



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche



08944-S



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.300/11
15 junio 1979

ESPAÑOL
Original: ALEMAN

Seminario Regional sobre Aplicaciones Industriales
de la Microbiología en la Industria Farmacéutica

La Habana (Cuba), 2-9 julio 1979

PRODUCCION DE FERMENTACION OXIDATIVA PARA
LA OBTENCION DE ACIDO ACETICO*

por

O. Hromatka**

* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

** Profesor, Technische Universität, Viena.

El tema principal del seminario regional reunido en La Habana (Cuba) del 2 al 9 de julio de 1979 es la aplicación a escala industrial de la microbiología en la industria farmacéutica, con especial referencia a la fabricación de antibióticos. En tal esfera mis conocimientos se limitan a los obtenidos mediante la lectura de textos, sin más experiencia personal directa. Cuando, a pesar de ello, se me ha pedido que presente aquí una memoria el factor determinante ha debido ser, sin duda, el hecho de ser yo el inventor de la fermentación acética sumergida (Anexo 1) y de poseer cierta experiencia sobre la manera en que una noción nacida en el laboratorio (Anexo 2) se convierte paso a paso en un proceso técnico, que, en este caso, se refiere a la fabricación del vinagre, industria que anteriormente sólo disponía de conocimientos empíricos sobre la fermentación superficial, ya sea por el proceso Orleans o por el método rápido.

La fabricación de vinagre tiene lugar, generalmente, en pequeña escala y se halla en una zona intermedia entre una artesanía y una industria; por consiguiente no dispone de los considerables recursos, tanto de personal científico como de aparatos modernos, con que cuenta la gran industria farmacéutica. Se trata, además, de la producción de un artículo de bajo precio de venta y consumo cotidiano -el vinagre de mesa o de cocina- que no podría soportar la carga de los costos de desarrollo que sin mayores dificultades pueden absorber en su precio de venta los nuevos antibióticos.

Quizás corresponda mencionar asimismo que el proceso de la fermentación sumergida se introdujo también en los países en desarrollo poco después de haber quedado comprobada su viabilidad industrial (Anexo 3).

Todas esas razones condujeron a que se intentara conseguir que todos los aparatos y fases del proceso fueran de concepción lo más simple y segura posible.

Por consiguiente, es probable que gran parte de la tecnología de la fermentación sumergida así creada y muchas de las consideraciones referentes a la instalación de plantas industriales en todo el mundo resulten de interés en una discusión sobre la producción de fármacos por medio del citado procedimiento de fermentación sumergida.

En todo caso, la fermentación acética se diferencia de las restantes fermentaciones sumergidas en que el substrato alcohólico y el producto final -el vinagre, o disolución acuosa del 10-14% de ácido acético- presentan una elevada presión osmótica, del orden de la de una disolución de glucosa del 40%, medio en el que la vida -y sobre todo la multiplicación de microorganismos- es muy difícil. Sin embargo, nuestras investigaciones han indicado que la producción de vinagre de concentración normal por medio de la fermentación sumergida es sólo posible mediante una aireación total y uniforme de todas las bacterias en todas las partes de la masa líquida en maceración, sin que queden zonas del contenido de la cuba sin recibir ventilación. Si dicha aireación se interrumpe, aunque sólo sea unos segundos, se produce la destrucción de los cultivos bacterianos.

En el laboratorio se obtiene una suficiente aireación por medio de orificios en el fondo de la cuba de fermentación a través de los cuales pasa el aire a presión. A escala industrial no bastaban los procedimientos de oxigenación hasta entonces conocidos y se hizo necesario concebir un nuevo sistema a base de elementos autoaspirantes. Dicho sistema consiste en un agitador hueco de construcción especial rodeado de un estator y fue perfeccionado en la fábrica de maquinaria de Heinrich Frings, Alemania (Anexo 4); con los modelos mayores del mismo es posible hoy aspirar de 1 800 a 2 400 m³/h a lo largo de una columna de líquido de 4 m. El rotor gira movido por un motor eléctrico acoplado (Anexo 5), con una velocidad de 1 450 a 1 750 rpm, aspira el aire contra la presión hidrostática del líquido contenido en el fermentador y lo distribuye bajo forma de diminutas burbujas de tamaño muy uniforme.

En esos trabajos de perfeccionamiento tenía muy especial interés conocer el comportamiento del oxígeno de las burbujas durante su paso por el líquido. La solubilidad del oxígeno en el agua es muy baja. A la presión atmosférica y a una temperatura de 30° C se disuelven en el caldo del fermentador sólo 4-5 ml O₂/h, en tanto que para los procesos microbianos es necesario un suministro que varía de 500 a 5 000 ml O₂/h. La medida de la concentración de oxígeno en el líquido, ya sea por el simple método químico del sulfito o por los procedimientos paramagnéticos, polarigráficos o galvánicos, más costosos, no siempre da indicaciones aplicables al metabolismo o multiplicación de los microorganismo. Para la práctica de la fermentación sumergida y la construcción de un aireador apropiado, la medida del tamaño de las burbujas en diversos

puntos del fermentador ha resultado el método más apropiado. El comprobado procedimiento de E.K. Todtenhaupt (Chem.Ing.Tech., 43, 336 (1971)) consiste en la aspiración del líquido aireado por un capilar, en un punto determinado del cual incide un rayo luminoso emitido por un fototransistor. La desviación del rayo debida al diferente índice de refracción del agua y del aire contenidos en el capilar se transforma en una señal eléctrica que es proporcional a la longitud de la burbuja, utilizándose a fines de control una burbuja "normal" emitida por un inyector. El Dr. Ebner, de la casa Frings, ha desarrollado este principio y construido un medidor de burbujas con el que se puede determinar con relativa facilidad el grado de aireación en distintos puntos del contenido del fermentador (H. Ebner, en H. Dellwig (Comp.), 3. Symposium Techn. Microbiologie, Berlín, 1973).

Como resultado de la experiencia ganada y de cálculos especiales y del uso del medidor de burbujas se pudo construir un aireador cuyo modelo actual de mayores dimensiones (Tipo 12000) instalado en un gran fermentador de 80 m³ de capacidad permite una aireación uniforme de todos los puntos radiales y a todas las alturas del fermentador por medio de un número promedio constante de burbujas que, medidas a la misma presión, presentan el mismo tamaño medio. El diámetro medio de las burbujas es de 1 mm, con mínimas diferencias. Esa uniformidad de la fina aireación no puede obtenerse hoy con ningún otro sistema, y es condición necesaria para la obtención de vinagre con un contenido de ácido acético de hasta un 14%. Naturalmente, pueden obtenerse vinagres de más bajo grado de acidez con otros sistemas de aireación que nos ofrece la técnica en su estado actual.

Si bien una uniforme distribución de las diminutas burbujas es el factor principal, también hay que tener en cuenta el costo de la energía necesaria para esa distribución, dado que el cálculo de la rentabilidad es muy importante en un producto tan barato como el vinagre. Las cifras relativas al consumo de electricidad con el modelo actual son de 0,8 a 0,9 kWh para una distribución de 10 m³ de aire en condiciones normales. Más adelante volveré a referirme a este aspecto, ya que la aireación mediante finas burbujas que fue necesario desarrollar para la fermentación acética sumergida se presta asimismo muy bien para otros procesos de fermentación sumergida en los que se han conseguido tan excelentes como inesperados resultados. Pero, por el momento, continuemos con la fermentación acética.

Se ha observado que en la fermentación acética de numerosas materias primas naturales, tales como la malta macerada, se produce abundante espuma. Lo mismo ocurre cuando, debido a alteraciones del curso de la fermentación tales como una abrupta modificación de la concentración o perturbaciones en el proceso de aireación, perece gran parte de la flora bacteriana. Las sustancias que anteriormente se utilizaban en la fabricación de antibióticos para combatir la espumación no pueden emplearse en el caso del vinagre comestible. En consecuencia se concibió un desespumador de acción mecánica que ha demostrado ser asimismo muy eficaz en otros muchos procesos en los que se produce espuma, tales como la maceración de la celulosa.

La fermentación acética es un proceso semicontinuo en el cual se retira del fermentador una cantidad de vinagre terminado quedando un resto de alcohol del 0,2 al 0,3% al que se añade la cantidad necesaria de caldo de contenido alcohólico de modo que el porcentaje de etanol, sustancia tóxica para las bacterias, no exceda del 5,5%. Es posible automatizar esta operación de extracción del vinagre y de la adición de nuevo caldo siempre que se haga uso de un aparato de medición del contenido de alcohol, llamado "alcografo", el cual, a base de dos muestras de líquido hirviendo continuamente alimentado, mide la diferencia de temperatura de la fase gaseosa y de la fase líquida libre de alcohol por medio de termoelementos y convierte esos datos en impulsos que envía a los mecanismos de control. Naturalmente, este aparato no es de uso exclusivo en la fabricación del vinagre sino que puede usarse en todos los procesos en los que sea necesario medir la concentración de sustancias de mayor volatilidad que el agua. Más adelante nos referiremos al caso de la determinación del contenido alcohólico en la fabricación de la levadura.

