

mäßigen Gemüsebau angewendet werden könnte. Es ist wohl kaum damit zu rechnen, daß man billige Boden-desinfektionsmittel findet, die mit dem Düngerstreuer auf das Feld gebracht und eingeeget werden können, und die dann entweder schwere insektizide Gase abspalten, oder in Lösung übergehen und fungizid wirken.

• [A. 131.]

Der gegenwärtige Stand der Futterkonservierung.

Von K. SCHARRER und A. STROBEL.

Aus dem Agrikulturchemischen Institut der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weißenstephan b. München.

(Eingeg. 27./6. 1925.)

Da bei der Trocknung des Grünfutters selbst bei günstigstem Wetter bis zu 25 % Nährstoffverluste auftreten, eine Zahl, die sich naturgemäß bei schlechter Witterung bedeutend vergrößert, war man schon seit langem bestrebt, durch mancherlei Verfahren die Ernte vor dem Verderben zu schützen¹⁾. Bei dem Braunheuverfahren wurde in der Weise gearbeitet, daß man die abgemähten Futterpflanzen stark abwelken läßt, hierauf in Haufen lagert und schichtweise festtritt, wodurch die Luftzufuhr verhindert wird. Ein großer Teil des Wassergehaltes der Pflanzen verdunstet infolge der eintretenden Erwärmung, und der Haufen beginnt zu gären. Nach sechs bis acht Wochen ist der Prozeß beendet, und es bleibt ein braunes Futter von säuerlichem Geruch zurück. Bei der Brennheubereitung werden die gemähten und möglichst vorgetrockneten Pflanzen zu großen Haufen mit eingebaute vertikalen Luftschacht aufgeschichtet und festgetreten, wodurch binnen kurzem eine mit starker Wärmeentwicklung verbundene Gärung eintritt. Sobald die Temperatur der Masse 60–70° erreicht hat, werden die Haufen bei sonnigem Wetter auseinandergerissen und getrocknet.

Der Nachteil dieser beiden geschilderten, primitiven Konservierungsmethoden liegt vor allem in den dabei auftretenden großen Nährstoffverlusten. Vorteilhafter arbeiten jene Verfahren, bei denen das Futter durch einen innerhalb gewisser Grenzen zu regulierenden Gärprozeß haltbar gemacht wird.

Die älteste Art dieser Gärfutterbereitung ist die durch Einsäuerung in Gruben. Falls Futterpflanzen ohne Vorbereitung in solche Gruben eingelegt werden, so steht den Essig- und Buttersäurebakterien so viel Feuchtigkeit zur Verfügung, daß sie sich lebhaft zu entwickeln vermögen und als Endprodukt ein Sauerfutter ergeben. Völtz²⁾ hat nachgewiesen, daß sich durch Zusammenpressen von Pflanzenteilen in einer gemauerten Erdgrube die Essig- und Buttersäurebakterien nur schlecht entwickeln können und sich schon bei einer Temperatur von 25–30° die Konservierung mit Erfolg durchführen läßt. Um die Bildung von Milchsäure zu beschleunigen, rät er, mit Milchsäurekulturen zu impfen. Er zeigte, daß es Milchsäurerassen gibt, die schon bei niedriger Temperatur kräftig arbeiten, weshalb auch bei den genannten Temperaturen eine gute Milchsäurebildung erreicht wird: die Substanzverluste können dadurch auf ein Minimum herabgedrückt werden. W. Völtz und H. Jantzon³⁾ stellten vergleichende Versuche bei Rübenblättern und Zuckerrüben mit wilder

Säuerung und Reinzuchtsäuerung an. D. Meyer⁴⁾ verwendete Milchsäurebakterien sowohl bei der Einsäuerung der Kartoffeln als auch der Rübenschnitzel. Zu günstigeren Ergebnissen als die genannten Forscher kamen Ahr und Mayer⁵⁾ bei Versuchen mit gedämpften Kartoffeln. Gute Erfolge bei Verwendung von Milchsäurekulturen machten ferner C. Gorini⁶⁾, K. Urban⁷⁾ und Zscheye⁸⁾. Völtz⁹⁾ weist darauf hin, daß die schlechten Erfahrungen bei Anwendung von Milchsäurebakterien nur auf einen Mangel an Zucker zurückzuführen seien, da die Polysaccharide durch Milchsäurebakterien nicht verwertet werden können. Ausgedehnte Versuche, die F. Honcamp¹⁰⁾ über den Futterwert von getrocknetem frischen und eingesäuerten Rübenkraut und dabei auftretenden Verlusten an Nährstoffen machte, ergaben, daß dabei hauptsächlich die stickstofffreien Extraktivstoffe angegriffen werden, während das Protein eine Qualitätsverschlechterung durch teilweise Überführung in Amidokörper erleidet; unversehrt beim Prozeß des Einsäuerns bleiben nach seinen Untersuchungen Rohfett und Rohfaser. Versuche nach Völtz¹¹⁾ bei der Einsäuerung von Rieselfeldergras in wasserundurchlässigen Gruben und bei Impfung mit Milchsäurebakterien ergaben zwar einen geringeren Verlust an Nährstoffen, jedoch konnte er ebenfalls einen weitgehenden Abbau der Eiweißstoffe zu Aminosäuren feststellen. Bei späteren Arbeiten, die er in der Weise ausführte, daß er Wiesengras teils durch Wildsäuerung, teils durch Reinkultursäuerung konservierte, erhielt jedoch Völtz¹²⁾ ziemliche Verluste an Rohprotein und Stärkewert. Dagegen glaubt A. Stutzer¹³⁾, daß eine Impfung des Materials mit Milchsäurebakterien durch die schnelle Bildung von Säure eine Zersetzung des Eiweiß hintanhält.

