

## Neue Ziele der Gärungstechnik.

Von Prof. Dr. F. HAYDUCK, Institut für Gärungsgewerbe, Berlin.

Vortrag in der Fachgruppe für Gärungsschemie auf der 40. Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Essen.

(Eingeg. 4. Juni 1927.)

Unter dem Begriff der Gärungsgewerbe ist man gewohnt, die Weinbereitung, die Brauerei, die Branntweinherstellung in gewerblichen und landwirtschaftlichen Brennereien, die Preßhefegewinnung, die Essigerzeugung und allenfalls noch die Milchsäuregärung zusammenzufassen. Wenn man also von neuen Zielen der Gärungstechnik spricht, so werden vielleicht in erster Linie Ausführungen erwartet werden, welche die erreichten, zu erwartenden und anzustrebenden technischen Fortschritte auf den erwähnten Arbeitsgebieten zum Gegenstande haben. Um derartige Entwicklungen handelt es sich aber an dieser Stelle nicht, weil die Ziele der genannten Industrie in den großen Grundlinien feststehen, und lediglich die Wege, auf denen wir sie zu erreichen suchen, durch den technischen Fortschritt vereinfacht, verbessert und verbilligt werden können. Was im Rahmen dieser Darlegung gegeben werden soll, ist vielmehr ein Ausblick auf andere Anwendungsmöglichkeiten der Gärungstechnik, die im Falle ihrer Verwirklichung der deutschen Wirtschaft neue, große Werte zuführen vermögen. Die hier zu entwickelnden Aufgaben betreffen die Dünger- und Bodengärung, die Futtergärung und die Erzeugung von Eiweiß aus Kohlehydraten auf dem Wege der Massenzüchtung von Mikroorganismen. Diese Aufgaben sind an sich nicht neu, sondern bereits seit Jahren Gegenstand der Aufmerksamkeit gewisser Kreise, die sich mit der Förderung der Landwirtschaft beschäftigen. Da es sich in allen Fällen um die Massenwirkung von Mikroorganismen handelt, d. h. also um Arbeitsgebiete, die denen der Gärungsgewerbe nahestehen, so ist hier die Frage zu erörtern, ob und wieweit es möglich ist, die Jahrhunderte alte Technik der Gärungsgewerbe der Förderung der landwirtschaftlichen Erzeugung und damit der Ernährung des deutschen Volkes vom eigenen Ackerdienstbar zu machen.

Worin bestehen denn eigentlich, wenn man von der maschinen-, apparatur- und feuerungstechnischen Seite absieht, die Maßnahmen der Gärungstechnik? Da es sich dabei durchweg um biologische Vorgänge handelt, so beruhen sie, wie bei der Züchtung und Behandlung höherer Lebewesen in der Variierung der vier Grundfaktoren allen Lebens: Ernährung, Wasser, Luft und Temperaturregelung. Die Beeinflussung dieser vier Lebensgrundlagen zieht sich wie ein roter Faden durch die Technik sämtlicher Gärungsgewerbe, wie wir aus folgenden Beispielen sehen. Der Vorgang der Mälzerei beginnt mit dem Weichen des Getreides, wobei die für die Keimung erforderliche Wasserzufuhr erfolgt. Das Weichen darf sich aber nicht vollziehen, ohne gleichzeitig dem Getreide Luft zuzuführen, da anderenfalls der Keimling erstickt würde. Die darauf folgende Tennenarbeit, die auf die innere Lösung des Kornes ausgeht, regelt ebenfalls die Wärme- und Luftwirtschaft unter gleichzeitiger Beachtung des Temperaturfaktors, der stets sorgfältig mittels Thermometer kontrolliert wird. Es handelt sich hierbei nicht einfach um ein Wachsenlassen des Keimlings, sondern um eine innere Regelung der Lebensvorgänge im Korn dergestalt, daß

