

oder die Temperatur, so ändern sich zwar, wie zu erwarten, die mit const. bezeichneten Ausdrücke, jedoch die Gleichungen selbst bleiben erhalten. Wir dürfen hieraus schließen, daß das Benzoylperoxyd (und wohl auch andere Peroxyd-katalysatoren) nur den Primärakt beschleunigt, jedoch in die anderen Teilreaktionen nicht eingreift, daß es also in die erste der oben erwähnten 3 Klassen von Katalysatoren gehört.

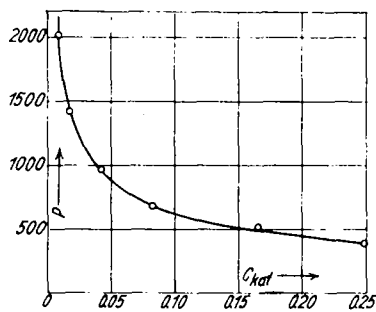


Abb. 7. Polymerisationsgrad in Abhängigkeit von der Katalysatorkonzentration.  $c_{kat}$ . (Punkte gemessen, Kurve nach (14) berechnet.)

Wie weit wir die beim Benzoylperoxyd gezogenen Schlüsse auf andere Katalysatoren ausdehnen können, wird sich erst nach eingehenden Untersuchungen ergeben. Qualitativ ist die Koppelung zwischen Beschleunigung der Reaktion und Verkleinerung des Polymerisationsgrades auch für die Katalyse durch  $SnCl_4$  und  $BF_3$  festgestellt worden<sup>35)</sup>. Andererseits zeigen Versuche

<sup>35)</sup> H. Staudinger: Buch; sowie unveröffentlichte Versuche von uns.

von Ziegler<sup>36)</sup>, daß die Beschleunigung der Polymerisation des Butadiens durch Alkalialkyle auf einer Beschleunigung des Kettenwachstums beruht. Wir hätten demnach in den Alkalialkyl-Katalysatoren der 2. Klasse vor uns.

### Zusammenfassung.

Das Ziel der vorangegangenen Ausführungen bestand in erster Linie darin, zu zeigen, daß man die Vorstellungen, die auf dem Gebiet der Kettenreaktionen entwickelt worden sind, auf die Polymerisationsreaktionen mit Erfolg anwenden kann. Im bisherigen Stadium der Untersuchungen war es notwendig, zunächst die experimentellen Methoden zu entwickeln, die dem speziellen Gebiet der Kettenpolymerisationen angepaßt sind. In weiteren Untersuchungen werden jetzt diese Methoden unter möglichst weit variierten Bedingungen auf die Polymerisationsvorgänge angewandt, um die Elementarprozesse vollständig aufzuklären und damit auch in technischer Hinsicht die Polymerisationsvorgänge völlig zu beherrschen. Daß dieses Ziel nicht mehr in unerreichbarer Ferne steht, dürfte bereits aus den bisherigen Ergebnissen hervorgehen.

[A. 94.]

<sup>36)</sup> K. Ziegler, F. Dersch u. H. Wollhan, Liebigs Ann. Chem. 511, 13 [1934]; K. Ziegler u. L. Jakob, ebenda 511, 52 [1934].

## Ersatz des Eiweißes durch fabrikmäßig herzustellende Stickstoffverbindungen bei Wiederkäuern

Von Prof. Dr. PAUL EHRENBURG, Breslau

Agrikulturchemisches und bakteriologisches Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität

Eingeg. 31. Mai 1937

Bekanntlich sind die anscheinend gleichwertigen und gleichartigen Eiweißstoffe, mit denen wir in Nahrungs- und Futtermitteln zu tun haben, und die wir eben als „Eiweiß“ kennzeichnen, in Wirklichkeit wechselnd zusammengesetzt. Das geht so weit, daß sogar im Körper desselben Tieres, etwa einer Milchkuh, sich recht verschiedenartiges Eiweiß vorfindet.

