

Die „Eiweißlücke“ und die biotechnologische Eiweißsynthese

Synthetische Nahrungsmittel in der nationalsozialistischen Autarkiepolitik

VON BIRGIT PELZER-REITH U. REINHOLD REITH

Überblick

Der Schließung der „Eiweißlücke“ kam im Rahmen der nationalsozialistischen Autarkiepolitik eine besondere Bedeutung zu, da Eiweiß in hohem Ausmaß importiert werden musste. Einen Ansatz zur Lösung des Problems sahen nationalsozialistische Ernährungsexperten und -politiker neben der „Erzeugungsschlacht“ und der „Verbrauchslenkung“ auch in biotechnologischen Verfahren in der Produktion von Hefe als Eiweißträger. Zur Eiweißsynthese auf Hefebasis sollten in großen Mengen verfügbare Rohstoffe wie Holz, Holzabfälle, Sulfitablaugen der Papier- und Zellstoffindustrie, Stroh, Molke und Melasse herangezogen werden. Zunächst wird ein Überblick über die verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Hefeeiweiß gegeben. Die Planung und Durchführung der großtechnischen Umsetzung wird auf der Basis der Akten der beteiligten staatlichen und industriellen Akteure dargestellt.

Diese Verfahren zielten zunächst auf die Gewinnung von Futtereisweiß, doch im Zuge der Kriegswirtschaft und der ab 1942/43 einsetzenden Verschlechterung der Versorgung wurde das biosynthetische Eiweiß auch für die menschliche Ernährung herangezogen. Obwohl die Eiweißsynthese 1943 hinsichtlich der Dringlichkeitsstufe dem Mineralölprogramm und der Kohleförderung gleichgestellt wurde, konnten die Planziele für die Produktion von Hefeeiweiß bis Kriegsende jedoch nur in Ansätzen erreicht werden. Als Großabnehmer fungierte vor allem das Oberkommando des Heeres. Spätestens 1944 wurde synthetisches Eiweiß auch zur Verpflegung von Zwangsarbeitern in der Rüstungsindustrie und im Bergbau herangezogen. Abschließend wird die Wirtschaftlichkeit dieser biotechnologischen Prozesse abgeschätzt und die Frage nach der Kontinuität und Weiterentwicklung der Verfahren in der Nachkriegszeit aufgeworfen.

Abstract

Within autarkic National Socialist policy, particular importance was attached to closing the “protein gap” (“Eiweißlücke”) as a high proportion of the demand for protein had to be imported. Nazi nutritionists and food-policy makers

regarded biotechnological processing, specifically, the production of yeast as a protein-rich foodstuff, as one approach toward addressing this problem, alongside “Erzeugungsschlacht” and “Verbrauchslenkung” (production butchery and consumption control). Bulk quantities of available raw materials, such as, wood, waste wood, sulphite liquor from the paper and pulp industry, straw, whey, and molasses, were to be used in synthesizing protein.

First, an overview of the various processes for manufacturing yeast protein is offered. The planning and execution of large-scale technical implementation is presented on the basis of state and industrial files from the actors involved. The initial aim of these processes was the extraction of feed protein. However, as the war economy progressed and provisioning worsened from 1942/43 on, biosynthetic protein was also employed for human nutrition. Although, based on its priority designation, protein synthesis was set on a par with the mineral oil program and coal extraction, by war’s end only a start could be made at reaching the planned goals in yeast-protein production. The Army High Command served as the primary bulk purchaser. Latest in 1944 synthetic protein was also utilized to feed forced laborers in the armaments industry and in mining. In closing, the efficiency of these biotechnological processes is assessed and the question of the continuity and further development of these processes during the postwar period is broached.

Einleitung

Die Entwicklung des Lebensstandards bzw. der Ernährung im Nationalsozialismus und besonders im Zweiten Weltkrieg ist in der zeithistorischen Forschung kontrovers diskutiert worden. Christoph Buchheim hat in *Der Mythos vom „Wohlleben“* den Forschungsstand dahingehend resümiert, dass die Versorgungslage schon bei Kriegsbeginn dürftig war, und sich – trotz der Ausbeutung der besetzten Gebiete – spätestens seit 1942/43 kontinuierlich verschlechterte und 1945 einen Tiefpunkt erreichte.¹ Auf die traumatischen Erfahrungen des Ersten Weltkriegs und das „Blockade-Syndrom“, die die Strategie der Nationalsozialisten im Bereich der Ernährungswirtschaft bestimmten, ist in der Forschung frühzeitig hingewiesen worden.² Doch die Hoffnungen, die auf der Landwirtschaft bzw. dem „Reichsnährstand“ ruhten, die durch die „Erzeugungsschlacht“ die Versorgung gewährleisten sollten,

- 1 Christoph Buchheim, *Der Mythos vom „Wohlleben“*. Der Lebensstandard der deutschen Zivilbevölkerung im Zweiten Weltkrieg, in: Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte 58, 2010, S. 299–328. Buchheim betont den weiteren Forschungsbedarf, da umfassende Untersuchungen zur allgemeinen Ernährungssituation zwischen 1939 und 1944/45 fehlen (S. 302f.). Vgl. auch Lizzie Collingham, *The Taste of War. World War II and the Battle for Food*, New York 2012.
- 2 Gustavo Corni u. Horst Gies, *Brot, Butter, Kanonen: Die Ernährungswirtschaft in Deutschland unter der Diktatur Hitlers*, Berlin 1997, hier S. 399–409; vgl. auch Wolfgang Heidel, *Ernährungswirtschaft und Verbrauchslenkung im Dritten Reich 1936–1939*, Diss. phil. FU Berlin 1988.

hatten sich schon früh zerschlagen.³ Bereits vor dem Vierjahresplan setzte mit Propagandaaktionen wie dem „Eintopfsonntag“ oder „Kampf dem Verderb“ die „Verbrauchslenkung“ ein, die auf die Einsparung von Lebensmitteln zielte, die die deutsche Landwirtschaft „aus eigener Scholle“ selbst nicht bereitstellen konnte, und die mit Devisen auf dem Weltmarkt beschafft werden mussten.⁴ Diese Nahrungsmittel sollten substituiert werden: Vollkornbrot sollte z.B. das Weißbrot ersetzen und die subventionierte „Volksmarmelade“ sollte fetthaltige Brotaufstriche einsparen.⁵

Schon unmittelbar vor dem Vierjahresplan charakterisierten Ernährungspolitiker und Ernährungswissenschaftler die Tatsache, dass Fett und Futtereiweiß in großen Mengen importiert werden mussten, als „Fettlücke“ und „Eiweißlücke“. Auch auf diesen Gebieten konzentrierte man sich zunächst auf „Verbrauchslenkung“ und Ertragssteigerung, darüber hinaus versuchte man, die „Lücken“ durch die Synthese von Ersatzstoffen zu schließen. Diese synthetischen Nahrungsmittel sind in der Forschung bisher kaum thematisiert worden: Mit dem „Fett aus Kohle“ sollte die „Blockade“ durch „deutschen Erfindergeist“, d.h. durch den von der chemischen Industrie eingeschlagenen Pfad der Hochdrucksynthese überwunden werden – wobei das synthetische Speisefett vor allem als „politische Ration“, d.h. als Nahrungsmittel für sowjetische Kriegsgefangene und in Konzentrationslagern diente.⁶ Zur Schließung der „Eiweißlücke“ hingegen kamen biotechnologische Verfahren zum Einsatz, die sich auf unterschiedliche Rohstoffe – wie Holzzucker, Sulfitablaugen und Molken – stützten. Zunächst sollte Futtereiweiß produziert werden, doch während des Zweiten Weltkriegs konzentrierte man sich zunehmend auf die Herstellung von Eiweiß für die menschliche Ernährung. Dabei konnte man auf Verfahren aufbauen, die während des Ersten Weltkriegs und in der Zwischenkriegszeit in Deutschland entwickelt wurden.⁷

Im Kontext der Autarkiepolitik wurde die weitere Entwicklung als auch die großtechnische Umsetzung dieser Verfahren vorangetrieben, doch über die Akteure, die Planung und Umsetzung der biotechnologischen

- 3 Stephanie Degler u. Jochen Streb, Die verlorene Erzeugungsschlacht: Die nationalsozialistische Landwirtschaft im Systemvergleich, in: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte, 2008, Teil I, S. 161–182.
- 4 Vgl. Hartmut Berghoff, Methoden der Verbrauchslenkung im Nationalsozialismus, in: Dieter Gosewinkel (Hg.), Wirtschaftskontrolle und Recht in der nationalsozialistischen Diktatur, Frankfurt a.M. 2005, S. 281–316.
- 5 Uwe Spiekermann, Vollkorn für die Führer. Zur Geschichte der Vollkornbrotpolitik im „Dritten Reich“, in: 1999. Zeitschrift für Sozialgeschichte des 20. und 21. Jahrhunderts 16, 2001, S. 91–128; Heidel (wie Anm. 2), S. 225–228; John Perkins, Nazi Autarchic Aspirations and the Beet-Sugar Industry, 1933–9, in: European History Quarterly 20, 1990, S. 497–518.
- 6 Birgit Pelzer-Reith u. Reinhold Reith, „Fett aus Kohle“? Die Speisefettsynthese in Deutschland 1933–1945, in: Technikgeschichte 69, 2002, S. 173–205.
- 7 John H. Litchfield, Single-Cell Proteins, in: Jean L. Marx (Hg.), A Revolution in Biotechnology, Cambridge 1989, S. 71–81, S. 71f. Diese Verfahren wurden – so Litchfield – nur in Deutschland entwickelt.

Proteinsynthese(n) ist bisher wenig bekannt. Treibende Kraft war das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft (REM) in enger Verbindung mit dem „Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe“, dem späteren Reichsamt für Wirtschaftsausbau. Carl Krauch (IG Farbenindustrie) war in verschiedenen Funktionen, besonders als Generalbevollmächtigter für Sonderfragen der chemischen Erzeugung, an Planung und Umsetzung beteiligt. Am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin bearbeiteten Hermann Fink und seine Mitarbeiter die mikrobiologischen Grundlagen der biosynthetischen Prozesse, deren großtechnische Umsetzung einerseits in Tornesch (Scholler) und Mannheim-Rheinau (Bergius), andererseits durch die Waldhof Mannheim sowie die IG Farben in Wolfen erfolgte.

In Lenzing und Wildshausen entwickelte die Biosyn AG unter Walter Schieber ein weiteres Verfahren zur Herstellung von biosynthetischen Eiweißprodukten, die vor allem von der SS abgenommen wurden.⁸ Das Oberkommando des Heeres war mit Wilhelm Ziegelmayr, einem frühen Propagandisten der Eiweißsynthese (und der Speisefettsynthese), von Beginn an als Abnehmer von Eiweiß zur Versorgung der Wehrmacht involviert. Spätestens im März 1944 übernahm das Rohstoffamt im Reichsministerium für Rüstung und Kriegsproduktion unter Leitung von Hans Kehrl die Lenkung der Hefeherzeugung. Kehrl nahm später für sich in Anspruch, dass er die Produktion von Wuchshefen in großindustriellem Umfang ab Herbst 1944 eingeleitet habe, um „der akuten Gefahr einer kommenden Hungersnot auf einem Spezialgebiet zu begegnen“.⁹

Hinsichtlich der wirtschaftlichen und technischen Bedeutung der biosynthetischen Eiweißherzeugung (auch über die NS-Zeit hinaus) gibt es bisher durchaus unterschiedliche Einschätzungen.

In wirtschaftlicher Hinsicht wäre zu fragen, ob für die biologische Eiweißsynthese auch die These einer „Flucht in den Käfig“ und die damit verbundene „überdurchschnittlich entwickelte Fähigkeit, aus ungeeigneten Ressourcen mit hohem Aufwand Zweitklassiges herzustellen“ gilt, die Ulrich Wengenroth mit Blick auf die Verhüttung minderwertiger Erze, die Herstellung von Zellwolle oder die Benzinsynthese formuliert hat? – Zählt die biologische Eiweißsynthese (wie die chemische Speisefettsynthese) zu der „Vielzahl von Programmen der Ersatzstoffwirtschaft, in denen mit hohem Aufwand von Forschung und Technik Produkte geschaffen wurden, die andere Länder mit weit weniger Aufwand am Weltmarkt bezogen“,¹⁰ und handelte es sich angesichts der

8 Reinhold Reith, „Hurrah die Butter ist alle!“ „Fettlücke“ und „Eiweißlücke“ im Dritten Reich, in: Michael Pammer, Herta Neiß u. Michael John (Hg.), Erfahrung der Moderne. Festschrift für Roman Sandgruber zum 60. Geburtstag, Stuttgart 2007, S. 349–372, S. 366–372.

9 Hans Kehrl, Krisenmanager im Dritten Reich. 6 Jahre Frieden – 6 Jahre Krieg, 2. Aufl., Düsseldorf 1973, S. 423.

10 Ulrich Wengenroth, Die Flucht in den Käfig: Wissenschafts- und Innovationskultur in Deutschland 1900–1960, in: Rüdiger vom Bruch u. Brigitte Kaderas (Hg.), Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Wiesbaden 2002, S. 52–59, S. 53f.; Helmut Trischler,

Bindung finanzieller Mittel, die somit für andere Produktinnovationen nicht mehr zur Verfügung standen, um eine Fehlallokation?¹¹

Luitgard Marschall hat betont, dass biotechnologische Prozesse nur in Nischenbereichen und dort genutzt wurden, wo chemische Synthesen an ihre Grenzen stießen. Es seien keine systematischen Forschungen unternommen worden und merkbare technologische Durchbrüche und Innovationen habe es in Deutschland in diesem Forschungsfeld in der NS-Zeit nicht gegeben.¹² Andererseits hat Ulrike Thoms die innovative Kraft des Krieges im Bereich der Nahrungsmittelversorgung betont: Die Alliierten seien über das hohe Level der technischen Entwicklung erstaunt gewesen. Die modernisierungstheoretische Perspektive, dass die „food innovations by the German army [...] were implemented during the war and the decision to invest in this sector was far-sighted, ultimately producing high profits for all involved“ steht allerdings zur Diskussion, zumal Thoms sich vor allem auf Konservierungstechniken (Trocknen, Kühlen bzw. Gefrieren) konzentriert und Entwicklungen wie die Fett- und Eiweißsynthese nicht einbezieht.¹³ Es ist daher naheliegend, die wirtschaftliche und technische Bedeutung biotechnologischer Verfahren zur Nahrungsmittelherstellung in der NS-Zeit – und darüber hinaus – überhaupt erst einmal auf der Basis bislang unberücksichtigter Quellenbestände im Detail zu klären.

Die „Eiweißlücke“

Schon zu Beginn der 1930er Jahre mussten in Deutschland jeweils rund 1 Mio. t Eiweiß bzw. Fett eingeführt werden. Unter den drei großen sog. Erzeugungslücken, der „Eiweißlücke“, der „Fettlücke“ sowie der „Faserlücke“ maßen Ernährungspolitiker und Ernährungswissenschaftler den beiden erstgenannten die größte Bedeutung bei.¹⁴

„Made in Germany“ Die Bundesrepublik als Wissensgesellschaft und Innovationssystem, in: Thomas Hertfelder u. Andreas Rödder (Hg.), *Modell Deutschland. Erfolgsgeschichte oder Illusion*, Göttingen 2007, S. 44–60, S. 50f.

- 11 Ulrich Marsch, *Von der Syntheseindustrie zur Kriegswirtschaft. Brüche und Kontinuitäten in Wissenschaft und Politik*, in: Helmut Maier (Hg.), *Rüstungsforschung im Nationalsozialismus. Organisation, Mobilisierung und Entgrenzung der Technikwissenschaften*, Göttingen 2002, S. 33–51, S. 49f.
- 12 Luitgard Marschall, *Consequences of the Politics of Autarky: The Case of Biotechnology*, in: Margit Szöllösi-Janze (Hg.), *Science in the Third Reich*, Oxford 2001, S. 111–138.
- 13 Ulrike Thoms, *The Innovative Power of War: The Army, Food Sciences and the Food Industry in Germany in the Twentieth Century*, in: Ina Zweiniger-Bargielowska, Rachel Duffett u. Alain Drouard (Hg.), *Food and War in Twentieth Century Europe*, Burlington 2011, S. 247–262, S. 258f.
- 14 Vgl. Pelzer-Reith/Reith (wie Anm. 6), S. 173–205; Reith (wie Anm. 8). Die Begriffe „Eiweißlücke“ und „Fettlücke“ finden sich u.a. in: Hans von der Decken, *Deutschlands Versorgung mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen unter besonderer Berücksichtigung der Auslandsabhängigkeit*, Berlin 1935, S. 39f.; Wilhelm Ziegelmeier, *Rohstoff-Fragen der deutschen Volksernährung*, Dresden u. Leipzig 1936, S. 19–58, S. 19 u. S. 25f.