die Aufschließung des Korninnern sich möglichst verlustlos vollzieht. Aus diesem Grunde sehen wir hier eine Gegensätzlichkeit zwischen Luftzufuhr und Kohlensäurestauung, indem man nach Bedarf die Kohlensäure zur Verhinderung einer allzu starken Atmung des Keimlings verwendet. Der Ernährungsfaktor spielt hierbei keine Rolle, weil ja das Korn die für die Ernährung des Keimlings erforderlichen Stoffe in sich birgt. Beim Darren setzen sich die durch die Wasser-, Luft- und Wärmewirtschaft geregelten enzymatischen Vorgänge fort, bis sie schließlich in der letzten Phase des Abdarrens durch rein chemische Vorgänge ersetzt werden. Richtig angelegte Tennen, pneumatische Mälzungsanlagen und bestens durchkonstruierte Darreinrichtungen stellen heute Instrumente dar, die uns die Möglichkeit geben, die genannten Faktoren nach Belieben zur Herstellung eines guten Malzes zur Anwendung zu bringen. Im Sudhaus erfolgt der Abbau von Stärke und Eiweiß unter Anwendung von Temperaturen, die in genauester Weise geregelt werden müssen. Man hat es in der Hand, den Abbau genau so zu leiten, wie es für den Charakter des zu erzeugenden Bieres notwendig ist. Bei der Vergärung der Bierwürze ist die Ernährungsgrundlage für die Hefe durch die vorhandenen Bestandteile der Würze unter allen Umständen sicher gestellt. Dafür spielt hier nun wieder der Temperaturfaktor eine ausschlaggebende Rolle. Der Unterschied einiger weniger Temperaturgrade im Gär- und Lagerkeller verändert das gesamte Gärungsbild und die zu erzielenden Ergebnisse. Wir haben es beliebig in der Hand, die Gärung durch Temperatursteigerung anzuregen oder durch Senkung zurückzuhalten. Begleitet werden diese Maßnahmen von einer genauen Regelung der Luftzufuhr, die nur im ersten Stadium der Gärung zwecks Anregung des Hefewachstums erfolgen soll. Das fertig vergorene Bier muß sorgfältig vor jeder Berührung mit Luft behütet werden, da schon die kleinste Menge Sauerstoff den Anstoß zu einem erneuten Wachstum von Mikroorganismen und damit zum Verderben des Bieres gibt. Bei der richtig geleiteten Biererzeugung sollen für die Hefe keinerlei vergärbare Stoffe mehr vorhanden sein und es sollen sämtliche Gärungsvorgänge durch Entziehung des Sauerstoffes und Ersatz durch die Kohlensäure abgebremst sein. Umgekehrt sehen wir, daß in der Preßhefeindustrie die Luft ausschlaggebend ist, indem wir eine starke Belüftung der Züchtungsflüssigkeiten zur Erzeugung stärksten Hefewachstums und damit zur Regelung der Hefeausbeute anwenden. Hand in Hand mit der richtigen Einstellung der Luftmengen muß die Ernährungsfrage gehen, da die stoffliche Zusammensetzung der geernteten Hefe von mitentscheidender Bedeutung für die Güte und Haltbarkeit der Handelspreßhefe ist.

Auf dem Boden dieser Technik ist schon vor 17 Jahren der Gedanke erwachsen, Hefe zwecks Gewinnung von Futtereiweiß in besonderen Verfahren heranzuzüchten. Die im Institut für Gärungsgewerbe ausgeführten Arbeiten begannen damit, daß den Brennerei-

maischen Ammoniaksalze hinzugefügt wurden, damit diese von der Hefe als Nährstoff aufgenommen und in Hefeeiweiß umgewandelt werden konnten. Das theoretisch zweifellos richtig gedachte Verfahren kam nicht zur Durchführung, weil die Hefe in den konzentrierten Brennereimaischen in Gestalt der leicht assimilierbaren, weit abgebauten Eiweißstoffe genügend stickstoffhaltige Nährstoffe zur Verfügung hat, so daß darüber hinaus nicht mehr viel Ammoniak von der Hefe als Nahrung aufgenommen werden kann. Zu Beginn des Krieges wurde dann das heiß umstrittene sogenannte *M i n e r a l - h e f e v e r f a h r e n* ausgearbeitet. Das Verfahren beruht darin, daß man aus Zuckerrübenmelasse unter Verwendung von schwefelsaurem Ammoniak und Superphosphat dünne Würzen herstellt und sie unter starker Luftzufuhr zur Heranzüchtung von schnell und ergiebig wachsenden Spezialhefen verwendet. Auch diesem Verfahren ist auf die Dauer ein Erfolg nicht beschieden gewesen, weil die Belüftung der Gärflüssigkeiten, die Abscheidung, Filtration und Trocknung der Hefe Kosten verursachten, die durch den Verkauf des fertigen Erzeugnisses nicht gedeckt werden konnten. Trotzdem darf man die weitere Ausarbeitung dieses oder eines ähnlichen Verfahrens nicht aufgeben, weil inzwischen festgestellt worden ist, daß die sogenannte Futterhefe, wie wir sie in der getrockneten Bierhefe vor uns sehen, einen ganz außergewöhnlichen Futterwert besitzt, der weit über den rein rechnerisch nach Nährwerteinheiten ermittelten hinausgeht. Nach den *K e l l n e r s c h e n* Tabellen beträgt der Wert von 100 kg Trockenhefe 20—22 M., während heute dafür ab Trocknerei 44 M. gezahlt werden und bereits 64 M. im vorigen Jahre gezahlt worden sind. Man hat gefunden, daß durch die Verabreichung von Trockenhefe die Schweinemast um  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Monate abgekürzt werden kann und führt dieses außergewöhnliche Ergebnis nicht nur auf den hohen, rund 50 % betragenden Eiweißgehalt der Trockenhefe, sondern in erster Linie auf den hohen Gehalt der Trockenhefe an Vitamin B zurück. Vor allem aber darf der Gedanke dieser Art der Futtereiweißerzeugung deswegen nicht wieder einschlafen, weil Deutschland an Kohlehydraten einen großen Überschuß, dagegen an Futtereiweiß einen starken Mangel aufweist. Normale Kartoffelernten sind in Deutschland zu ausreichenden Preisen kaum abzusetzen. Unser Zuckerrübenbau ist gegen die Vorkriegszeit um ein Drittel zurückgegangen. Die synthetische Ammoniakerzeugung, die in Deutschland mit so gewaltigen Erfolgen in die Tat umgesetzt worden ist, zeigt ein selbstverständliches Ausdehnungsbedürfnis, das in jeder erdenklichen Weise befriedigt werden muß. Auf der anderen Seite entspricht die jährliche Einfuhr an Mais und Gerste zu Futterzwecken einem Betrage von rund 250 Millionen Mark. Hinzu kommen die Einfuhrüberschüsse an Ölkuchen, Kleien und ähnlichen Futterstoffen, die lediglich wegen ihres Eiweißgehaltes ins Land gebracht werden, während uns Gerste und Mais noch mit zusätzlichen großen Mengen von Kohlehydraten belasten. Das Ziel muß also lauten: Ersatz der Auslandsfuttermittel durch Trockenkartoffel und aus Zuckerrüben hergestelltes Mikrobeneiweiß.