Beim sogenannten Süßpreßfutterverfahren, das von G. Fry¹⁴⁾ um 1880 in England eingeführt wurde, wird die Atmungswärme, die sich in den abgeschnittenen Pflanzen entwickelt, zur Abtötung der Essig- und Buttersäurebakterien benützt, und die Temperatur rasch auf 50° getrieben. Fry bezeichnet das dabei erhaltene Produkt „sweet ensilage“, weil er es im Gegensatz zum Sauerfutter für ein süßes, nicht gesäuertes Produkt hielt. Kühn¹⁵⁾ jedoch war sich vollkommen bewußt, daß auch

⁴⁾ D. Meyer, Ill. landw. Ztg. 34, 407 [1914]; 35, 353 [1915].

⁵⁾ Ahr und Mayer, Ill. landw. Ztg. 34, 86 [1914]. — Die Verluste bei der Dürreheubereitung und die Sauerfütterherstellung. Fühling 66, 185 [1917].

⁶⁾ C. Gorini, Verbesserte Bereitung v. Sauerfutter. Milchw. Zentralbl. 43, 393 [1914]. — Zentralbl. f. Bakt. II, 42, 261 [1914]. — Weitere Untersuchungen über die Biologie der Milchsäurebakterien. Zentralbl. f. Bakt. II, 53, 284 [1921].

⁷⁾ K. Urban, Z. f. Zuckerind. in Böhmen 39, 20 [1914]. Cit. nach Honcamp-Nolte, Agrikulturchemie (Wissensch. Forschungsberichte. Bd. 10. Verlag Th. Steinkopff, Dresden-Leipzig).

⁸⁾ Zscheye, Z. d. Vereins d. dtsh. Zuckerind. 64, 668 [1914]. Cit. nach Honcamp-Nolte, loc. cit.

⁹⁾ W. Völtz, Ill. landw. Ztg. 35, 353 [1915].

¹⁰⁾ F. Honcamp und Mitarbeiter, Landw. Versuchsst. 88, 305 [1916]; 90, 431 [1917].

F. Honcamp, B. Gschwendner und H. Müllner, Landw. Versuchsst. 78, 305 [1916].

F. Honcamp, Trocknung oder Einsäuerung d. Rübenkrautes. Fühling 68, 41 [1919].

¹¹⁾ W. Völtz, Mitt. D. L. G. 33, 384 [1918].

¹²⁾ W. Völtz, Wochenschr. f. Brauerei 16, 352 [1919].

¹³⁾ A. Stutzer, Bioch. Z. 79, 299 [1915].

¹⁴⁾ G. Fry, Die Einsüßung der Futtermittel. (Berlin 1885.)

¹⁵⁾ J. Kühn, Das Einsäuern der Futtermittel. (Berlin 1885.)

¹⁾ Siehe z. B. Kellner, Die Ernährung d. landwirtschaftl. Nutztiere. S. 235. (1920). P. Parey, Berlin.

²⁾ W. Völtz, Vgl. hierzu die weiter unten angegebenen Arbeiten.

³⁾ W. Völtz und H. Jantzon, Landw. Jahrb. 48, 493 [1915]; 49, 797 [1916].

bei der Temperatur über 50° nichts anderes als nur Sauerfutter gewonnen wird. Neben Fry waren Goffart¹⁶⁾ und Miles¹⁷⁾ die ersten, die hinwiesen, daß ein anderes Produkt als das gewöhnliche Sauerfutter entsteht, wenn die Selbsterwärmung auf mehr als 50° geht. Albert¹⁸⁾ unterscheidet bereits klar zwischen Sauer- und Grünpreßfutter (Süßpreßfutter) und verlangt, daß die Temperatur im Sauerfutter nicht über 35–40° steigt. Nach dem Süßpreßfütterverfahren konservieren die Herba-, Duplex-, Iffa-, Thermos-, Simag-, Schmidt- und Holzsilos, welche sich untereinander wieder in der Konstruktion ihrer Behälter und dem Bau des Deckels und der Presse unterscheiden¹⁹⁾. Bei dem von K. Zeiler²⁰⁾ ausgearbeiteten Kohlensäureverfahren wird die Konservierung durch Einleiten von Kohlensäure in die in einem dichten Behälter eingelagerten Futtermassen bewirkt. Durch dieses künstliche Einleiten der Kohlensäure wird naturgemäß die Luft verdrängt, mangels Sauerstoff steht die Atmung der Pflanzen still, und es kann auch durch die zugeführte Kohlensäuremenge die Wärme im Futterstock beliebig geregelt werden. Die Bedingungen, welche bei der Einlagerung der Futtermassen zwecks Süßfütterbereitung sonst eingehalten werden müssen, kommen bei dem Verfahren in Wegfall, und es ist der Wassergehalt des eingebrachten Futters und die Art des Einwerfens gleichgültig. Die Kohlensäure wird nach dem Einlegen des Futters aus einer Stahlflasche mittels einer dünnen Glasrohrleitung eingeleitet, die am Boden des Silos angebracht ist.