Schon vor dem Vierjahresplan 1936 hatte es systematische Überlegungen und Vorstellungen dazu gegeben, mit welchen Maßnahmen diese Lücken zu schließen bzw. zu überwinden seien. In beiden Fällen konzentrierte man sich zunächst auf eine Ertragssteigerung sowie die Lenkung des Verbrauchs unter der Devise: „Die Ernährung soll sich grundsätzlich auf die Erzeugnisse des deutschen Bodens einstellen und sich dem jahreszeitlichen Ablauf der Erzeugung und der Ernte anpassen.“¹⁵ Für Ernährungsexperten wie Wilhelm Ziegelmayr lag das Problem in erster Linie in der Struktur des Verbrauchs, genauer gesagt im zu hohen Verbrauch an tierischem Eiweiß: Ziegelmayr berechnete, in Deutschland werde der Eiweißverzehr zu 54% aus pflanzlichem und zu 46% aus tierischen Erzeugnissen gedeckt, von denen jeweils 12 bzw. 20% eingeführt werden müssten.¹⁶ In der ausreichenden Eiweißversorgung sah Ziegelmayr den „Angelpunkt der deutschen Volksernährung und Selbstversorgung“. Deshalb forderte er einen „Weg der teilweisen ‚Umgehung des Tiermagens‘“, einerseits durch die Steigerung des Verzehrs hochkonzentrierter pflanzlicher Eiweißträger wie Soja und Lupine sowie den stärkeren Verzehr des Eiweißes der Restmilch und Restmilchprodukte, andererseits durch die Gewinnung von Futterhefe bzw. synthetischem Futtereiweiß.¹⁷ Der Verbraucher solle die Ernährung von „vorwiegend tierischen auf pflanzliche Produkte, von Eiweiß und Fett auf Kohlenhydrate“ umstellen.¹⁸ Die Bodenkultur und die Pflanzenzüchtung galten vielfach als Hauptwege in der Lösung der Eiweißfrage. Eiweiß sollte aus den verschiedensten Samen und Früchten wie Sojabohne und Lupine, aus Rosskastanien, Mais, Buchweizen und Zuckerrübenschnitzeln gewonnen werden.¹⁹ Eine unerschöpfliche Quelle an tierischem Eiweiß sahen die Ernährungspolitiker im Fischeiweiß, daher wurde auch die deutsche Seefischerei verstärkt ausgebaut. Durch gezielte Propaganda, durch Schulungen von Fachkräften und die Errichtung von Spezialgeschäften sollten

15 A. Moritz, Wertvolle Ergänzungen zur Erzeugungsschlacht, in: Der Vierjahresplan. Zeitschrift für nationalsozialistische Wirtschaftspolitik 3, 1939, S. 117; s.a. Dieter Petzina, Autarkiepolitik im Dritten Reich. Der nationalsozialistische Vierjahresplan, Stuttgart 1968, S. 175.

16 Ziegelmayr (wie Anm. 14), S. 43.

17 Wilhelm Ziegelmayr, Rohstoff „Eiweiß“. Warum gibt es in Deutschland eine Eiweißfrage?, in: Der Vierjahresplan 1, 1937, S. 82–84, S. 84. Er errechnete eine Fehlmenge von 300.000 t „vollwertigem“ Eiweiß (Fleisch, Fisch, Eier, Käse, Milch) und versprach „überraschende Lösungsmöglichkeiten“ zur Schließung der Eiweißlücke. Reith (wie Anm. 8), S. 405f.

18 Hans Adalbert Schweigart, Der Ernährungshaushalt des deutschen Volkes, Berlin 1937, S. 11; Corni/Gies (wie Anm. 2), S. 353.

19 Joachim Drews, Die „Nazi-Bohne“. Anbau, Verwendung und Auswirkung der Sojabohne im Deutschen Reich und in Südosteuropa (1933–1945), Münster 2004, S. 61–66 u. S. 121–137; Susanne Heim, Kalorien, Kautschuk, Karrieren. Pflanzenzüchtung und landwirtschaftliche Forschung in Kaiser-Wilhelm-Instituten 1933–1945, Göttingen 2003, S. 23–84; Thomas Wieland, Die politischen Aufgaben der deutschen Pflanzenzüchtung. NS-Ideologie und die Forschungsarbeiten der akademischen Pflanzenzüchter, in: Susanne Heim (Hg.), Autarkie und Ostexpansion. Pflanzenzüchtung und Agrarforschung im Nationalsozialismus, Göttingen 2002, S. 35–56.

diese beiden Einrichtungen dem Konsumenten den Fisch schmackhaft machen und dazu beitragen, den Verbrauch zu steigern.²⁰

Besonderes Augenmerk lag außerdem auf dem Ersatz von Eiern, da auch sie zu den Lebensmitteln zählten, bei denen ein relativ hoher Importbedarf bestand und eine „chronische Anspannung in der Versorgung zu verzeichnen war“.²¹ Mit diversen Ersatzprodukten versuchten die nationalsozialistischen Ernährungsstrategen „handelspolitisch erwünschte Einschränkungen an Einfuhren von Eiprodukten zugunsten lebensnotwendigerer Rohstoffe, wie z.B. Ölsaaten, Metalle usw.“ zu erreichen.²² Anstatt der Fleischbrühextrakte (Bouillon-Würfel) wurden sowohl für den Haushalt als auch für die Anstalts- und Gasthausernährung „deutsche Hefeextrakte“ empfohlen, um „auf die Einfuhr von südamerikanischen oder anderen ausländischen Fleischextrakten“ verzichten zu können, denn volkswirtschaftlich gesehen sei die Verarbeitung des wertvollen Fleisches zu Extrakt eine Verschwendung, da große Mengen Eiweiß dabei verloren gingen.²³

Ziegelmayr hielt 1936 die Liste der Möglichkeiten, die „Eiweißlücke“ zu verkleinern oder gar zu schließen, für beliebig verlängerbar, und man solle allen Möglichkeiten, „die Technik und Chemie bieten, selbst wenn das eine oder andere Verfahren [...] im Augenblick noch wirtschaftlich unrentabel erscheint“, nachgehen.²⁴ Er hatte dabei die Produktion von Eiweiß auf der Grundlage von industriellen Abfällen, den wässrigen Rückständen der Spiritus-, Presshefe-, Zucker- und Stärkefabrikation als auch die biologische Eiweißgewinnung auf der Basis des Holzzuckers bzw. der Sulfitablaugen der Holz- und Zellstoffindustrie vor Augen.²⁵ Damit kamen biotechnologische Verfahren der Eiweißzüchtung in Betracht,²⁶ deren Anfänge in Deutschland in der Zeit des Ersten Weltkriegs liegen, die jedoch keineswegs als produktionsreif bezeichnet werden können. Die Verhefung auf Basis der Holzverzuckerung

20 Birgit Pelzer-Reith u. Reinhold Reith, Fischkonsum und „Eiweißlücke“ im Nationalsozialismus, in: Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (VSWG) 96, 2009, S. 4–30; Ole Sparenberg, „Segen des Meeres“: Hochseefischerei und Walfang im Rahmen der nationalsozialistischen Autarkiepolitik, Berlin 2012.

21 Adolf Reitz (Nahrungsmittel: Wunderwerke der Natur, Stuttgart 1939, S. 72) gibt an, dass 1938 1,5 von 8 Milliarden Eiern importiert werden mussten; s.a. Heidel (wie Anm. 2), S. 216–219; s. dazu Bundesarchiv Berlin (BA) R 86, Nr. 3928, S. 13–17: Verzeichnis der dem Reichsgesundheitsamt vorliegenden Ei-Austauschstoffe vom 18.12.1940.

22 Ziegelmayr (wie Anm. 14, jedoch 3. Aufl. 1939), hier S. 132 u. S. 188–191; s. Beharrell, Albumen Substitutes from Fish: Further Report on Deutsche Eiweiss Gesellschaft, BIOS Final Report 1481.

23 Ziegelmayr (wie Anm. 14), S. 127–128.

24 Ebd., S. 52.

25 Bereits 1936 hatten Hermann Fink und Richard Lechner ein Verfahren zur Dauerzüchtung von Torula-Hefen auf Sulfitablaugen als Futterhefe publiziert (in: Angewandte Chemie 49, 1936, S. 775–777).

26 Luitgard Marschall, Im Schatten der chemischen Synthese. Industrielle Biotechnologie in Deutschland (1900–1970), Frankfurt a.M. u. New York 2000, S. 105–110.

sowie auf Basis der diversen industriellen Abfälle war großtechnisch nicht erprobt, sondern befand sich noch im Labormaßstab oder allenfalls im Versuchsstadium.²⁷ Die Bemühungen zur Entwicklung dieser biotechnologischen Verfahren blieben weitgehend auf Deutschland begrenzt und sie wurden, wie Robert Bud betont, „durch die Isolation während des Zweiten Weltkriegs verstärkt.“ In den USA habe es erst 1944 Versuche gegeben, Futterhefe über Holzzucker zu synthetisieren, während in England zur gleichen Zeit Versuche einsetzten, zuckerhaltige Abfälle kolonialer Produkte zur Hefeherstellung zu nutzen.²⁸

Hefe als Eiweißlieferant

Hefe wird seit Jahrhunderten zur Herstellung von alkoholischen Getränken (Wein, Bier) aber auch als Back- und Triebmittel verwendet. Ihre Bedeutung als Nähr- und Futtermittel erkannten Max Delbrück und seine Mitarbeiter am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin.²⁹ Mit einem Proteinanteil von 52 bis 58% (gegenüber ca. 21% in magerem Fleisch) stellt die Hefe ein eiweißreiches Produkt mit einem hohen Nährwert dar. Delbrück und Mitarbeiter schlugen deshalb um 1910 die Weiterverwertung der beim Brauprozess anfallenden Hefe in Form einer lagerfähigen Trockenhefe vor, und 1914 produzierten in Deutschland bereits fünf Nährhefefabriken und 16 Trocknereien Hefe, die sowohl als Kraftfuttermittel als auch zur menschlichen Ernährung eingesetzt wurde.³⁰ Zur Bekämpfung der drastischen Unterversorgung mit Eiweiß mussten während des Ersten Weltkriegs die Brauereien die gesamte anfallende Hefe an die unter staatlicher Aufsicht stehenden Hefe verarbeitenden Fabriken abgeben. Außerdem wurden verschiedene Heferasen (sog. Mineralhefen bzw. Wuchshefen) auf Melasse (Abfall bei der Zuckerherstellung) als Kohlenhydratquelle unter Zugabe von anorganischen Salzen gezüchtet. Diese Hefeherzeugung im großtechnischen Maßstab, die Max Delbrück und seine Mitarbeiter entwickelt hatten, musste jedoch aufgrund des Mangels an geeigneten billigen Substraten (Zucker und Melasse) wieder eingestellt

27 Ebd., S. 128; vgl. Fink/Lechner (wie Anm. 25), S. 775–777; Hans Limmer, Die Holzverzuckerung und ihre Bedeutung für die deutsche Forst-, Ernährungs- und Treibstoffwirtschaft, (masch. Diss.) Nürnberg 1942, S. 20.

28 Vgl. Robert Bud, *Wie wir das Leben nutzbar machten. Ursprung und Entwicklung der Biotechnologie*, Leipzig 1994, S. 173.

29 Max Delbrück (1850–1919) gilt als der Begründer der Gärungstechnik. Marschall (wie Anm. 26), S. 70–74.

30 J. Rühle, Die Nahrungsmittelchemie im Jahre 1914, in: *Zeitschrift für angewandte Chemie* 28, 1915, S. 397–404, S. 404. Marschall (wie Anm. 26), S. 73f.; s.a. Wilhelm Ziegelmayer, *Die Ernährung des Deutschen Volkes*, 5. völlig umgearb. Aufl. von „Rohstoff-Fragen der Deutschen Volksernährung“, Dresden u. Leipzig 1947, S. 260f. u. S. 588f. Ziegelmayer gibt an, dass 1914 zehn sog. Trocknereien ca. 20.000 t Trockenhefe pro Jahr erzeugten. Vgl. Adolf Cluß, *Getrocknete Brauereihefe als Nahrungs- und Futtermittel*, in: *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung* 74, 1914, S. 697–699 u. 75, 1914, S. 705–708, der angibt, dass 1913 29 Trocknereien im In- und Ausland (davon fünf in Österreich) Trockenhefe erzeugten (S. 698).

werden.³¹ 1919 wurden zwar in Dänemark und in Deutschland entsprechende Verfahren patentiert, doch in der Folge sank in Deutschland das Interesse an der industriellen Herstellung von Hefe aus Melasse, da Futtermittel billig auf dem internationalen Markt zu beziehen war.

Hermann Fink konstatierte für die Zeit ab 1933 für die Eiweißsynthese eine „wahre Renaissance nach der technischen und nach der wissenschaftlichen Seite hin“, denn mit ihr sei es möglich einen „Ausgleich zwischen Überschuss und Mangel zu vollziehen“.³² Zur Eiweißsynthese auf Hefebasis sollte eine breite Rohstoffbasis wie Holz und Holzabfälle, Stroh, Sulfitablaugen und Vorhydrolysen der Zellstoffindustrie, Melasse und Molke zur Massenzüchtung und damit zur industriellen Produktion von Eiweiß herangezogen werden. Dabei stand anfänglich die Gewinnung von Futtermittel im Vordergrund des Interesses. Erst während der Kriegswirtschaft verlagerte sich – im Zuge der Kürzung der Rationen sowie der kontinuierlichen Verschlechterung des Nährwerts (Kaloriengehalt) der Rationen und der Qualität der Nahrung – dieses Interesse hin auf die menschliche Ernährung, denn bereits Mitte 1942 betrug der Rückgang des Durchschnittsverbrauchs an Eiweiß gegenüber den Friedensjahren 14% und 1943/44 standen dem „Normalverbraucher“ nur noch 32,9% des Fleischbedarfs und 80,4% des Brotbedarfs der 1939 festgesetzten Rationen zur Verfügung.³³

Ausgangsrohstoffe und Verfahren zur Erzeugung von Hefe-Eiweiß

Überblickt man die Verfahren zur Erzeugung von Eiweiß auf der Basis von Mikroorganismen in der NS-Zeit, so basierten sie im Wesentlichen auf drei verschiedenen, zuckerhaltigen Ausgangsrohstoffen: Holzzucker, Sulfitablaugen und Molken. Holzzucker wurde aus dem Rohstoff Holz gewonnen, während Sulfitablaugen ein Abfallprodukt der Papier- und Zellstoffindustrie darstellen, die ebenfalls auf dem Rohstoff Holz beruhen. Bei Molke handelt es sich um eine zuckerhaltige, fettfreie Restflüssigkeit, die bei der Käse- und Quarkherstellung anfiel.

- 31 Willy Weitzel u. Max Winkel, Die Hefe und ihre Bedeutung als Nahrungs- und Heilmittel, Berlin 1932; J. C. Somogyi, Die ernährungsphysiologische Bedeutung der Hefe, Bern 1944, S. 21ff.; Marschall (wie Anm. 26), S. 106; Uwe Fraunholz, „Verwertung des Wertlosen“. Biotechnologische Surrogate aus unkonventionellen Eiweißquellen im Nationalsozialismus, in: Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften 32, 2008, 95–116, S. 96f.
- 32 Hermann Fink, Eiweißbeschaffung durch Züchtung von Hefe, in: Der Vierjahresplan 3, 1939, S. 774–777, S. 774. Fink war von 1933 bis 1945 Leiter des Instituts für Gärungsforschung in Berlin.
- 33 Ders., Neue Ziele der mikrobiologischen Eiweißgewinnung, in: Der Forschungsdienst (Hg.), Forschung für Volk und Nahrungsfreiheit. Arbeitsbericht 1938–1941, Berlin 1942, S. 724–735; vgl. Buchheim (wie Anm. 1), S. 313.

Holzzucker als Rohstoffquelle zur Eiweißproduktion

Holz galt als eine der zentralen Rohstoffquellen in der auf Autarkie ausgerichteten Wirtschaft des Nationalsozialismus, daher sah man in der umfassenden Verwertung von Holz eine der wichtigsten Aufgaben des Vierjahresplanes. Die verwertbaren Bestände dieses Rohstoffes waren jedoch begrenzt. De facto klaffte durch den Einfuhrüberschuss in den 1930er Jahren eine „Lücke zwischen Erzeugung und Bedarf“.³⁴ Für die Umwandlung von Holz in vergärbare Zucker (Holzhydrolyse), aus denen Glycerin, Ethanol sowie Hefe gewonnen werden konnten, benötigte man große Holzmengen, die bei den Plänen zur Holverzuckerung nicht bzw. nur unzureichend berücksichtigt wurden.

Bereits 1819 war dem französischen Chemiker und Botaniker Henri Braconnot (1780–1855) die Umwandlung der Cellulose in niedermolekulare Zucker durch die Anwendung konzentrierter Schwefelsäure gelungen, und während des 19. Jahrhunderts wurden verschiedene Holzverzuckerungsverfahren bekannt, bei denen mit unterschiedlichen Säuren und deren Konzentrationen sowie mit unterschiedlicher Reaktionsführung gearbeitet wurde. Die Frage der Säurerückgewinnung stand aus wirtschaftlichen Gründen meist im Vordergrund. Verfahren die mit konzentrierter Säure arbeiteten, erzielten hohe Ausbeuten, doch die Rückgewinnung der (teuren) Säure erwies sich als schwierig, während Verfahren mit verdünnten Säuren eine niedrigere Ausbeute erzielten und nicht rentabel waren. Als erster kommerziell betriebener Prozess der Holzverzuckerung gilt ein 1901 von Alexander Classen beschriebenes Verfahren, welches von M. Ewen and G. Tomlinson (1909) in den USA weiter entwickelt wurde. Während des Ersten Weltkriegs wurden in Deutschland mehrere Fabriken eröffnet, die nach diesem Verfahren mit verdünnter Schwefelsäure arbeiteten, doch die Ausbeute betrug maximal 17% vergärbare Zucker bzw. 17 kg pro 100 kg Holztrockensubstanz. Nach dem Ende des Krieges schlossen die Fabriken wieder.³⁵

Unabhängig voneinander entwickelten Ende der 1920er Jahre Friedrich Bergius und Heinrich Scholler mit ihren Mitarbeitern zwei Verfahren zur Hydrolyse der Cellulose.

34 Petzina (wie Anm. 15), S. 88f.; zur „Lücke zwischen Erzeugung und Bedarf“: Friedrich Alpers, Der Beitrag des Waldes zur deutschen Rohstofffreiheit, in: Der Vierjahresplan 3 (I/II), 1939, S. 86–93, S. 88.

