



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑪ **CH 650 527 A5**

⑤① Int. Cl.4: C 12 J 1/04
C 12 J 1/10
C 12 M 1/36

// (C 12 J 1/04, C 12 R 1:02)

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer:	8642/79	㉓ Inhaber:	Process Engineering Company SA, Männedorf
㉒ Anmeldungsdatum:	26.09.1979	㉗ Erfinder:	Aeschbach, Hermann Albert, Montreux
㉔ Patent erteilt:	31.07.1985	㉙ Vertreter:	PPS Polyvalent Patent Service AG, Baden
㉕ Patentschrift veröffentlicht:	31.07.1985		

⑤④ **Verfahren und Anlage zur Herstellung von Gärungssessig.**

⑤⑦ Ein Verfahren zur submersen, automatisch gesteuerten Herstellung von Gärungssessig aus Aethanol wird in zwei Stufen durchgeführt. Die zur Durchführung des Verfahrens verwendete Anlage besteht aus einem oder mehreren Vorfermentern (A) und einem Erntefermenter (E), wobei die Vorfermenter (A) das 1,7 bis 3,5-fache Volumen des Erntefermenters (E) aufweisen sollten. Der Endpunkt der Gärung ist im Erntefermenter (E) dann erreicht, wenn der durch eine Sauerstoffelektrode (12) angezeigte gelöste Sauerstoff ansteigt, wodurch das Ernteventil (11') geöffnet wird. Der Erntefermenter wird entleert, wenn kein Restalkohol mehr vorhanden ist. In der Endstufe wird daher der Alkohol vollständig verwertet.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur submersen, automatisch gesteuerten quasi kontinuierlichen Herstellung von Gärungssessig aus Äthanol in zwei Stufen, wobei die zweite Stufe durch einen Erntefermenter und die erste Stufe durch einen oder mehrere Vorfermenter dargestellt werden und diese Vorfermenter zwecks Erneuerung der Biomasse teilweise mit frischer Maische gefahren werden, dadurch gekennzeichnet, dass am Endpunkt der Gärung das Ernteventil (11') und die nachgeschaltete Erntepumpe (9') des Erntefermenters (E) durch das Ansteigen des gelösten Sauerstoffes mittels einer Sauerstoffelektrode (12) gesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Erntefermenter (E) nach Versäuern bis zur Endkonzentration des biologisch oxidierbaren Äthanol durch Acetobacter vollständig entleert wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach beendetem Ausstoss der Endfermenter (E) automatisch aus einem Vorfermenter (A) aufgefüllt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach Auffüllung des Endfermenters (E) der Vorfermenter (A) automatisch mit frischer Maische nachgefüllt wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffüllung der Fermenter (A, E) über eine Gewichtsmesseinrichtung (15) gesteuert wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Vorfermenter (A) bis zu einem Alkoholgehalt von 0,5 bis 3 Vol.-% vorversäuert wird.

7. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass einem Erntefermenter (E) ein oder mehrere Vorfermenter (A) vorge schaltet sind.

8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumenverhältnis von Vorfermenter (A) zu Erntefermenter (E) 1,7 bis 3,5 beträgt.

9. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Gewichtsmessung Druckmessdosen (15) verwendet werden.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Anlage zur submersen, automatisch gesteuerten quasi kontinuierlichen Herstellung von Gärungssessig aus Äthanol in zwei Stufen, wobei die zweite Stufe durch einen Erntefermenter und die erste Stufe durch einen oder mehrere Vorfermenter dargestellt werden, und diese Vorfermenter zwecks Erneuerung der Biomasse teilweise mit frischer Maische gefahren werden.

Aus der Schweizer Patentschrift 375 315 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Gärungssessigsäure bekannt, in der im wesentlichen mit 2 Gärbehältern gleicher Kapazität gearbeitet wird. Nach vollständiger Entleerung des einen Behälters, nachdem aller Alkohol verbraucht ist, wird dieser mit einem Teil aus dem zweiten Behälter beimpft und mit frischer Maische aufgefüllt. Der Versäuerungsendpunkt wird über das Absinken der Temperatur des Mediums bestimmt.