Man muß sich die Frage vorlegen, ob überhaupt Möglichkeiten vorliegen, dieses Problem zu lösen. Ich meine, man darf die Frage bejahen, weil man ja bei der Fabrikation nicht auf die Hefe allein angewiesen ist, sondern ebensogut andere Mikroorganismen zur Züchtung heranziehen kann. Es kommt zunächst nur darauf an, das Problem zu lösen, pflanzliches Eiweiß schlecht hin innerhalb kurzer Frist aus Zucker und Ammoniak

zu Preisen zu erzeugen, die mit den handelsüblichen hochwertigen Eiweißkraftfuttermitteln konkurrieren können. Das Ziel der Arbeit muß also sein, einen Organismus züchterisch zu verwenden, der bei bester Ausnutzung der Rohstoffe in seinen Lebensfunktionen nicht auf die „Gärungsgleichung“ angewiesen ist und sich leicht aus der Züchtungsflüssigkeit abscheiden läßt. Kalkulatorisch liegt die Aufgabe nicht ungünstig, wenn man daran denkt, daß 100 kg Trockenhefe heute mit etwa 44 M. bezahlt werden. Wenn ich einmal optimistisch annehmen darf, daß es gelingt, aus 100 kg Zucker à 12 M. (Melasse) und 4 kg Stickstoff à 1 M. 100 kg Trockenpilzmasse à 44 M. zu erzeugen, so liegt die Durchführung dieser Aufgabe durchaus im Bereiche der Möglichkeit. Nicht nur die Gärungswissenschaft und -praxis, sondern auch die Ammoniak erzeugenden Industrien sollten sich daher mit dieser Aufgabe beschäftigen, die ein Programm von größter Tragweite darstellt. Vielleicht würden dadurch auch die Kämpfe aus der Welt geschafft werden, die sich heute auf dem Boden unserer allzu großen Kohlehydratüberschüsse abspielen. Ich denke dabei nicht nur an unsere Branntweinwirtschaft, in der Deutschlands Kohlehydratüberschüsse besonders deutlich zum Ausdruck kommen, sondern auch an den Kampf zwischen Rübenzucker und Stärkesirup und dergleichen. Gelingt es, die Aufgabe zu lösen, dann muß ihre Durchführung in erster Linie dem Zuckerrübenbau und der Zuckerindustrie zugute kommen, die neuer Absatzgebiete dringend bedürfen.

Sehen wir in dem Problem der Eiweißerzeugung aus Kohlehydraten eine höchst bedeutsame Aufgabe für Wissenschaft und Technik, so liegt eine nicht minder dankbare Aufgabe in der Futtergärung, d. h. in der *F u t t e r k o n s e r v i e r u n g* in Form der *S i l a g e* von saftreichen Futtermitteln wie Gras, Klee, Luzerne, Serradella, Kartoffeln, Rüben und dergleichen vor. Wir stehen der merkwürdigen Tatsache gegenüber, daß noch vor wenigen Jahren, als noch die sogenannten Verfahren der Süßpreßfutterbereitung herauskamen, die Feststellung, daß es sich auch hier um eine Gärung handele, entweder totgeschwiegen oder abgelehnt wurde, obwohl *V ö l t z* und *H e n n e b e r g* schon vor 15 Jahren nachgewiesen haben, daß sich die Konserverung saftreicher Futtermittel auf dem Wege der Silage stets auf der Grundlage der Gärung und nur dann zuverlässig vollzieht, wenn es sich dabei um eine reine Milchsäuregärung handelt. Es ist für den Gärungsfachmann unfaßbar, wie man zu derartigen Fehlurteilen, wie sie in dem Begriff der Süßpreßfutterbereitung liegen, kommen konnte. Der Grund liegt darin, daß man noch heute, abgesehen von den wissenschaftlichen und technischen Vertretern der Gärungsgewerbe, in Landwirtschaft und Technik sehr wenig von dem Leben der Mikroorganismen, ihrer technischen Anwendung und von dem Wesen und der Leitung der Gärung weiß. Vielfach werden noch Gärung und Fäulnis identifiziert. Diese Erscheinung leitet sich daher, daß das meiste, was in der Öffentlichkeit über Bakterien und ihre Tätigkeit bekannt ist, von der medizinischen Wissenschaft herstammt, die alle Sorgfalt auf die Kenntnis der Mikroorganismen zum Zwecke ihrer Vernichtung anwendet, aber naturgemäß mit ihrer an sich hochbedeutenden Arbeit keine Grundlage für eine technische Pflege der Organismen abgeben kann. Dem Gärungsfachmann ist dagegen die umgekehrte Aufgabe geläufig nämlich die Züchtung der Mikroorganismen auf Leistung nach denselben Grundsätzen, die man bei höheren Tieren und Pflanzen anwendet. Nachdem aber einmal kla-