35 Die drei Hauptbestandteile des Holzes sind Cellulose, Hemicellulosen und Lignin. Cellulose ist ein aus Glucose-Resten aufgebautes langkettiges Polysaccharid, während Hemicellulosen chemisch gesehen verzweigte Polysaccharide sind, die im Wesentlichen aus fünf verschiedenen Zuckerbausteinen aufgebaut sind. Die Ketten sind jedoch wesentlich kürzer als die der Cellulose. Bei der Holzverzuckerung werden mittels Säuren die Polysaccharide des Holzes, insbesondere Cellulose, zu niedermolekularen Zuckern abgebaut. Heinrich Scholler, Die Chemie im Dienste der nationalen Rohstoffversorgung. Die Gewinnung von Zucker, Spiritus und Futterhefe aus Holz als Rohstoff, in: Chemiker-Zeitung 60 (29), 1936, S. 293–304, S. 293; Heinrich Luers, Die Verzuckerung der Cellulose mit verdünnten Säuren (Scholler-Tornesch Verfahren), in: Angewandte Chemie 45, 1933, S. 369–376, S. 374; Limmer (wie Anm. 27), S. 5ff.

Beim Bergius-Rheinau-Verfahren wird dem getrockneten, zerkleinerten Holz bei Raumtemperatur hochkonzentrierte Säure (Salzsäure) zugesetzt, wodurch die Cellulose in Lösung übergeht und abgebaut wird. Durch Destillation im Vakuum wird ein Großteil der Salzsäure entfernt und das verbleibende Produkt getrocknet. Da der „Trockenzucker“ noch Salzsäure enthält, muss er vor der Weiterverarbeitung zu Alkohol oder Hefe neutralisiert werden, um danach noch im Autoklaven aufgekocht zu werden. 100 kg Holztrockensubstanz lieferten nach diesem Prozess etwa 59 kg vergärbaren Zucker. Dieses Verfahren wurde von Bergius 1928 in einer Versuchsanlage in Genf erprobt und in der Holzzuckerfabrik der „Deutschen Bergin A.G.“ in Mannheim-Rheinau, die 1933 gebaut wurde, im industriellen Maßstab angewandt.

Das Scholler- bzw. Scholler-Tornesch-Verfahren arbeitete hingegen mit verdünnten anorganischen Säuren sowie mit erhöhter Temperatur und hohem Druck. Unter Laborbedingungen wurde dieses Verfahren in den Jahren 1926/27 von Scholler in Tornesch bei Hamburg entwickelt. Dabei wird das zerkleinerte Holz (Sägespäne) in einem Perkolator, der mit einem Heizmantel umgeben ist, kontinuierlich von einer verdünnten 160 bis 190 Grad Celsius heißen 0,4-prozentigen Schwefelsäure bei einem Druck von bis zu 10 atü durchströmt. Mit der ausströmenden Säure wurde auch der gebildete Zucker entfernt. Die Lösung, die ca. 3,5 bis 4% Zucker enthielt, wurde abgekühlt und neutralisiert. Diese Zuckerwürze, aus 100 kg Holz erhielt man etwa 50 bis 55 kg Zucker, konnte sofort zu Alkohol vergärt werden. Das Verfahren wurde in den folgenden Jahren in Tornesch weiter entwickelt und der kontinuierliche Prozess wurde in einen intermittierenden Prozess überführt. Dadurch gelang es, die notwendige Säuremenge weiter zu begrenzen.³⁶

Als das wichtigste Weiterverarbeitungsprodukt der Holzzuckerverfahren wurde zunächst Spiritus als Treibstoffzusatz betrachtet, doch spätestens seit 1936 richtete sich der Fokus auf die Hefe als Lieferant von Futtereiweiß.³⁷ Propagiert wurde dies nicht zuletzt von den Erfindern selbst, die – wie Heinrich Scholler bei Vorträgen und in Veröffentlichungen – ausdrücklich auf die Bedeutung der Herstellung von Nähr- und Futterhefe hinwiesen.³⁸ Bereits seit 1928 hatte sich das Reichsministerium für Ernährung mit der Frage der Futterhefegewinnung beschäftigt und 1933 die Deutsche Holzverzuckerungs- und Chemische Fabrik A.-G. in Tornesch mit Untersuchungen zur Herstellung von Futterhefe im Wege der Holzverzuckerung beauftragt, die von Scholler durchgeführt wurden. Den wichtigsten Beitrag zur Massenzüchtung von

36 Scholler (wie Anm. 35), S. 293f.; Limmer (wie Anm. 27), S. 7–17; Marschall (wie Anm. 26), S. 102ff.

37 BAR 2, Nr. 18169 u. BAR 2, Nr. 15227: Niederschrift über die Besprechung vom 14.5.1936 und Vermerk vom 20.6.1936.

38 Vgl. o.V., Technik im Dienst der Volksernährung. Zucker, Spiritus und Hefe aus Holz. Eiweiß- und Fettproduktion, in: Zeitschrift für Volksernährung 11, 1936, S. 173–174; Scholler (wie Anm. 35), S. 296.

Hefe auf Holzzucker lieferten Hermann Fink und seine Mitarbeiter am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin, indem sie 1935/36 ein kontinuierliches Verfahren zur Massenzüchtung der Hefe *Torula utilis* (meist als Torula-Hefen bezeichnet, heute *Candida utilis*) entwickelten, bei welchem auf die Zugabe von organischem Stickstoff verzichtet werden konnte. Auf der Basis dieses Verfahrens war es möglich aus 100 kg Holztrockensubstanz 11,4 kg Eiweiß (Scholler-Verfahren) bzw. 14,4 kg Eiweiß (Bergius-Zucker) herzustellen.³⁹

Abfälle aus der Zellstoffproduktion als Basis der Hefeproduktion

Da die Gesteungskosten des Eiweißes aus Holzzucker jedoch erheblich über den Kosten für Sojaschrot, Fischmehl und anderen Futtermitteln lagen, suchte man nach einem billigeren Ausgangsmaterial, das in ausreichend großen Mengen vorhanden war. Ein solch günstiges Rohprodukt sah man in den Sulfitablaugen, die circa 2 bis 4% Kohlenhydrate enthielten. Sie fielen als Abfälle in der Zellstoff- und Zellwollindustrie an. Diese halbsynthetische Chemiefaserindustrie, eine Ersatzstoffbranche, wurde im Zuge der Autarkiebestrebungen schon vor 1936 hoch subventioniert.⁴⁰

Erste Versuche der Produktion von Hefe auf der Basis von Sulfitablauge erfolgten schon zu Beginn des Ersten Weltkriegs, als Forscher in Finnland – erfolglos – in halbtechnischem Maßstab Bäckerhefen und Wuchshefen auf Sulfitablauge zu züchten versuchten. 1917 schlug F. Quade Sulfitablauge als billige Rohstoffquelle zur Züchtung von Mineralhefen vor, doch erst in den 1920er Jahren gelang es schwedischen Forschern, Bäckerhefe auf Sulfitablauge zu züchten.⁴¹ Zu Beginn der 1930er Jahre begann das Berliner Institut

39 Fink (wie Anm. 32), S. 775; vgl. BAR 2, Nr. 15227 und BAR 2, Nr. 18169: Niederschrift einer Sitzung vom 14.5.1936. Anwesend waren u.a. Paul Pleiger und Hans Kehl vom Büro Keppler, Mitglieder des Wirtschafts- und Finanzministeriums, des Kriegsministeriums (Wehrwirtschaftsstab), des Reichsforstamts und des Rohstoffkommissariats. Bei dieser Sitzung erklärte ein Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung (REM), dass sich seine Behörde bereits seit 1928 intensiv mit der Frage der Holzverzuckerung befasse. „Besondere Bedeutung habe dieses Problem erlangt, als die auf Veranlassung des REM durchgeführten Versuche, Hefe aus Holzzucker herzustellen, ein positives Ergebnis gezeitigt hätten.“

40 Jonas Scherner, Zwischen Staat und Macht. Die deutsche halbsynthetische Chemiefaserproduktion in den 1930er Jahren, in: VSWG 89, 2002, S. 427–448, hier S. 432; ders., The Beginnings of Nazi Autarky Policy: the ‚National Pulp Programm‘ and the Origin of Regional Staple Fibre Plants, in: Economic History Review 61, 2008, S. 867–895. Nach Scherner stieg die deutsche Zellwollproduktion von 4.500 t im Jahr 1933 auf 150.000 t im Jahr 1938.

41 F. Quade, Möglichkeiten zur Gewinnung billigerer Mineralhefen, in: Chemiker-Zeitung 41, 1929, S. 29. Nadelholz enthält vornehmlich Hexosen während bei der Verarbeitung von Laubholz ein höherer Anteil an Pentosen in den Ablaugen vorliegt. Hermann Kretzschmar, Hefe und Alkohol sowie andere Gärungsprodukte, Berlin, Göttingen u. Heidelberg 1955, S. 13; Erik Hägglund, Über die Fortschritte der Cellulose- und Holzstoff-Fabrikation in den letzten Jahren, in: Zeitschrift für angewandte Chemie 41, 1929, S. 6–14. Dieses Verfahren kam in Björneborg in Finnland zur Anwendung. Bereits vom September 1911 datiert das

für Gärungsforschung unter Leitung von Herman Fink mit Untersuchungen zur Züchtung von Mineral- bzw. Wuchshefen auf Sulfitablauge.⁴²

Aufbauend auf diesen Forschungen begann man 1937 in der Papierfabrik Waldhof Mannheim mit einem Großversuch zur Herstellung von Hefe aus Ablaugen. Im Gegensatz zum Reichsfinanzministerium, das die Sicherung des Spiritusbedarfs in den Vordergrund stellte, sah das Amt für Roh- und Werkstoffe („Göringstab“) in der Herstellung von Hefe die vordringlichste Aufgabe im Rahmen des Vierjahresplans. Carl Krauch, Leiter der Forschungsabteilung im Amt für Roh- und Werkstoffe, erklärte am 7. April 1937, falls der Versuch befriedigend ausfalle, werde das Rohstoffamt „die sofortige Erfassung der gesamten Ablaugen der Papierfabrikation zur Hefegewinnung [...] fordern. Die Sicherung der deutschen Ernährungslage sei die vordringlichste aller Aufgaben im Rahmen des Vierjahresplans, hinter der alle übrigen Aufgaben zurücktreten müßten.“⁴³ Der Vertreter des Reichsfinanzministeriums wies auf die Bedeutung des Laugenspiritus hin: Man dürfe „keine Maßnahmen zur Einschränkung der Herstellung von Laugenspiritus (zu) ergreifen, ohne daß nicht gleichzeitig die Sicherung getroffen wird, dass der als notwendig anerkannte Spiritusbedarf auf anderem Wege befriedigt werden kann.“⁴⁴ Hermann Fink und Richard Lechner berechneten, dass aus den in Deutschland anfallenden Sulfitablaugen jährlich etwa 26.400 t Eiweiß hergestellt werden könnten. Sie gaben jedoch zu bedenken, dass die Reichsmonopolverwaltung vermutlich wenig Freude [an der Herstellung von Futterhefe] haben dürfte, „da sie den Laugenspiritus notwendig zur Bewältigung und Verbilligung ihres Kontingents an Treibstoffspiritus benötigt“.⁴⁵

Durch die vermehrte Umstellung der Zellstoffherstellung auf Buchenholz nach 1937 verlor diese Konkurrenz an Bedeutung, da die dabei anfallenden Sulfitablaugen aufgrund ihres geringen Gehaltes an vergärbaren Hexosen und einem im Verhältnis zu Nadelhölzern höheren Anteil an Pentosen nicht zu Sprit weiterverarbeitet werden konnten.⁴⁶ Deshalb nahm man diese Abblauge – 1938

D.R.P. 283931, in dem die Oxydation von Sulfitablaugen mit Sprosspilzen (Hefen), „um der Lauge Eiweißverbindungen einzuverleiben“, beschrieben wird.

42 Somogyi (wie Anm. 31), S. 24; Fink (wie Anm. 32), S. 777; Hans Vogel, Sulfitzellstoff-Ablaugen, Basel 1948; Erwin Schmidt, Eiweiß- und Fettgewinnung über Hefe aus Sulfitablauge, in: *Angewandte Chemie* 59, 1947, S. 16–20. Kommerzielle Verwendung im großen Maßstab fanden Sulfitablaugen seit den 1930er Jahren durch das Vergären mit speziellen Hefen zur Alkoholgewinnung (Spiritusgewinnung). Nach Schmidt deckte 1937/38 der aus Ablaugen gewonnene Sprit 40% des Bedarfs.

43 Vgl. BA R 2, Nr. 15227, S. 83–86, S. 83. Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe, Sitzungsvermerk vom 7.4.1937.

44 Vgl. ebd., S. 84.

45 Fink/Lechner, (wie Anm. 25), S. 777.

46 Gerd Höschle, *Die deutsche Textilindustrie zwischen 1933 und 1939. Staatsinterventionismus und ökonomische Realität*, Stuttgart 2004, S. 99f.; Peter-Michael Steinsiek, *Forst- und Holzforschung im „Dritten Reich“*, Remagen 2008, S. 167f.; Schmidt (wie Anm. 42), S. 16 gibt an, dass in wenigen Jahren die Buchenzellstoffherzeugung von 30.000 auf ca. 300.000 t

rechnete man mit 7 Mio. cbm – als „das wichtigste pentosehaltige Nährsubstrat für die eiweißreiche Futterhefe“ in den Blick.⁴⁷ Gleichzeitig dachte man auch an die Schlemphen, die nach der Spritgewinnung aus Nadelholzsulfitablaugen anfielen und die immer noch Pentosen enthielten. Die Entwicklung von technisch brauchbaren Verfahren im großen Maßstab war mit Schwierigkeiten verbunden, sie wurde jedoch von Alfred Rieche und seinen Mitarbeiter in der zur I.G. Farbenindustrie gehörigen Farbenfabrik in Wolfen gelöst.⁴⁸

Eine weitere Quelle an kohlenhydrathaltigem Abfallmaterial, die bei der Zellstoffgewinnung anfiel, sind die Vorhydrolysen. Zur Herstellung von Edzellstoffen behandelte man die cellulosehaltigen Rohstoffe mit verdünnter Salzlösung. Dabei wurden u.a. Pentosen aus dem Rohmaterial herausgelöst, welche durch die Verhefung zur Eiweißsynthese herangezogen werden konnten. Dieses Verfahren, die Vorhydrolyse, wurde nicht nur bei Nadel- und Laubhölzern angewendet, sondern auch bei Stroh, Schilf und Kartoffelkraut, die ebenfalls zur Zellwollherstellung herangezogen wurden. Besonders die Verwertung des nicht genutzten Kartoffelkrauts soll auf eine persönliche Anregung Adolf Hitlers hin in Angriff genommen worden sein.⁴⁹

Ebenfalls auf der Basis von Sulfitablaugen und Schlemphen beruht das von Dr. Max Ernst Peukert entwickelte Biosyn-Verfahren, mit dem man gleichzeitig die Abwasserbilanz der Zellstoffbetriebe verbessern wollte.⁵⁰ Bei diesem Verfahren wuchs der verwendete Mikroorganismus, ein Schimmelpilz *Oidium*

angestiegen sei. Nach Robert Bauer (Zellwolle siegt, Leipzig 1941, S. 171) wurden 1938 erstmals knapp 15.000 Festmeter Buchenholz auf Zellulose verarbeitet, 1939 sollen es bereits 1.650.000 Festmeter gewesen sein.

- 47 Hermann Fink, Zur biologischen Eiweiß-Synthese, in: Angewandte Chemie 51, 1938, S. 475–481; Richard Lechner, Über die Verhefung der Pentosen, in: Angewandte Chemie 53, 1940, S. 163–167, S. 165; Vogel (wie Anm. 42), S. 162ff.
- 48 Alfred Rieche, Über die mikrobiologisch-technische Eiweiß- und Fettsynthese auf der Basis von Zellstoffablaugen, in: Wissenschaftliche Annalen 2, 1954, S. 705–728; vgl. BA R 26 / III, Nr. 9. Noch Ende 1944 bearbeiteten Rieche und seine Mitarbeiter im Auftrag des Reichsamts für Wirtschaftsausbau (RWA) Projekte zur Erzeugung von Eiweiß- und Fettheife aus Zellstoffablaugen und Spritschlemphen. Die Projekte betrafen den Einsatz der Hefe für die Ernährung sowie die Planung, Errichtung und Inbetriebnahme entsprechender Anlagen. Auch die Norddeutsche Hefeindustrie AG beschäftigte sich mit dem Problem der Hefeherstellung auf Sulfitablaugen und entwickelte ein eigenes Verfahren, die Laugen zu verwerten (Deutsches Reichspatent 758939).
- 49 Hermann Kaienburg, Zwangsarbeit für das „deutsche Rohstoffwunder“: Das Phrix-Werk Wittenberge im Zweiten Weltkrieg, in: 1999. Zeitschrift für Sozialgeschichte des 20. und 21. Jahrhunderts 9, 1994, H. 3, S. 12–41; Bauer (wie Anm. 46), S. 174 ff. 1940 nahm die Solanum G.m.b.H. die Großerzeugung von Zellstoff aus Kartoffelkraut auf. Siehe auch Walter Schieber, Neue Rohstoffgrundlagen der deutschen Zellwollindustrie, in: Der Vierjahresplan 3 (XX), 1939, S. 1187–1188.
- 50 BA R 14, Nr. 186, S. 239–242, 17.7.1943. Zum Problem der Wasserverschmutzung durch die Zellstoff- und Papierindustrie bis in die 1930er Jahre vgl. Mathias Mutz, Managing Resources. Water and Wood in the German Pulp and Paper Industry, 1870s–1930s, in: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte – Economic History Yearbook, 2009, S. 45–68; mit Hinweisen zur „Studiengesellschaft für Sulfitablauge“ siehe Fraunholz (wie Anm. 31), S. 103–105.