La medición ininterrumpida con el alcografo de la concentración alcohólica facilita también considerablemente la fermentación acética continua. Se ha observado que la multiplicación bacteriana en concentraciones acéticas superiores al 10% no es suficiente para una producción continua de vinagre. Por consiguiente, en la actualidad un proceso de fabricación continua sólo es posible a base de caldos de menos concentración alcohólica (8 - 10%). La adición de caldo debe por lo tanto regularse de modo que en el fermentador se mantenga una concentración del 0,5 - 0,3% en volumen. Si se dispone de un alcografo es posible mantenerse en valores del 0,3% (Anexo 6).

Por lo que se refiere a los microorganismos que intervienen en la fermentación acética -el Acetobacterium, perteneciente al gen. Pseudomonaceae- hoy se sienten considerables dudas respecto de los numerosos intentos de clasificación de los pasados decenios (T. Asai, Acetic Acid Bacteria, University of Tokyo Press, Tokyo, 1968, y Shimwell, Antonie von Lesswenhok, 7. Microbiol. Serol., 25, 49 (1959)). En la práctica tiene menos importancia utilizar determinadas cepas que mantener siempre las que vayan a usar en un caldo en las condiciones de concentración alcohólica y de otras sustancias naturales necesarias para su utilización industrial, y de ese modo criar y seleccionar los microorganismos. Es dudoso que en ese proceso tengan importancia las previas mutaciones. Al menos, el empleo de mutágenos químicos y físicos no ha mejorado la adaptación al medio que en la práctica se emplea. Sin embargo, una disminución con el tiempo de la concentración del caldo puede empeorar permanentemente las características de la cepa.

El problema de la primera siembra en instalaciones nuevas puede causar dificultades, sobre todo en los países en desarrollo en los que las fábricas pueden carecer de personal capacitado en la esfera de la microbiología. Nosotros hemos empleado el procedimiento de enviar una gran cantidad del producto de una fermentación sumergida con aproximadamente 10% de ácido y 2% de etanol para ser usada como siembra en un fermentador de nueva instalación. Naturalmente, a la llegada, la mayoría de las bacterias habían perecido debido a la prolongada carencia de oxígeno, pero una pequeña cantidad había sobrevivido a base del residuo de aire y pudo multiplicarse durante días y semanas tras haberse puesto en marcha los mecanismos de aireación.

Otro procedimiento posible es empapar con caldo de elevada concentración tiras de tejido recubiertas de agar, sembrarlas y en termostatos aireados y esterilizados cultivar una espesa flora superficial. Esas placas de agar pueden enrollarse y empaquetarse en condiciones estériles pero ventiladas, y enviarse por correo aéreo a fábricas recién instaladas. Ese método, con las debidas modificaciones, puede también emplearse para la siembra de fermentos para la producción de fármacos. La utilización de cultivos liofilizados de Acetobacterium no es imposible, pero plantea graves problemas debido a un empeoramiento de las propiedades del cultivo en la práctica para ajustarse a las condiciones técnicas de la fermentación, propiedades que sólo se recobran tras un largo proceso de selección.

Comparando la fermentación acética con otros procesos microbiológicos de otras industrias se observa que la principal diferencia reside en que en la primera la aireación de las cepas de cultivo y del material de siembra es el factor decisivo ya que, debido a la elevada concentración del caldo, es muy improbable la infección con otros microorganismos. Por el contrario, en los restantes procesos de fermentación sumergida, la aireación tiene menos importancia y el problema capital es el riesgo de infección en un medio neutro. La producción de levaduras de pan y para piensos, en la que se utiliza un medio de una acidez de 3-4 pH, se encuentra entre esos dos extremos.

No trataré en detalle de las sustancias nutrientes, que son decisivas en el caso de la producción de vinagre a base de etanol, así como también en el de algunos caldos naturales complejos que exigen la adición de ciertos componentes ausentes. Cada tipo de fermentación sumergida presenta ese problema. Pero en el caso de la producción de vinagre a base de etanol puro es cuestión especialmente importante dado que sólo pueden añadirse cantidades mínimas de nutrientes adicionales si se quiere obtener un vinagre de yema incoloro y transparente. En segundo lugar, el bajo precio de venta del producto no permite el empleo de nutrientes adicionales costosos. En la fermentación sumergida para la producción de fármacos esos dos problemas no se plantean. Con todo, la escasez y encarecimiento de los nutrientes hasta ahora más comúnmente utilizados ("corn steep liquor" y levadura autolizada) pueden hacer necesaria una elección selectiva de sustancias naturales y de oligoelementos.

En especiales circunstancias económicas ha sido también interesante producir ácido acético glacial para usos químicos a base de líquidos alcohólicos mediante el proceso por nosotros desarrollado de la fermentación acética sumergida y la correspondiente extracción en continuo del contenido ácido a base de solventes de más bajo punto de ebullición tales como el éster etilacético y finalmente destilación fraccionada del extracto. La tecnología de las etapas de extracción y destilación era ya conocida.

Si bien puede producirse ácido acético en escala industrial por oxidación catalítica de alquenos o de etanol por medio de acetaldehído o, posiblemente, por el anticuado procedimiento a través del acetileno o acetaldehído, los costos de instalación son demasiado elevados cuando sólo se trata de producir de 1 a 5 toneladas diarias de ácido acético glacial. En este caso, los países

que cuentan con hidratos de carbono baratos para la producción de alcohol pueden hallar interesante el método de la fermentación acética desde un punto de vista económico. En colaboración con las firmas H.Frings y Zahn & Co., Hameln, se han contruido instalaciones adecuadas para ese proceso en Formosa, Filipinas, Turquía y España.

La considerable experiencia que nosotros -y no me refiero a mí únicamente en tanto que inventor sino también a quienes han contribuido a los posteriores perfeccionamientos en la casa H.Frings- sobre la fermentación acética sumergida nos sugirió la posibilidad de aplicar esos conocimientos a otras fermentaciones sumergidas. Ciertas consideraciones teóricas indicaron primeramente que debía ser posible extender el proceso a todos aquellos casos en que intervienen bacterias. Aun en el caso de grandes concentraciones de bacterias que, desde un punto de vista técnico, son necesarias para producir rápidas reacciones, el medio líquido mantiene, debido al pequeño tamaño de las bacterias, una viscosidad similar a la del agua, gracias a la cual cabe suponer que el sistema de aireación producirá en tal medio los mismos efectos que en el proceso de la fermentación acética sumergida. Un ejemplo anterior ya conocido lo ofrecía la fermentación oxidativa de la glucosa a ácido d-glucónico por medio de cultivos sumergidos de Acetobacterium.

Por otra parte, era de temer que todas las ventajas de la aireación con burbujas finas desaparecieran si durante la producción de levaduras de pan o para piensos surgieran grandes concentraciones de células de mayor tamaño (en comparación con las bacterias) de Saccharomyces, Candida y Torulopsis durante la fase final de la fermentación, ya fuese en lotes o en continuo, formándose una espesa pasta. Un comportamiento parecido podía temerse de Streptomyces, Aspergilles y Penicilium, añadiéndose en este caso la posibilidad de que se produjesen lesiones mecánicas en las células como consecuencia del efecto de cizalla entre el rotor de gran velocidad de giro y el adyacente anillo del estabilizador.

Pero en Biotecnología, en especial, no se deben mantener prejuicios que dificulten el progreso; por el contrario, se debe confiar en la experimentación y, en este caso, en las condiciones reales de fabricación.

En efecto, los ensayos de aireación en la producción de levadura de pan realizados primeramente en una fábrica alemana indicaron considerables ventajas como consecuencia de la aireación fina con nuestro aireador autoaspirante.

