36. R. Kolkwitz: Über den durch Hefegärung entstehenden Druck.

(Eingegangen am 19. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

Während die Lebensfähigkeit der Hefen und anderer Mikrobien durch hohe Drucke von tausenden von Atmosphären an sich nicht leidet, wird der durch Gärungs-Kohlensäure entstehende Eigendruck auf nur 12 Atmosphären oder etwas mehr angegeben. Der in Champagnerflaschen herrschende Druck beträgt noch weniger, meist nur $3\frac{1}{2}$—5 Atm., doch handelt es sich hier lediglich um die durch Nachgärung entwickelten Druckkräfte.

Wenn man bedenkt, daß im Schlamm tiefer Seen bei einem Wasserdruck von 30 Atm. und mehr lebende Hefezellen vorkommen und offenbar normal vegetieren, so wird man den oben angegebenen Wert für den Gärungsdruck als verhältnismäßig niedrig bezeichnen müssen, zumal die durch Zusammenwirken von Marmor und Salzsäure erfolgende, freilich ganz anders geartete Kohlensäurebildung durch Druckkräfte überhaupt kaum sistiert werden kann. Es schien deshalb Erfolg versprechend, durch geeignete Versuchsanstellung bedeutend höhere Gärdrucke nachzuweisen, was in der Tat auch gelang.

Der für die vorliegenden Versuche konstruierte Apparat[1]) ist auf Seite 220 in ½ nat. Größe abgebildet. Er besteht aus zwei miteinander verbundenen Glaskugeln[2]), an welche nach der einen Seite ein geschlossenes Manometer von ca. 2 mm lichtem Durchmesser und 24 cm Länge angeschmolzen ist, während am anderen Ende das Halterohr eines Metallventiles mittels Bleiglätte eingekittet ist. Die Ventilschraube sitzt in einem viereckigen Metallklotz und läßt sich nach Art des Verschlusses der Stahlbomben für flüssige Kohlensäure mit seinem kegelartigen Ende an eine entsprechende Unterlage anpressen, wie es die Abbildung zeigt.

---

1) Der Glasteil des Apparates wurde von der Firma BLECKMANN & BURGER, Berlin, Auguststraße 3a, der Metallteil von der Firma LEPPIN & MASCHE, Berlin, Engelufer 17, gefertigt.

2) Zwei kleine Glaskugeln halten höheren Druck aus als eine entsprechend große Kugel.

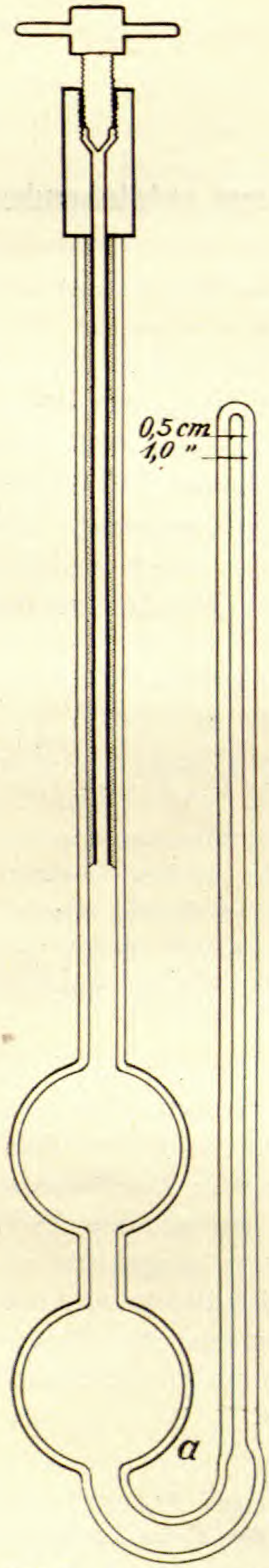

Abb.: Apparat zum Messen des Gärungsdruckes. ½ nat. Größe (Original).

Wenn der Apparat innen gut getrocknet ist, wird etwa bis zur Höhe von a Quecksilber und danach die Gärflüssigkeit mittels eines lang ausgezogenen Glasrohres eingefüllt. Diese Flüssigkeit hatte folgende Zusammensetzung:

Leitungswasser	ca. 50,0 ccm
Rohrzucker	ca. 10,0 g
Pepton	ca. 0,2 g
Nährsalz (z. B. v. d. Crone) .	ca. 0,1 g
Preßhefe	ca. 5,0 g

Der Apparat war nun vollkommen gefüllt und konnte durch Eindrehen der Ventilschraube fest verschlossen werden. Nach Einstellen in einen Brutschrank von 36,5 ° C. begann bald die Kohlensäureentwicklung, wodurch das Quecksilber in dem Manometer steigt. Da der Druck im umgekehrten Verhältnis zum Volumen zunimmt, beträgt er bei 12 cm Quecksilberhöhe = 2 Atm. (d. h. 1 Atm. Überdruck) und schließlich bei 23 cm (siehe die Marke 1 cm in der Abbildung) = ca. 24 Atm. (= 23 Atm. Überdruck). Bei 0,5 cm langer Luftsäule beträgt der Druck etwa 48 Atm.