lactis (heute *Oospora lactis*), der eine ausgeprägte Mycelstruktur aufbaut, nicht auf der Oberfläche, sondern innerhalb der Substratflüssigkeit (submers). Dabei wurde die Nährlösung in festgelegten zeitlichen Abständen umgewälzt, was dazu führte, dass in regelmäßigen Abständen Mikroorganismen an die Oberfläche gelangten und beim nächsten Umwälzprozess wieder in die Flüssigkeit eintauchten. Dieses Zuchtverfahren wurde in großen Gefäßen (von 100 cbm und mehr) durchgeführt, und innerhalb einer kurzen Zuchtdauer (12 bis 16 Stunden) konnten große Ausbeuten erzielt werden. Ein weiterer Vorteil gegenüber *Torula utilis* lag in der Größe des verwendeten Organismus, der sich einfach abfiltrieren ließ und mittels dessen der Apparateaufwand (z.B. Zentrifugen) verringert und hohe Energiekosten vermieden wurden.⁵¹



Abb 1: Packzettel für eine Probe der „Biosyn-Vegetabil-Wurst“ (Erzeugungsdatum: 13.4.1943), die in Garching auf Basis Molke hergestellt wurde. Quelle: BA Berlin, R 86, Nr. 3591 (151)

Eiweiß auf der Basis von Molken und anderer Abfallprodukte

Neben den bisher genannten kohlenhydrathaltigen Substraten, die aus der Holzverarbeitung bzw. nachwachsenden pflanzlichen Rohstoffen stammten, sah man in der Molke, einem Abfallprodukt der Quark- und Käseherstellung, einen in großen Quantitäten anfallenden Rohstoff, der sich zur Hefefermentation eignete.⁵² Molke enthält circa 3 bis 8% des von verschiedenen Mikroorganismen fermentierbaren Disaccharides Lactose. Ausgehend vom Biosyn-Verfahren wurde in Weihenstephan (München) in Verbindung mit der Molkerei Garching im Auftrag der Biosyn GmbH in den Jahren 1943/1944 ein Prozess

- 51 Reith (wie Anm. 8), S. 422–426. Peukert wird in der Literatur als der Erfinder dieses Verfahrens genannt. Es existieren jedoch zwei Patente der I.G. Farbenindustrie von 1935 (De 688632) und 1937 (De 705763), in denen bereits die Züchtung von *Oidium lactis* auf Sulfitschlempe und Buchenablaugen beschrieben wurde. Peukert war promovierter Diplombauingenieur. In seiner Doktorarbeit „Pilzmycel als Eiweißquelle“, die er 1939 an der TH München bei Prof. Hans Niklas vorlegte, beschrieb er u.a. das Verfahren der Mycel-Eiweiß-Erzeugung, jedoch unter Verwendung von *Aspergillus niger*. In einem BIOS-Report wurde er als „business man who was a ‘pusher’“, beschrieben. W.G. Campbell u. H.J. Bunker, Report on Visit to the Munich Technical High School at Weihenstephan, near Freising Bavaria, BIOS Final Report Nr. 6, London 1945, S. 5.
- 52 1943 betrug der Anfall an Molke in Deutschland etwa 4 Milliarden kg. Davon standen nach Ziegelmayer 0,4 Milliarden zur Hefeherstellung zur Verfügung. 10 kg Milch ergeben circa 1 kg Käse und 9 l Molke. Ziegelmayer (wie Anm. 17), S. 377.

ausgearbeitet, um aus Molke eiweißhaltiges Pilzmycel (in der Regel *Oidium lactis*) zu erzeugen. Walter Schieber teilte Herbert Backe bereits im März 1943 mit, dass die Biosyn GmbH ein solches Verfahren entwickelt habe und beabsichtige, es an Molkereigenossenschaften weiterzugeben.⁵³

Im Gegensatz dazu arbeitete die „Erste Zentrale Teebutter-Verkaufsgenossenschaft“ in Schärding an der Entwicklung eines Verhefungsprozesses der Molke mit *Torula utilis*, und im August 1943 erhielten die Forschungslaboratorien der Waldhof Mannheim A.G. vom Reichsamt für Wirtschaftsausbau (RWA) einen Forschungsauftrag zur Synthese von Hefe auf der Grundlage von Molke. Diese Arbeiten sollten in Kooperation zwischen Waldhof und der Milchwirtschaftlichen Lehr- und Forschungsanstalt Wangen im Allgäu sowie einer großen Molkerei durchgeführt werden. Neben diesen großen Einrichtungen gab es aber noch eine Reihe weiterer Firmen und Molkereien, die nach eigenen Verfahren (meist nicht kontinuierlich) Molke zur Hefeherstellung heranzogen.⁵⁴ Erwähnung verdient noch die auf Melasse (ein Abfallprodukt bei der Zuckerherstellung) gezüchtete Wuchshefe, die auch schon im Ersten Weltkrieg zum Einsatz kam.⁵⁵

Produktion, Planung und Kapazitäten

Am 14. Mai 1936 kam es auf Anregung von Ministerpräsident Göring im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft zu einer Besprechung, an der führende Repräsentanten der verschiedensten Ministerien und Organisationen teilnahmen. Min.-Dir. Dr. Moritz referierte Görings Position zur Rohstoffversorgungslage, dass in Anbetracht der Devisenlage Deutschlands sofort geeignete Maßnahmen zu ergreifen seien, „um neben der Sicherung der Aufrüstung die Ernährung des deutschen Volkes von ausländischen Rohstoffen weitgehend unabhängig zu machen. Niemand dürfe bei der praktischen Auswertung aussichtsreicher technischer Verfahren vor Erprobungskrankheiten zurückschrecken. Sofortiges Handeln sei geboten.“⁵⁶ In der Folge wurde die vom Vertreter des REM vorgeschlagene Errichtung von 22 Fabriken, die auf Grundlage der Holzverzuckerung Futterhefe herstellen sollten, besprochen. Für die Errichtung der Fabriken, – es handle sich dabei „um Fragen größter finanzieller Tragweite“, so der Vertreter des REM, – sei die einmalige Bereitstellung von 100 Mio. RM sowie die jährliche Zahlung von 50 Mio. RM

53 BA R 86, Nr. 3591, S. 140ff.; Kurt Demeter, Das „Biosyn-Verfahren“, in: Die Deutsche Molkerei- und Fettwirtschaft 2, 1944, S. 201; vgl. Karl Fabel, Die Anwendung des Biosyn-Verfahrens auf Molke, in: Die Milchwissenschaft 4, 1949, S. 203–206.

54 Folke Skoog, Food Yeast Production and Utilization in Germany, BIOS No. 21, London [o.J.], S. 100ff. u. S. 123f. Circa 9.000 bis 10.000 t Protein sollten jährlich aus Molke erzeugt werden. Vgl. BA R 86, Nr. 8026, Teil 1 und Teil 2. Nach Ziegelmayr (wie Anm. 17), S. 295, lieferte 1 l Molke 26 bis 28 g Trockenhefe.

55 Somogyi (wie Anm. 31), S. 22ff.

56 BA R 2, Nr. 18169: Niederschrift über die Besprechung betreffend die grundsätzliche Behandlung der Frage der Förderung der Holzverzuckerung vom 14.5.1936, S. 1.

für einen laufenden Verbilligungszuschuss notwendig.⁵⁷ Die Planungen des REM gingen von einer jährlichen Produktion von zunächst 200.000 t Futterhefe (entsprechend ca. 100.000 t Futtereweiß) aus. Angestrebt wurde jedoch eine jährliche Produktion von 300.000 bis 400.000 t Hefe.⁵⁸ Der Aufbau der Futterhefefabriken sollte zusammen mit anderen Maßnahmen dazu dienen, so Göring auf einer Sitzung des Kleinen Ministerrats am 21. Oktober 1936, „eine künftige Aushungerungsmöglichkeit“ zu vermeiden. Zur Erstellung von Futterhefeanlagen (meist in strukturschwachen, waldreichen Gebieten) wollte das Reich Hilfe bei der Kapitalbeschaffung gewähren, die Gewährung reichsverbürgter Darlehen überdenken, und eine Abnahme- als auch eine Wirtschaftlichkeitsgarantie übernehmen.⁵⁹

Bis Kriegsende wurden jedoch nur fünf der anvisierten 22 Fabriken errichtet bzw. ausgebaut (vgl. Tab. 1).⁶⁰ Zwei dieser Fabriken arbeiteten nach dem Bergius-Prozess: die Fabrik der Deutschen Bergin A.G. in Mannheim-Rheinau (Deberg), in der der Prozess ursprünglich entwickelt wurde, und das Süddeutsche Holzverzuckerungswerk (Südholag) in Regensburg.

Mannheim-Rheinau war ursprünglich für die Verarbeitung von 500 t getrocknetem Holz pro Monat ausgelegt, aus denen Glucose, Xylose und Ethylalkohol produziert werden sollten.⁶¹ Bis Mitte Dezember 1938 erhielt die Deberg aus Reichsmitteln Zuschüsse in Höhe von 3.329.200 RM. Die Zuwendungen vom Reich zur Deckung der Betriebsmittel in Höhe von 1.356.000 RM wurden als sog. „verlorene Zuschüsse“ gewährt. 1939 wurde die Produktion auf Wunsch des Reichswirtschaftsministeriums (RWIM) und mit Mitteln des Reiches durch Angliederung einer Hefeanlage jedoch in Richtung Hefe verschoben.⁶²

57 Ebd., S. 7: Die Wehrmacht zeigte ein großes Interesse an der Holzverzuckerung, forderte jedoch, dass ein oder zwei Anlagen zur Glycerinherstellung für Wehrmächtszwecke herangezogen werden sollten. Das Reichskriegsministerium erklärte sich bereit, zwei Anlagen zur Glycerinherstellung zu finanzieren. Vgl. Petzina (wie Anm. 15), S. 89.

58 BA R 2, Nr. 18169, Niederschrift 14.5.1936, S. 4.

59 Zit. nach Petzina (wie Anm. 15), S. 89; BA R 2, Nr. 15227, S. 14ff. BA R 2, Nr. 18169, Niederschrift 14.5.1936, S. 6: Das Büro Keppler sollte im Benehmen mit dem REM die Finanzierungsmöglichkeiten weiterhin prüfen. Paul Pleiger (als Vertreter des Wirtschaftsbeauftragten) machte allerdings geltend, es „müsse auch der grosse Mangel an gewissen für den Apparatebau erforderlichen Rohstoffen [...] berücksichtigt werden.“

60 BA R 14, Nr. 186, S. 84f. Das RWA (16.9.1942) rechnete für 1943 mit einer Hefeferzeugung von 23.000 t, die bis 1946 auf 128.300 t gesteigert werden sollte. Vgl. BA R 3112, Nr. 9: Tabellen aus den Unterlagen für die Zentrale Planung nach dem Besprechungsergebnis Staatsrat Dr. Schieber, Präsident Kehrl und Prof. Dir. Krauch vom 25.3.1943; E.G. Locke, J.F. Saeman, G.K. Dickerman, The Production of Wood Sugar in Germany and its Conversion to Yeast and Alcohol, FIAT Final Report Nr. 499, [o.O.] 1946.

61 C. Greaves, Bergius Wood Sugar Plants at Mannheim-Rheinau & Regensburg, BIOS Final 202, London [o.J.], S. 1.

62 BA R 2, Nr. 21480, F 6310 a – 83 V; Anlage zu F 6310 a – 83 V.

Die erste Großanlage für Futterhefegewinnung aus Bergius-Zucker ging 1939 in Regensburg in Bau und 1940 begann man mit der Produktion.⁶³ Die Planungen zur Erstellung dieser Fabrik, die von der Gauleitung Ostmark der NSDAP ausgingen, reichen jedoch bis ins Jahr 1933 zurück. Am 1. August 1935 erfolgte die Gründung einer Vorbereitungsgesellschaft der Südholag und knapp zwei Jahre später die Gründung der eigentlichen Firma. Projektiert wurde eine jährliche Verarbeitungskapazität von 120.000 cbm Holz, die zur Herstellung von 100.000 hl Sprit oder 10.000 t Futterhefe sowie einer ebenso großen Menge an Holzfaserstoffen für Heizzwecke herangezogen werden sollten.⁶⁴ Für die Angliederung einer Eiweißfabrik versuchte die Gauleitung Ostmark jedoch bereits seit Mai 1934 Mittel von Seiten des Reiches zu erhalten, denn – so die Gauleitung – „die Eiweißfabrikation, die zweifelsohne aus bevölkerungs- und ernährungspolitischen Gründen ein zwingendes Gebot der Stunde darstellt, kann nur unter Mithilfe des Staates durchgeführt werden.“⁶⁵ Diesen Anträgen wurde zunächst nicht entsprochen, da man „die Ergebnisse der auf diesem Gebiet noch laufenden Versuche, insbesondere diejenigen in einer von anderer Seite zu errichtenden kleineren Versuchsanlage“, abwarten wollte.⁶⁶ Bis Ende 1939 gewährte das Reich der Gesellschaft zur Errichtung und zum Betrieb des Werkes Darlehen in Höhe von 12,5 Mio. RM sowie eine zehnjährige Garantie auf die Gestehungskosten. Befand sich das Werk anfänglich im Aktionärsbesitz, so übernahm das Reichswirtschaftsministerium Ende 1939 deren Aktien und übertrug die Gesamtverantwortung für die Fertigstellung und den Betrieb des Werkes in Vereinbarung mit Carl Krauch auf die I.G. Farbenindustrie.⁶⁷ Im Frühjahr 1940 lief die Hefeproduktion in Regensburg an, und 1941 wurden circa 4.800 t Hefe hergestellt; 1944 erreichte man eine Produktionskapazität von knapp 5.500 t im Jahr (vgl. Tab. 1).⁶⁸

Drei Fabriken arbeiteten nach dem Scholler-Verfahren. Als erste wurde die Fabrik in Tornesch gebaut: 1933/34 war ihre monatliche Kapazität auf die Herstellung von rund 100.000 l Sprit ausgelegt. Die Fabrik wurde 1938 arisiert,

63 Fink (wie Anm. 25), S. 776.

64 Helmut Halter, Stadt unterm Hakenkreuz. Kommunalpolitik in Regensburg während der NS-Zeit, Regensburg 1994, S. 340–345.

65 BA R 2, Nr. 18169, Brief der Gauinspektion Süd-Regensburg vom 29.5.1934 an das Reichsministerium der Finanzen, das Reichswehrministerium, das Reichsernährungsministerium und an das Reichswirtschaftsministerium.

66 BA R 2, Nr. 18169, Vermerk vom 27.1.1936.

67 BA R 2, Nr. 21480, Vermerk vom 17.11.1939: Auch die Wehrmacht bekundete ihr großes Interesse an den Erzeugnissen der Südholag und forderte unter Hinweis auf die wehrwirtschaftliche Bedeutung der Anlage die Überleitung des Unternehmens in die ausschließliche Regie der Wehrmacht. Vgl. W.G. Campbell u. H.J. Bunker, *The Saccharification of Wood by the Bergius Process at Süddeutschen Holzverzuckerung Werke AG.*, Regensburg, London [o.J.], BIOS Final Report No. 7, S. 1: Hier werden die Kosten der Fabrikationsanlage mit 20 Mio. RM angegeben. Vgl. Locke et al. (wie Anm. 60), S. 11.

68 Skoog (wie Anm. 54), S. 10f., vgl. S. 61 Appendix No. 1: Hier ist die Rede von 12.000 t Jahresproduktion, die angestrebt wurden.

Die „Eiweißlücke“ und die biotechnologische Eiweißsynthese

Werk	12/1941 in Betrieb geplante Produktion*	12/1941 im Bau geplante Produktion*	12/1941 in Planung geplante Produktion*	geplante Produktion für 1944*	Produktion 1/1941 bis 10/1944**	Jahresproduktion 1944*
Basis Holzzucker						
Süddeutsche Holzverzuckerungs- werke Regensburg		9.500		9.000	4.301	5.465
Deutsche Bergin AG Mannheim- Rheinau	1.800			1.800	1.168	1.515
Holzverzuckerung Holzminden		5.000		3.600	191	231
Dessauer Zuckerraffinerie		1.800		2.000	254	360
Tornescher Futterhefe GmbH		2.200		1.800	1.149	1.414
Basis Sulfitablauge						
Zellstoff Waldhof AG, Werk Mannheim		6.000		6.000	2.592	2.754
Zellstoff Waldhof AG, Werk Kehlheim			3.000	3.000	1.126	2.450
Zellstoff Waldhof AG, Werk Kostheim			3.000	3.000	467	530
Aschaffener Zellstoffwerke Stockstadt			1.500	5.000	222	493
IG Farben Wolfen		1.200	5.800	6.200	231	324
Feldmühle Papier- und Zellstoffwerk AG Odermünde			1.500	2.000	86	196
Schwäbische Zellstoff AG Ehingen			5.000			
Basis Vorhydrolyse						
Phrix Werke, Werk Wittemberge			20.000	20.000		
Phrix Werke, Werk Küstrin			13.000	15.000		
Phrix Werke, Werk Hirschberg			7.000	7.000		
Biosyn-Verfahren						
Lenzinger Zellwolle u. Papierfabrik AG				5.000		28***
Westfälische Zellstoff AG Alphalint Wildshausen				2.500	122**	
Gesamtproduktion				92.900	12.068	15.850

* Folke Skoog, Food Yeast Production and Utilization in Germany, BIOS No. 21, London [o. J.], S. 10ff.

** ThStA Rudolstadt CFK, Nr. 1635, 14.11.1944; für die Holzzuckerfabriken: Northeastern Wood Utilization Council (Hg.), Wood Yeast For Animal Feed Bulletin No. 12, New Haven, November 1946, S. 118. Dabei handelt es sich um die Produktion von Lenzing und Wildshausen zusammen (1.1. bis 31.10.1944).