erkannt ist, daß die Futterkonservierung sich nur dann in gesunden Bahnen entwickelt, wenn sie auf der reinen Milchsäuregärung beruht, ist das Ziel gegeben: Schaffung einer Technologie der Silage, d. h. also der reinen Sauerfutterbereitung auf der Grundlage der Technologie der Gärungsgewerbe. Es ist auf die Dauer nicht zu verantworten, daß man gutes und gesundes Futter in die Silotürme hineinbringt und nicht weiß, in welchem Zustande man es wieder herausholt. Es muß erreicht werden, daß die Gärung im Futterturm genau so sicher zu leiten ist, wie die Gärung in Brauereien und Brennereien. Die Maßnahmen, die hier zur Anwendung zu bringen sind, leiten sich zwangsläufig aus den dargelegten Arbeitsmethoden der Gärungsgewerbe. Es wird zu prüfen sein, wie weit man von der gärenden Futtermasse die Luft fernzuhalten hat, ob man den sich abscheidenden Saft in geeigneten Abständen der gärenden Futtermasse wieder hinzufügt, ob die Ernährung der Mikroorganismen ausreicht oder ob man der Futtermasse Zuschläge von Stickstoff und Phosphorsäure zu geben hat, wobei der Stickstoff in Bakterieneiweiß überführt wird und dadurch den Wert des Futters erhöht. Es wird ferner festzustellen sein, ob der Zuckergehalt der zu konservierenden Stoffe ausreicht, einen genügend hohen Milchsäuregehalt zu erzielen. Die Praxis lehrt, daß eiweißreiche pflanzliche Stoffe schwer im Futterturm zu konservieren sind, weil sich aus der Zersetzung des Eiweißes leicht alkalisch reagierende Stoffe entwickeln und zu einem Verderben des Futters Veranlassung geben. Es ist daher der Vorschlag gemacht worden, solche Futterstoffe unter Mitverwendung von Salzsäure im Futterturm zu konservieren. Dieser Vorschlag wäre nicht gemacht worden, wenn allgemein bekannt wäre, daß es möglich ist, das gewünschte Ziel mühelos durch einen Zuschlag von Melasse, geschnitzelten Rüben oder anderen zuckerhaltigen Rohstoffen zu erreichen, der nur so groß zu sein braucht, daß eine genügende Menge Milchsäure während der Silogärung entsteht. Die Schaffung einer Technologie der Futtergärung würde auch wesentliche Beiträge zur Förderung der Vitaminfrage liefern. Wir hören häufig aus der landwirtschaftlichen Praxis die Behauptung, daß die Futterwirkung der verschiedensten Futtermittel eine weit größere sei, wenn man das Futter 24 Stunden vor seiner Verabreichung einer Gärung unter Zusatz von Hefe und Milchsäurebakterien unterwerfe. Vorausgesetzt, daß diese Beobachtung richtig ist, könnte sie nur dadurch erklärt werden, daß durch die Entwicklung der Gärungserreger der Vitamingehalt der Futtermasse erheblich verstärkt wird. Es existiert eine Theorie, daß die Vitamine sich nur in den Mikroorganismen entwickeln. Wenn diese Theorie auch bisher nicht als erwiesen gelten kann, so darf es doch als sicher angenommen werden, daß bestimmte Organismen, wie z. B. die Hefe, zu den stärksten bekannten Vitaminträgern gehören. Man darf danach wohl heute schon annehmen, daß durch die Entwicklung der Mikroorganismen bei der Futtergärung im Siloturm der Vitamingehalt des Futters in starkem Ausmaße gesteigert wird. Die gesamte Heuernte Deutschlands, einschließlich des aus Futterpflanzen hergestellten Heus, hat schätzungsweise einen Wert von 3 Milliarden Mark jährlich. Da bei der Heuerdung durchschnittlich 25 % an Werten verloren gehen, so büßt Deutschland durch die Heuerdung in jedem Jahre Werte im Betrage von 1 Milliarde Mark ein. Wenn es gelingt, die Verluste auf dem Wege einer richtig geleiteten Futterkonservierung nur um ein Viertel zu verringern, so würde der

gewonnene Betrag dem Wert der deutschen Weizen einfuhr gleichkommen.