Todos los procesos y dispositivos hasta entonces empleados tenían en común que los mecanismos de ventilación del fermentador necesitaban aire comprimido. Este se impulsa por medio de tubos distribuidores (de acero) con numerosos orificios o de rotores de muy diferentes tipos. Es difícil conseguir una aireación fina por medio de tubos de acero ya que no pueden perforarse orificios suficientemente pequeños. En el caso de rotores no aspiradores, que sólo llevan el aire a una región muy limitada del fermentador, es preciso imprimir al líquido movimientos violentos para conseguir que el oxígeno introducido se distribuya lo más uniformemente posible por el entero contenido del fermentador. En todo caso, es muy conveniente obtener una aireación uniforme, la cual mejora considerablemente la producción del fermentador. En 1969 se realizó una serie de ensayos con un aireador Frings impulsado por un motor de 90 kW a 1 450 rpm, con una aspiración constante de $1\ 000\ \text{N m}^3/\text{h}$ a través del paso de aire y de un filtro Delbag, distribuyéndose así uniformemente burbujas muy finas en el contenido de una cuba de fermentación de 3,65 m de diámetro, 5,60 m de altura y una capacidad de 59 000 litros. Al final de una carga, la cuba contiene $2/3$ de su capacidad. En este caso se emplea un circuito secundario para eliminar el calor de la reacción y mantener la temperatura en la cuba a 30°C ; mediante una bomba se extrae líquido de la parte inferior de la cuba, se le hace pasar por una placa de refrigeración de $55\ \text{m}^2$ de superficie y se devuelve finalmente a la cuba.

Un dispositivo automático mantiene la espuma a un nivel constante. El valor pH se mide continuamente y por medio de un alcografo se registra constante y automáticamente el contenido de componentes volátiles (principalmente el etanol) en la cuba. Como materia prima se utiliza melaza esterilizada a $95-97^\circ\text{C}$, diluida a una concentración de $35-37\%$ y acidificada con sulfúrico a 4,5 pH. Como nutrientes se emplean un 25% de amoníaco (o sulfato amónico) y fosfato monoamónico.

La toma de melaza sigue un determinado programa y tiene en cuenta el valor H -una fase logarítmica- del aumento de la levadura hasta alcanzar el límite, debido a la aireación, seguida de la fase lineal.

La opinión de los técnicos no coincide con referencia al valor de un ligero exceso de azúcar que conduce a la formación de sustancias volátiles, principalmente de etanol. Según el contenido de sustancias volátiles del $0,03$ al $0,05\%$ se puede controlar por medio del alcografo la toma de melaza durante

los últimos 2/3 de la carga, lo que tiene sobre el método programado la ventaja de que se pueden tener mejor en cuenta las características individuales del desarrollo de la fermentación de cada carga. Se realizaron cuatro series de ensayos con diferentes tipos de levadura y en distintas condiciones experimentales de por lo menos 75 cargas, midiéndose como término medio un 10-12% de oxígeno en el aire extraído del fermentador.

El Anexo 7 muestra las distintas características de dos sistemas de aireación resultantes de otra serie de pruebas. Desde entonces, según indica el Anexo 8 se han instalado 27 plantas industriales que confirman los resultados y las ventajas obtenidos con la primera instalación experimental. En los cultivos microbianos es conveniente obtener una máxima concentración celular, por ejemplo 35-40 g de peso en seco por litro de caldo de fermentación. Esto puede conseguirse por medio de una elevada renovación del aire con una óptima utilización del oxígeno. La alta concentración celular produce no sólo un mejor aprovechamiento del volumen del fermentador sino que presenta además la ventaja de que sólo se producen pequeñas cantidades de líquidos residuales, los cuales representan siempre uno de los mayores problemas de la fermentación industrial.

Puesto que hemos mencionado estos desechos podemos añadir que un aireador autoaspirante con las excelentes propiedades necesarias para la producción de vinagre de alta calidad puede ser utilizado no sólo para la fabricación de levadura sino también para otros muchos procesos que dependen del paso de sustancias de la fase gaseosa a la líquida. Tal problema se plantea en todas las instalaciones de depuración biológica de aguas en la que los contaminantes organicoquímicos son eliminados por microorganismos aeróbicos. Cuanto más eficaz sea la aireación mayor será la concentración celular y menor necesitará ser la zona de depuración. Como se trata de procesos que, en general, utilizan bajas concentraciones y disoluciones neutras no es necesario emplear aceros especiales resistentes a los ácidos. Los denominados "aireadores sumergibles", ilustrados en el Anexo 9, se fabrican en los modelos que indica el Anexo 10. El Anexo 11 contiene una lista resumida de los aireadores sumergibles que se encuentran en funcionamiento en la actualidad.

No todos ellos se utilizan en las instalaciones depuradoras de aguas de las ciudades. Muchos se emplean para la purificación biológica de aguas de desecho de fábricas, en cuyo caso conviene mantener estas aguas separadas en

la mayor medida posible dado que así resulta más fácil desarrollar un cultivo de microorganismos que eliminen ciertas impurezas o al menos descompongan ciertas sustancias similares.

Una parte de las instalaciones se emplea para el acondicionamiento de aguas. La inyección de oxígeno con ozono desempeña una función muy importante en la purificación de las aguas potables y para baños.

Espero que mis palabras hayan probado que un método nacido para resolver las dificultades de una fase de un determinado proceso de fermentación -la aireación con burbujas finas- ha podido después emplearse muy ampliamente tanto en otros tipos de fermentación como en ciertos problemas relacionados con el paso de la fase gaseosa a la líquida en determinados procesos químicos.

También espero -y esto me parece tener mayor importancia- haber señalado que siempre deben buscarse las soluciones más simples. En especial, para la necesaria industrialización de los países en desarrollo conviene seleccionar los procesos y aparatos más sencillos y menos falibles. En el caso de las fermentaciones complicadas -y la producción de fármacos por medio de microorganismos pertenece a ese tipo- lo primero es establecer una estación microbiológica especializada encargada de la producción y mantenimiento de cultivos y de prestar asistencia cuando se presenten dificultades en los procesos de multiplicación celular, desde los ensayos con muestras liofilizadas o en agar hasta la producción en el fermentador, o cuando aparezcan infecciones de organismos extraños. Todo lo que no pueda hacerse mediante mecanismos automatizados deberá intentarse aunque sólo se disponga de personal semicualificado y sin experiencia al principio del funcionamiento de la instalación. La introducción de la fermentación acética sumergida tropezó a menudo con esos problemas, y ha sido precisamente en los países de menor desarrollo industrial donde se han instalado los aparatos más modernos, en tanto que en los países más avanzados industrialmente progresa con mucha más lentitud la sustitución de los antiguos fermentadores, que todavía prestan buenos servicios.

Anexo 1

Bibliografía

Hromatka und Ebner:

Untersuchungen über die Essiggärung I. Fesselgärung und Durchlüftungsverfahren.

Enzymologia XIII, 369-87 (1949).

Hromatka und Ebner:

Untersuchungen über die Essiggärung II. Sauerstoffmangel der Fesselgärung.

Enzymologia XIV, 96-106 (1950).

Hromatka und Ebner:

Untersuchungen über die Essiggärung III. Über den Einfluß der Belüftung auf die submerse Gärung.

Enzymologia XV, 57-69 (1951).

Hromatka, Ebner und Csoklich:

Untersuchungen über die Essiggärung IV. Über den Einfluß einer vollständigen Unterbrechung der Belüftung auf die submerse Gärung.

Enzymologia XV, 134-53 (1951).

Hromatka:

Über die submerse Essiggärung.

Chemiker-Ztg. (Heidelberg) 76, 776-79 (1952).

Hromatka:

Über die submerse Essiggärung.

Chemiker-Ztg. (Heidelberg) 76, 815-17 (1952).

Hromatka:

Die submerse Essiggärung. Einige Bemerkungen zu neuen Veröffentlichungen.

Die Branntweinwirtschaft (herausgegeben v. Inst.f.Gärungsgewerbe in Berlin), 74, 406-08 und 413-15 (1952).

Hromatka, Kastner und Ebner:

Untersuchungen über die Essiggärung V. Über den Einfluß von Temperatur und Gesamtkonzentration auf die submerse Gärung. Enzymologia XV, 337-50 (1953).

Hromatka:

Methoden der Erforschung der submersen Essiggärung. Vortragsbericht des Congrès International du Vinaigre, La Haye, Holland, Mai 1957.

Hromatka und Ebner:

Vinegar by submerged oxydative fermentation. Ind.Eng.Chem. 51, 1279-80 (1959).

Hromatka und Stainer:

Kritische Auswahl einer Bestimmungsmethode für Glycerin in Essigmaischen und Essig. Die Branntweinwirtschaft 102, 507 (1962).

Hromatka und Polesofsky:

Untersuchungen über die Essiggärung VI: Die Oxydation einwertiger primärer Alkohole. Enzymologia XXIV, 341-59 (1962).

Hromatka und Polesofsky:

Untersuchungen über die Essiggärung VII: Über die Oxydation verschiedener primärer Alkohole und Glykole. Enzymologia XXIV, 372-84 (1962).