Die bei der Herstellung der Futterkonserven eingeleitete Gärung wird durch Mikroorganismen hervorgerufen. Jedoch sind nicht alle Gärungsprozesse geeignet, ein haltbares, ernährungsphysiologisch einwandfreies Futter zu erzeugen. Im frischen Futter ergibt die bakteriologische Untersuchung eine große Anzahl von Fäulnisregnern, die das Bestreben haben, die organischen Substanzen in einfache Verbindungen abzubauen. Diese Lebewesen würden bei der Gewinnung von Gärfutter Nebenprozesse auslösen, die höchst unerwünscht wären, und sie müssen daher in ihrer Tätigkeit unterdrückt werden. Auch Essig- und Buttersäurebakterien finden sich im Futterstock vor. Was die Buttersäure betrifft, so ist sie natürlich wegen ihres höchst unangenehmen Geruches unbrauchbar, auch wirkt sie, in größeren Mengen vom Organismus aufgenommen, giftig. Die Essigsäure übt zwar in geringer Konzentration eine konservierende Wirkung aus und wird in mäßigen Dosen vom Tier gut vertragen, schädigt jedoch dieses auch, falls sie in größeren Mengen zugeführt wird. Man muß daher bestrebt sein, die Entstehung dieser beiden Säuren, insbesondere die der Buttersäure, möglichst zu unterdrücken, und dies geschieht am besten durch tunlichste Förderung der Milchsäurebakterien, welche, wie schon der Name sagt, die Milchsäure erzeugen, eine Verbindung, die außerordentlich konservierend wirkt und dem tierischen Organismus nur zuträglich ist.

Nun hat jede Bakterienart ein ganz bestimmtes Temperaturintervall, innerhalb welchem ihre Entwicklung besonders gut verläuft. Es müssen deshalb die Temperatu-

ren genau festgestellt werden, bei denen sich das Entwicklungsoptimum der Essig-, Butter- und Milchsäurebakterien befindet. Für die Essigsäurebildner²¹⁾ liegt diese Temperaturspanne zwischen 18° und 33°, für die Buttersäurebakterien bei 35–37°, für die Milchsäurebildner zwischen 45° und 55°. Dabei ist zu berücksichtigen, daß eine Säure von einer Bakterienart meist deshalb produziert wird, um sich dadurch vor anderen Mikroorganismen zu schützen, so daß gewöhnlich das Stoffwechselprodukt der einen Gattung giftig auf die andere einwirkt. Eine Bakterienart entwickelt Säure immer nur bis zu einer gewissen Maximalkonzentration, die für jede Rasse charakteristisch ist; denn das eigene Stoffwechselprodukt unterbindet schließlich das Wachstum ihrer Erzeuger. Naturgemäß kann aber jede Bakterienart die von ihr selbst erzeugte Säure in stärkerer Konzentration vertragen als andere Organismen, bei denen diese Verbindung nicht gebildet wird.

Essig-, Butter- und Milchsäurebakterien sind bereits alle im frischen Futter vorhanden, und es ist Aufgabe der betreffenden Konservierungsmethode, die Gärung so durchzuführen, daß eine möglichst ausschließliche Milchsäurebildung eintritt. Für jede Bakterienart gibt es ein Temperaturminimum und -maximum, bei denen die Lebensfähigkeit gerade noch vor sich geht. Diese Grenzen liegen nach Schulze²²⁾ bei den Milchsäurebakterien bei 26° und 70°, bei den Buttersäurebakterien bei 20° und 47°, bei den Essigsäurebakterien bei 8° und 40°. Die größte Virulenz der Bakterien liegt im Temperaturoptimum; ihre Lebensfähigkeit nimmt sowohl nach oben wie nach unten bedeutend ab, so zwar, daß beim Optimum der einen Bakterienart eine andere Rasse, die bei dieser Temperatur gerade die Grenze ihrer Lebensmöglichkeit überhaupt besitzt, nicht mehr im Kampf ums Dasein durchdringen wird. Es ist daher zweckentsprechend, dem Futterstock eine Temperatur zwischen 45° und 50° zu geben, wobei eine Erhöhung dieser Temperatur nicht schadet, da die Lebensfähigkeit der Milchsäurebakterien nach dem oben Erwähnten erst bei 70° gehemmt wird. Niedriger jedoch als 45° darf die Temperatur auf keinen Fall sinken, da sonst neben der Milchsäure auch Essig- und Buttersäure entstünden; viel höher als 50° zu gehen, ist wiederum insofern zwecklos, als die Erfahrung gelehrt hat, daß eine Temperatur von 50° für die Erzeugung eines guten Gärfutters am günstigsten ist. Völtz²³⁾ weist dagegen, wie schon erwähnt, darauf hin, daß es Milchsäurerassen gibt, die schon bei niedriger Temperatur kräftig arbeiten und daher auch bei 25–30° eine gute Milchsäurebildung zu erreichen ist, wodurch Substanzverluste vermieden werden.