Das größte Arbeitsgebiet für Gärungswissenschaft und -technik scheint mir aber in der Boden- und Dünnergärung zu liegen. Dieses Gebiet ist zwar unter dem Begriff der Bodenbakteriologie schon seit vielen Jahrzehnten bearbeitet worden, aber die Richtung, in der sich diese Arbeiten bewegten, war mehr eine bakterien- als eine gärungskundliche, d. h. also eine solche, die sich mehr mit Form und Art der Bakterien als mit ihren Lebensäußerungen beschäftigt. Man hat zwar gezeigt, daß es stickstoffsammelnde, nitrifizierende und denitrifizierende Bakterienarten gibt, man hat also sein Augenmerk auch auf einige Lebensabwandlungen der Bodenbakterien gerichtet. Was aber fehlt, ist das Bewußtsein, daß der Erdboden oder besser gesagt der Ackerboden der größte existierende Gärbottich ist, und daß man Arbeit größten Stiles darauf verwenden muß, die Gärungsvorgänge im Boden zu studieren und sie in einer Technologie der Bodengärung fest zu verankern. Die Schuld an der bescheidenen Entwicklung dieses ungemein wichtigen Arbeitsgebietes trägt die einseitige Einstellung auf die Mineraldüngung. Es liegt mir vollkommen fern, die großen Erfolge verkleinern zu wollen, die auf dem Gebiete der mineralischen Pflanzenernährung erzielt worden sind, aber es muß doch festgestellt werden, daß man allzu wenig an die Möglichkeit gedacht hat, daß die höheren Pflanzen zum Entwicklungsoptimum nicht nur anorganische, sondern auch organische Nahrung benötigen, und daß die organische Nahrung der höheren Pflanze in erster Linie durch die Bakterien des Bodens vorbereitet wird. Man hat weiter nicht genügend beachtet, daß die Bakterien nicht über den Chlorophyllapparat der höheren Pflanzen verfügen und daß daher für sie neben der mineralischen Ernährung die Kohlehydratnährung von gleich großer Bedeutung ist. Die Bodenbakterien schaffen sich zwar ihre Kohlehydratnährung aus den im Boden befindlichen Pflanzenresten, aber die Vorbereitung dieser Pflanzenreste und die Verstärkung der Fähigkeit in den Bakterien, diese Reste sich nutzbar zu machen, ist wichtig. Erst in den letzten Jahren wendet man sich in höherem Maße der Bodengärung zu, nicht zum wenigsten beeinflußt durch hervorragende Arbeiten über die Bedeutung der Bodenkohlsäure für das Pflanzenwachstum. Daß der Gärbottich „Ackerboden“ Kohlensäure in ungeheuren Mengen erzeugen kann und muß, ist für jeden Gärungsfachmann eine selbstverständliche Tatsache. Die beispiellos intensive Arbeit der Mikroorganismen tritt in den Gärungsgewerben sichtbar zutage. In der Brauerei werden 8 kg Zucker durch  $\frac{1}{2}$  kg Hefetrockensubstanz in 8 Tagen vergoren, das bedeutet also, daß die Hefe in 24 Stunden das Doppelte ihres Eigengewichts an Zucker vergärt, d. h. in Alkohol und Kohlensäure unwandelt. In der Brennerei werden 18 kg Zucker in 3 Tagen von  $\frac{1}{2}$  kg Hefetrockensubstanz vergoren, das bedeutet also, daß die Hefe in 24 Stunden das 12fache ihres Eigengewichts an Zucker vergärt. Im Gärbottich des Ackerbodens vollziehen sich die entsprechenden Vorgänge in unsichtbarer Weise. Wir können uns aber von ihnen eine Vorstellung machen, wenn wir nach Löhnis annehmen, daß 1 ha fruchtbaren Ackerbodens 400 kg lebende Bakterien und Pilzmasse enthält, die pro Tag schätzungsweise 200 bis 300 kg Kohlensäure produzieren und mit dieser Leistung den Beweis erbringen, daß die Bodengärung an Energie nicht hinter der Gärung in Brauerei und Brennerei zurücksteht. Die

Intensität der Mikroorganismenarbeit beruht nicht zum wenigsten darin, daß diese Lebewesen infolge ihrer Kleinheit eine außerordentlich große Oberfläche besitzen, die der Geschwindigkeit der biochemischen Umsetzungen zugute kommt. So enthält 1 kg abgepreßte Hefe, die ich hier als Beispiel heranziehen will, nicht weniger als 10 Billionen Zellen, deren Zellhaut eine Fläche von 2500 qm, d. h. einen ganzen preußischen Morgen, bedeckt. Die Oberfläche der Bakterien und Pilze, die nach Löhni s in 1 ha Ackerland vorhanden sind, beträgt hiernach etwa 100 ha. Angesichts dieser Zahlen erscheint es uns heute als eine Selbstverständlichkeit, daß die Art der Bodendüngung, die flache oder tiefe Auflockerung des Bodens, welche die Wasser- und Luftwirtschaft des Bodens regeln, die Be- schattung des Bodens durch die Art der Bestellung und die Auswahl der Saat, kur zum alle Maßnahmen der Landeskultur von allergrößtem Einfluß auf die Bodenflora und auf die Abwicklung ihrer Gärungerscheinungen sein und nach dieser Richtung studiert werden müssen.