Hromatka und Exner:

Untersuchungen über die Essiggärung VIII: Weitere Erkenntnisse über die Unterbrechung der Belüftung. Enzymologia XXV, 37-51 (1962).

Hromatka, Kastner, Gsur und Gruber:

Untersuchungen über die Essiggärung IX: Über den Einfluß von CO₂ auf die submerse Essiggärung. Enzymologia XXV, 52-64 (1962).

Hromatka, Kastner, Gruber und Gsur:

Untersuchungen über die Essiggärung X: Organische Verbindungen als CO₂-Quellen.

Enzymologia XXV, 65-72 (1962).

Hromatka und Gsur:

Untersuchungen über die Essiggärung XI: Entwicklung einer Apparatur für Versuche mit ¹⁴CO₂.

Enzymologia XXV, 73-92 (1962).

Hromatka und Stainer:

Über die Änderung des Glyceringehaltes während der submersen Essiggärung.

Die Branntweinwirtschaft 102, 608-10 (1962).

Hromatka und Gsur:

Untersuchungen über die Essiggärung XII: Über die Einwirkung von radioaktivem ¹⁴CO₂ auf Essigbakterien.

Enzymologia XXV, 81-86 (1962).

Hromatka und Stainer:

Über die papierchromatographische Bestimmung von Glycerin und Dihydroxyaceton in Essigmaischen und Essig.

Die Branntweinwirtschaft 102, 703-04 (1962).

Hromatka und Leutner:

Über die antagonistische Wirkung zweier Acetobacter-Stämme.

Die Branntweinwirtschaft 103, 114-15 (1963).

Hromatka und Leutner:

Untersuchungen der Bakterienflora submerser Essiggärung, II. Mitteilung.

Die Branntweinwirtschaft 103, 174-76 (1963).

Hromatka und Stainer:

Untersuchungen über die Essiggärung XIII: Abbauege von 1-¹⁴C-Glycerin bei der submersen Essiggärung.

Enzymologia XXV, 317-29 (1963).

Anexo 2

Patentes de la fábrica de vinagre A. Enenkel
y de su sucesora H. Enenkel OHG, Austria

- 1) Herstellung von Carbonsäuren,
erster Anspruch der submersen Essiggärung
Prior. vom 3.5.1949.

Argentinien Pat.Nr. 74.847; Australien Pat.Nr. 151.162;
Österreich Pat.Nr. 179.283; Belgien Pat.Nr. 493.100;
Brasilien Pat.Nr. 42.707; Canada Pat.Nr. 510.417;
Dänemark Pat.Nr. 80.147; Finnland Pat.Nr. 26.761;
Frankreich Pat.Nr. 999.750; Deutschland Pat.Nr. 929.543;
England Pat.Nr. 686.849; Irland Pat.Nr. 19.543;
Italien Pat.Nr. 473.916; Norwegen Pat.Nr. 85.666;
Portugal Pat.Nr. 27.844; Südafrika Pat.Nr. 9.763;
Spanien Pat.Nr. 191.519; Schweden Pat.Nr. 158.002;
Schweiz Pat.Nr. 279.616.
- 2) Gärverfahren
Prior. vom 3.5.1949
Frankreich Pat.Nr. 1,004.999
- 3) Kombination subm.u.Fesselgärung
Prior. vom 13.12.1949
- 4) Apparatur
Prior. vom 2.2.1952
Österreich Pat.Nr. 189.148 u. andere Länder
- 5) Entschäumer
Prior. vom 31.12.1952
Österreich Pat.Nr. 189.149 u. andere Länder

Patentes de la casa H. Frings, Alemania

- 1) Deutschland Pat.Nr. 898.134 Prior. v. 25.11.1949
- 2) Deutschland Pat.Nr. 949.224 Prior. v. 18.8.1950
- 3) Automatisierung der Essiggärung
Deutschland Pat.Nr. 1,063.561 Prior. 1957
- 4) Alkograph
Deutschland Pat.Nr. 1,264.108 (1965)
- 5) Semicortin, Fermentation über 12 proz. Essig
Deutschland Pat.Nr. 1,517.879 (1966)
- 6) Belüfter
Deutschland Pat.Nr. 1,667.042 (1967)

Anexo 3

Fermentadores para la producción de ácido acético vendidos por la casa Frings hasta el 31-12-1978

Modelo normal NT Modelo especial ST	Número	Capacidad de tratamiento l alcohol/año	Capacidad de producción l vinagre (10%)/año
75 NT, ST	50	1 611 175	15 847 047
150 NT	89	4 871 850	47 887 932
300 NT	100	10 948 800	107 677 002
400 ST	1	219 000	2 155 398
600 NT, ST	101	22 074 000	216 766 218
1 200 NT	51	22 275 000	218 550 024
	392	61 999 825	608 883 621

País de instalación	Número de habitantes (en millones)	Fermentadores de ácido acético entregados		
		Número	Capacidad de tratamiento l alcohol/año	Capacidad de producción l vinagre (10%/año)
1. Estados Unidos	212	49	11 525 250	113 139 856
2. Francia	51,5	60	9 043 000	88 903 990
3. Japón	108	19	3 937 500	38 704 266
4. Rep. Fed. de Alemania	62,1	37	3 820 950	37 565 246
5. México	56	10	3 111 750	30 528 625
6. España	34	14	2 865 250	28 199 790
7. Italia	55	29	2 673 625	26 313 817
8. Egipto	35	6	2 628 000	25 864 776
9. Reino Unido	56	11	2 164 575	21 206 529
10. Canadá	22	10	2 080 500	20 476 281
11. Venezuela	12	10	1 528 675	14 898 900
12. Filipinas	41	4	1 204 500	11 854 690
13. Brasil	105	3	1 090 500	10 684 092
14. Argelia	15	6	1 086 000	10 591 194
15. Suiza	6,3	10	1 085 875	10 687 181
16. Países Bajos	13,5	7	981 000	9 606 393
17. Portugal	9,6	10	926 250	9 067 543
18. Turquía	37	2	876 000	8 621 592
19. Hungría	10,5	4	876 000	8 621 592
20. Australia	13,2	8	848 625	8 352 168
21. Polonia	33,5	4	766 500	7 543 893
22. Austria	7,4	9	738 563	7 262 856

País de instalación	Número de habitantes (en millones)	Fermentadores de ácido acético entregados		
		Número	Capacidad de tratamiento l alcohol/año	Capacidad de producción l vinagrè (10%)/año
23. Argentina	24,5	4	657 000	6 466 194
24. Sudáfrica	25	4	593 250	5 741 548
25. Bélgica	9,7	5	520 125	5 119 070
26. Grecia	8,8	6	492 150	4 803 196
27. Finlandia	4,7	1	438 000	4 310 796
28. Noruega	3,9	2	328 500	3 233 097
29. Yugoslavia	21	2	324 000	3 140 200
30. Colombia	24	7	300 825	2 940 447
31. Israel	3,2	5	246 375	2 424 822
32. Malasia Occ.	12	1	219 000	2 155 398
33. Senegal	3,8	2	219 000	2 155 398
34. Uruguay	2,9	1	219 000	2 155 398
35. Jamaica	2	3	191 625	1 885 977
36. Perú	14,5	3	191 625	1 885 977
37. Cuba	8,5	2	164 250	1 616 548
38. Rep. Dominicana	4,4	2	164 250	1 616 548
39. Angola	6,3	1	109 500	1 077 699
40. Checoslovaquia	14,7	1	109 500	1 077 699
41. Irán	32	3	109 500	1 077 699
42. Irlanda	3	1	109 500	1 077 699
43. Malí	5,2	2	82 125	808 275

País de instalación	Número de habitantes (en millones)	Fermentadores de ácido acético entregados		
		Número	Capacidad de tratamiento l alcohol/año	Capacidad de producción l vinagre (10%)/año
44. Chipre	0,6	3	67 375	663 104
45. Chile	9,8	2	65 700	646 619
46. Guadalupe	0,3	2	54 750	538 849
47. Guyana Británica		1	54 750	538 850
48. Birmania	29	1	27 375	269 425
49. Reunión	0,4	1	27 375	269 425
50. Tailandia	40	1	27 375	269 425
51. Túnez	5,3	1	27 375	269 425

Anexo 4

Aireador Frings

El aireador Frings es un agitador hueco de construcción especial (Fig. 1) rodeado de un estator. Consiste en un cuerpo hueco con seis orificios de salida del aire dispuestos radialmente en dirección contraria a la de rotación, los cuales tienen delante unas paletas perpendiculares a la dirección del giro.