*** Roman Sandgruber, Lenzing. Anatomie einer Industriegründung im Dritten Reich, Linz 2010, S. 304.

Tab. 1: Geplanter Ausbau der Hefeproduktion von Dezember 1941 bis Ende 1944 (in Tonnen pro Jahr)

und die jüdischen Besitzer mussten Deutschland verlassen. Neuer Besitzer wurde eine Finanzierungsgruppe unter Führung von Freiherr Hans von Sixt (Jena), Verwalter der Hanseatischen Vermögens und Treuhand GmbH, der auch für die Arisierung verantwortlich war. Wurde in Tornesch ursprünglich Sprit erzeugt, so erfolgte 1940 im Einvernehmen mit der Reichsmonopolverwaltung eine teilweise Umstellung auf die Hefeproduktion (vgl. Tab.1).⁶⁹

Weitere Fabriken, die nach dem Scholler-Verfahren arbeiteten, folgten 1935 mit dem Aufbau eines Werkes in Dessau und 1937 in Holzminden. In Dessau sollten nach Ausweis der Planungen 5 Mio. l Sprit erzeugt werden, und auch in Holzminden wurde bis 1943 nur Alkohol produziert.⁷⁰ Der gestiegene Bedarf an Eiweiß führte jedoch auch hier zur Umstellung. In Dessau wurden Anlagen für eine projektierte Jahresleistung von bis zu 2.000 t errichtet, während man in der 1942/43 für über 2.150.000 RM teuren Hefeanlage in Holzminden mit einer Ausbeute von 5.000 t Trockenhefe rechnete: 1944 wurden in Holzminden jedoch gerade einmal 237 t Hefe produziert.⁷¹

Die Produktion von Hefe aus Sulfitablaugen setzte kurz nach Beginn des Zweiten Weltkriegs ein. Das erste Werk, in dem die Produktion von Nährhefe (Torula-Hefe), die „sowohl für menschliche als auch für tierische Ernährung geeignet ist“, nach einem eigenen Verfahren aufgenommen wurde, war die Zellstofffabrik Waldhof Mannheim 1940.⁷² Im Verlauf des Jahres 1944 begann in fünf weiteren Werken die Produktion von Hefe aus Buchensulfitablaugen: in den zur Waldhof A.G. gehörenden Werken in Kostheim und Kelheim, in dem zur I.G. Farben gehörenden Werk in Wolfen, in einer Anlage der Feldmühle Papier- und Zellstoffwerke A.G. in Odermünde und einer Fabrik der Aschaffener Zellstoffwerke A.G. in Stockstadt. Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs befanden sich noch zwei weitere Anlagen im Bau: Ein zweites Werk der I.G. Farben in Wolfen, das eine jährliche Kapazität von 6.000 t erreichen sollte, und eine Anlage der Neusiedler AG in Weissenbach/Ens, die aus Fichtenablaugen 1.800 t Hefe jährlich erzeugen sollte.⁷³

Sahen die ersten Planungen vom Dezember 1941 eine Produktionskapazität von insgesamt 25.000 t Trockenhefe aus den Sulfitablaugen vor, so

69 Ebd., S. 63f. Erwartet wurde eine jährliche Hefeproduktion von 2.200 t; 1944 produzierte die Anlage etwa 1.500 t.

70 C. Greaves, Scholler Wood Sugar Plant at Holzminden, BIOS Final 176, London [o. J.], S. 1.

71 Ebd., S. 1 u. S. 11.

72 Zellstofffabrik Waldhof, Geschäftsberichte 1940 bis 1947, hier Geschäftsjahr 1940, S. 7; 75 Jahre Zellstoff, Chemie und Technik, hg. anlässlich des 75jährigen Jubiläums der Zellstofffabrik Waldhof am 26.6.1959, S. 4f. In Waldhof wurde eine zur kontinuierlichen Führung des Prozesses geeignete Hefebütte entwickelt, bei der ohne Zugabe von Gärfett gearbeitet werden konnte.

73 Skoog (wie Anm. 54), S. 14; Locke et al. (wie Anm. 60), S. 22. Auch die Norddeutsche Hefeindustrie AG beschäftigte sich mit dem Problem der Hefeherstellung auf Sulfitablaugen; sie benutzte jedoch einen anderen Organismus (*Fusarium*).

erreichten die Werke 1944 zusammen eine mögliche jährliche Kapazität von rund 15.000 t.

Außer den bisher aufgelisteten Werken existierten noch weitere Fabriken, in denen Sulfitablaugen zur Produktion von Eiweiß herangezogen wurden. Diese arbeiteten jedoch nach dem sog. Biosyn-Verfahren: die Lenzinger Papierfabrik AG, die kurz nach dem Anschluss Österreichs 1938 durch eine als Kauf getarnte Arisierung an die Thüringische Zellwolle AG übergegangen war,⁷⁴ sowie eine Fabrik in Wildshausen/Arnsberg, die Westfälische Zellstoff AG (Westfälische Zellstoff AG „Alphalint“), deren Hauptaktionär ab 1939 die Thüringische Zellwolle AG war. Im Vorstand beider Fabriken war Dr. Walt(h)er Schieber, der diese Funktion auch bei der Thüringischen Zellwolle AG sowie bei der Schwäbischen Zellstoff AG einnahm.⁷⁵ Des Weiteren soll in Ehingen an der Donau in einem Werk der Schwäbischen Zellstoff AG nach dem Biosyn-Verfahren produziert worden sein.⁷⁶

In den noch im Aufbau befindlichen Anlagen der Phrix AG sollten aus den Vorhydrolysen der Zellstoffherstellung – insbesondere aus Stroh – Hefe erzeugt werden. Ausgelegt waren diese Anlagen in Wittenberg, Küstrin und Hirschberg nach Angaben der Betreiber für insgesamt 40.000 t Trockenhefe pro Jahr.⁷⁷

Die großtechnische Hefe- bzw. Mycelproduktion auf der Basis von Molke befand sich bis Kriegsende noch in der Aufbauphase. Als besonders problematisch erwies sich einerseits der unregelmäßige Anfall an Molke (Sommer/Winter), andererseits der meist zu geringe Anfall in kleineren Molkereien. Um dieses Problem zu umgehen, sollten zentrale Verhefungswerke mit einer täglichen Verarbeitungskapazität von jeweils 100.000 l Molke oder mehr errichtet werden. Die Schwierigkeiten bei diesen Größenordnungen lagen jedoch in der Erfassung und Heranschaffung der Molke, da dazu Kesselwagen bzw. ein Bahnanschluss benötigt wurden.⁷⁸

Da Spiritus- und Hefefabriken bereits über die apparative Einrichtungen zur Verarbeitung von Molke zu Hefe verfügten, begannen diese mit der

74 Roman Sandgruber, Lenzing. Anatomie einer Industrieegründung im Dritten Reich, Linz 2010.

75 Ders., Dr. Walter Schieber. Eine nationalsozialistische Karriere zwischen Wirtschaft, Bürokratie und SS, in: Reinhard Kramer, Christoph Kühberger u. Franz Schausberger (Hg.), Der forschende Blick. Beiträge zur Geschichte Österreichs im 20. Jahrhundert. Festschrift für Ernst Hanisch zum 70. Geburtstag, Wien, Köln u. Weimar 2010, S. 247–267; vgl. Linda Hunt, Secret Agenda. The United States Government, Nazi Scientists and Project Paperclip, 1945 to 1990, New York 1991, S. 168ff.

76 BA R 86, Nr. 3591, S. 279.

77 Skoog (wie Anm. 54), S. 63f. (Wittenberg 20.000, Küstrin 13.000 u. Hirschberg 7.000 t). Zu Wittenberg siehe Wolfgang Benz u. Barbara Distel, Der Ort des Terrors. Geschichte der nationalsozialistischen Konzentrationslager, Bd. 5: Hinzert, Auschwitz, Neuengamme, München 2007, S. 540ff.

78 M. Miethke u. H. Dubrow, Der heutige Stand der Molkeverwertung, in: Die Deutsche Molkerei und Fettwirtschaft 2, 1944, S. 290–291.

Produktion von Hefe (meist *Torula utilis*) auf Molke sowie der Herstellung verschiedener Nahrungsmittel, die Molkehefe enthielten. So produzierte die Erste Zentrale Teebutter-Verkaufsgemeinschaft Schärading in Kooperation mit einem Linzer Spiritus- und Hefewerk Hefeflocken auf Molkebasis.⁷⁹ Molkehefe wurde jedoch auch von Nahrungsmittelherstellern, die dieses Produkt meist selbst (jedoch nicht in einem kontinuierlich ablaufenden Großverfahren) herstellten, benutzt.⁸⁰ Nach dem Biosyn-Verfahren arbeitete in München die Meierei am Ostbahnhof (Garching), wo Anfang 1942 der erste Studienbetrieb errichtet wurde, und auch in der Molkerei Freiburg liefen Versuche zur Produktion von *Oidium lactis* auf Molkebasis.⁸¹

Zusätzlich zu diesen im Reichsgebiet angesiedelten Fabriken wurde 1943 auch die Errichtung von Hefeproduktionsanlagen auf Basis von Holzzucker und Sulfitablauge im besetzten Norwegen ins Auge gefasst. Berechnungen des Reichsamts für Wirtschaftsausbau im Auftrag des REM ergaben, dass eine jährliche Gesamtproduktion von 32.000 t Hefe in 17 Fabriken möglich sei; unter Einbeziehung der bei der Vorhydrolyse anfallenden Ablaugen könnte – so das Reichsamt für Wirtschaftsausbau – diese Hefemenge möglicherweise sogar verdoppelt werden.⁸²

Die Produkte und ihre Abnehmer

Größter Abnehmer von Hefe war das Oberkommando des Heeres (OKH): Ende 1942 benötigte das OKH nach eigenen Berechnungen etwa 24.000 t Hefe pro Jahr zur Herstellung einer Futterkonserve und 6.000 bis 8.000 t Hefe zur menschlichen Ernährung.⁸³ Bereits 1936 hatte die Heeresverwaltung Hefe zur Herstellung von Futterbriketts bestehend aus Hafer, Heu, Strohhacksel,

79 Ebd., S. 290, sprechen für 1944 von insgesamt acht Anlagen. In Bernburg und Schönbrunn soll Hefe auf Molkebasis hergestellt worden sein, und in Frankfurt a.M., Eschwege, Stuttgart, Lütjenburg, Lübeck und Schwiebus seien Fabriken im Bau gewesen. Nach Skoog (wie Anm. 54, S. 124) produzierte 1944 nur eine Fabrik nach dem von Waldhof entwickelten Verfahren geringe Mengen an Molkehefe für die Wehrmacht. Zwei Fabriken in Frankfurt a.M. und in Eschwege sollen sich im Bau befunden haben.

80 BAR 86, Nr. 8026, Teil 1 und Teil 2, BAR 86, Nr. 3591, S. 85ff. Die Milchwerke Regensburg (Milchwerke Bayerische Ostmark GmbH) erhielten am 14.3.1944 durch die Hauptvereinigung der deutschen Milch-, Fett- und Eierwirtschaft die vorläufige Genehmigung zur Produktion eines Nährtranks Mil-Ma 1 bzw. des Nahrungsmittels Mil-Ma 2 auf Molkehefebasis.

81 BA R 86, Nr. 3591, S. 172–224 u. S. 287: Anscheinend wurde das Myceleiweiß auch zur versuchsweisen Produktion von Leberkäse herangezogen (S. 211).

82 BA R 14, Nr. 186, S. 477ff., 16. 6. 1943: Das REM wies jedoch darauf hin, dass „weder rohstoffmäßig noch in Bezug auf die Fertigung der entsprechenden Anlagen eine Beeinträchtigung der für das Reichsgebiet geplanten Fabriken durch den Ausbau der Industrie in Norwegen erfolgen darf“ (S. 479).

83 BA R 14, Nr. 186, S. 127ff. (Dezember 1942). Bei der Besprechung im Januar 1944 gab das OKH einen Bedarf von 37.000 bis 40.000 t an. Vom REM wurde jedoch darauf verwiesen, dass General Osterkamp einen Bedarf von 15.000 t angegeben habe (S. 346). Das OKH beanspruchte nicht nur die auf Holzzucker oder Ablaugen hergestellte Hefe, sondern erhielt auch Bierhefe bzw. die aus Melasse hergestellte Hefe. BA R 14, Nr. 187, S. 10; vgl.

Kartoffelflocken und Hefe für Pferde bezogen. Geringe Quantitäten gelangten auch in die Kälberaufzucht.⁸⁴ Zur menschlichen Ernährung wurde die Hefe entweder als Nährhefe, Hefeextrakt, Würze (z.B. Suppen) und Bratlingspulver verwendet sowie Brot und Trockensuppen zugegeben. Da fast die gesamte anfallende Hefe von der Wehrmacht in Anspruch genommen wurde, kam es wiederholt zu Forderungen seitens des REM aber auch der Reichsgesundheitsführung (Hauptamt für Volksgesundheit in der Reichsleitung der NSDAP), dass auch für den zivilen Sektor Hefe bereitgestellt werden müsse, um die mangelhafte Proteinversorgung zu verbessern. Diese Forderungen wurden vom OKH jedoch zurückgewiesen, da der Bedarf der Wehrmacht aufgrund der geringen Gesamterzeugung von etwa 12.000 bis 15.000 t nicht befriedigt werden könne. Daher erklärte das OKH am 18. Dezember 1942, es „sei also bis zum Ende des Jahres 1943 [...] nicht daran zu denken, dem zivilen Sektor Hefe in größerem Umfang zur Verfügung zu stellen“.⁸⁵

Am 22. März 1944 erfolgte die Einführung der öffentlichen Bewirtschaftung für „Nahrungs- und Futtermittel auf mikrobiologischer Grundlage“ durch die Hauptvereinigung der deutschen Getreide- und Futtermittelwirtschaft. Das OKH erhielt von Minister Backe (REM) die Zusage für ein festes monatliches Kontingent von 1.250 t, die darüber hinausgehende Produktion sollte für die Belange der Reichsgesundheitsführung wie auftretende Vitaminmangelkrankheiten, pharmazeutische Bestände, Gemeinschafts- und Gaststättenverpflegung, für die Nahrungsmittelindustrie und die Zivilbevölkerung bereitgestellt werden. Die Hefe solle, so ein Vermerk des REM, dort eingesetzt werden, wo es „im Interesse der Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Bevölkerung notwendig“ sei, und „leistungsmäßig besonders beanspruchten Verbrauchergruppen“ zur Verfügung gestellt werden.⁸⁶ Diese „Verbrauchergruppen“ lassen sich als italienische Militärinternierte, russische Kriegsgefangene und Ostarbeiter, die in der Rüstungsindustrie und im Bergbau ausgebeutet wurden, identifizieren. Ab der 64. Zuteilungsperiode (23. Juni 1944) erhielten sie auf Anweisung des REM eine Zulage in Form von Hefe. Für Zivilgefangene wurde „zur Erhaltung ihrer Arbeitskraft“ [sic!] eine Zulage von 3 g Hefe pro Tag durch das Justizministerium beantragt.⁸⁷ Wie der in dieser Quelle genannte,

Northeastern Wood Utilization Council (Hg.), Wood Yeast for Animal Feed, Bulletin No. 12, New Haven 1946, S. 79f.

84 Skoog (wie Anm. 54), S. 8 u. S. 56ff.; Northeastern Wood Utilization Council (wie Anm. 83), S. 80f.

85 BA R 14, Nr. 186, S. 99ff., S. 127ff. (hier S. 130), S. 170ff. u. S. 407ff.; vgl. BA R 86, Nr. 3591, S. 43; Northeastern Wood Utilization Council (wie Anm. 83), S. 79f.