In Anbetracht der gewaltigen zu bewegenden und zu beeinflussenden Massen, ist die Regelung der Bodengärung unter den hier zu besprechenden Aufgaben gärungstechnologisch am schwersten zu bewältigen. Es wird daher zunächst darauf ankommen, die Veränderungen in der Bodenflora und in ihren Gärungerscheinungen für alle Bodenklassen und für die verschiedenen Bodenbearbeitungsmethoden gesondert zu studieren, ehe man sich dazu entschließt, neue Maßnahmen auf diesem Gebiete vorzuschlagen. Leichter erreichbar sind die Angriffspunkte jedoch bei der mit der Bodengärung im Zusammenhang stehenden Düngergärung, da diese sich in vorbereitender Weise schon außerhalb des Bodens vollzieht. Die Konservierung des Stalldüngers ist schon seit Jahrzehnten Gegeustand der Aufmerksamkeit der Agrikulturchemiker, aber leider allzusehr in den Hintergrund gedrängt ebenfalls durch die weit überwiegende Erforschung der Wirkungen des Mineraldüngers. Eine sachgemäße Düngerbehandlung ist daher noch heute für den weit überwiegenden Teil der Landwirtschaft ein unbekannter Begriff. Soweit von einer Pflege des Düngers die Rede sein kann, erschöpft sie sich in dem Festtreten oder Festwalzen des Düngers, dem Begriff „feucht und fest“ und in der Trennung von Kot und Jauche durch die moderne Aufstellung. Bei allen diesen Maßnahmen wird also, da es sich dabei im wesentlichen um eine Verhinderung der Vergärung von Wertstoffen des Stalldüngers handelt, die Regelung der Wasser-, Ernährungs- und Luftwirtschaft durchaus richtig in einem die Mikroorganismentätigkeit hemmenden Sinne behandelt. Ganz ungenutzt blieb jedoch der Temperaturfaktor, bis vor einigen Jahren Krantz mit seinen höchst bedeutungsvollen Arbeiten über die Heißvergärung des Stalldüngers hervortrat. Viele biologische, chemische und landwirtschaftliche Fragen sind bei diesem Verfahren noch zu klären. Aber man darf schon heute sagen, daß das auf rein empirischer Grundlage gefundene und aufgebaute Krantz'sche Verfahren berufen ist, eine vollständige Umwälzung auf dem Gebiete der Düngerpflege herbeizuführen. Das Krantz'sche Verfahren arbeitet in folgender Weise: Entweder behelfsmäßig in freiliegenden schachbrettartig aufgesetzten Stapeln, oder in allmählich aus Schalbrettern zwischen Eckpfosten zusammengesetzten Silos wird der Stalldünger der gestalt locker aufgeschichtet, daß er in kurzer Zeit durch Selbsterwärmung eine Temperatur von etwa 65° C erreicht. Sobald das Thermometer diese Temperatur anzeigt, wird die oberste Düngerschicht festge-

treten und mit einer neuen locker gelagerten Schicht bedeckt, die sich ebenfalls wieder auf 65° C erwärmt und so fort. In dem Düngerstapel, den man gewissermaßen als eine Kochkiste betrachten muß, sinkt die Temperatur nur langsam, so daß sich die gesamte Reifung des Düngers bei Temperaturen zwischen 65 und 40° C vollzieht. Viele wissenschaftliche und technische Einwendungen sind gegen dieses Verfahren erhoben worden. Aber eins steht, technologisch betrachtet, fest: daß hier zum ersten Male der Temperaturfaktor mit vollem Bewußtsein in die Düngerpflege eingeführt worden ist, und zwar nicht durch Wärmezufuhr von außen, sondern genau wie bei den einzelnen Arbeitsphasen der Gärungsgewerbe durch die Ausnutzung der Kalorien, die bei der Gärarbeit der Düngerbakterien frei werden. Dieses Verfahren, das für den Gärungsfachmann etwas äußerst Bestechendes besitzt, hat Veranlassung dazu gegeben, im Institut für Gärungsgewerbe eine besondere Abteilung für Düngerbakteriologie einzurichten, in der die Vorgänge studiert werden, die sich bei der Heißvergärung der Stalldünger abspielen. Schon heute wissen wir aus den Arbeiten dieser Abteilung, daß der Krantz-Dünger im Gegensatz zu den landläufigen Verfahren nicht vergoren wird, sondern daß es sich hier darum handelt, durch die schon in wenigen Tagen erreichte hohe Temperatur die Bakterien zum größten Teil abzutöten oder zu schwächen. Durch die anfängliche Heißvergärung wird jedenfalls verhindert, daß die Bakterien im weiteren Verlauf der Düngerreifung die Wertstoffe des Düngers verschleudern. Unsere Arbeiten haben die Krantz'schen Auffassungen über diesen Teil der Vorgänge vollinhaltlich bestätigt. Es würde zu weit führen, die zahlreichen Einzelergebnisse unserer bakteriologischen Arbeiten auf diesem Gebiete näher auszuführen. Ich will mich vielmehr darauf beschränken zu sagen, daß wir schon heute den konservierenden Wert des Verfahrens klar vor uns sehen und nicht mehr an seiner großen Bedeutung zweifeln. Unsere Arbeit hat uns auch in der Auffassung bestärkt, daß der Stalldünger weniger als eine Bodenimpfung, sondern mehr als ein Nährmittel für die ohnehin im Boden befindlichen Bakterien zu werten ist. Ich halte die Auffassung für richtig, daß ein gut Teil jeder Düngung des Bodens nicht unmittelbar der Pflanze zugute kommt, sondern zunächst der Ernährung der Bodenbakterien dient, die in gewisser Weise den Nährstoffspeicher für die Pflanze darstellen. Die einzelne Mikroorganismenzelle hat nur ein kurzes Leben. Werden und Vergehen vollziehen sich hier sehr schnell, so daß also die Annahme durchaus berechtigt ist, daß die Pflanzen sich beständig von den Abbaustoffen der abgestorbenen Bakterien ernähren. Eine Analogie liegt bei der Hefezüchtung vor. Wir wissen, daß man Hefe in Zuckerslösung heranzüchten kann, die außer dem Zucker nur rein organische Nährstoffbestandteile enthält. Wenn wir aber Wert darauf legen, daß die erzeugte Hefe sich im vollen Gesundheits- und Leistungszustande befindet, dann müssen ihr auch leicht assimilierbare organische Stickstoffverbindungen zur Verfügung stehen. Unter allen diesen organischen Nährsubstraten für die Hefe steht der Hefeextrakt, d. h. also die Summe der durch Autolyse oder Säureaufschluß erzeugten Hefeabbaustoffe weitaus an erster Stelle.