	Das im Blut z. B. vorkommende Serumglobulin enthält	gegenüber dem Casein, das aus den Zellen der Milchdrüse in der Milch entsteht:
Glykokoll	3,5 %	0 %
Alanin	2,2 %	0,9 %
Valin	2,0 %	1,0 %
Leucin	18,7 %	10,5 %
Serin	—	0,2 %
Cystin	1,2 %	0,1 %
Phenylalanin	3,8 %	3,5 %
Tyrosin	6,6 %	4,5 %
Histidin	2,8 %	2,6 %
Prolin	2,8 %	3,1 %
Tryptophan	4,4 %	1,5 %
Lysin	8,9 %	5,8 %
Arginin	3,9 %	4,8 %
Asparaginsäure	2,5 %	1,2 %
Glutaminsäure	8,5 %	15,5 %

Wir sind daher genötigt, bei Fragen der tierischen Ernährung mehr und mehr mit den Bestandteilen des Eiweißes, also den Aminosäuren und ihren in den einzelnen Nährstoffen und Nahrungsmitteln vorhandenen Mengen, zu rechnen. Von den Aminosäuren werden aber nur die in der Nahrung besondere Bedeutung besitzen, welche der Tierkörper nicht selbst aufzubauen vermag. So liefert im

Versuch der Pflanzenfresser so viel Glykokoll, daß man mit Sicherheit folgern kann, daß dieser Eiweißbaustein vom Tiere selbst hergestellt zu werden vermag. Auch vom Lysin hält man die Bildung im Tierkörper für möglich. Ja, es hat den Anschein, als ob nach F. Knoops<sup>1)</sup> und späteren Versuchen Ammoniak, das irgendwoher im Blute kreist, sich mit höheren, stickstofffreien Säuren zu wichtigen Eiweißbausteinen zu vereinigen vermag. Derart gewissermaßen neu gebildete Eiweißbausteine könnten voraussichtlich sich beim Aufbau von Eiweiß im Tierkörper durchaus beteiligen. Da die erforderlichen stickstofffreien Säuren aus Kohlenhydraten der Nahrung zur Verfügung stehen dürften, läge hier der Anfang einer Möglichkeit des Ersatzes von Nahrungs-eiweiß durch Kohlenhydrate und Ammoniak vor, der sich unter günstigsten Bedingungen vielleicht gelegentlich zu verwirklichen vermag<sup>2)</sup>. Allerdings bedingt das Einbringen größerer Mengen Ammoniak in die Blutbahn oder auch nur in den eigentlichen Magen schwere Gefahren für das Säugetier.

Eine andere und einer praktischen Verwertung wesentlich näher kommende Möglichkeit des Aufbaus von Aminosäuren und wohl auch schon von wirklichem, wenn auch artfremdem Eiweiß bieten uns die Wiederkäuer, in deren viergeteiltem, mit besonders großen Gäräumen ausgestatteten Magen sehr weitgehende Umsetzungen durch Vermittlung von Kleinlebewesen vor sich gehen. Die Bakterien nehmen unter üblichen Verhältnissen beim Rind 11,7 %, beim Schaf 10 % vom Gesamtstickstoff des Panseninhalts in ihrer Körpermasse in Anspruch. Da im Futter, falls es sich nicht um ausgesprochenes Futter aus Gärbehältern handelt, der Anteil des Bakterienstickstoffs meist verschwindend klein sein dürfte, muß somit eine überaus

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 67, 489 [1910]; ebenda 71, 252 [1911]; ebenda, mit R. Oeser, 89, 141, 151 [1914]; ebenda 148, 294 [1925]. Vgl. auch die Übersicht bei F. Bergel, ebenda 228, 66 [1934]. M. Neber, ebenda 238, 83 [1935]; u. a. m.

<sup>2)</sup> D. Prjanischnikow, Biochem. Z. 150, 407 [1924]; Stoklasa-Festschrift, Paul Parey, Berlin 1928, S. 297.

lebhaftes Bakterienwachstum vor sich gegangen sein. Die im Pansen so stark vermehrten Bakterien kommen nun zu einem nicht unerheblichen Teil in den dann durchwanderten Magen- und Darmabteilungen nicht nur zum Absterben, sondern auch zum Verdautwerden und führen derart ihr Bakterieneiweiß der Verwertung mit den übrigen Nahrungsbestandteilen zu. O. Hagemann stellte als erster diese Ansicht auf<sup>3)</sup>, und seitdem ist sie mit mehr oder minder weitgehender Zustimmung bis heute als richtig angesehen worden. Die Infusorien der Wiederkäuermagen scheinen für diese Fragen keine Rolle zu spielen<sup>4)</sup>.