Scheunert und Schieblisch²⁴⁾ stellten fest, daß durch die Milchsäurebakterien die Buttersäurebildner vollkommen zur Vernichtung gelangen, weshalb sie in einem gut konservierten Futter niemals Buttersäure nachweisen konnten. Bei den Versuchen dieser Forscher haben die Milchsäurebakterien bereits bei 26° die Oberhand gewonnen und die schädlichen Rassen unterdrückt, jedoch trat diese Wirkung bei Erwärmung auf 50° noch stärker hervor. Bei der Temperatur von 50° werden die Buttersäure-, Essigsäure- und Eiweißfäulnisbakterien unwirksam, sie werden zwar nicht abgetötet, gehen jedoch in einen Zustand so geringer Virulenz über, daß sie die

¹⁶⁾ Goffart, Manuel de la culture et de l'ensilage de maïs et autres fourrages verts. (Paris 1877.)

¹⁷⁾ Miles, Famers Review Chicago 13, 3 [1884].

¹⁸⁾ Fr. Albert, Jahrb. D. L. G. 6, 149 [1891].

¹⁹⁾ Siehe z. B. M. v. Berchem und S. Riefler, Die Grünfütterkonservierung in Silos. (Im Selbstverlag d. Verf., München 1924.)

²⁰⁾ K. Zeiler, Eine neue Gärfutterbereitung. Landw. Wochenblatt f. Bayern 110, 98, 102 [1920].

²¹⁾ Schulze, Grundlagen der Konservierung von Frischfutter. Ill. landw. Ztg. 43, 355, 363 [1923].

²²⁾ Schulze, loc. cit.

²³⁾ Scheunert und Schieblisch, Über die b. d. elektr. Futterkonservierung ablaufenden Vorgänge. Ill. landw. Ztg. 43, 57 [1923].

Konkurrenz der Milchsäurebakterien nicht auszuhalten vermögen. Bei 50° kommen die Milchsäurebildner zur üppigsten Entwicklung und erzeugen reichlich Milchsäure, so daß auch nach erfolgter Gärung der Futterstock derart mit dieser Verbindung erfüllt ist, daß sowohl die Essigsäurebakterien, als auch die Erreger des Eiweißabbaues keine schädliche Nachgärung bewirken können. Nach Schulze gelangen durch die Milchsäure die Schimmelpilze restlos zur Unterdrückung, Organismen, die in jedem Frischfutter enthalten sind und durch Abbau der Kohlehydrate und Ausscheidung von Essigsäure einen außerordentlich verderblichen Einfluß auf die Konservierung ausüben würden. Da die erzeugte Milchsäure nur eine Konzentration von höchstens 1% erreicht, so bleibt auch bei optimaler Temperatur der Gärungsprozeß und damit die Bakterienentwicklung und der Kohlehydratabbau nach stattgehabter Produktion dieser Säuremenge stehen. Bei dieser Milchsäuremenge können auch die anderen Lebewesen ihre Tätigkeit nicht mehr ausüben, das Gärfutter befindet sich deshalb in einem haltbaren Zustand. Im Futterstock muß genug Sauerstoff für die Entwicklung der Milchsäurebakterien vorhanden sein, da diese ausgesprochene Aërobier sind, während die Essigsäurerassen sowohl Aërobier, wie Anaërobier, die Buttersäureerzeuger und Eiweißfäulniserreger hauptsächlich Anaërobier sind. Trotzdem ist das feste Einstampfen des Futters dem lockeren Einbringen vorzuziehen; denn der in dieser Masse vorhandene Sauerstoff genügt noch immer vollständig zur Entwicklung der Milchsäurebakterien und außerdem kann der Siloraum dann besser ausgenutzt werden und die notwendige rasche Erwärmung auf etwa 50° in diesem Zustand leichter erfolgen. Und auf solche schnelle, innerhalb 6—10 Stunden erfolgende Erwärmung auf die genannte Temperatur kommt es an, um nicht den Essig- und Buttersäurebakterien Zeit zu lassen, sich entwickeln zu können. Durch die Milchsäuregärung werden vor allem die Kohlehydrate angegriffen, und auch ein geringer Abbau der Eiweißstoffe ist nicht zu umgehen. Die Eiweißsubstanzen werden bis zu Aminverbindungen oder Ammoniak abgebaut; es entstehen somit zum Teil basische Substanzen, welche freie Säuren zu binden vermögen, weshalb das Fehlen größerer Mengen freier Säuren durchaus kein Kriterium für ein richtig vergorenes Futter bildet. Wichtig für eine gute Milchsäurebakterienentwicklung ist nach Schulze, im Widerspruch zu anderen Forschern, auch die Gegenwart genügender Feuchtigkeit, ein Umstand, der natürlich sehr zu begrüßen ist, da er dem Zweck der Silofuttererzeugung, nämlich der Erhaltung von hochwertigem Futter bei nasser Witterung, nur entgegenkommt. Vollsäftiges, sogar regennasses Futter wird somit nach Schulze viel besser für die Ensilierung sein als saftarmes und trockenes.