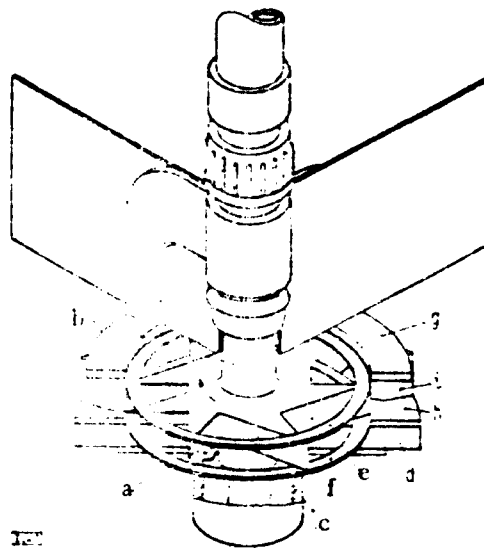


Fig. 1. a. cuerpo hueco;
 b. orificios de salida del aire;
 c. planos de impulsión;
 d. estator;
 e. anillo superior del rotor;
 f. anillo inferior del rotor;
 g. anillo superior del estator;
 h. anillo inferior del estator;
 i. paletas del estator.

Características del aireador Frings

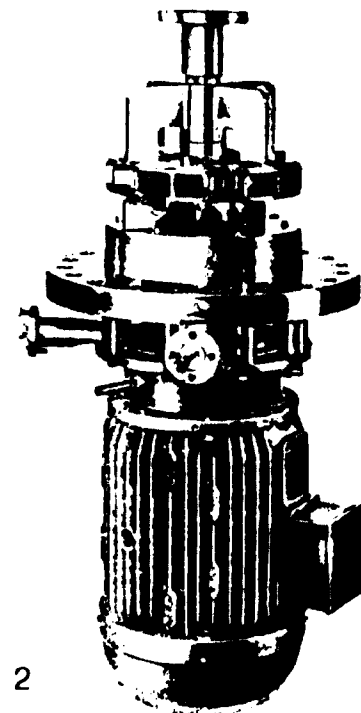
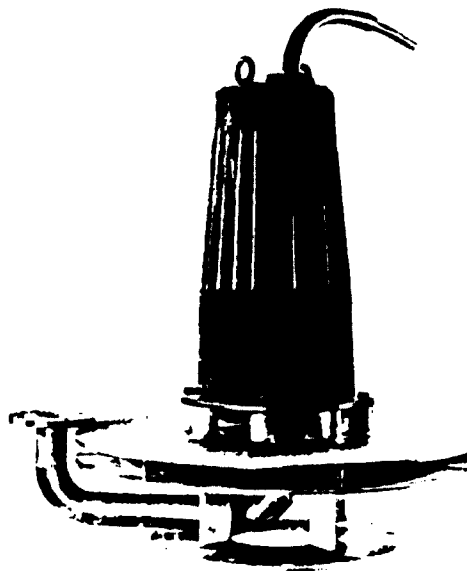
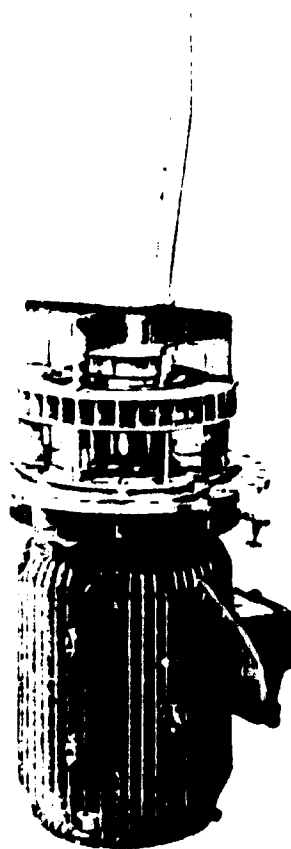
Typ type type tipo	Baureihe ¹ model series ⁴ série ⁷ serie de modelos ¹⁰	Gasmenge ² gas flow ⁵ quantité de gaz ⁶ cantidad de gas ¹¹		Motorleistung ³ motor ⁶ moteur ⁹ motor ¹²	
		m ³ /h	cf/min.	KW	HP
25	N	4 — 10	2 — 6	0,75	1
75	N	8 — 25	4 — 14	2,2	3
150	N T	16 — 50	9 — 29	3,0	4
300	N T S	40 — 100	23 — 58	5,5	7,5
600	N T	80 — 200	47 — 117	11	15
1 200	N T S	150 — 350	88 — 206	22	30
2 000	N T	250 — 600	147 — 353	40	55
3 000	N T	400 — 800	235 — 470	60	80
5 000	N	800 — 1 500	470 — 880	100	130
7 000	N	1 100 — 2 000	647 — 1 180	140	208
9 000	N	1 400 — 2 400	820 — 1 400	180	240
12 000	N	1 800 — 3 000	1 060 — 1 760	240	320

¹ Werkstoff 4571 oder Kunststoff für alle mit der Flüssigkeit in Berührung kommenden Teile. ² Angesaugte Gasmenge abhängig von Füllhöhe, Oberflächenspannung und Viskosität der Flüssigkeit. Regelung der Gasmenge über einen größeren Bereich durch Verwendung polumschaltbarer Motoren möglich. ³ Effektiver Energiebedarf 0,4 bis 0,8 kWh je 10 m³ Gas bei Tauchtiefen von 2 bis 4 mWS.

⁴ All parts in contact with liquid in stainless steel or plastic. ⁵ Quantity of gas aspirated dependent on filling height, surface tension and viscosity of liquid. Control of quantity over a wide range possible using multipole motor. ⁶ Effective power requirements 0.4 to 0.8 kWh for every 10 m³ of gas at 2—4 meters submergence, or 1 HP-hr for every 700—750 ft.

⁷ Matière 4571 ou plastique pour les éléments en contact avec le liquide. ⁸ Quantité aspirée de gaz en fonction de la hauteur de remplissage, tension superficielle et viscosité du liquide. L'utilisation de moteurs à nombre de pôles variable facilite le réglage de la quantité de gaz pour un rayon de grande dimension. ⁹ Demande d'énergie effective 0.4 à 0.8 kWh par 10 m³ de gaz à des profondeurs de 2 à 4 m de GE.

¹⁰ Materia 4571 o plástico para todas las piezas que llegan en contacto con el líquido. ¹¹ Cantidad de gas aspirado en función de la altura de relleno, tensión superficial y viscosidad del líquido. Por la utilización de motores de polos invertibles se puede regular la cantidad de gas sobre un alcance más grande. ¹² Energía necesaria efectivamente 0.4 a 0.8 kWh por 10 m³ de gas con profundidades de inmersión de 2 a 4 m de CA.



Anexo 6

Fermentador de operación continua

Cuadro 1

Capacidad de producción

(valores medios)

Fermentador	Volumen de alcohol tratado por día litros	Producción de vinagre (5%) por día litros
Continuo 150	150	2 750 - 3 250
Continuo 300	300	5 500 - 6 500
Continuo 600	600	11 000 - 13 000
Continuo 1200	1 200	22 000 - 26 000

Cuadro 2

Datos de consumo

(valores medios)

Fermentador	Consumo de electricidad por día kWh	Consumo de agua de refrigeración para una fermentación a 30° C cuando la temperatura del agua es	
		12° C l/h	24° C l/h
Continuo 150	70	1 000	3 500
Continuo 300	130	2 000	7 000
Continuo 600	240	4 000	14 000
Continuo 1200	460	8 000	28 000

Anexo 7

Cuadro 1

Datos característicos de dos lotes de levadura de pan obtenidos en dos fermentadores con diferentes sistemas de aireación

	<u>Fermenter 1</u> (non aspirating)	<u>Fermenter 2</u> (Frings-Aerator)
Capacidad total del fermentado en galones	15 000	15 000
Diámetro del fermentador en pies	12	12
Porcentaje de carga en el momento de la medida	60	67
Flujo de aire en m ³ /h	1 400	1 050
Tasa de aireación en v/v/min	0,69	0,41
Duración del lote en horas	15	14
Materia celular seca en kg producida por lote	1 540	1 930
Rendimiento en g de materia celular seca por kg de melaza	252	266
Concentración celular en el momento de la medida en g/l de materia seca	26	43
C en atmósferas	0,003	0,001
C en atmósferas	0,163	0,127
Tasa de absorción de oxígeno en ml O ₂ /100 ml/h	192	221
Coefficiente de absorción de oxígeno en ml O ₂ /100 ml/h/atm	1 200	1 740
Utilización de oxígeno en %	22	39
Eficacia de aireación E en l O ₂ /Wh	1,0	1,0
Energía eléctrica necesaria en W/l vol. fermentación	2,1	2,3
Consumo de electricidad en Wh/g de materia celular seca	0,6	0,58