Als erster beobachtete H. Weiske, der vor ungefähr 60 Jahren das agrarisch-chemische Institut der Universität Breslau leitete, daß Asparagin, einem an Eiweißstoffen armen, aber an Kohlenhydraten reichen Futter zugelegt, bei Schafen den Körpereiwweißansatz zu fördern vermag<sup>5)</sup>. Daß auch Ammoniak in irgendwelcher Form gleiche Wirkungen auszuüben vermöchte, wie F. Röhm ann behauptete, bestritt Weiske. Dabei hatte Weiske allerdings das von ihm verwandte Gemisch von Ammoniumcarbonat und Ammoniumacetat in Wasser gelöst verabfolgt, wobei die Lösung vermutlich alsbald in den eigentlichen Labmagen eintritt und Gärwirkungen im Pansen mehr oder weniger ausgeschlossen sein dürften<sup>6)</sup>. O. Kellner fand dann bei Lämmern etwa gleiche Wirkungen von Asparagin wie essigsäurem Ammoniak<sup>7)</sup>, was von Andrlik u. Velich für Asparagin- und Glutaminsäure<sup>8)</sup>, von W. Voeltz für Harnstoff<sup>9)</sup> bestätigt wurde. So war für die Wiederkäuer ein besonderes Verhalten gegenüber stickstoffhaltigen Verbindungen der Nichteiwweißgruppe bewiesen, was H. P. Armsby noch einmal zusammenfaßte<sup>10)</sup>. Mancherlei noch auftretende Meinungsverschiedenheiten änderten an diesem Gesamtergebnis nichts Nennenswertes<sup>11)</sup>.

Als Erklärung hatte, von der oben erwähnten Heranziehung der Kleinlebewesen gewissermaßen als Eiweiß-erzeuger im Pansen durch Hagemann und ihrer Bestätigung durch Versuche von G. Fingerling an Wiederkäuern, deren Pansen noch nicht ausgebildet<sup>12)</sup> war, und von W. Henneberg<sup>13)</sup> abgesehen, noch N. Zuntz die Meinung vertreten, daß die nichteiwweißartigen, stickstoffhaltigen Stoffe im Verdauungsweg wirkliches Eiweiß vor den Angriffen von Kleinlebewesen zu schützen vermöchten<sup>14)</sup>.

Während des Krieges trat eine praktische Verwertung dieser Fragen ziemlich ganz zurück<sup>15)</sup>. Nach seiner Beendigung wurden zunächst wissenschaftliche Versuche über die Wirkung von nichteiwweißartigen Stickstoffverbindungen fortgesetzt, so von W. Voeltz<sup>16)</sup>, F. Honcamp<sup>17)</sup>, J. Hansen<sup>18)</sup>