Schulze²⁴⁾ gibt Richtlinien an, auf Grund welcher eine Beurteilung der Futterkonserven möglich wäre. Wenn auch die beste Methode hierzu nach wie vor der Fütterungsversuch ist, so läßt sich doch bereits durch die chemische Analyse manches aussagen, was schon im Hinblick auf die geringe Probemenge zu begrüßen ist, die gewöhnlich für die Begutachtung in Betracht kommt. Die in der Praxis gebräuchliche Einteilung, von Fry herrührend, gewinnt überhaupt nur dann einen Sinn, wenn sich diese Bezeichnung nach dem Gehalt an freier Säure richtet; denn sauer reagiert natürlich auch das sogenannte Süßfutter. Jedoch besitzt die Milchsäure die hauptsächlich in letzterem vorhanden ist, einen zwar schwach säuer-

lichen, aber durchaus angenehmen erfrischenden Geschmack, der auch den Tieren zusagt. Es ist daher nur angezeigt, für Milchsäurefutter zum Unterschied von dem stark essigsäuren und buttersäurehaltigen, meist übelriechenden Produkt aus Sauergruben die Bezeichnung „Süßfutter“ beizubehalten, obwohl vom Standpunkt wissenschaftlicher Exaktheit der Name nicht angebracht ist.

Die Milchsäure, deren Bildung man bei der Süßfuttererzeugung möglichst fördern muß, ist eine stärkere Säure als die Essig- und Buttersäure; denn die Milchsäure hat bei Zimmertemperatur die Affinitätskonstante²⁵⁾ 0,0138, während die Essigsäure eine solche von 0,0018 und die Buttersäure eine solche von 0,00149 aufweisen. Die Milchsäure ist demnach eine siebenmal stärkere Säure als die Essigsäure und neunmal so stark als die Buttersäure.

Wenn die Silage ein Süßfutter darstellen soll, darf weder freie noch gebundene Buttersäure vorhanden sein und die freie Milchsäure muß zur freien Essigsäure im Verhältnis 3 : 1 stehen. Wichtig ist auch die Relation der freien Essigsäure im Frischfutter zur freien Essigsäure im Silofutter. Die letztere soll höchstens das 2,5fache der freien Essigsäure im Frischfutter betragen. Da die Milchsäurebakterien nebenbei 2—3% Essigsäure bilden, ist eine Zunahme der Essigsäuremenge mit steigender Milchsäuremenge nicht zu verhindern. Der prozentuale Zuwachs an Essigsäure ist um so höher, je weniger Essigsäure im Frischmaterial zugegen war. Schulze schlägt daher vor, statt dem Verhältnis „freie Essigsäure zu freier Milchsäure“ die Relation „freie Essigsäure im Silagefutter minus freier Essigsäure im Frischfutter zu freier Milchsäure im Silagefutter“ der Beurteilung zugrunde zu legen und setzt dafür den Wert 1 : 6 fest.

Schulze²⁶⁾ weist darauf hin, daß, da beim Abbau der Eiweißkörper Substanzen mit basischen Eigenschaften, nämlich Ammoniak und Amidstoffe auftreten, welche einen Teil der freien Säure binden, auch die Bestimmung der gebundenen Säure und ihr Verhältnis zu der freien Säure ein wichtiges Kennzeichen für die Beurteilung eines Silofutters ist. Da nach obenstehender Darstellung die Milchsäure gegenüber Essig- und Buttersäure die höchste Affinitätskonstante aufweist, wird sie von all diesen Verbindungen das größte Bestreben haben, die Basen an sich zu reißen, weshalb das Verhältnis gebundener Milchsäure zu freier Milchsäure ein deutliches Bild des während der Gärung stattgefundenen Eiweißabbaues bietet, ein Umstand, der einen Rückschluß auf die Güte des Futters zuläßt. Schulze setzt als Verhältnis der freien zur gebundenen Milchsäure 1,5 zu 1 als Mindestrelation fest. Ein Teil des Eiweißes wird natürlich immer angegriffen werden und den Milchsäurebakterien als Stickstoffquelle anheimfallen. Diese Eiweißzersetzung wird mit jenem Augenblick ebenfalls unterbrochen, in welchem infolge der erreichten Höchstkonzentration an Säure ihre Entwicklung zum Stillstand gelangt. Naturgemäß muß nach dem Gesagten verhindert werden, daß andere als die Milchsäurebakterien den Eiweißvorrat zerstören. Nach Schulze dürfen in einem guten Milchsäurefutter höchstens 20% Eiweiß abgebaut worden sein, und bei richtiger Durchführung des Gärungsprozesses wird dieser Eiweißverbrauch kaum mehr als 10—15% betragen. Seit durch die Arbeiten E. A b d e r h a l d e n s²⁷⁾ erwiesen