Ein Druck von ca. 24 Atm. kann oft schon nach etwa 3 bis 4 Stunden erreicht werden. Er kommt dadurch zustande, daß die Lösung sich reichlich mit Kohlensäure sättigt (dem Vielfachen ihres Volumens) und außerdem freie Kohlensäure nach der Spitze des Apparates abgibt. Der hier entstehende Gasraum vergrößert sich in dem Maße, als das Luftvolumen im Manometer sich verringert. Er kann nicht größer als knapp 1 ccm werden, entsprechend dem geringen Inhalt der Manometerkapillare.

Mit weiterem Steigen des Quecksilbers können bei der bisherigen Glasstärke des Apparates fast 40 Atmosphären Druck innerhalb weiterer 3—5 Stunden und mehr erreicht werden. Es wäre nicht undenkbar, daß bei fortschreitender Vervollkommnung der Apparate beim Gären schließlich flüssige Kohlensäure unterhalb der kritischen Tempera-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tur von 31,5° C. in der Nährlösung entsteht[1]). Wegen der Gefahr der Explosion wurde der Apparat in einen unten mit Watte gepolsterten starkwandigen Glaszylinder und außerdem in eine Holzkiste mit Drahtgewebe an einer Seite gesetzt.

Das allmähliche Nachlassen der Kohlensäureentwicklung wird offenbar weniger durch den hohen Druck als durch Narkose infolge reichlich gelöster Kohlensäure bedingt (ca. 1 Mol CO_2 im Liter). Auch der gleichzeitig vorhandene Alkohol kann mitwirken, ebenso organische Säure infolge der Tätigkeit etwa vorhandener säureproduzierender Bakterien. Wegen der relativ kurzen Dauer des Versuches ist die Säurebildung aber nur gering. Schneller Verlauf der Gärung und möglichst günstige Ernährung sind wichtige Bedingungen zur Erzielung hoher Druckwerte. Es scheint erwünscht, die Hefezellen nicht zu lange vollständigem Mangel an freiem Sauerstoff auszusetzen.

Der Alkohol kann vor seiner Bildung teilweise abgefangen werden, indem man das im Verlauf der Zuckervergärung entstehende Acetaldehyd nach NEUBERG und REINFURTH durch Calciumsulfit bindet; es ließen sich dadurch aber bis jetzt keine Vorteile erzielen, da das zugesetzte Kalksalz etwas verzögernd auf die Kohlensäurebildung einwirkt.

Der Versuch, die Druckerhöhung dadurch zu unterstützen, daß relativ große Mengen Quecksilber eingefüllt wurden und dieses beim Erwärmen im Thermostaten das Lumen im Manometer komprimieren half, führte nach den bisherigen Feststellungen zu keinem wesentlich anderen Resultat. Es hat sich bisher auch nicht die zwingende Notwendigkeit gezeigt, die Zahl der Glaskugeln am Apparat auf ein Mehrfaches zu vergrößern.

Bei den beschriebenen Versuchen ließ das mikroskopische Bild nach Abschluß des Experimentes eine Schädigung der älteren Hefezellen durch die Kontraktion des Protoplasmas deutlich erkennen, während die jungen Zellen homogen erschienen. Bei Übertragung in neue Nährlösung setzte unter normalem Druck eine zunächst nur relativ geringe Gärung ein.

Die vorliegenden Versuche lassen erkennen, daß normale Hefegärung auch unter relativ hohen Drucken möglich ist, daß man mithin unter anderem im Schlamm tiefer (europäischer) Seen keine physiologisch angepaßten Rassen der Mikrobien anzunehmen braucht, wie man es für die größten Tiefen der Ozeane getan hat.

---

1) Tatsächlich stieg nach neueren Versuchen der Druck bei Zimmertemperatur auf etwa 60 Atm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Literatur.

BABO und MACH, Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. Berlin. 1. Bd., 3. Aufl. 1909; 2. Bd, 4. Aufl. 1910.

CERTES, A., Note relative à l'action des hautes pressions sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer. Société de Biologie (Comptes rendus et Mémoires). Paris 1884. Série VIII, Bd. 1, S. 220. — Vergl. auch C. R. 1884, Bd. 99.

CERTES, A et COCHIN, D., Action des hautes pressions sur la vitalité de la levure et sur les phénomènes de la fermentation. Société de Biologie (Comptes rendus et Mémoires). Paris 1884. Série VIII, Bd. 1, S. 639.

CHLOPIN und TAMMANN, Über den Einfluß hoher Drucke auf Mikroorganismen. Ztschr. f. Hygiene 1903, Bd. 45, S. 171—204.

CHUN, CARL, Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena. 2. Aufl. 1903, S. 231, 313, 435.

EVANS, R., E, The influence of pressure on fermentation. Journal of the federated Institutes of Brewing, 1898, Bd. 4, S. 249—258.