und anderen mit Harnstoff. Dabei wurde eine im ganzen doch wohl deutliche Wirkung ermittelt, ohne daß freilich diese Untersuchungen unwidersprochen geblieben wären. — Der Berichterstatter veranlaßte im Agrarisch-chemischen und Bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Breslau die Versuche von E. Paasch mit Milchziegen<sup>19)</sup> und von Paasch<sup>20)</sup> und Bareiß<sup>21)</sup> mit Milchkühen, wobei Ammonacetat zur Verfütterung gelangte. Die Erfolge waren gut, wegen des hohen Preises ging man aber von diesem Futtermittel ab. Heute ist die Lage indes eine andere, und es steht zu hoffen<sup>22)</sup>, daß Ammoniumacetat und Ammoniumlactat bald zu Preisen erzeugt werden können, die ihre Anwendung in der Fütterungspraxis möglich machen. Der Berichterstatter wandte sich deshalb damals mit seinen Mitarbeitern billigeren Hilfsmitteln zu. Durch Vermischen von dem billig zu erzeugenden, zeitweise sogar für Düngierzwecke hergestellten Ammoniumbicarbonat<sup>23)</sup> mit Sauerfutter gelang es<sup>24)</sup>, zu einer durchaus unschädlichen Verfütterung dieses Ammoniumsalzes zu kommen. Erste Versuche an Milchziegen brachten Ersatz von 50% des Futtereiweißes. In kürzer dauernden Versuchen mit Milchvieh konnte dann zunächst das Kraftfuttereiweiß in erheblichem Umfange, zum Teil sogar fast vollständig, durch mit sauren Rübenschnitzeln versetztes Ammoniumbicarbonat vertreten werden<sup>25)</sup>. Ergänzend ermittelten W. Kirsch und H. Jantson<sup>26)</sup> durch Stoffwechselversuche, daß in 30 Tagen Milchkühe den Stickstoff des Ammoniumbicarbonats bei Verabfolgung mit Gärfutter weitgehend zur Deckung des Eiweißbedarfs für Lebens-erhaltung und Erzeugung beträchtlicher Milchmengen benutzen konnten. Auch weitere Versuche mit Ammoniumbicarbonat erbrachten im wesentlichen günstige Ergebnisse, ohne freilich die Leistung von Kraftfutter<sup>27)</sup> voll zu erreichen. Weiterhin waren noch andere Versuche mit Aminosäuren zwar von wechselnden, aber im ganzen schließlich nicht ungünstigen Ergebnissen, wenigstens bei Milchziegen<sup>28)</sup>; indessen traten auch weniger günstige Schlußfolgerungen bei Verfütterung von Asparagin und Betain nach P. Brigl und O. Benedict<sup>29)</sup> auf.

Leicht war es weiterhin, dort, wo Mängel des Wohlgeschmacks für die Tiere auffällig zu beobachten waren, an Besserung zu denken. Verminderung übergroßer Futtermengen und zu großer Räumigkeit, Geschmacksverbesserung durch Melassebeigaben, besonders aber Zufügung kleinerer Mengen von Kraftfutter wurden mit mehr oder minder großem Erfolg durchgeführt. Bei weiterer Prüfung dürfte es gelingen, noch andere Verbesserungen zu erreichen.

Wichtiger erscheint es, daß möglicherweise, worauf schon Armsby hinwies, die Leistungsfähigkeit der Pansenbakterien in der Erzeugung von Bakterieneiweiß

<sup>3)</sup> Landwirtsch. Jb. 20, 264 [1891].

<sup>4)</sup> E. Mangold: Handb. d. Ernähr. u. d. Stoffwechs. d. landw. Nutztiere 1929, Bd. 2, 170, 172.

<sup>5)</sup> Z. Biol. 15, 261 [1879]; 17, 413 [1881]; 20, 277 [1884]; 30, 254 [1894]; J. Landwirtsch. 38, 137 [1890]; N. Zuntz, Verh. Physiol. Ges. Berlin, 7. Juli 1882, S. 72.

<sup>6)</sup> J. Landwirtsch. 38, 140 [1890]; W. Voeltz, Biochem. Z. 102, 218 [1920]; E. Mangold, Naturwiss. 16, 65 [1928].

<sup>7)</sup> Z. Biol. 39, 313 [1900].

<sup>8)</sup> Z. Zuckerind. in Eöhm 32, 313 [1908].

<sup>9)</sup> Z. Spiritusind. 42, 223 [1919].

<sup>10)</sup> Principles of animal nutrition, New York, 1908, S. 53—58. The nutritive value of the nonprotein of feeding stuffs, U. S. Department of agriculture, Bur. Animal Ind., Bull. 139, 12 [1916].

<sup>11)</sup> Vgl. z. B. O. Kellner: Ernährung d. landw. Nutztiere, 5. Aufl., 1909, S. 127; 7. Aufl., 1916, S. 128; 9. Aufl., 1920, S. 128 u. f.

<sup>12)</sup> Landwirtsch. Versuchsstat. 71, 3 [1909].

<sup>13)</sup> Berliner Klin. Wschr. 1919, 693.

<sup>14)</sup> Pflügers Arch. ges. Physiol. Menschen Tiere 49, 483 [1891]. Auf Verhinderung des Abbaues von Körpereiwweiß durch Ammoniak griff H. Gessler, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 109, 280 [1920], zurück, ohne damit Erfolg zu haben.

<sup>15)</sup> A. Morgen, Dtsch. Landwirtsch. Presse 43, 129 [1916]. Dort auch weitere Literatur.