²⁵⁾ N e r n s t, Theoretische Chemie 1921, S. 583.

W i e g n e r, Landw. Versuchsst. 100, 143 [1923].

²⁶⁾ Schulze, loc. cit.

²⁷⁾ E. A b d e r h a l d e n, Lehrb. d. physiol. Chemie (1923).

²⁴⁾ Schulze, loc. cit.

ist, daß das Tier bei der Verdauung ohnedies das verführte Eiweiß erst zertrümmert, die Bruchstücke resorbiert und erst dann wiederum zum arteigenen Eiweiß aufbaut, wird heute dem Eiweißabbau nicht mehr die nämliche wertvermindernde Wirkung zugeschrieben wie früher.

Die Acidität des Gärfutters wird durch die beim Gärungsprozeß entstehenden flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren²⁸⁾ verursacht. Nach der obenstehenden Definition des Süßfutters ist die Milchsäure, also eine nichtflüchtige Säure, der wichtigste sich bildende Körper, während Essig- und Buttersäure, mithin flüchtige Säuren, unangenehme Begleitsubstanzen darstellen. Nach F. Kieferle²⁹⁾ kann nicht die Titrationsacidität (potentielle Acidität) allein, sondern diese nur bei Berücksichtigung auch der aktuellen Acidität (der Wasserstoffionenkonzentration) ein zutreffendes Bild und einen richtigen Ausdruck für die Stärke der Säuerung des Gärfutters oder des Gärfutterextraktes geben. Die Bestimmung führte er nach der Methode der elektrometrischen Titration³⁰⁾ durch, die am raschesten und exaktesten diese Verhältnisse wiedergibt. Die Ausführung erfolgt in der Weise, daß zu der zu messenden Flüssigkeit stufenweise Lauge zugefügt und die sich durch diesen Laugenzusatz ergebende Änderung der Wasserstoffzahl (Wasserstoffionenkonzentration) ermittelt und graphisch dargestellt wird. Zu diesem Zweck trägt man in einem Koordinatensystem auf der Abszisse die verbrauchte Menge der $\frac{1}{100}$ n- oder $\frac{1}{1000}$ n-Lauge, auf der Ordinate die entsprechende Wasserstoffzahl, oder den negativen Logarithmus davon, den Wasserstoffexponenten, auf, wodurch Titrationskurven entstehen, aus denen sich ein Bild über die Art und Menge der im Gärfutter vorhandenen Säuren gewinnen läßt. Außerdem kann auch durch diese elektrometrische (potentiometrische) Titrationsmethode in gefärbten Flüssigkeiten, wie der Gärfutterextrakt eine solche ist, der chemische Neutralpunkt ohne Zufügen eines Indicators leicht gefunden werden. Aus der Gestaltung dieser Titrationskurven gelang es Kieferle³¹⁾, die verschiedenen säureliefernden Faktoren nachzuweisen und als solche neben den organischen Säuren saure Phosphate und amphotere Elektrolyte (Aminosäuren und Polypeptide) festzustellen, die bekanntlich, wie alle Ampholyte, bei einer bestimmten alkalischen Reaktion ihren sauren Charakter zur Geltung zu bringen vermögen. Auf diese Weise und mit Hilfe der rein chemisch-analytischen Verfahren zur Ermittlung der freien und gebundenen Milch-

und Essigsäure und des Gesamtstickstoffes oder Ammoniak- und Amidstickstoffes, welcher letzterer mittels Formoltitration³²⁾ bestimmt wurde, war es möglich, einen genauen Einblick in die Entstehung und Zusammensetzung einiger Futterkonserven zu gewinnen und diese entsprechend zu bewerten, insbesondere auch den Zusammenhang zwischen Säuerung und Eiweißabbau zu verfolgen. Bezüglich der Wasserstoffzahl der untersuchten Gärfutterproben wurde gefunden, daß die einzelnen Werte je nach Beschaffenheit und Alter des Futters sehr verschieden waren. In wässrigen Auszügen von 3—5 Monate altem Gärfutter lag die Wasserstoffzahl zwischen 10^{-4} und 10^{-5} , hervorgerufen durch die Acidität saurer Phosphate und freier organischer Säuren, die mit ihren Alkalisalzen Puffergemische darstellen. Die Salzbildung der Milchsäure als der Säure mit der stärksten Affinitätskonstante kann so erfolgen, daß sekundäre Phosphate in primäre verwandelt werden. Ebenso ist durch den Eiweißabbau und die dabei entstehenden organischen Basen oder das gebildete Ammoniak der Milchsäure die Möglichkeit gegeben, sich mit diesen Stoffen zu verbinden.