86 BA R 14, Nr. 186, 10.3.1944, S. 388–395, S. 388; BA R 14, Nr. 187, S. 77 u. S. 80.

87 BA R 14, Nr. 187, S. 92ff. „Nach Mitteilung des Reichsjustizministeriums – Zentralbeschaffungsamt der Justizvollzugsanstalten – hatte es sich auf Grund ärztlicher Untersuchungen als unumgänglich erwiesen, die Ernährung der Gefangenen zur Erhaltung ihrer Arbeitskraft zu verbessern. Die Einsatzfähigkeit der Gefangenen ist umso mehr zu gewährleisten, als diese ausschließlich in der Rüstungsindustrie eingesetzt sind“ (S. 95).

minimale Wert von 3 g fühlbare körperliche Konsequenzen haben sollte, bleibt unklar. Russische Kriegsgefangene und italienische Militärinternierte, die zur Zwangsarbeit im Ruhrbergbau und in der Rüstungsindustrie herangezogen wurden, erhielten jedenfalls neben Trockenhefe bzw. Hefepaste sog. Mycelpaste (auch als Mycelpräparat bezeichnet) zur Ernährung. Unter Mycelpaste firmierte das in Wildshausen nach dem Verfahren von Peukert auf Sulfitablauge hergestellte „Sämigmark“, ein gepresstes Naßmycel des Schimmelpilzes *Odium lactis* mit ca. 10% Trockensubstanz, welches für Suppen und Eintöpfe verwendet wurde.⁸⁸ Diese Zulagen können sicherlich im Zusammenhang mit der von kriegswichtigen Firmen bzw. deren Managern (insbesondere Albert Vögler, Generaldirektor der Vereinigte Stahlwerke AG) erfolgten Feststellung der mangelhaften Ernährung der Zwangsarbeiter als „Leistungshemmnis“, der die ab Mai 1944 vom Heinrich Kraut durchgeführten Ernährungsversuche („Krautaktion“) in Betrieben der Ruhrstahl AG folgten, gesehen werden.⁸⁹ Nicht nur in Arbeitslagern, sondern auch in Konzentrationslagern kam das Pilzmycel zum Einsatz. Auf Nachfrage der Hauptvereinigung der deutschen Getreide- und Futtermittelwirtschaft erklärte der Ernährungsinspekteur der SS, Prof. Ernst Günther Schenk, am 15. August 1944, dass die SS die gesamte Erzeugung Wildshausen „in Form einer stark wässrigen Paste“ erhalte, „die in Mengen von 50 g (Trockensubstanz) täglich an Gefangene ausgegeben“ werde. „Mißstände und Schädigungen“ seien nicht beobachtet worden.⁹⁰ Der

- 88 Bundesarchiv Koblenz, Nachlass Kraut N 1198, Nr. 22, Nr. 25, Nr. 29 u. Nr. 48. Russische Kriegsgefangene und italienische Militärinternierte, die als Zwangsarbeiter bei der Heinrichshütte Hattingen und der Ruhrstahl Annen eingesetzt wurden. Auf die Ausgabe bei der Hoesch AG weist Gabrielle Hammermann („Zwangsarbeit für den Verbündeten“. Die Arbeits- und Lebensbedingungen der italienischen Militärinternierten in Deutschland 1943–45, Tübingen 2002, S. 177f.) hin. Siehe auch Stadtarchiv Arnsberg, Bestand Westfälische Zellstoff AG „Alphalint“, Wildshausen, Unterlagen (1936–1969), unsortiert.
- 89 Zur „Krautaktion“ siehe Dietrich Eichholtz, Die „Krautaktion“. Ruhrindustrie, Ernährungswissenschaft und Zwangsarbeit 1944, in: Ulrich Herbert (Hg.), Europa und der „Reichseinsatz“. Ausländische Zivilarbeiter, Kriegsgefangene und KZ-Häftlinge in Deutschland 1938–1945, Essen 1991, S. 270–294; Lutz Budraß, Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie und die Ernährungswirtschaft, in: Theo Plesser u. Hans-Ulrich Thamer (Hg.), Arbeit, Leistung und Ernährung. Vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin zum Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie und Leibniz Institut für Arbeitsforschung in Dortmund, Stuttgart 2012, S. 263–293, S. 283–292; Ulrike Thoms, Das Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie und die Nachkriegsjahre von Heinrich Kraut, in: Plesser/Thamer (wie Anm. 89), S. 295–356. Prof. Dr. Heinrich Kraut, Leiter der Physikalisch-Chemischen Abteilung am KWI für Arbeitsphysiologie in Dortmund, fungierte als Berater des Reichsernährungsministeriums und war Mitglied der Kommission für Rationierung der Lebensmittel. Er war u.a. auch Teilnehmer einer Besprechung zur Eiweißfrage und Hefe am 30.7.1943 in Heidelberg; siehe BA R 86, Nr. 3591, S. 170.
- 90 BA R 86, Nr. 3591, S. 199 u. S. 203f. Zu Schenk siehe Christoph Kopke, „Der Ernährungsinspekteur der Waffen-SS“. Zur Rolle des Mediziners Ernst Günther Schenk im Nationalsozialismus, in: ders. (Hg.), Medizin und Verbrechen, Ulm 2001, S. 208–220; ders., Die „politische denkende Gesundheitsführung“. Ernst-Günther Schenk (1904–1998) und der Nationalsozialismus, Diss. FU Berlin 2008. Nach BA R 14, Nr. 186, S. 395 erfolgte die

Vertrag mit der Waffen-SS sah eine tägliche Lieferung von 5.000 kg Sämigmark vor.⁹¹ Über die Bionahr GmbH, die den Absatz der Biosyn-Produkte organisierte, gelangte Sämigmark an große Firmen der Lebensmittelbranche wie Melchers AG und Hefter.⁹² Ab Ende 1944 erfolgte der Absatz von Wildshausen aus im Wesentlichen im Umkreis von Arnshausen, da im Zuge der alliierten Offensive das Transportwesen eine erhebliche Beeinträchtigung erfuhr. So erteilte die Reichsbahndirektion Mitte Dezember wegen absoluter Waggonsperrung keine Genehmigung zum Bahntransport von 20.000 Dosen Mycel nach Berlin. Mitarbeiter von Wildshausen verhandelten mit großen kriegswichtigen Rüstungsbetrieben im Ruhrgebiet, die für die Werksküchen an der Abnahme von „Sämigmark“ interessiert waren. Die Firmen mussten jedoch die Selbstabholung organisieren.⁹³

Neben dieser Mycelpaste begann man in Wildshausen im Sommer 1944 mit der Produktion eines Brotaufstrichs sowie einer „Bionahr Nährpilz“-Fertigsuppe. Beide Produkte wurden chemisch untersucht, sie gelangten jedoch nicht in den Verkauf.⁹⁴ In Lenzing wurde ein Trockenmycel als Tierfutter hergestellt. Die so genannte „Biosyn-Wurst“, mit der die berühmten Ernährungsversuche

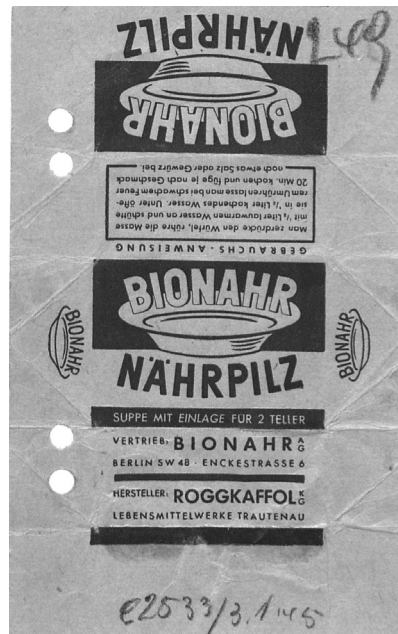


Abb. 2: Am 3.1.1945 übersandte die Bionahr GmbH zwei Würfel einer „kochfertigen Suppenmasse“ (Pilzmycel) an das Reichsgesundheitsamt mit dem Hinweis, dass das Produkt „ungefähr in der jetzigen Aufmachung“ aber nur als Suppengrundlage verkauft werden sollte. Quelle: BA Berlin, R 86, Nr. 3591 (249)

Abgabe von Sämigmark bereits im April 1944. Zum Einsatz von Mycel in Konzentrationslagern bzw. den Ernährungsversuchen erscheint eine gesonderte Arbeit. Deshalb wird auf diesen Komplex hier nicht weiter eingegangen.

- 91 Thüringisches Staatsarchiv (ThStA) Rudolstadt, VEB Chemiefaserkombinat Schwarzka (CFK) Nr. 3107, 2.5.1944.
- 92 ThStA Rudolstadt, CFK Nr. 258, 30.11.1944.
- 93 Stadt Arnshausen, Bestand Westfälische Zellstoff AG „Alphalint“, Wildshausen, Unterlagen (1936–1969) unsortiert. Als Verkaufspreis wurde 1,20 RM je kg festgelegt. Verhandelt wurde z.B. mit dem Dortmund-Hörder-Hüttenverein über die Abnahme von 12 t pro Woche für 12.000 Verpflegte; Hösch Dortmund (6 t pro Woche); Bemberg Wuppertal u. Espenlaub Flugzeugwerke, Barmen-Wichlingshausen (zus. 5 t pro Woche). In Arnshausen erwarben u.a. die Standortverpflegungsstelle, das Pionier-Bau-Ersatz-Bataillon, sowie die Kraftfahr-Ersatzausbildungsabteilung das Produkt. Siehe auch BA R 121, R 2416. Zum Transportwesen vgl. Klaus-Dietmar Henke, Die amerikanische Besetzung Deutschlands, 2. Aufl., München 1996, S. 436ff.
- 94 BA R 86, Nr. 3591, S. 248ff.

im Konzentrationslager Mauthausen durchgeführt wurden, soll zu diesem Zeitpunkt nicht mehr hergestellt worden sein.⁹⁵ Teile der Hefeproduktion wurden Betrieben der Nahrungsmittelindustrie (Maggi, Knorr, Oetker, Fleisch- u. Fettkonzern Köln, Schlüterbrot u.a.) zur Herstellung von Hefeextrakten sowie Würzen für Suppen und Saucen für die Wehrmacht zur Verfügung gestellt.⁹⁶

Hefeproduktion zwischen Anspruch und Wirklichkeit

In seinen Erinnerungen „Krisenmanager im Dritten Reich“ behauptet Hans Kehrl – er war ab 1943 Chef des Planungsamtes im „Vierjahresplan“ und zugleich Chef des Rohstoffamtes im Reichsministerium für Rüstung und Kriegsproduktion –, dass er die Produktion von Wuchshefen im großindustriellen Umfang ab Herbst 1944 eingeleitet habe, um „der akuten Gefahr einer kommenden Hungersnot auf einem Spezialgebiet zu begegnen“. Die Sulfitablaugen der seinem Rohstoffamt unterstehenden Zellstoffindustrie sollten für die Hefeproduktion die Ausgangsbasis darstellen. In seinen Handakten, so Kehrl, befinde sich ein Bericht über den Stand der Hefebauvorhaben vom 19. April 1945, der fast 50 verschiedene Werke aufführe, die damals teils in Produktion und teils im fortgeschrittenen Ausbau gewesen seien. In einem der größten Werke sei eine Gesamtjahreskapazität von 20.000 t erreicht worden.⁹⁷ Bereits auf einer Sitzung beim OKH am 7. Januar 1944 bezüglich der „Förderung der Hefeproduktion“ hatte ein Vertreter des Ministeriums Speer die vom REM erhobene Forderung einer Herstellung von jährlich 100.000 t Hefe als „Phantasieziffer“ bezeichnet.⁹⁸ Nach Lage der Akten kann aus heutiger Sicht davon ausgegangen werden, dass auch die Angaben von Kehrl als Phantasiezahlen zu bewerten sind. Kehrl hatte mit diesen Angaben einer Fehleinschätzung Vorschub geleistet hat.

Mit dem ersten Bauprogramm vom Dezember 1941 sollten Fabrikanlagen mit einer jährlichen Gesamtleistung von ca. 85.500 t Trockenhefe (entsprechend etwa 40.000 bis 42.000 t Eiweiß) errichtet werden. Das Reichsamt für Wirtschaftsausbau ging im September 1942 sogar davon aus, bis Anfang 1944 eine Gesamtproduktionskapazität von 125.000 t Hefe erreichen zu können. Dabei sollten bereits 1942 in den Holzverzuckerungsanlagen ca. 20.000 t Hefe

95 BAR 86, Nr. 3591, S. 199 u. S. 203. Zu den Ernährungsversuchen siehe Kopke (wie Anm. 90); Reith (wie Anm. 8), S. 422–426. Auf die hier benutzten Akten bezieht sich auch Christine Stahl, Sehnsucht Brot. Essen und Hungern im KZ-Lagersystem Mauthausen, Mauthausen 2010.

96 BAR 86, Nr. 3591, S. 5ff. u. S. 28; BAR 14, Nr. 187, S. 44f.: Bereits im November 1943 forderten das OKH als auch die Hauptvereinigung der Deutschen Zuckerindustrie die Hersteller auf, Sulfithefe anstelle von Melasse-Hefe für die Herstellung von Produkten für die Wehrmacht zu verwenden.

97 Kehrl (wie Anm. 10), S. 423f; siehe auch Rolf-Dieter Müller, Der Manager der Kriegswirtschaft. Hans Kehrl: Ein Unternehmer in der Politik des Dritten Reiches, Essen 1999.

98 BAR 14, Nr. 186, S. 386.

produziert werden.⁹⁹ Dieses Ziel wurde jedoch nie erreicht: 1944 erzeugten die fünf Holzzucker verarbeitenden Fabriken insgesamt knappe 9.000 t Hefe. Dabei muss jedoch noch berücksichtigt werden, dass diese Firmen nicht nur Holzzucker verarbeiteten, sondern auch Melasse als Rohstoff nutzten.

Die auf Basis Sulfitablauge arbeitenden Fabriken produzierten ca. 6.750 t Trockenhefe.¹⁰⁰ Aus der Biosynproduktion (Lenzing, Wildshausen) fielen bis Ende Oktober 1944 gerade einmal 122 t Mycel an.¹⁰¹ Die Phrix-Werke mit einer geplanten Produktion von 40.000 t aus der Vorhydrolyse befanden sich noch im Bau, und erst Anfang 1945 begann man in Wittenberg mit der Herstellung von Hefe.¹⁰² Die vom REM in Aussicht genommene Produktion in Norwegen kam nie zustande. Untersuchungen der I.G. Farbenindustrie korrigierten Ende November 1943 die Produktionsmöglichkeiten auf etwa 3.500 t Hefeextrakt pro Jahr nach unten; diese könne jedoch erst nach einer Bauzeit von ein bis eineinhalb Jahren erreicht werden. Tatsächlich arbeitete auch in Norwegen nur eine kleine Zellulosefabrik mit einem Ausstoß von etwa 125 t Nährhefe pro Jahr.¹⁰³

Schwierigkeiten bei Aufbau und Betrieb der Fabriken traten jedoch nicht erst gegen Ende des Krieges auf. Bereits 1942 war es zu Kürzungen der Eisen- und Baukontingente und damit zu Verzögerungen beim Bau der Fabrikationsanlagen gekommen. Die schwierige Beschaffung der notwendigen Nährsalze wie auch die schlechte und unzureichende Kohlenversorgung führten zu Produktionsausfällen.¹⁰⁴ Besonders kritisch wurde der Ausbau der Hefeanlagen, als Krauch (Bevollmächtigter für Sonderfragen der chemischen Erzeugung im Vierjahresplan) ankündigte, das Hefe-Programm stillzulegen, da ihn die Lage auf dem Eisenkontingentgebiet im ersten Quartal 1943 dazu zwingt. Gleichzeitig erklärte er sich jedoch bereit, die Programme weiter zu betreuen, „wenn mir von den an der Hefe-Produktion interessierten Stellen

99 Skoog (wie Anm. 54), S. 12ff.

100 Locke et al. (wie Anm. 60), S. 12ff. In Wolfen sollen im Januar 1945 etwa 60 bis 80 t Hefe produziert worden sein. Wann hier die Umstellung auf Hefe für die menschliche Ernährung erfolgte, ist offen. Nach BA R 14, Nr. 187, S. 46 produzierte Wolfen ab dem 6.3.1944 wöchentlich 5 bis 6 t Futterhefe. Vgl. P.L. Pavcek, Report of Wood Sugar Yeast Manufacture, CIOS Target No. 22/1 (J), [o. O.] 1945, S. 16. Nach BA R 14, Nr. 186, S. 357 erhielten die Holzzucker verarbeitenden Fabriken jährlich 24.000 t Melasse als Rohstoff.

101 ThStA Rudolstadt, CFK 1636 (Abschrift über die 6. Sitzung des Produktionsausschusses der Fachabteilung Hefe und Spiritus aus Sulfitablauge und pflanzlichen Hydrolysaten, Furfurol und Holzverzuckerung vom 14.11.1944), wobei nicht eindeutig hervorgeht ob es sich um Trocken- oder Naßmycel (sog. Sämigmark) handelt. Vgl. BA R 121, Nr. 2416 u. Nr. 2528: Nach diesen Daten produzierte Wildshausen im II. Quartal 1944 181 t Naßmycel und im III. Quartal 202 t Naßmycel entsprechend 40,5 t Trockenmycel.

102 Locke et al. (wie Anm. 60), S. 58f.: „it is known, however that no significant production occurred at either of the plants. [...] particularly the Director, Dr. Dörr, had a tendency to brighten the truth.”

103 BA R 14, Nr. 186, S. 483ff.

104 BA R 14, Nr. 186, S. 107f., S. 129ff. u. S. 158f.; BA R 3112, Nr. 9: Mögliche Hefe-Erzeugung nach gegenwärtigem Stand, 29.3.1943.

das notwendige Kontingent zugewiesen wird.¹⁰⁵ Daraufhin beantragte das REM in einem Schreiben vom 3. März 1943 beim Amt für Zentrale Planung (Staatsrat Dr. Schieber, Reichsministerium für Bewaffung und Munition) die für die Durchführung notwendigen Kontingente und erklärte, sich für die Bereitstellung der notwendigen Kohle und Salze einzusetzen. Auch die Betreiber der Zellstoffwerke, denen eine Hefeproduktion angegliedert werden sollte, wandten sich wiederholt an staatliche Stellen mit der Bitte um Unterstützung betreff der Zuteilung von Material aber auch der Zuweisung von Arbeitskräften.¹⁰⁶ Vielfach handelte es sich hierbei um Zwangsarbeiter, ausländische Kriegsgefangene und KZ-Häftlinge.¹⁰⁷ Krauch rechnete bereits im März 1943 nur noch mit einer möglichen Hefeerzeugung von 60.800 t für das Jahr 1944, jedoch unter der Voraussetzung der Bereitstellung des notwendigen Eisens bis ins dritte Quartal 1944 (vgl. Tab. 2).¹⁰⁸

Um den Ausbau der Hefeerzeugung voranzutreiben, hatte Staatssekretär Backe im März 1943 Hitler auf die „Notwendigkeit einer bevorzugten Förderung des Ausbaus der Hefeerzeugungsanlagen“ hingewiesen.¹⁰⁹ In der Folge beantragten Hans Kehrl und Carl Krauch „baustufenmäßig“ die Gleichstellung der Hefeerzeugung mit den Bauvorhaben auf dem Mineralölsektor.¹¹⁰ Auf

105 BAR 14, Nr. 186, S. 106, Schreiben an Backe vom 16.11.1942. Mit Schreiben vom 15.2.1943 teilte der Generalbevollmächtigte für Sonderfragen der chemischen Erzeugung (Krauch) dem REM mit, dass das Bauvorhaben „V-Hefe-Hirschberg“ stillgelegt“ sei, „um aus den hiervon zurückzugebenden Eisen-Mengen wenigstens die laufenden Bauvorhaben zu bedienen, die am weitesten fortgeschritten sind.“ Gleichzeitig wies man darauf hin, dass die größten Projekte Wittenberge, Küstrin und Wolfen-Ausbau „baustoff- und maschinenmässig“ nicht versorgt werden könnten. Vgl. BA R 14, Nr. 186, S. 176f.