<sup>16)</sup> Biochem. Z. 102, 151 [1920]; 130, 323 [1922].

<sup>17)</sup> Ebenda 138, 461 [1923]; 143, 111 [1923]; Landwirtsch. Versuchsstat. 102, 311 [1924].

<sup>18)</sup> Landwirtsch. Jb. 57, 141 [1922].

<sup>19)</sup> Biochem. Z. 160, 333 [1925].

<sup>20)</sup> Landwirtsch. Jb. 64, 495 [1926].

<sup>21)</sup> J. Landwirtsch. 75, 265 [1927].

<sup>22)</sup> F. Stroebele, Möglichkeiten des Eiweißersatzes. Erzeugungsschlacht 1934/35, Vorträge gelegentlich der Vortragstagung des Reichsnährstandes und Forschungsdienstes, Berlin, Januar 1933.

<sup>23)</sup> W. Glau, Chemiker-Ztg. 46, 693 [1922].

<sup>24)</sup> F. H. Ziemer, Biochem. Z. 232, 352 [1931].

<sup>25)</sup> P. Ehrenberg, E. Ungerer u. H. Klose, Biochem. Z. 245, 118 [1932]; P. Ehrenberg u. H. Briese, ebenda 257, 194 [1933]; P. Ehrenberg u. A. Scholz, ebenda 270, 188 [1934]; P. Ehrenberg u. Mitarbeiter, Biedermanns Zbl. Agrik.-Chem. ration. Landwirtschaftsbetr. Abt. B.: Tierernähr. 6, 425 [1934].

<sup>26)</sup> Z. Züchtg. Reihe B. Tierzüchtg. u. Züchtungsbiol. 28, 451 [1933].

<sup>27)</sup> F. Stroebele, a. a. O.; G. Vierling, Dtsch. Landwirtsch. Presse 62, 144 [1935]; P. Ehrenberg u. v. Prittwitz, Landwirtsch. Versuchsstat. 125, 101 [1936]; E. Weber, Dtsch. Landwirtsch. Presse 68, 91 [1936].

<sup>28)</sup> F. Stroebele, a. a. O.; E. Ungerer, Biochem. Z. 147, 275 [1924]; H. Buckenauer, ebenda 174, 188 [1926]; J. Williger, ebenda 180, 156 [1927].

<sup>29)</sup> Biedermanns Zbl. Agrik.-Chem. ration. Landwirtschaftsbetr. Abt. B.: Tierernähr. 5, 532 [1933].

je nach den Umständen begrenzt sein könnte, und daher dieselben Mengen von Nichteiweiß bald mehr, bald weniger Kraftfuttereiweiß bei den Wiederkäuern ersetzen würden<sup>30)</sup>. Wissenschaftliche Untersuchungen fehlen bislang, von älteren Ermittlungen *M. Müllers* abgesehen<sup>31)</sup>, trotz dahin gehender Wünsche noch völlig<sup>32)</sup>.