Mit der Frage der Süßfutterbereitung haben sich eingehend beschäftigt J. Hansen³³⁾, Henckel³⁴⁾, v. Wenckstern³⁵⁾, Bürki³⁶⁾, A. Stutzer³⁷⁾, Wirz³⁸⁾, Heinerle und Richardson³⁹⁾ und R. Stepps⁴⁰⁾. R. Burri⁴¹⁾ insbesondere stellte umfangreiche Untersuchungen über die bakteriologische und milchwirtschaftliche Seite der Süßfuttergewinnung und -verfütterung an; er kam zu dem Ergebnis, daß manchmal die Milch dabei einen eigentümlichen Geschmack und Geruch annimmt und daher für Käsebereitung untauglich wird. Dagegen fand F. Kieferle⁴²⁾ auf Grund exakter Fütterungsversuche, daß die Verfütterung von Gärfutter einen günstigen Einfluß nicht nur auf die äußere Beschaffenheit der Butter, sondern auch auf die Zusammensetzung des Butterfettes ausübt. M. Popp und R. Flöß⁴³⁾ stellten fest, daß Süßpreßfutter im Vergleich zu dem aus dem gleichen Material hergestellten Heu einen günstigen Einfluß auf die Milchmenge ausübt. Haselhoff⁴⁴⁾ führte Versuche über die bei der Süßfutterbereitung eintretenden Nährstoffverluste durch. Wichtige Untersuchungen auf diesem Gebiete stammen ferner von Bürki⁴⁵⁾,

³²⁾ S. P. L. Sørensen, Biochem. Z. 21, 167 [1909].

Folin, Z. physiol. Ch. 37, 161 [1903].

³³⁾ J. Hansen, Mitt. D. L. G. 33, 667 [1918].

³⁴⁾ Henckel, Landw. Jahrb. für Bayern 8, 14 [1918].

³⁵⁾ v. Wenckstern, Das neue Süßpreßfutterverfahren. Verlag P. Parey, Berlin 1920. — Dtsch. landw. Presse 45, 217 [1918]; 48, 365 [1921].

³⁶⁾ Bürki, Dtsch. landw. Presse 1917, Nr. 52.

³⁷⁾ A. Stutzer, Landw. Hefte Nr. 26 (Paul Parey 1920).

³⁸⁾ Wirz, Die Süßfutterbereitung. Verlag Orell Füßli, Zürich 1918; nach Honcamp-Nolte, loc. cit.

³⁹⁾ Heinerle und Richardson, Mitt. D. L. G. 33, 53 [1918].

⁴⁰⁾ R. Stepps, Die Süßpreßfutterbereitung, Hannover 1919.

⁴¹⁾ R. Burri, Molkereizeitung 28, 139 [1914]. — Ch. Ztg. 42, 516 [1918]; 43, 656 [1919]. — Schweiz. Milch-Ztg. 45, 20, 78/83 [1919]. — Zentralbl. f. Bakteriologie II, 51, 162 [1921]. — Milchwirtsch. Zentralbl. 48, 286 [1919].

Hußmann, Untersuchungen über die Käseereitauglichkeit der Elektrosilo-Milch. Verlag P. Parey, Berlin 1924.

⁴²⁾ F. Kieferle, Der Einfluß der Verfütterung von Gärfutter auf die Zusammensetzung des Milchfettes. Milchwirtsch. Forschungen 1, 2 [1924].

⁴³⁾ M. Popp und R. Flöß, Mitt. D. L. G. 35, 391 [1920].

⁴⁴⁾ Haselhoff, Ill. landw. Ztg. 39, 446 [1919].

⁴⁵⁾ Bürki, loc. cit.

5. Aufl., Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien). — Synthese d. Zellbausteine i. Pflanze u. Tier (Springer, Berlin 1922).

F. Honcamp, Die Amide in ihrer Bedeutung für den Pflanzentresser. Z. ang. Ch. 36, 45 [1923].

K. Scharrer und A. Strobel, Das Problem des Eiweißersatzes durch Ammonsalze u. Amidostoffe b. d. Tierernährung. Z. ang. Ch. 38, 601 [1925].

²⁸⁾ C. Wiegner und J. Magasanik, Die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren. Mitt. aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene 10, 153 [1919]. Ref. Biedermann, Zentralbl. f. Agrikulturchemie 51, 140 [1922].

D. C. Dyer, A new method of steam distillations for the determination of the volatile fatty acids, including a serie of colorimetrie qualitative reactions for their identification. Jour. Biol. Ch. 28, 455 [1917]. Nach Wiegner, loc. cit.

Szeberenyi, Z. analyt. Ch. 56, 505 [1917].