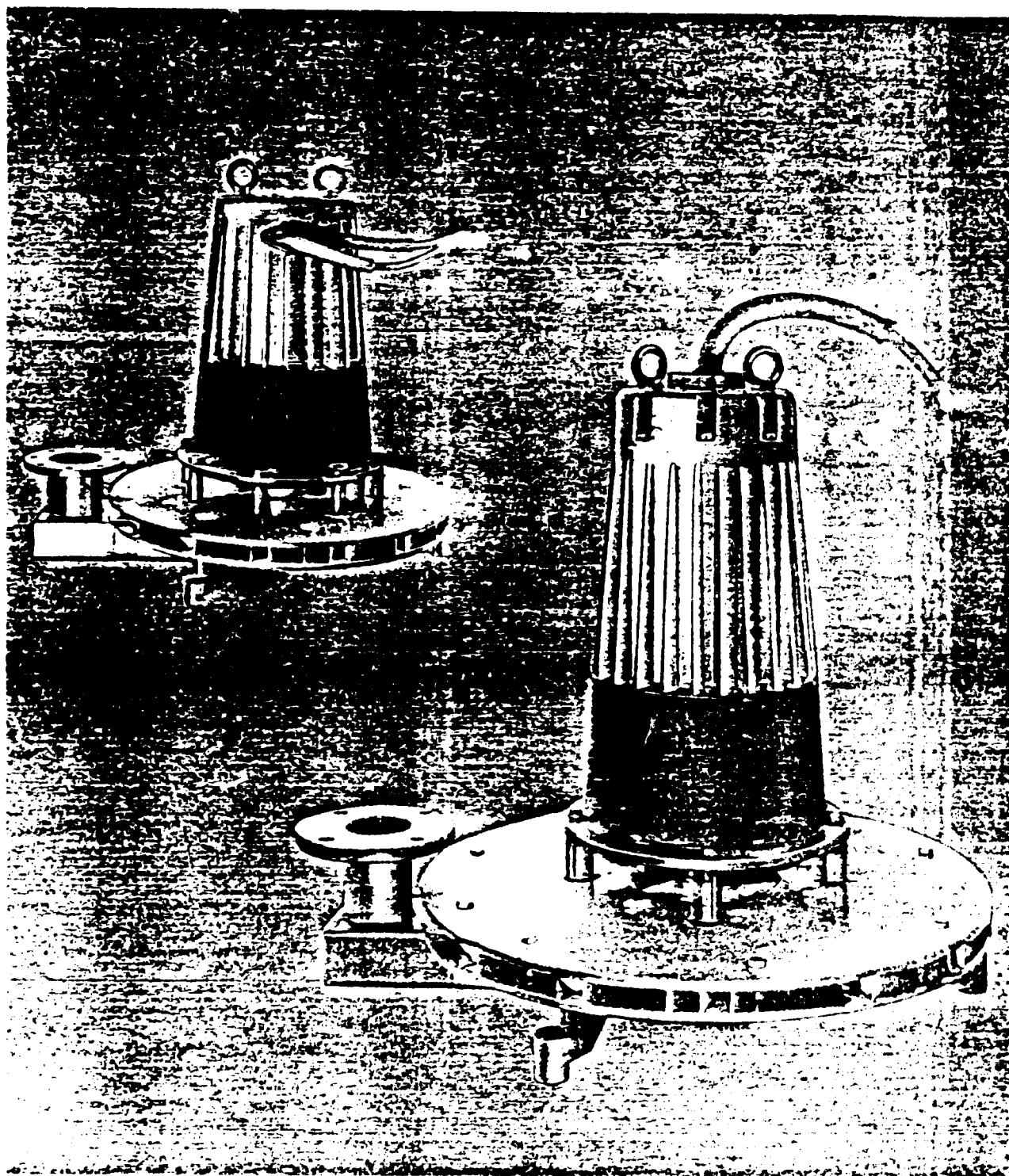
Anexo 8

Lista de referencias de aireadores para la producción de levadura

<u>CLIENTE</u>	<u>TIPO</u>	<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>PRODUCTO</u>
Lindenmeyer, Alemania	5000	Melaza remolacha	Levadura de pan
Standard Brands, Inc., Estados Unidos	4 x 3000	Melaza caña	Levadura de pan
Fermentation Industries Pty, Australia	5000	Melaza caña	Levadura de pan
Anchor Yeast, Rhodesia	7000	Melaza caña	Levadura de pan
Propam, Portugal	2 x 9000 3000	Melaza remolacha/ caña	Levadura de pan
Fábrica de Levadura, España	12000	Melaza remolacha	Levadura de pan
Anheuser-Busch, Estados Unidos	Planta piloto	Melaza caña	Levadura pienso
Selico, Checoslovaquia	2 x 9000 5000	Melaza remolacha	Levadura de pan
Budapester Alkohol - industrie, Hungría	3 x 1200 9000, 2000	Melaza remolacha	Levadura de pan
Uhde, Höchst, Alemania	Planta piloto	Hidratos de car- bono	Levadura pienso
Pleser, Alemania	12000	Melaza remolacha	Levadura de pan
Mossul, Iraq	2 x 9000 3000	Caña	Levadura de pan
Trebisov, Checoslovaquia	2 x 1200 5000	Remolacha	Levadura de pan
Polimex, Varsovia	2000	Diversas	Levaduras pan y pienso

Anexo 9

Aireador sumergido para la purificación y condicionamiento de aguas



Anexo 10

Características del aireador sumergido

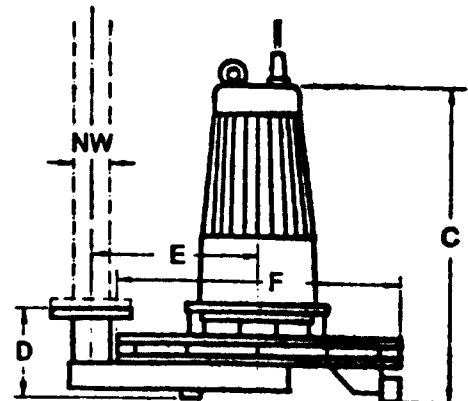
Cuadro 1

Tipo	Motor kW	Aire Nm ³ /h	Φ _A m	Φ _B m	Absorción de oxígeno			
					Según la prueba de sulfitooxidación en depósitos de Φ _B kg/h	Según la prueba de pureza de agua en depósitos de Φ _A kg/h	Según la prueba de pureza de agua en depósitos de Φ _B kg/h	Según la prueba de pureza de agua en depósitos de Φ _A kg/h
150 T	3	50	2,6	6	5	9	2,5	5
300 T	5,5	90	3,6	8	10	16	5	10
600 T	11	180	4,0	10	20	32	10	20
900 T	18,5	280	4,3	11	30	50	15	30
1200 T	22	380	5	12	40	65	22	40
1800 T	37	550	5,5	14	60	90	35	60
2400 T	55	750	6	16	80	125	50	80

Cuadro 2

Tipo	C mm	D mm	E mm	F mm	NW mm	Gewicht kp
150 T	755	180	300	500	50	110
300 T	740	190	405	690	80	225
600 T	790	230	420	690	100	315
900 T	920	230	435	690	125	370
1200 T	960	245	575	950	150	585
1800 T	1270	245	575	950	150	700
2400 T	1290	270	650	1050	200	830

Fig. 4



Se reserva el derecho a introducir cambios estructurales, de medidas o de pesos.