106 BA R 14, Nr. 186, S. 158f., S. 168f. u. S. 192. Für die Phrix-Werke wandte sich Richard Eugen Dörr in einem Brief vom 23.2.1943 an den Gesundheitsführer der NSDAP (Wirz), während die Firma August Oetker unter demselben Datum und fast identischem Brief an das Reichswirtschaftsministerium schrieb. Dörr war Vorstandsvorsitzender der Phrix-Werke AG sowie der Werke in Wittenberg, Küstrin und Hirschberg; vgl. Kaienburg (wie Anm. 49), S. 16. Die Oetker Werke und die Phrix-Werke gründeten 1943 gemeinsam mit der SS die Hunsä-Forschungs-GmbH, eine Gesellschaft für „die Förderung der Forschung auf dem gesamten Gebiet des Nahrungsmittelwesens und der Grundstoffe, insbesondere für die Erzeugung von Nahrungsmitteln auf dem Gebiet der Weiterverarbeitung von den in der Industrie sich ergebenden Neben- und Restprodukten“. Vgl. Rüdiger Jungbluth, Die Oetkers: Geschäfte und Geheimnisse der bekanntesten Wirtschaftsdynastie Deutschlands, Frankfurt a.M. 2004, S. 187.

107 BA R 121, Nr. 2151, S. 7, R 121 Nr. 2527, S. 7 und R 121, Nr. 2526, S. 1: Angaben über die Anzahl der ausländischen Arbeitskräfte im Werk Wildshausen; Locke et al. (wie Anm. 60), S. 7 u. S. 53. Die Betreiber der Fabrik in Holzminden machten für ihre zu niedrig liegende Produktionsmenge die hohe Anzahl an Fremdarbeitern (70% der 240 Mitarbeiter) verantwortlich. Für die Phrix-Werke siehe Kaienburg (wie Anm. 49).

108 Locke et al. (wie Anm. 60) S. 12f.; siehe auch BA R 14, Nr. 186, S. 84f.: Hier werden u.a. projektierte Anlagen in Eschingen, Walburg, Heidenau und Leipzig genannt, die in keiner anderen Statistik nachweisbar sind.

109 BA R 14, Nr. 186, S. 200.

110 BA R 14, Nr. 186, S. 188 u. S. 200.

Verfahren bzw. Rohstoffgrundlage	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Holzverzuckerung*	400	3.800	7.800	9.000	12.100	17.600	20.600	20.600
Buchensulfit-Ablauge*		100	700	1.700	9.500	29.700	32.700	32.700
Vorhydrolyse* (Phrix)					2.000	13.500	33.000	33.000
Waschwässer Buchenzellstoff**							12.000	12.000
Verspritzte Fichtenablauge**							15.000	30.000
Projektierte Produktion gesamt	400	3.900	8.500	10.700	23.600	60.800	113.300	128.300

* Laufende bzw. im Bau befindliche Anlagen.

** Noch anzustößende, rohstoffseitig mögliche Verfahren, Versuche noch nicht abgeschlossen.

Quelle: BA R 3112, Nr. 9, Mögliche Hefe-Erzeugung nach gegenwärtigem Stand 29.3.1943.

Tab. 2: Projektierte Hefe-Erzeugung (Stand März 1943) (in Tonnen pro Jahr)

Anordnung von Göring wurde am 30. April 1943 das Hefe-Bauvorhaben „in die Dringlichkeitsregelung für die Grundstofferzeugung“ einbezogen, de facto eine Gleichstellung mit dem Mineralölprogramm und den Vorhaben zur Kohleförderung.¹¹¹ Trotz aller Bemühungen um Effizienzsteigerungen konnten die Programme nicht plangerecht ausgeführt werden. Das REM stellte in der Folge – auch auf Bitten von Krauch – weitere Anträge an das Reichsministerium für Rüstung und Produktion und an den Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Bauvolumen und Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen.¹¹²

Die weiterhin auftretenden Schwierigkeiten, der Mangel an verschiedenen Rohstoffen und besonders an Arbeitskräften, keine Zuweisungen von Bauvolumen,¹¹³ Probleme bei der Beschaffung von Maschinen und der Ausführung von Reparaturen beim Hefeprogramm führten am 6. und 7. Januar

111 BA R 14, Nr. 186, S. 282. Kaienburg (wie Anm. 49), S. 23 gibt an, dass Backe im März 1943 einen Führererlass zum sofortigen Bau der drei Phrix-Hefefabriken erwirkt habe.

112 BA R 14, Nr. 186, S. 282f., S. 285, S. 311 u. S. 330. Auch die Reichsgesundheitsführung (Prof. Wirz) unterstützte die Bemühungen des REM beim Speerministerium. Zur Bauwirtschaft siehe Christiane Botzet, Ministeramt, Sondergewalten und Privatwirtschaft. Der Generalbevollmächtigte für die Regelung der Bauwirtschaft, in: Rüdiger Hachtmann u. Winfried Süß (Hg.), Hitlers Kommissare. Sondergewalten in der nationalsozialistischen Diktatur, Göttingen 2006, S. 115–137.

113 BA R 14, Nr. 186, S. 285ff. Siehe auch BA R 7, Nr. 2444, S. 23f u. S. 35.

1944 auf Drängen des Ministeriums Speer zur Einberufung einer Sitzung, um alle Probleme zu besprechen.¹¹⁴ Die überlieferten Protokolle und Vermerke zeigen in aller Deutlichkeit nicht nur die Verknappung und Konkurrenz um strategische Ressourcen, sondern auch die polykratische Herrschaftsstruktur der miteinander konkurrierenden Behörden des NS-Staates. Insbesondere die Frage der Leitung des Hefeprogramms erscheint als ein stark umstrittener Punkt.¹¹⁵ Bereits am 18. Februar 1944 erklärte sich das Reichsministerium für Rüstung und Kriegsproduktion für die Lenkung der Hefeherzeugung zuständig und übertrug die Zuständigkeit auf das Rohstoffamt des Ministeriums, dessen Leitung Hans Kehrl hatte, und dort auf die Amtsgruppe Chemie. Damit übernahm das von Albert Speer geleitete Ministerium die bisher vom Heeresverwaltungsamt durchgeführten Aufgaben.¹¹⁶ Ungeachtet dieser Maßnahme vergrößerte sich in der Hefeproduktion die Lücke zwischen Anspruch und Wirklichkeit zunehmend. Bis zum 1. April 1944 ging man von einer potenziellen Produktionskapazität der Anlagen von 22.500 t Hefe pro Jahr (gegenüber den geplanten 55.500 t) aus: Der tatsächliche Ausstoß lag jedoch noch niedriger.¹¹⁷ Auch in den folgenden Monaten kam es nicht zu einer Erhöhung der Produktionsmengen. Mit einer Produktion von nur 1.304 t Hefe im Oktober 1944 zeichnet sich der Zusammenbruch der Kriegswirtschaft ab (vgl. Tab. 3).¹¹⁸

Einschätzung und weitere Anwendung der Technologien

Im Rahmen der Untersuchungen über die wissenschaftliche Forschung und neue Technologien, die nach Kriegsende durch die alliierten Teams in Deutschland durchgeführt wurden, und aus denen die BIOS-, CIOS- und FIAT-Berichte entstanden,¹¹⁹ wurden auch die biosynthetische Eiweißproduktion und ihre Vorläuferprozesse fokussiert. Die Berichte enthalten detaillierte Einschätzungen

114 BA R 14, Nr. 186, S. 377–386. An den Sitzungen nahm trotz Einladung kein Vertreter des RWA teil. Nach einem Vermerk des REM weicht das vom OKH angefertigte Protokoll über diese Sitzungen in vielen Punkten vom tatsächlich Besprochenen ab, vom REM wurde jedoch auf eine Richtigstellung verzichtet, da „der Vertreter des Reichsministeriums Speer die vom REM erhobene Forderung auf eine Erzeugung von 100.000 t Hefe jährlich als ‚Phantasieziffer‘ bezeichnete“ (S. 386). Vgl. Jonas Scherner, Bericht zur deutschen Wirtschaftslage 1943/1944. Eine Bilanz des Reichsministeriums für Rüstung und Kriegsproduktion über die Entwicklung der deutschen Kriegswirtschaft bis Sommer 1944, in: Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte 55, 2007, S. 499–546.

115 BA R 14, Nr. 186, S. 345f. u. S. 377–486.

116 BA R 14, Nr. 186, S. 388ff. u. S. 440f.

117 BA R 14, Nr. 186, S. 441. Es wurden nur 16.300 t produziert. Die Produkte der Biosyn-Anlagen, die mit 2.500 t/Jahr veranschlagt wurden, fielen zu diesem Zeitpunkt aus, da die Produkte nicht in gleichbleibender Qualität hergestellt werden konnten.

118 ThStA Rudolstadt, CFK Nr. 1636: Abschrift über die 6. Sitzung des Produktionsausschusses der Fachabteilung Hefe und Spiritus aus Sulfitablauge und pflanzlichen Hydrolysaten, Furfurol und Holzverzuckerung vom 14.11.1944.

119 Zu den BIOS-, CIOS- und FIAT-Berichten siehe John Gimbel, *Science, Technology, and Reparations. Exploitation and Plunder in Postwar Germany*, Stanford 1990; John Farquhar-

Die „Eiweißlücke“ und die biotechnologische Eiweißsynthese

Basis/Anlage	III. Quartal 1944 (in t)	Oktober 1944 (in t)	Ursachen der Minderproduktion im Oktober 1944
Sulfitablauge			
Mannheim-Waldhof	752	85	Holz-mangel wegen Transportschwierigkeiten
Kelheim	453	171	Wasserwerk-reparatur
Kostheim	236	98	Kohle-mangel wegen Transportschwierigkeiten
Odermünde	88	30	Vorver-dampfer und Pumpen fehlen, Abzug von Hand-werkern
Stockstadt	222	85	Vorver-dampfer fehlt, Ammonium-mangel
Wolfen	120	32	Versuchs-betrieb
Gesamtproduktion	1873	501	
Holzzucker			
Regensburg	1390	451	
Mannheim	415	154	häufige Fliegerangriffe
Dessau	80	47	
Holz-minden	136	40	Energie-versorgung gestört
Tornesch	403	96	Energie-versorgung nach Fliegerangriffen gestört
Gesamtproduktion	2421	788	
Mycel (Biosyn)			
Lenzing	8	2,8	Versuchs-betrieb
Wildshausen	41	12	Konservendosen-mangel
Gesamtproduktion	49	14,8	
Gesamtproduktion aller Verfahren	4346	1303,8	

Quelle: ThStA Rudolstadt, VEB Chemiefaserkombinat Schwarza (CFK), Nr. 1636, Abschrift über die 6. Sitzung des Produktionsausschusses der Fachabteilung Hefe und Spiritus aus Sulfitablauge und pflanzlichen Hydrolysaten, Furfurol und Holzverzuckerung vom 14.11.1944

Tab. 3: Hefeproduktion im III. Quartal 1944 und im Oktober 1944

der Entwicklung der Technologien durch Experten auf dem jeweiligen Gebiet. Sie lassen erkennen, dass die Verfahren der Holzverzuckerung gegenüber dem state of the art der Zwischenkriegszeit nicht weiter entwickelt wurden. Dagegen wurden in der technisch-apparativen Entwicklung der Verhefung der Sulfitablaugen interessante und übertragbare Potentiale für andere kommerzielle

son, Governed or Exploited? The British Acquisition of German Technology, 1943–1948, in: Journal of Contemporary History 32, 1997, S. 23–42.

Fermentationsprozesse gesehen.¹²⁰ Das Waldhof-Verfahren wurde als „the most outstanding development in the field of yeast production“ bewertet.¹²¹

E.G. Locke, Forschungsleiter und Direktor der U.S. Forest Product Laboratory (Madison), sah dieses Verfahren besonders für jene Gruppen in den USA von Interesse, die eine Reduzierung der Verschmutzung der Gewässer durch Sulfitablauge verfolgten. Sowohl die apparativen und technischen Beschreibungen als auch das zusätzlich gewonnene Material ermöglichten – so die Berichterstatter – einen schnellen Nachbau von hefeproduzierenden Werken. Hervorgehoben wurden auch die Verbesserungen der Produkte durch das Entfernen von Schwermetallverunreinigungen sowie beim Prozess des Trocknens und der Lagerung. Der Pflanzenphysiologe Skoog zog das Fazit: „In view of the many uses which have been found for yeast, the improved methods and relatively low cost of production, the high protein and energy content of the products, it seems likely that this production will continue even under favorable, peacetime food conditions.“¹²²

Angesichts der Versorgungsschwierigkeiten nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges bestand in Deutschland weiterhin eine „Eiweißlücke“.¹²³ Protagonisten der Eiweißsynthese sahen daher auch in den Nachkriegsjahren einen geeigneten Ansatz zur Schließung der „Eiweißlücke“. Wilhelm Ziegelmayr widmete 1947 in „Die Ernährung des Deutschen Volkes“ dem Rohstoff Hefe und der Eiweißsynthese ein ganzes Kapitel und prophezeite: „In unserer zukünftigen Ernährungslage spielen die Verfahren der industriellen Eiweißgewinnung eine besondere Rolle.“¹²⁴ Felix Just, ein ehemaliger Mitarbeiter von Hermann Fink, zog 1947 eine optimistische Bilanz: „Tatsächlich ist es gelungen, die Biosynthese von Eiweiß aus Acker, Wald und Wiese in die chemische Fabrik zu verlegen.“¹²⁵

Während die Holzverzuckerung nun nicht mehr als rentabel galt, wurde die Herstellung von Hefe auf der Basis von Sulfitablaugen zunächst fortgeführt. Nährhefe und Hefeflocken, aber auch „Leberwurst“ aus Hefe oder Mycel sollten fehlendes Fleisch ersetzen und Eiweiß liefern: Wegen der Nachfrage nach Nährhefe genehmigte die Hessische Landesregierung Ende 1947 der Zellstoff Waldhof AG ein Staatsdarlehen in Höhe von 5 Mio. RM zum Ausbau der

120 So wurden z.B. die Entwicklung einer effizienten mechanischen Belüftung und einer Zentrifuge zur Entschäumung, die die Benützung von Gärfett überflüssig machte, hervorgehoben.

121 J.M. Holderby, Waldhof Process for Production of Food Yeast, FIAT Final Report No. 619, London [o.J.], S. 3.

122 Locke et al. (wie Anm. 60), S. 21 u. S. 60ff.; Skoog (wie Anm. 54), S. 6–9.

123 Vgl. z.B. Gabriele Stüber, Der Kampf gegen den Hunger 1945–1950. Die Ernährungslage in der Britischen Besatzungszone Deutschlands, insbes. in Schleswig-Holstein und Hamburg, Neumünster 1984; Günter Trittel, Hunger und Politik. Die Ernährungskrise in der Bizone (1945–1949), Frankfurt a.M. u. New York 1990; Paul Erker, Ernährungskrise und Nachkriegsgesellschaft. Bauern und Arbeiterschaft in Bayern 1943–1953, Stuttgart 1990.

124 Ziegelmayr (wie Anm. 17), S. 254–308, S. 293.

125 Felix Just, Biotechnische Eiweißsynthese, in: Natur und Nahrung 1, 1947, H. 15/16, S. 3.

Sulfitablaugenverhefung; weitere 5 Mio. RM wurden von privaten Anlegern gezeichnet.¹²⁶ Der Aufbau dieser Anlagen erfolgte zwar in den folgenden Jahren, 1953 produzierte Waldhof etwa 6.500 t Hefe und steigerte diese Produktion bis 1965 auf 10.000 t. Diese Hefe wurde jedoch als Fertigfutter für Jungvieh, Schweine und Geflügel sowie als Ausgangsprodukt für die pharmazeutische Industrie verwendet, da sie infolge der preisgünstigen Nahrungsmittelimporte kurz nach der Nahrungsreform ihren Stellenwert für die menschliche Ernährung verlor.¹²⁷ Wildshausen produzierte nach Kriegsende weiterhin Mycel, das in Dosen und Fässern an Lebensmittelproduzenten geliefert wurde, doch scheint das Verfahren immer noch mit Problemen behaftet gewesen zu sein. Mitte des Jahres 1949 stellte auch Wildshausen die Produktion ein.¹²⁸

Wirtschaftlichkeit der Verfahren

Wie ist nun die biologische Eiweißsynthese aus den aufgeführten Rohstoffen im Rahmen der nationalsozialistischen Ressourcenpolitik einzuschätzen? Zunächst wäre nach der wirtschaftlichen Tragfähigkeit der biologischen Eiweißsynthese zu fragen: Wurde auch hier aus ungeeigneten Ressourcen mit hohem Aufwand Zweitklassiges hergestellt? Wurden „bleibende Forschungs- und Entwicklungserträge“ erzielt, oder wurden diese – wie Wengenroth für die „Ersatzstoffkultur“ des Nationalsozialismus beschreibt – eher zufällig bzw. nicht intendiert gewonnen?¹²⁹ War die biologische Eiweißsynthese – wie die Fettsäuresynthese und die Herstellung des synthetischen Speisefettes – unwirtschaftlich, und nur unter dem angestrebten Ziel der „Nahrungsfreiheit“, der Sicherung der Ernährung aus eigener volkswirtschaftlicher Produktion, zu sehen?¹³⁰

Aus der Sicht der damaligen Proponenten der Verfahren galt „Hefeeiweiß aus Holz“ als „ein inländisches Erzeugnis“, das „schon deshalb volkswirtschaftlich im Krieg jedem ausländischen Eiweißträger weit überlegen“ sei, weshalb die Frage des Preises nicht entscheidend sei.¹³¹ Mit Blick auf die auf Basis Holzzucker arbeitenden Fabriken zeigt sich, dass schon zu Beginn der Planungen nicht von einem wirtschaftlich rentablen Betrieb ausgegangen werden konnte, sondern dass die Autarkiebestrebungen im Vordergrund

126 Andreas Herwig (Hg.), Die Kabinettsprotokolle der Hessischen Landesregierung 1947–1950, Bd. 1: 1947–1948, Wiesbaden 2008, S. 124.