Ein Zweistufenverfahren ist auch nach der DE-AS 26 57 330 bekannt, welches zu Säurekonzentrationen über 15% Essigsäure führt, bei einer Alkoholkonzentration unter 0,5%. Danach wird in einem ersten Gärstadium die Bakterienvermehrung und Versäuerung vorgenommen und in einem

zweiten Gärstadium die Versäuerung nach praktisch beendeter Vermehrung der Essigsäurebakterien.

Essigsäurebakterien, die sich nicht mehr vermehren, produzieren Essigsäure sehr langsam, was somit die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens beeinflusst.

Weitere Nachteile der bekannten Verfahren sind, dass bei einer Steuerung des Essigausstosses über die Temperatur eine Messgrösse verwendet wird, die von äusseren Bedingungen beeinflusst werden kann und nicht durch den mikrobiologischen Prozess selbst. Ein weiterer Nachteil ist, dass bei einem erwähnten Verfahren die Verwertung des Alkohols in der Endvergärungsstufe unvollständig ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, welches automatisch gesteuert quasi kontinuierlich unter vollständiger Verwertung des eingesetzten Alkohols zu Essigsäure führt sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäss Anspruch 1 gelöst und ist dadurch gekennzeichnet, dass am Endpunkt der Gärung das Ernteventil und Erntepumpe des Erntefermenters durch das Ansteigen des gelösten Sauerstoffes mittels einer Sauerstoffelektrode gesteuert werden.

Während der Vergärung in einer Endstufe (Erntefermenter) sinkt ohne Zufuhr von neuem Substrat der Alkoholgehalt laufend ab, während bei konstanter Luftzufuhr der gelöste Sauerstoff bis zu dem Punkt konstant bleibt, bei welchem der Alkohol vollständig verbraucht ist. Als Steuerparameter zur Ermittlung des Endpunktes der Fermentation wird der Partialdruck (pO_2) des gelösten Sauerstoffs gemessen. Dieser kontrolliert den Verlauf der Fermentation, wobei die Messgrösse so umgeformt wird, dass bei normaler Produktivität ein Relativwert von 0% gelöstem Sauerstoff eingehalten wird. In dieser Phase erfolgt daher vollständige Absorption des eingebrachten Sauerstoffs. In der Endphase wird ein Relativwert von 100% gelöstem Sauerstoff erreicht, was den vollständigen Verbrauch des oxidierbaren alkoholischen Substrates bedeutet. Das Ansteigen der pO_2 -Messgrösse wird mittels Grenzkontakten im Bereich von 70–100% zur Auslösung der Steuerung genutzt.

Die Versäuerung erfolgt bis zur Endkonzentration des biologisch oxidierbaren Äthanol, was praktisch Restalkohol Null bedeutet. Die Endstufe ohne Restalkohol wird vollständig entleert. Danach wird der leere Gärbehälter der Endstufe wieder automatisch mit einem Teilvolumen des Substrates zusammen mit den Essigsäurebakterien aus einem oder mehreren Vorfermentern befüllt, während dem Vorfermenter neue Maische zugeführt wird. Die Vorversäuerung erfolgt bevorzugt bis zu einem Alkoholgehalt von 0,5 bis 3 Vol.-%. Das Volumenverhältnis von Vorfermenter zu Endfermenter beträgt vorzugsweise 1,7 bis 3.

Die Erfindung soll beispielhaft anhand einer Zeichnung erläutert werden.