Anexo 11

Ventas de aireadores de la casa Frings

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cahn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71

Client Kunde	Stück	Units	Type
Brennereigenossenschaft Schönsee	1	300	T - VG
Messrs. Bayer, Leverkusen	10	1200	T - VA
Messrs. Alliance, Singapore	1	150	T - VG
Gemeinde Hinte	2	600	T - VG
Brennereigenossenschaft Klessing	1	300	T - VG
Stadt Burg a.F.	3	600	T - VG
Gemeinde Hochdorf	1	300	T - VG
Gemeinde Moormerland	1	150	T - VG
Messrs. Dahmen	2	1200	T - VG
Gemeinde Jade	3	600	T - VG
Toray Engineering, Tokyo	2	1200	T - VG
Kurita Industries, Tokyo	1	300	T - VG
Mitsubishi Kakoki, Tokyo	2	300	T - VG
Leybold, Tokyo	1	300	T - VG
LFE Corporation, Hamden	1	150	T - VG
Gebr. Herrmann, Köln	1	150	T - VAS
Patterson Candy International	1	150	T - VAS
LFE Corporation	2	300	T - VG
LFE Corporation	1	1200	T - VG
Fuji Seito, Shimizu	1	300	T - VG
Sanei Regulator, Shiruoka	1	300	T - VG
Messrs. Montanari, Italia	1	300	T - VG
Stadt Norderstedt	4	300	T - VG
Messrs. Lippe-Weser-Zucker, Lage	6	900	T - VG
Messrs. Pfeifer & Langen, Titz-Ameln	1	1200	T - VA - SO
Messrs. Hoechst, Frankfurt	6	1200	T - VG
Messrs. Unilever, Neederlande	4	600	T - VG
Messrs. Montanari, Italia	1	300	T - VA - SO
Messrs. France A., France	1	1200	T - VG
Gemeinde Westoverledingen	2	600	T - VG
Gemeinde Wangerland	1	600	T - VG
Schleswig-Holsteinische Zucker AG, Schleswig	2	600	T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cahn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71			
Client	Kunde	Stück	Units Type
Messrs. P. Dubislav,	Neederlande	6	1200 T - VG
Messrs. P. Dubislav,	Neederlande	6	1200 T - VG
Messrs. Feldmühle,	Düsseldorf	1	900 T - VG
Messrs. Lang,	Italia	2	900 T - VG
Messrs. Dechesne,	Belgium	2	1200 T - VG
Messrs. Steinmann & Ittig,	Minden	2	600 T - VG
Zuckerfabrik Franken,	Ochsenfurt	2	1200 T - VG
Messrs. Montanari,	Italia	2	900 T - VG
Messrs. Montanari,	Italia	2	600 T - VG
Messrs. Montanari,	Italia	2	300 T - VG
Messrs. Montanari,	Italia	4	150 T - VG
Messrs. GIO-Export-Import,	Jugoslavia	5	300 T - VG
Messrs. Leybold	Japan	1	300 T - VG
Messrs. Toyo Gosei Co.,	Japan	2	300 T - VG
Messrs. Toyo Gosei Co.,	Japan	1	600 T - VG
Messrs. Sanei Regulator,	Shizuoka	1	150 T - VG
Messrs. Sanei Regulator,	Shizuoka	2	300 T - VG
Messrs. Mitsubishi Kekoki Co., Ltd.,	Japan	1	300 T - VG
Messrs Mitsukan-Su	Nagoya Japan	1	300 T - VG
Messrs. Toyo Gas Kagaku Co. Ltd.	Niigata Pref.	1	600 T - VG
Messrs. Mitsubishi Kokaki Kaisha Ltd.,	Japan	2	600 T - VG
		1	900 T - VG
Messrs. Dai Nishon Plastics Co.		1	300 T - VG
Messrs. Leybold,	Japan	1	300 T - VG
Messrs. Toyo Gas Kagaku Co.,	Japan	3	300 T - VG
Messrs. Toyo Gas Kagaku Co.,	Japan	1	600 T - VG
Messrs. Eing, Gescher		2	900 T-VG
Messrs. Rasselstein, Neuwied, Werk	Andernach	6	600 T - VG
Messrs. Dubislav,	Niederlande	1	900 T - VG
Messrs. Wiltmann,	Versmold	3	300 T - VG
Messrs. Michalowski,	Vechta	1	900 T - VG
Ort Winterstettenstadt		1	300 T - VG
Gemeinde Wallenhorst		1	900 T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cohn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71

Messrs. Montanari, Italien	1	150 T - VG
	1	300 T - VG
	2	600 T - VG
Messrs. Purator, Österreich	2	1200 T - VG
Messrs. Montanari, Italien	2	150 T-VG
	2	300 T - VG
	1	600 T - VG
	1	900 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	1	900 T - VG
Messrs. Meredith, Grossbritannien	1	600 T - VG
Messrs. Südd. Zucker AG, Offstein	3	900 T - VG
Messrs. Pfaffner & Langen, Titz-Ameln	2	1200 T - VG
Messrs. Jaeger GmbH, Wuppertal	3	300 T - VG
Messrs. Lippe-Wasser-Zucker, Lage	2	900 T - VG
Messrs. Zuckerfabrik Franken, Ochsenfurt	2	300 T - VG
Messrs. Steinbeis & Co., Gemmrigheim	3	900 T - VG/V2A
	1	300 T - VG/V2A
Messrs. Rich. Beune/Jul. Specht Borgholzhausen	2	300 T - VG
Messrs. Graviga, Grevenbroich	6	600 T - VG/V2A
	3	1200 T - VG/V2A
Messrs. Allgäuer Alpenmilch, München	4	600 T - VG
Messrs. Boehringer Mannheim, Werk Penzberg	1	300 T - VA - SO
Messrs. Merck, Gernsheim	12	900 T - VG
Messrs. Rüttschi, Schweiz	1	300 T - VG
Messrs. Purator, Österreich	1	300 T - VG
Gemeinde Ellerau	1	600 T - VG
Messrs. Zuckerfabrik Franken Werk Ochsenfurt	4	1200 T - VG
	1	300 T - VG
Messrs. Condea, Hamburg	6	900 T - VA
Messrs. Mono-Pumps, Neuseeland	1	600 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	2	600 T - VG
Landkreis Meppen	1	900 T - VG
Messrs. Zuckerfabrik Brühl	1	1200 T - VG
Messrs. Montanari, Italien	3	600 T - VG
Gemeinde Ganderkesee	4	300 T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cahn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71

Messrs. Claus Holzer KG, Lockweiler	4	900 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	1	600 T - VG
Messrs. Hoechst, Frankfurt-Hoechst	6	1200 T - VG
Messrs. Degremont, Frankreich	1	600 T - VG
Ruhrverband, Essen	2	900 T - VG - SO
Messrs. Gebr. Schmidt, Mainbernheim	2	900 T - VG
Friedrich Ebert Stiftung	1	150 T - VG - SO
Gemeinde Edouacht	4	900 T - VG
ARV Untere Radolfzeller Aach	2	900 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	2	300 T - VG
Stadt Aalen	1	300 T - VG
Messrs. Sihi, Frankreich	1	600 T - VG
Stadt Bramstedt	2	900 T - VG
Kreisstadt Siegburg	1	600 T - VG
Gemeinde Hiltter	2	600 T - VG - SO
Messrs. Duro-Penta, Südafrika	1	300 T - VG
Messrs. Montanari, Italien	2	1200 T - VG
Messrs. Smedegaard, Dänemark	2	1200 T - VG
Gemeinde Ilshofen	1	600 T - VG
Messrs. Schweitzer, Murrhard	1	300 T - VG
Messrs. Boehringer, Tutzing	1	300 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	2	1200 T - VG
Messrs. Pfeiffer & Langen, Uvelinghoven	2	1200 T - VG
Messrs. France Assaninissent, Frankreich	1	900 T - VG
Messrs. Dubislav, Niederlande	4	1200 T - VG
Messrs. Speyer, van der Vijer & Zwanenburg, Niederlande	3	1200 T - VG/V2A
Ruhrverband, Essen	4	900 T - VG - SO
Messrs. Zander, Sarg.-Gladbach	8	1800 T - VG/V2A
Messrs. Duro-Penta, Südafrika	1	300 T - VG
Messrs. Valtrade AG, Schweiz	2	600 T - VG
Messrs. Degremont, Frankreich	1	1200 T - VG
	1	150 T - VG
Messrs. Lehrter Zucker, Lenrte	3	1200 T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cahn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71

Messrs. Hornbach Kläranlagen, Hagenbach	1	300 T - VG
Stadt Gemünden	1	300 T - VG
Messrs. Purator, Österreich	1	600 T - VG
Aggerverband, Gummersbach	2	1200 T - VG
Abwassertechnische Ges.m.b.H. Gummersbach	3	150 T - VG/V2A
	3	300 T - VG/V2A
Messrs. Hornbach Kläranlagen, Hagenbach	1	300 T - VG
Messrs. Montanati, Italien	4	150 T - VG
	3	300 T - VG
	1	600 T - VG
	1	1200 T - VG
Lippe-Weser-Zucker, Lage	3	900 T - VG
Messrs. Dynamit Nobel, LÜlsdorf	4	900 T - VG/V2A
Messrs. Assainissement, Frankreich	1	300 T - VG
Messrs. Daimler Benz, Stuttgart	1	300 T - VG - SO
Messrs. RÜtschi, Schweiz	1	600 T - VG
Mannesmannröhren Werke, Düsseldorf	1	600 T - V4A - S
Messrs. H. Veicht, Arnstorf	2	600 T - VG
Zuckerfabrik Nordstemmen	2	600 T - VG
Messrs. Meredith, England	1	300 T - VG
Messrs. France Assainissement, Frankreich	2	150 - VG
Messrs. Callens, Belgien	3	300 T - VG
Gemeinde Nüdingen	2	600 T - VG
Landkreis Meppen	1	600 T - VG
Messrs. Mono Pumpes, New Zealand	1	300 T - VG
Messrs. Duro-Penta, Südafrika	6	150 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	3	600 T - VG
Messrs. Purator, Österreich	2	300 T - VG
Messrs. Dubislav, Niederlande	2	600 T - VG
Messrs. Smedegaard, Dänemark	4	1200 T - VG
Messrs. Linde AG, Höllriegelskreuth	1	300 T - VG - SO
Messrs. Schrage, Hanau	2	600 T - VG
Stadt Bielefeld	18	900 T - VG
Aggerverband, Gummersbach	1	300 T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · Jonas-Cahn-Str. 9 · Tel. (0 22 21) 63 15 71