FOREL, F. A., Le Léman. 1892—1904, Bd. 2, S. 3 und 635;
Bd. 3, S. 142 u. 363.

FOTH, GEORG, Einfluß der Kohlensäure auf Gärung und Hefebildung. Wochenschrift f. Brauerei 1887, Bd. 4, S. 73. Vgl. ebenda 1889, Bd. 6, S. 263

Handwörterbuch der Naturwissenschaften 1912, Bd. 6, S. 779. (Mechanochemie.)

KRAUSE, PAUL, Über durch Pressung gewonnenen Zellsaft des Bacillus pyocyaneus nebst einer kurzen Mitteilung über die Einwirkung des Druckes auf Bakterien. Centralbl. f. Bakt, Abt. I, 1902, Bd. 31, S. 673—678.

KRUSE, W, Allgemeine Mikrobiologie. Leipzig 1910, S. 150—152.

LAFAR, F., Handbuch der technischen Mykologie. Jena 1904—1914.

Einfluß des Außendruckes: . . . . . Bd. 1, S. 458.
Bestimmung des höchsten Gärdruckes: . . . . . Bd 4, S. 135.
Aphrometer von MAUMENÉ u. Schaumweinbereitung: Bd. 5, S. 480.
Einfluß des Zuckergehaltes: . . . . . Bd. 4, S. 119.
Bd 5, S. 423.
Einfluß der Kohlensäure: . . . . . Bd. 4, S. 134.
Bd. 5, S. 433.
Einfluß des Alkohols: . . . . . Bd. 4, S. 129.
Bd 5, S. 432.
Einfluß der Säuren: . . . . . Bd. 4, S. 135.
Bd. 5, S. 424.
Einfluß der Phosphate: . . . . . Bd. 5, S. 430.

MATTHEWS, CH., G., Über die Größe des Druckes, welcher durch Gärung in geschlossenen Gefäßen erzeugt wird. The BREWERs Guardian 1887 ref. in Wochenschr. f. Brauerei 1887, Bd. 4, S. 380.

MELSENS, Note sur la vitalité de la levure de bière. C. R. 1870, Bd. 70 S. 629—634.

NEUBERG u. REINFURTH, Die Festlegung der Aldehydstufe bei der alkoholischen Gärung. Biochemische Ztschr. 1918, Bd. 89, S. 365—414.

REGNARD, P., La vie dans les eaux. Paris 1891, S. 148 ff.

ROGER, H., Action des hautes pressions sur quelques bactéries. C. R. 1894, Bd. 119, S. 963.

RUSSELL, H. L., Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Ztschr. f. Hygiene 1892, Bd. 11, 175.
SCHRÖTER u. KIRCHNER, Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896, S. 16.
SLATOR, A., Untersuchungen bei der Hefegärung. Referiert in Ztschr. f. angew. Chemie 1908, Bd. 21, 2, S. 2188.

---

37. H. Lundegårdh: Zur Theorie der phototropischen Perzeption.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22 März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Vor zwei Jahren habe ich in diesen Berichten (1919, S. 229) einige Versuche beschrieben, die geeignet waren, das Problem „Lichtrichtung oder Lichtabfall?“ der Lösung näher zu bringen. Seitdem habe ich meine Versuche in größerem Maßstab wiederholt, und ich möchte über die Resultate hier kurz berichten. Die Methodik habe ich schon in der früheren Mitteilung kurz geschildert. Auch bei den unten beschriebenen Versuchen wurde größte Sorgfalt bei der Vorbereitung und Weiterbehandlung des Materials (*Avena*) gepflegt. Sämtliche Pflanzen kamen nach der Reizung auf den Klinostat (im Thermostat). Die Reizung geschah vermittels eines feinen Bündels paralleler Lichtstrahlen (aus einem langen Kasten mit verschiebbarer linearer Lichtquelle und doppelten regulierbaren Spalten).

1. Tangentiale Beleuchtung, senkrecht zur Koleoptilachse. Der aus dem Beleuchtungsapparat kommende Lichtstreifen wurde mittels Mikrometerschrauben ganz tangential auf die Spitze des Koleoptils appliziert. Bei der Einstellung wurde eine rote Glasscheibe zwischen die Lichtquelle und den Spalt hineingeschaltet. Wegen der parabolischen Form der Koleoptilspitze kann nur ein sehr kleines Stück beleuchtet werden, in den folgenden Versuchen etwa 1,5—2 mm der äußersten Spitze oder aber eine Zone zwischen 1 und 4 mm von der Spitze. Die Helligkeit war 64 MK, die Reizung dauerte 2—30 Sekunden. Das Resultat wurde nach 3 Stunden bestimmt, indem die Objekte vom Klinostat abgenommen und photographiert wurden. Es wurden zwei Aufnahmen gemacht, in der Ebene der Lichtstrahlen und in der Ebene senkrecht dazu. Die wirkliche Krümmungsrichtung der Koleoptilen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Kolkwitz Richard Gustav Julius

Artikel/Article: Über den durch Hefegärung entstehenden Druck. 219-223