Welche chemischen Vorgänge sich im Krantz'schen heißvergärenden Miststapel nach der Abdrosselung der Gärungsvorgänge vollziehen, wie insbesondere die Verrottung des Düngers zustande kommt, auf welchen Böden der verrottete leicht streufähige Dünger am besten wirkt, auf welchen Böden da-

gegen ein Langstrohdünger nicht entbehrt werden kann, das alles sind Fragen, die noch der Aufklärung harren. Die Beantwortung dieser Fragen überschreitet zum Teil bei weitem den Aufgabenkreis des Gärungsfachmannes. Hier wird der wissenschaftliche und der praktische Landwirt mit kraftvoller Hand eingreifen müssen. Die Aufgabe, die dem Gärungsfachmann zufällt, besteht auch hier darin, eine Technologie der Düngervergärung zu schaffen, die diese Vorgänge nach Möglichkeit auf klaren und einfachen Grundlagen sicherstellt. Die wirtschaftliche Bedeutung einer guten Stallmistpflege ist eine gewaltige. Obwohl der Stalldünger etwa nur zu einem Sechstel von der Pflanze ausgenutzt wird, schätzt man seinen Nutzungswert für Deutschland auf etwa 1½ Milliarden Mark jährlich. Jedes Prozent, um das die Ausnutzung des gesamten Düngeranfalles gesteigert wird, drückt sich also in einem Zuwachs von etwa 100 Millionen Mark jährlich aus. Dabei kann eine solche Entwicklung

niemals auf Kosten der Mineraldüngung gehen, da diese um so wirksamer wird, je besser der Boden durch Zuführung von gut gepflegtem Stalldünger vorbereitet ist.

Ich habe wegen der Kürze der Zeit, und weil alle Arbeiten auf den vorgetragenen Gebieten noch in den Anfängen stehen, nur einen programmatischen Ausblick geben können, ohne meine Auffassungen im einzelnen näher zu begründen und zu belegen. Was ich Ihnen zeigen wollte, ist vor allem eins: daß die Erforschung der im Dienste des Menschen stehenden Gärungen nicht auf das Gebiet der Gärungsgewerbe verwiesen bleiben darf, sondern daß wir an der Schwelle einer Zeit stehen, in der sich die Gärung als ein landwirtschaftlicher Kulturfaktor von größten Ausmaßen auswirken wird. Wenn Gärungswissenschaft und -technik dazu berufen sind, in dieser Weise zur Hebung der landwirtschaftlichen Erzeugung und damit zur Befreiung unseres Vaterlandes beizutragen, dann wird dieser Teil ihrer Arbeit ein besonders dankbarer sein. [A. 62.]

## Die Entwässerung von kristallisiertem Natriumsulfat bei gewöhnlicher Temperatur.

Von JULIUS OBERMILLER, Berlin.

(Eingeg. 16. Dez. 1926.)

Vor einiger Zeit haben Rakusin und Brodski<sup>1)</sup> über Entwässerungsversuche an Metallsalzhydraten berichtet und u. a. festgestellt, daß das kristallisierte Natriumsulfat (Glaubersalz) durch einen trockenen Luftstrom schon bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen entwässert wird. Sie bemerken dazu, daß der so von ihnen beobachtete Fall einer vollständigen Anhydrisierung eines Kristallhydrats durch einen Luftstrom bei gewöhnlicher Temperatur ihres Wissens einzig in der Literatur dastehe.