Aber auch hierin dürfte nicht der entscheidende Umstand der Eiweißersatzfrage für den Wiederkäuer<sup>33)</sup> liegen, wenn auch sehr wahrscheinlich Beeinflussung der sich im Pansen vorzugsweise entwickelnden Bakterienarten, Förderung bzw. auswählende Hemmung und dgl. allerlei Möglichkeiten eröffnen<sup>34)</sup>, da der Pansen ja eine Art von Gärraum darstellt, in dem höchstwahrscheinlich bald die eine, bald die andere Bakteriengruppe zum Überwiegen gebracht werden kann bzw. durch die natürlichen Umstände wechselnd überwiegt. Auch kann die Verdaulichkeit von Bakterien vermutlich nach ihrer Art wechseln<sup>35)</sup>. Weiter führen wird uns dagegen folgende Überlegung, wobei wir nicht dem Nahrungseiweiß selbst, sondern seinen Bausteinen, den verschiedenen Aminosäuren, besondere Bedeutung beimessen. Wir müssen mit zwei Möglichkeiten rechnen. Zunächst einmal können sehr wohl die Bakterieneiweiße den einen oder anderen für unsere Wiederkäuer erforderlichen Eiweißbaustein nicht oder nur in beschränktem Umfang enthalten. Das würde bedeuten, daß die mehr oder weniger nützliche Wirkung des aus Nichteiweiß im Pansen aufgebauten Bakterieneiweißes davon abhängt, in welchem Umfang sein Mangel an dem oder jenem Eiweißbaustein durch das daneben gebotene Futter ergänzt wird. Bisher lassen wir diese Ergänzung lediglich vom Zufall abhängig sein. Da uns aber bislang die notwendigen Kenntnisse von dem Gehalt der üblichen Futtermittel an den zum Aufbau vollwertigen Eiweißes erforderlichen Eiweißbausteinen mangeln, ebenso aber auch von dem tatsächlichen Bedarf unserer Nutztiere daran unter den verschiedenen Bedingungen, so fehlt uns auch für die erfolgreiche Durcharbeitung des Eiweißersatzes durch Beifütterung von Ammoniak und Aminosäuren die notwendige Grundlage. Dazu beherrschen wir leider auch nicht die Kenntnis über die von den Pansenbakterien in Form von Bakterieneiweiß aufgebauten, für den Tierkörper mehr oder minder notwendigen Eiweißbausteine, und ebensowenig das Wissen darüber, was hierdurch an notwendigen Eiweißbausteinen nicht geliefert wird, weil die Bedingungen dafür ungünstig sind, oder was auch bei günstigen Bedingungen nicht geliefert werden kann.

Es ist außerdem, und dies ist der zweite Punkt, der hier eine Rolle zu spielen vermag, durchaus möglich, daß die Pansenbakterien außer ihrem Aufbau von Bakterieneiweiß auch in irgendeiner Weise einzelne Aminosäuren auftreten lassen, vielleicht bei Zersetzung ihrer eigenen Leibesmasse<sup>36)</sup> oder anderweitig. Diese werden nun ohne die jeweils erforderliche Ergänzung noch mehr als etwa einseitig und daher nicht vollwertig zusammengesetztes Bakterieneiweiß von geringerem Nutzen oder gar wertlos sein, bei Ergänzung vermögen sie aber vermutlich das Eiweiß voll zu ersetzen. — Schon in älteren Versuchen finden sich für den durch diese Erwägungen geschärften Blick Angaben, die es wahrscheinlich machen, daß derart Erfolge zu gewinnen sind<sup>37)</sup>. Darüber hinaus müssen wir aber besonders bedenken, daß alle unsere Futtermittel

ihre Eiweißbausteine durchaus nicht in den jeweils für den Aufbau des zu erzeugenden tierischen Voll-eiweißes erforderlichen Mengen enthalten. Die von uns zusammengestellten, an das einzelne Tier verabfolgten Futtergemische<sup>38)</sup> könnten sehr wahrscheinlich häufig noch wesentlich verbessert werden, indem man bald den einen, bald den anderen Eiweißbaustein, der vielleicht gerade in nicht ganz zureichender Menge darin vorhanden ist, vermehrt. Solange wir das nicht tun und mangelnden Wissens halber nicht tun können, wird unsere Eiweißfütterung von der möglichsten Sparsamkeit wie vom höchsten Erfolg noch weit entfernt bleiben<sup>39)</sup>. — Zweifellos muß es einstmals gelingen, die Leistung der Pansenkleinbewesen und etwaige Beifütterung so zu leiten, daß innerhalb der von den natürlichen Möglichkeiten gesetzten Grenzen Eiweißbausteine aller benötigten Arten im Pansen in solchem Mengenverhältnis zur Verfügung gestellt werden, daß man damit den Aufbau einer entsprechenden Milch- bzw. Körpermasse sichert. Nur durch Klarlegung der hierfür grundlegenden wissenschaftlichen Tatsachen, nicht durch ein Herumprobieren mit den verschiedensten Eiweißersatzmitteln, wird man die hier in Frage stehenden Zusammenhänge zum Vorteil unserer Landwirtschaft und Volksernährung beherrschen lernen. Der Weg ist lang, daher sollte man eilends beginnen! Wegen der sehr viel größeren Gleichartigkeit unserer landwirtschaftlichen Tierfütterung ist für diese der behandelte Gedankengang wichtiger und aussichtsvoller als in der meist überaus abwechslungsreichen Ernährung des Menschen.