In der einzigen Figur besteht die Anlage im einfachsten Fall aus einem Vorfermenter A und einem Erntefermenter E. Der Vorfermenter A weist das 1,7- bis 3,5fache des Volumens vom Erntefermenter E auf. Beide Fermenter bestehen aus einem Behälter 1 bzw. 1', einem zentralen Leitrohr 2 bzw. 2', einem Antrieb 3 bzw. 3', einem mechanischen Schaumabscheider 4 bzw. 4'. Beide Behälter sind mit Hohlkörper-Strömungswehren zur Konstanthaltung der Temperatur sowie den Luftzufuhrsystemen 5 bzw. 5' versehen. Der Vorfermenter A weist eine Substratzuleitung 6 auf, die an eine Speisepumpe 7 angeschlossen ist. Eine Abgangsleitung 8 mit Ventil 11 führt vom Vorfermenter A über eine Pumpe 9 auf die Zugangsleitung 10 von Fermenter E. Der Fermenter E ist mit einem Ernteventil 11' und Pumpe 9' ausgestattet. Das Ventil 11' wird von der Sauerstoffelektrode 12 über die Verstärkereinrichtung 13 gesteuert.

Im Betrieb wird zunächst im Vorfermenter A bis zu einem

Alkoholgehalt von 0,5 bis 3 Vol.-% in bekannter Weise vorversäuert. Anschliessend wird ein Teilvolumen aus dem Vorfermenter A über das Leitungsstück 8 durch die Pumpe 9 und das Leitungsstück 10 in den Erntefermenter E gefördert, unter ständiger Belüftung mit einer Luftmenge von 6 m³ pro Stunde und m³ Arbeitsvolumen wie im Vorfermenter A belüftet und die eingestellte Temperatur konstant gehalten. Der Messwert des gelösten Sauerstoffgehaltes zeigt 0% an und geht in der Endphase auf 100%. Ab dem Zeitpunkt der neuen Beschikung des Endfermenters E wird mittels eines niveaugesteuerten Kontaktes eine wählbare temporäre Verriegelung des Ist-Sollwert-Vergleichs des pO₂-Wertes ausgelöst, welche verhindert, dass auftretende Einschwingungen bis zum konstanten pO₂-Verlauf nicht zur Auslösung der Erntesteuerung führen. In Serie der erwähnten Steuerungsbedingung muss über Niveauekontakte das erreichte Arbeitsvolumen des entsprechenden Vorfermenters als gegeben gemeldet werden, damit bei Störungen keine Endfermenterentleerung erfolgen kann, bevor der Vorfermenter seine Substratzufuhr beendet hat. Im Bereich von 70–100% öffnet sich das Ventil 11, wodurch der Inhalt des Fermenters E über die Leitung 14 der weiteren Aufarbeitung zugeführt wird.

Beim Vorgehen mit 2 Fermentern stabilisiert sich das biologische System bei kleinen Parameterschwankungen von selbst, mit 3 Fermentern müssen bei Parameterschwankungen Korrekturen vorgenommen werden. An einem Berechnungsbeispiel soll das Gleichgewicht zwischen Teilerneuerung in der Vorstufe V_A und der Endstufe V_E dargestellt werden:

$$V_A; V_E [\text{m}^3]$$

$$(1) \quad V_A = \frac{V_E}{1 - KQ} \quad [\text{m}^3]$$

$$(2) \quad KQ = \frac{S_{NT} - S_S}{S_{VT} - S_S} \quad [-]$$

$$(3) \quad S_{NT} = S_E - \Delta S \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

$$(4) \quad S_{VT} = S_E - \Delta S \frac{P_E}{P_A + P_E}$$

15	KQ	Konzentrationsquotient
	S _{NT}	Essigsäure nach Teilerneuerung
	S _{VT}	Essigsäure vor Teilerneuerung
	S _S	Essigsäure im Substrat
20	S _E	Essigsäure in der Endstufe ohne Restalkohol
	ΔS	S _E - S _{NT}
	P _A , P _E	Produktivität Endstufe bzw. Vorstufe [kg (Essigsäure 100%) · h ⁻¹ · m ⁻³]

25 Die Vorteile dieses Verfahrens sind darin zu sehen, dass die Produktivität grösser ist als die Summe der Kapazitäten gleichdimensionierte einstufiger Fermenter, dadurch im Chargenbetrieb der Erntestufe die gesamte aktive Biomasse in diese Stufe transferiert wird. Durch den Chargenbetrieb 30 der Endstufe wird der durch die Acetobacter oxidierbare Alkohol vollständig verwertet.