Diese Anhydrisierung des Natriumsulfats erscheint aber doch wohl nicht so sehr überraschend. Der Verlust an Kristallwasser schreitet ja stets so lange weiter, als die Dampfspannung dieses Kristallwassers größer als diejenige der vorhandenen Luftfeuchtigkeit ist, d. h. bis zwischen Dampfspannung des Kristallwassers und

der Luftfeuchtigkeit ein Gleichgewicht eingetreten ist. Und beim verwitternden Natriumsulfat entspricht dieses Gleichgewicht nach meinen vor einigen Jahren mitgeteilten Messungen<sup>2)</sup> bis zu einer Abgabe von mindestens 70% des ursprünglich vorhandenen Kristallwassergehaltes bei 24 bis 25° einer relativen Luftfeuchtigkeit von 78%. Das vollständig entwässerte Natriumsulfat stand dann schließlich mit einer etwa 63%igen Luftfeuchtigkeit im Gleichgewicht.

Demnach verliert kristallisiertes Natriumsulfat an der freien Luft bei 24 bis 25° sein gesamtes Kristallwasser, sofern die vorhandene relative Luftfeuchtigkeit unter 63% bleibt. Und eine Luft von etwa 63% relativer Feuchtigkeit wird im allgemeinen keineswegs als sehr trocken, sondern noch als verhältnismäßig feucht zu bezeichnen sein. [A. 351.]

<sup>1)</sup> Ztschr. angew. Chem. 39, 1345 [1926].

<sup>2)</sup> Ztschr. physikal. Chem. 109, 154 [1924].

## Patentberichte über chemisch-technische Apparate.

### I. Wärme- und Kraftwirtschaft.

#### 2. Koks, Leucht- und Kraftgas, Teer, Nebenprodukte, Acetylen.

Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm. Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Öl und anderen Erzeugnissen aus bituminösen Stoffen, wie Schiefer, Steinkohle u. dgl., dad. gek., daß der Stoff in dünnen Schichten auf Unterlagen, die mit Zwischenräumen aufeinandergestapelt sind, auf Wagen durch eine geschlossene Kammer gefahren und erhitzt wird, und zwar beispielsweise sowohl durch Strahlung von in der Kammer angeordneten Heizvorrichtungen als auch durch bei dem Vorgang entwickelte und gegebenenfalls auch eingeführte Gase oder Dämpfe (z. B. Wasserdampf), die von den Heizvorrichtungen Wärme aufnehmen und diese an den Stoff abgeben, und daß bei Erhitzung erzeugte ölhaltige Gase abgeleitet und kondensiert werden. — Das Verfahren ist auch für nicht kokende Stoffe verwendbar und gewährt in beiden Fällen den Vorteil einer Verarbeitbarkeit des Stoffes auch bei fein zerteilter Form desselben. Weitere Anspr. und Zeichn. (D. R. P. 442 355, Kl. 10 a, Gr. 28, vom 13. 11. 1924, Prior. Schweden vom 17. 11. 1923, ausg. 30. 3. 1927, vgl. Chem. Ztrbl. 1927 I 2623.) on.

Harald Nielsen, London, und Bryan Laing, Hatfield (Engl.). Verfahren zur Behandlung von festem, kohlenstoffhaltigem Gut, dad. gek., daß dieses zunächst in einer von innen mit der fühlbaren Wärme eines Gases beheizten Dreh trommel bis zum Klebrigwerden erhitzt, dann ohne Zusatz von Bindemitteln

brikettiert und nun in beliebiger Weise weiterdestilliert wird. — Hierdurch wird das Gut einheitlich und gleichmäßig erhitzt. Zeichn. (D. R. P. 442 357, Kl. 10 a, Gr. 36, vom 12. 4. 1924, Prior. Großbrit. vom 17. 7. 1923, ausg. 26. 3. 1927, vgl. Chem. Ztrbl. 1927 I 2621.) on.

Woodall-Duckham (1920) Ltd., London. Auslaufvorrichtung für ununterbrochen betriebene, senkrechte Entgasungsräume, insbes. senkrechte Retorten, bei der durch den heb- und senkbaren Boden des Entgasungsraumes entgastes Gut in einen sich an die untere Mündung des Entgasungsraumes anschließenden Förderbehälter übergeführt wird, dad. gek., daß der heb- und senkbare Boden durch den Boden eines heb- und senkbar angeordneten Behälters gebildet wird. — Da infolge des Anhebens und Senkens des ganzen Behälters Klemmungen hier nicht eintreten können, ist die Betriebssicherheit der Auslaufvorrichtung erhöht. Weitere Anspr. und Zeichn. (D. R. P. 442 555, Kl. 10 a, Gr. 16, vom 5. 12. 1924, Prior. Großbrit. vom 29. 7. 1924, ausg. 2. 4. 1927.) on.

Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H., Bochum. In Längsrichtung der Ofenbatterie verfahrbare Kokskuchenführung mit zwei zur Aufnahme des Kokskuchens dienenden Seitenwänden, dad. gek., daß ein die beiden Seitenwände tragendes Gestell auf dem in Längsrichtung der Ofenbatterie verfahrbaren Fahrgerüst um einen gewissen Betrag in Richtung quer zur Ofenbatterie verschiebbar angeordnet ist. — Durch die Erfindung ist die Möglichkeit geschaffen, die Kokskuchenführung un-