdifferenz erfaßt werden kann, auf die der Apparat in der in den Ausführungsbeispielen 1 - 4 dargestellten Weise zu reagieren vermag.

Erfindungsansprüche

1. Vorrichtung zur automatischen Kontrolle von Umweltfaktoren durch Mikroalgen, dadurch gekennzeichnet, daß in 2 oder einem Vielfachen von 2 parallel betriebenen Fermentoren Mikroalgen kontinuierlich kultiviert werden, wobei sich Zufuhr des Nährmediums und Ableitung der Algensuspension im Gleichgewicht befinden und mit dem eingespeisten Nährmedium entweder quantitativ gleiche, jedoch qualitativ verschiedene Wasseranteile, genannt "Normwasser und "Testwasser", den Fermentoren zufließen oder bei völlig gleichen Nährmedien quantitativ gleiche, aber qualitativ verschiedene Luftströme in die Fermentoren eingespeist werden und den Stoffwechsel der als Testorganismen in der Suspension befindlichen Algen mehr oder minder tangieren, so daß zwischen beiden Fermentoren eine Differenz in der Stoffwechselleistung entstehen kann, die über Analysatoren nachgewiesen und über Schreiber dokumentiert wird und bei Überschreiten eines wählbaren Schwellwertes die Regeneration der Testkultur mittels des Normwasserfermentors oder Normluftfermentors oder des mit diesem verbundenen Regenerationsfermentors ausgelöst, so daß die Analyse faktisch unbegrenzt fortgesetzt werden kann.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fermentoren belichtet werden und der aus der Photosynthese der Testorganismen resultierende Gaswechsel für die Indikation in Wasser oder in Luft befindlicher phytoaktiver Substanzen genutzt wird.
3. Vorrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fermentoren im Dunkeln betrieben werden, das Nährmedium als Energiequelle einen definierten Glukoseanteil enthält und der aus der Atmung der Testorganismen resultierende Gaswechsel für die Indikation in Wasser oder in Luft befindlicher phytoaktiver Substanzen genutzt wird.

4. Vorrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkung in Wasser oder in Luft befindlicher phytoaktiver Substanzen auf Stoffwechselprozesse der Testorganismen mit Hilfe elektrischer, elektronischer oder optischer Verfahren ermittelt wird.
5. Vorrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Testwasserzufuhr bzw. bei Luftanalysen die Normwasserzufuhr zum Testfermentor der sich im Zellwachstum, Pigmententwicklung und Zellvermehrung repräsentierenden Stoffwechselleistung der Testorganismen adäquat erfolgt und die auf diese Weise aus dem Fermentor verdrängte Zellsuspension volumetrisch erfaßt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