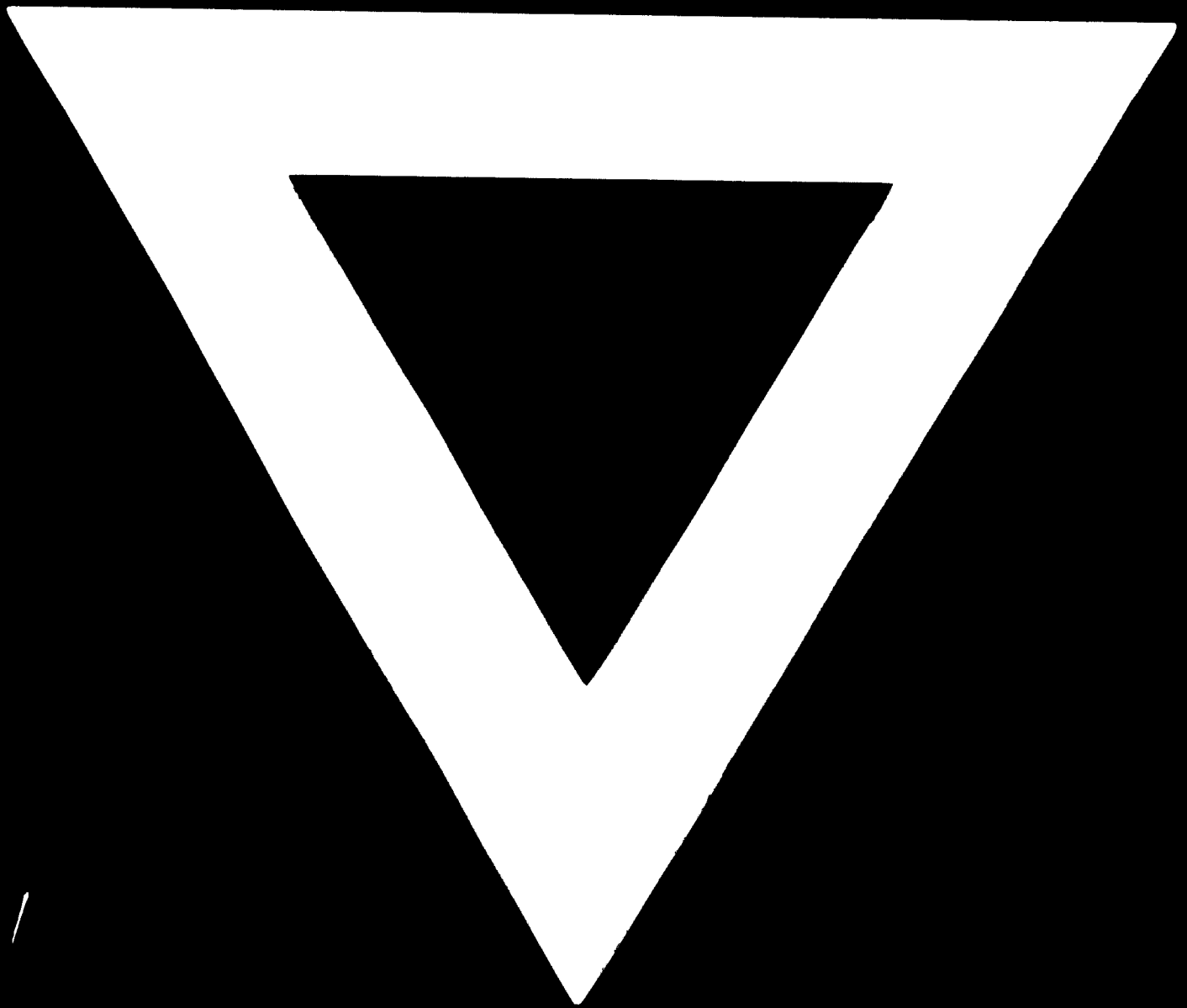
Messrs. Chemilite, Johannesburg	1	150 T - VG
Messrs. LFE Corporation, Hamden	9	150 T - VG
Messrs. Saha Kim Motors, Bangkok	1	150 T - VG
Messrs. US Ozonair, San Francisco	1	150 T - VG
Messrs. Leybold, Tokyo	5	150 T - VG
Messrs. Paterson Candy Int.	3	300 T - VAS
Messrs. Leybold, Tokyo	19	300 T - VG
Messrs. LFE Corporation, Hamden	7	300 T - VG
Messrs. Leybold, Tokyo	2	600 T - VA
Messrs. Leybold, Tokyo	13	600 T - VG
Messrs. Paterson Candy Int.	3	600 T - VAS
Messrs. Leybold, Tokyo	8	900 T - VG
Messrs. Elektroschmelzwerk, Frachen	1	900 T - VG
Messrs. Chemilite, Johannesburg	1	1200 T - VAS
Messrs. Trailigaz, Paris	4	1200 T - VA
Messrs. LFE Corporation, Hamden.	1	1200 T - VG
Messrs. Trailigaz, Paris	1	1200 T - VAS
Messrs. Paterson Candy Int.	3	1200 T - VAS
Gemeinde Kirchberg	1	300 T - VG-SO
Gemeinde Bobenheim-Roxheim	1	1200 T - VG
Niersverband, Viersen	4	1200 T - VG
Messrs. Sibi, Frankreich	1	600 T - VG
Messrs. Smedegaard, Dänemark	3	600 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	2	300 T - VG
	2	600 T - VG
Messrs. Pfeifer & Langen, Wevelinghoven	3	900 T - VG
Zuckerfabrik Brühl	1	1200 T - VG
Messrs. Maradith, England	1	1200 T - VG
Messrs. Mono Pumps, Neuseeland	1	300 T - VG
Messrs. Mon-tanari, Italia	1	900 T - VG
Messrs. Saibert, Ruppertsweiler	1	150 T - VG
Messrs. Wabag, Kulmbach	4	300 T - VG
Messrs. Rima, Schweden	3	600 T - VG
Messrs. Dubislav, Neederlande	6	900 T - VG
Messrs. Artland-Dörffler, Badbergen	1	150 T - VG
Messrs. Mon-tanari, Italia	1	900 T - VG

HEINRICH FRINGS · 53 BONN 1 · JÄGERSTRASSE 9 · TEL. (0 22 21) 65 17 51

Messrs. Sihi, Frankreich	1	150 T - VG
Messrs. Feldmühle, Düsseldorf Werk Baienfurth	6	900 T - VG/V2A
Messrs. Fichtel & Sachs, Schweinfurt	3	150 T - VG
Gemeinde Oberer Kraichbach Züblin, Stuttgart	4	900 T - VG
Messrs. Sihi, Frankreich	1	900 T - VG
Messrs. Mannesmannröhren Werke, Düsseldorf	3	600 T - V4A-S
Stadt Freiburg im Breisgau	2	300 T - VG
Messrs. VEBA-Chemie, Brunsbüttel Sulzer,	4	1200 T - VG/V2A
Messrs. Maurer & Söhne, München	1	600 T - VG
Messrs. Kugelfischer, Wuppertal	1	300 T - VG
Messrs. Neynhaber-Chemie GmbH, Loxstedt	2	900 T - VG
Messrs. Montanari, Italia	1	600 T - VG
Messrs. Stahlwerke Südwestfalen, Hagen	1	300 T - VAS
Messrs. Dt. Zündholzfabrik, Baiersbronn	3	900 T - VG
	1	1200 T - VG
Messrs. Bleihütte Berzelius, Stollberg	3	25 T - VG-F
Messrs. US-Ozonair, San Francisco	2	25 T - VG
Messrs. LFE, Hamden	1	1200 T - VG
Messrs. Gabr. Herrmann, Köln	2	300 T - VAS



B-101



80.02.15