127 Josef Wysocki, Spuren. 100 Jahre Waldhof. 100 Jahre Wirtschaftsgeschichte, Waldhof 1984, S. 153; Zellstofffabrik Waldhof (Hg.), 75 Jahre Zellstoff. Chemie und Technik, Waldhof 1959, S. 44 u. S. 100f.

128 Stadt Arnsberg, Bestand Westfälische Zellstoff AG „Alphalint“, Wildshausen, Unterlagen (1936–1969, unsortiert). Die Firma Rolff, Fleischwaren und Konservenfabrik, bemängelte am 18.12.1948 eine unbrauchbare Lieferung von Mycel, so dass sie einen Auftrag von 20.000 Dosen (je 700 g) nicht habe ausführen können.

129 Wengenroth (wie Anm. 10), S. 53.

130 Pelzer-Reith/Reith (wie Anm. 6), S. 196.

131 Limmer (wie Anm. 27), S. 68.

standen. Der Vertreter des REM hatte bei der Besprechung zur Förderung der Holzverzuckerung 1936 betont, sofortiges Handeln sei geboten, und Ministerpräsident Göring habe zugesichert: „Es werde auch dann niemanden ein Vorwurf treffen, wenn infolge einer unerwartet schnellen Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse in einer Reihe von Jahren, Fabriken, die jetzt dringend benötigt werden, stillgelegt werden müssten. Im Interesse der Sicherstellung der deutschen Aufrüstung und Ernährung des deutschen Volkes müsse mit größter Anstrengung und unter Einsatz aller Hilfsmittel sofort Großes und Gutes geleistet werden.“¹³² Für die ursprünglich projektierten 22 Fabrikanlagen rechneten die Vertreter der beteiligten Ministerien mit 100 bis 110 Mio. Baukosten und zusätzlich mit jährlich anfallenden Subventionskosten von 50 bis 60 Mio. RM, um den Preis für Futterhefe auf den niedrigeren Preis von Sojaextraktionsschrot absenken zu können.¹³³ Da aber die zur Errichtung anfallenden Kosten für das erste Werk in Mannheim-Rheinau erheblich über dem anfänglich kalkulierten Betrag lagen und die Produktion nur mit Betriebsmittelzuschüssen des Reiches aufrechtzuerhalten war, wurden die Pläne zur Errichtung weiterer Fabrikationsbetriebe nach dem Bergius-Verfahren mit Ausnahme der Regensburger Anlage bereits im Januar 1939 fallen gelassen. Zwei Argumente gaben für das Reichsfinanzministerium den Ausschlag: Das Verfahren sei technisch noch nicht ausgereift, und die Finanzlage des Reiches lasse die Förderung weiterer Unternehmungen nicht zu.¹³⁴ Nach Kriegsende bewertete die FIAT-Expertenkommission das Bergius-Verfahren als technisch interessant, jedoch „only useful under the most extraordinary economic circumstances“.¹³⁵ Auch die Werke, die nach dem Scholler-Verfahren Holzzucker produzierten, müssen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als unrentabel angesehen werden. Den hohen Investitionskosten standen niedrige Ausbeuten an Hefe gegenüber.¹³⁶

Gegenüber den Holzzuckerverfahren bewertete schon im April 1937 Carl Krauch bei einer Besprechung im Amt für Deutsche Roh- und Werkstoffe die Produktion aus den Ablaugen der Zellstofffabriken und der Papierfabrikation

132 BA R 2, Nr. 15227, S. 122.

133 BA R 2, Nr. 15227, S. 122ff. u. S. 294ff. Bei einer Besprechung im REM zu den grundsätzlichen Fragen der Holzverzuckerung vom 14.6.1936 rechnete man mit Kosten von 450 bis 500 RM pro t Hefe unter der Voraussetzung, dass „1 t Holztrockensubstanz frei Fabrik zu einem Preis bis zu höchstens 20 RM geliefert werde.“ 1937 berechneten die Hersteller einen Gestehtpreis von 545,88 RM (Scholler) bzw. 653,10 RM (Bergius) je Tonne Futterhefe. Im Vergleich zu anderen als Futtermittel verwendeten Produkten wie Sojaextraktionsschrot (155 RM), Fischmehl (160 RM) und Kartoffelmehl (299 RM) lag damit schon der Gestehtpreis für Futterhefe je Tonne um ein Vielfaches höher.

134 BA R 2, Nr. 21480, 21.1.1939; vgl. Limmer (wie Anm. 27), S. 20. Die Jahresberichte von 1938 und 1939 wiesen noch große Verluste auf. Diese „lassen wohl den Schluss zu, dass die technischen Schwierigkeiten, die einer volkswirtschaftlichen Ausnützung des Bergius-Verfahrens noch im Wege stehen, noch nicht restlos beseitigt sind.“

135 Locke et al. (wie Anm. 60), S. 13.

136 Ebd., S. 53.

als „die weitaus billigste Herstellung von Futterhefe“, und diese „müsse aus diesem Grunde stärkstens gefördert werden“.¹³⁷ Diese Annahme ist im Vergleich zur Herstellung von Hefe auf Basis von Holzzucker sicherlich korrekt, denn alleine die Investitionskosten für die Regensburger Anlage nach dem Bergius-Verfahren sollen mit 3.300 RM pro Tonne Jahreskapazität um zehnmal höher gewesen sein als für eine Anlage, die nach dem Waldhof-Verfahren auf Basis von Sulfitablauge arbeitete.¹³⁸ Erwin Schmidt, Direktor von Mannheim-Waldhof, schätzte 1945, dass durch den Rohstoff Holzzucker die Herstellung einer Tonne Hefe circa 250 bis 300 RM teurer als die Herstellung derselben Menge aus Sulfitablaugen gewesen sei.¹³⁹ Doch die Herstellung von Futterhefe aus diesen „praktisch wertlosen kohlenhydrathaltigen Industrieabfällen wie z.B. Buchensulfitablauge“ konnte sich nicht – so Fink 1942 – „in bezug auf den Preis des Eiweißes [...] mit anderen pflanzlichen Eiweißkonzentraten, z.B. Sojaschrot oder Ölkuchen messen.“¹⁴⁰ Die Kosten für die Bereitstellung von Futterhefe lagen höher als bei anderen Futtermitteln: Da das Reich Waldhof jedoch 1940 eine Abnahmegarantie für die aus Sulfitablauge produzierte Hefe gab, konnte diese Frage unberücksichtigt bleiben.¹⁴¹

Aussichtsreicher und gewinnversprechender als die Produktion von Futterhefe war sicherlich die Herstellung von Nährhefe für die menschliche Ernährung. Gegenüber der Produktion von Futterhefe fielen bei der Herstellung von Hefe für die menschliche Ernährung keine wesentlich höheren Produktionskosten an, da nur ein dritter Waschgang eingeführt wurde. Für die Herstellung von Trockenhefe zur menschlichen Ernährung kalkulierte das Werk Kehlheim der Zellstofffabrik Waldhof mit Kosten von ca. 390 RM je Tonne.¹⁴² Bei einem Verkaufspreis von 1 RM pro Kilogramm wäre dieses Produkt für Waldhof möglicherweise rentabel gewesen, unter der Voraussetzung, dass andere Nahrungsmittel nicht verfügbar waren.¹⁴³

137 BA R 2, Nr. 15227, S. 83f, hier S. 84.

138 Locke et al. (wie Anm. 60), S. 11; Northeastern Wood Utilization Council (wie Anm. 83), S. 103. Nach Skoog (wie Anm. 54, S. 128ff.), kostete die Errichtung einer Hefefabrik auf Basis Sulfitablauge 1942 mit einer Jahresproduktion von 1.500 t Trockenhefe etwa 650.000 RM.

139 Schmidt (wie Anm. 42), S. 18f. Die Entwicklung neuer Belüftungsverfahren bei der Verhefung von Sulfitablaugen habe zudem zur Einsparung von teurem Gärfett und zu einer höheren Wirtschaftlichkeit der Produktion geführt. Nach Schmidt habe das Gärfett die Produktion der Hefe um 6 bis 8 Pfg pro kg Hefe verteuert.

140 Hermann Fink, Neue Ziele der mikrobiologischen Eiweißgewinnung, in: Der Forschungsdienst (Hg.), Sonderheft 16. Forschung für Volk und Nahrungsfreiheit, Berlin 1942, S. 724–735, hier S. 725.

141 BA R 2, Nr. 15247: Holzzucker-Futterhefe. Zellstoff-Fabrik Waldhof, Mannheim. Abnahmegarantie des Reiches bei Errichtung einer Versuchsanlage zur Gewinnung von Futterhefe aus Sulfitablaugen.

142 Allen C. Hill u. W. Boyd Campbell, Zellstofffabrik Waldhof-Kelheim Mill, Bavaria, BIOS Final Report No. 51 [o.O, o.J.], S. 4f.; Schmidt (wie Anm. 42), S. 18f.

143 Hill/Campbell (wie Anm. 142), S. 8. Einschätzung von Wysocki (wie Anm. 127), S. 125. Waldhof produzierte 1943 3.300 t Hefe mit einem Verkaufswert von 2,8 Mio RM; dies entspräche einem Verkaufspreis von ca. 0,85 RM pro kg. Schmidt (wie Anm. 42), S. 20.

Ganz im Gegensatz dazu handelte es sich bei dem von Walter Schieber initiierten und protegierten Biosyn-Verfahren in Lenzing und Wildshausen (Sulfitablauge) und Garching (Molke) um ein betriebswirtschaftliches Desaster, bei dem zu keinem Zeitpunkt Gewinne in Aussicht standen.¹⁴⁴ Erich Correns hielt das Biosyn-Verfahren bis Kriegsende für den großtechnischen Einsatz nicht für ausgereift, da „wir die im kleinen als beste erprobten Bedingungen nicht wirtschaftlich ins große übersetzen können; außerdem gelingt die Reinhaltung der Mycelkulturen von Fremdorganismen [...] nicht.“ Unter „den augenblicklichen Verhältnissen“ hielt er weitere Forschungen für wünschenswert, auch mit Blick auf die Abwässerbelastung.¹⁴⁵

Biotechnologisch erzeugte Hefe leistete auch in der unmittelbaren Nachkriegszeit keinen nennenswerten Beitrag zur Ernährungssituation, da nur geringe Quantitäten produziert wurden. Nach der Währungsreform stellte sie aufgrund der hohen Gestehungskosten keine preisgünstige Alternative zu den nunmehr (wieder) verfügbaren Nahrungsmitteln dar. Hermann Fink bedauerte daher 1953, dass „diese so wichtigen Probleme der mikrobiellen Eiweißbeschaffung heute wieder stark in den Hintergrund getreten sind“. Selbst die mikrobiell erzeugte Futterhefe könne preislich die Konkurrenz mit anderen Futtermitteln nicht aushalten.¹⁴⁶ In der Finks Vortrag folgenden Diskussion stellte Staatssekretär Leo Brandt die Frage, ob angesichts der Verunreinigung der Flüsse, die große Sorge bereite, die Anlagen nicht zur Abwasserreinigung benutzt und damit das Verfahren rentabel gestaltet werden könne.¹⁴⁷

In der DDR wurde weiterhin Hefe auf Basis Sulfitablauge produziert. Alfred Rieche betonte 1954, der Schwerpunkt der Verwendung der Hefe habe in Mangelzeiten ausschließlich auf der menschlichen Ernährung gelegen, jetzt „liegt er vielfach bei der Tierfütterung“. Die Ausnutzung der Zucker für Biosynthesen bringe zugleich die Lösung schwieriger Abwasserprobleme.¹⁴⁸ Drei Jahre später ist ausschließlich von der Synthese von Futter-Eiweiß die Rede, die auch im Interesse der Reinhaltung der Vorfluter durchgeführt werde.¹⁴⁹

144 Sandgruber (wie Anm. 74), S. 303f.

145 Nach einer Aktennotiz von Erich Correns wurde die Anlage in Garching bei München schon Anfang 1944 stillgelegt, die Anlage in Wildshausen soll bis März 1945 niemals einwandfrei gelaufen sein. Vgl. ThStA Rudolstadt, CFK, Nr. 5715, Aktennotiz von Erich Correns vom 18.12.1945. Correns arbeite als Chemiker für die Thüringer Zellwolle AG und war 1950 bis 1981 Präsident des Nationalrates der Nationalen Front der DDR.

146 Hermann Fink, Über Leberschäden bei der Bestimmung des biologischen Wertes verschiedener Eiweiße von Mikroorganismen, in: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Bd. 5 (Sitzung v. 4.2.1953), S. 43–76 sowie die Diskussion S. 77–85, S. 82 u. S. 85.

147 Ebd. S. 85.

148 Rieche (wie Anm. 48), S. 708 u. S. 727. Rieche war während des Zweiten Weltkriegs Leiter der Entwicklungsabteilung des Werks Wolfen der IG Farben. 1954 war er Leiter des Instituts für Organische Chemie der Deutschen Akademie der Wissenschaften in Berlin (DDR).

149 Rieche bei einem Kolloquium des Instituts für Chemische Technologie der Technischen Hochschule Braunschweig am 4.4.1957 (in: Chemie-Ing.-Techn. 29, 1957, Nr. 12, S. 818).

Nach einem Beschluss des Ministerrates der DDR von 1956 sollten Großverschmutzer wie z.B. die Zellstoff- und Papierfabriken ihre Sulfitablaugen zur Hefe- und Alkoholherstellung nutzen.¹⁵⁰ Rieche hielt 1960 die Reinigung industrieller Abwässer für eine „Lebensfrage der Industrie“ und für ihn bestand kein Zweifel, „daß die Reinigung der Abwässer am bereitwilligsten durchgeführt wird, wenn eine Wertstoffgewinnung damit verbunden werden kann.“¹⁵¹

Auf diesem Gebiet wurde offenbar der Mehrwert des Verfahrens gesehen,¹⁵² in Verbindung mit Prozessen, „where the disposal of the waste would be expensive by conventional means“.¹⁵³ Biosynthetisch erzeugte Nahrungsmittel konnten jedenfalls seit der Nachkriegszeit aufgrund der dynamischen Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion im Bereich der Nahrungsmittel nicht konkurrieren.

Halten wir abschließend fest: Mit den biotechnologischen Verfahren waren zunächst große Hoffnungen verbunden. Sie sollten einen wichtigen Beitrag zur Schließung der „Eiweißlücke“ leisten. Den erheblichen Investitionen stand letztlich jedoch ein geringer Output gegenüber. Bis Kriegsende gelang die Umsetzung der Planungen nur in Ansätzen. Unmittelbar nach Kriegsende witterten die Protagonisten der Eiweißsynthese die Chance, mit ihren Produkten zur Entschärfung der problematischen Ernährungssituation beitragen zu können. Doch spätestens mit der Währungsreform waren die Tage des synthetischen Eiweiß für die menschliche Ernährung gezählt. Inwieweit die technisch-apparative Entwicklung der Verhefung der Sulfitablaugen interessante und übertragbare Potentiale für andere kommerzielle Fermentationsprozesse ergeben hat, und ob diese als „bleibende Forschungs- und Entwicklungserträge“ zu sehen sind, steht zur Diskussion.

Wie die Fettsynthese zählt auch die Eiweißsynthese jedenfalls zu den Projekten, deren Aufstieg und Scheitern eng mit der nationalsozialistischen Autarkiepolitik verbunden war.

Sie waren nur unter den spezifischen Zielsetzungen und Rahmenbedingungen der Autarkiepolitik bzw. der Kriegswirtschaft möglich, denn die Produktion von Eiweiß für die menschliche Ernährung erfolgte schließlich zu einem Zeitpunkt, zu dem die Eignung der Produkte noch keineswegs geklärt war. Das Reichsgesundheitsamt führte zwar chemische Analysen durch und bean-

150 Gerhard Würth, Umweltschutz und Umweltzerstörung in der DDR, Frankfurt a.M. 1985, S. 295f.

151 Alfred Rieche, Untersuchungen über Wuchshefen und Mycelpilze im Hinblick auf die Ausnutzung industrieller Abwässer, in: Wasserwirtschaft – Wassertechnik 10, 1960, S. 52–62, S. 52.

152 W. Dimmling, Rohstoffe für Fermentationen, in: Starch/Stärke 30, 1978, Nr. 12, S. 401–408; I.Y. Hamdan u. J.C. Senez, The Economic Viability of Single Cell Protein (SCP) Production in the Twenty-First Century, in: E.J. DaSilva, C. Ratledge u. A. Sasson (Hg.), Biotechnology: Economic and Social Aspects, Cambridge 1992, S. 142–164, S. 150f.

153 C. Ratledge, Biotechnology: The Socio-Economic Revolution? A Synoptic View of the World Status of Biotechnology, in: DaSilva et al. (wie Anm. 152), S. 1–22, S. 11.

standete zu hohe Schwermetallgehalte (Arsen und Blei), doch parallel dazu wurden Ernährungsversuche im Rahmen der „Gemeinschaftsverpflegung“ in Kliniken, Haftanstalten und Lagern durchgeführt, bei denen die gesundheitliche Schädigung der Betroffenen jedenfalls billigend in Kauf genommen worden ist.¹⁵⁴ Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Humanexperimente gehören daher ebenso zu den spezifischen Bedingungen der Eiweißsynthese im Nationalsozialismus wie ihre in diesem Aufsatz diskutierten technischen und ökonomischen Aspekte.

Anschrift der Verfasser: Dr. Birgit Pelzer-Reith u. Prof. Dr. Reinhold Reith, Universität Salzburg, Fachbereich Geschichte, Wirtschafts-, Sozial- und Umweltgeschichte, Rudolfskai 42, A-5020 Salzburg. Email: Birgit.Pelzer-Reith@sbg.ac.at u. Reinhold Reith@sbg.ac.at

154 Dazu erscheint in Kürze eine eigenständige Studie. Für die Förderung dieses Forschungsprojektes danken wir dem Zukunftsfonds der Republik Österreich, dem Nationalfonds der Republik Österreich für die Opfer des Nationalsozialismus, dem Wissenschaftsfonds des Landes Salzburg und der Universität Salzburg.