Eine letzte Möglichkeit, Eiweiß für menschliche oder tierische Ernährungszwecke durch fabrikmäßige Herstellung zur Verfügung zu stellen, stellt die Hefegewinnung dar. Konnten sich auch die sog. „Nährhefe“ wegen ihres unangenehmen, durch Tranverwendung bei der Gewinnung bedingten Geschmacks und die Futterhefe wegen der zu hohen Kosten früher nicht durchsetzen, so erstand eine neue Förderung des Gedankens, als man nach *Bergius* auf dem Wege der Holzverzuckerung Abfälle unseres Waldbaues zu sog. Holzzucker verarbeiten und diesen durch Hefeferzeugung in ein der Landwirtschaft wertvolleres und daher auch für Gewinnungskosten tragfähigeres Futtermittel mit möglichst beträchtlichem Eiweißgehalt umzuwandeln lernte<sup>40)</sup>. Eine wirkliche Großherstellung hat freilich auch auf diesem Gebiet noch nicht eingesetzt<sup>41)</sup>. Ausgiebige Versuche mit verschiedenen landwirtschaftlichen Tierarten haben aber einhellig erwiesen, daß die Holzzuckerhefe, wie sie bisher geliefert wurde, durchaus nützlich zu verwenden wäre. Ochsen, Schweine, Schafe und Pferde verdauen sie in erheblichem Umfang<sup>42)</sup>, und wir müssen in ihr eins der heute nur selten und in geringer Menge bei uns vorkommenden, wertvollen Futtermittel mit hohem Gehalt an verdaulichem Eiweiß erkennen; auch die Haltbarkeit dürfte keinen Anlaß zu Bedenken bieten<sup>43)</sup>, wesentlich eher die Herstellungskosten.

Wir sehen somit, daß zurzeit manche Aussichten dafür bestehen, die sonst auf dem Wege des Ankaufs aus dem Ausland gedeckten Bedürfnisse Deutschlands an großen Mengen von leichtverdaulichem Futtereiweiß im Laufe der Zeit mehr und mehr im Inland zu befriedigen. Aber viel wissenschaftliche Arbeit ist dafür noch zu bewältigen, und geeignete Hilfskräfte und Mittel mangeln. [A. 98.]

<sup>30)</sup> Die derart zunächst in Dänemark und dann in Deutschland auf diesem Wege erzielten Erfolge sind auch ein Beweis für die von mir hier vertretenen Ansichten, nur daß man sehr viel weiter kommen könnte und kommen sollte.

<sup>31)</sup> Biedermanns Zbl. Agrik.-Chem. ration. Landwirtschaftsbetr. Abt. B.: Tierernährg. 6, 426 [1934], s. a. Landwirtschaft. Versuchsstat. 125, 117 u. f. [1936].

<sup>32)</sup> *F. Honcamp*: Vom Holz zum Kohlenhydrat und Eiweiß für Futterzwecke. C. Hinshelwood, Rostock.

<sup>33)</sup> *E. Gundermann*, Zbl. Zuckerind. 42, 959/960 [1934].

<sup>34)</sup> Landwirtschaft. Versuchsstat. 118, 263 [1935]; 121, 191 [1935]; 125, 301 [1936].

<sup>35)</sup> Ebenda 125, 339 [1936].

<sup>30)</sup> Landwirtschaft. Versuchsstat. 120, 114 [1936].

<sup>31)</sup> Pflügers Arch. ges. Physiol. Menschen Tiere 112, 245 [1906].

<sup>32)</sup> Versuche von *Voeltz* u. *Rosenthal* können, da mit Hunden angestellt, uns hier nicht dienen. Vgl. Landwirtschaft. Jb. 88, 435 [1909].

<sup>33)</sup> Landwirtschaft. Versuchsstat. 120, 117 [1936].

<sup>34)</sup> Biochem. Z. 270, 188 [1934].

<sup>35)</sup> *D. W. Bruner*, J. Bacteriol. 26, 361 [1933].

<sup>36)</sup> *B. Sjollem* u. *J. E. van der Zande*, Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, Proc. 25, 482 [1922].

<sup>37)</sup> *W. Voeltz* u. *Rosenthal* a. a. O.