²⁹⁾ F. Kieferle, Beiträge zur Kenntnis des Gärfutters. I. Die Acidität des Gärfutters. Erscheint demnächst in den Milchwirtsch. Forschungen.

³⁰⁾ Michaelis, Biochem. Z. 79, 1 [1916]. — Praktikum d. physik. Chemie, S. 168 (Berlin 1922, J. Springer).

³¹⁾ F. Kieferle, loc. cit.

Rheineck und Wille⁴⁶⁾, P. Liechti und A. Schmid⁴⁷⁾ und Glättli⁴⁸⁾.

Von besonderem Interesse ist eine Arbeit von G. Wiegner, E. Crasemann und J. Magasanik⁴⁹⁾ über das Süßfutter. Einleitend werden darin die bisherigen schweizerischen Versuche dahin zusammengefaßt, daß in bezug auf Erhaltung der Nährstoffe das Süßgrünfütterverfahren gegenüber der Dürreheubereitung selbst bei gutem Heuwetter vorteilhaft erscheint, daß auch der Arbeitsaufwand nicht wesentlich ungünstiger als bei der Heuwerbung ist, daß aber das Futter die Milch vollkommen untauglich zur Bereitung von Emmentaler Käse macht. Wiegner bespricht dann eingehend die verschiedenen Verfahren der Futterkonservierung, vor allem die Methode von W. Völtz (wasserundurchlässige Gruben, niedrige Temperatur, Luftabschluß); dann die Versuche mit Süßgrünfutter nach dem Schweizer Verfahren von M. Popp und R. Flöß⁵⁰⁾, die Konservierung von Mais im Futterturm nach amerikanischem Muster und diejenige im sogenannten deutschen Futterturm. Wiegner bringt eine Zusammenstellung 21 schweizerischer Süßgrünfütteranalysen aus den Jahren 1914/1921 und kommt dabei zu dem Schluß, daß die prozentuale Menge der freien flüchtigen Säuren im frischen Süßgrünfutter und in der Trockensubstanz desselben um so höher ist, je mehr Wasser das konservierte Futter enthält. Die prozentuale Menge der freien nichtflüchtigen Säuren im frischen Süßgrünfutter ist um so größer, je wasserärmer innerhalb bestimmter Grenzen bei sonst gleichbleibenden Faktoren das Futter ist. Je höher der Rohfasergehalt des Süßgrünfutters, um so weniger Amide sind darin, um so geringer ist aber auch die Verdaulichkeit des Rohproteins. Die Menge der freien flüchtigen Säuren im Futter scheint mit dessen Rohfasergehalt zu steigen, mit abnehmendem Wassergehalt dürfte der Betrag an freier Gesamtsäure sinken. Während eines raschen Temperaturanstieges von 20° auf 45–50° in locker geschichtetem Gras, das mit Luft innig in Berührung war, bildete sich keine im Futter nachweisbare Menge freier Essigsäure und freier nichtflüchtiger Säuren. Die schnelle Erwärmung des welken Grases dürfte bei normalem Verlauf auf die Atmung der Pflanze zurückzuführen sein. Erst nach 2 Tagen konnte freie nichtflüchtige Säure und freie Essigsäure nachgewiesen werden. Die prozentuale Zusammensetzung der Trockensubstanz des vergorenen Futters zeigt Abnahme der stickstofffreien Extraktivstoffe. Bei guter Pressung war der Abbau der Eiweißstoffe und die Abnahme ihrer Verdaulichkeit gering; schwächere Pressung und unvollkommener Luftabschluß wirken so, daß die Milchsäurebildung etwas niedrigere, die Essigsäurebildung etwas höhere Werte ergibt als bei besserer Pressung. Bei schwächerer Pressung und schlechterem Luftabschluß ist der Eiweißabbau und der Rückgang der Verdaulichkeit der Eiweißkörper gegenüber der Zusammensetzung des ursprünglichen Grases nachweisbar. Außerdem konnte die Saftwanderung im Futter von oben nach unten bei der

Pressung in dem Behälter festgestellt werden. Die Stärkewertberechnung ergab, daß die Süßgrünkonservierung bei diesen Versuchen pro Flächeneinheit zum mindesten die gleichen Stärkewerterträge lieferte wie die Dürreheubereitung, wobei die Dürrefuttererzeugung bei gutem Wetter vor sich gegangen war und ein ausgezeichnetes Produkt geliefert hatte. In schlechten Erntejahren würden sich die Stärkewerterträge weiter zugunsten des Süßgrünfutters verschieben.

Im Gegensatz dazu weist Fingerling⁵¹⁾ in einem den gegenwärtigen Stand der Gärfutterfrage behandelnden Vortrag darauf hin, daß bei dem Süßpreßfütterverfahren die Verhältnisse nicht so einfach liegen, wie es vielfach behauptet wird, daß häufig an Stelle von Süßfutter Sauerfutter entsteht, und daß das Süßpreßfütterverfahren außerordentlich von den Witterungs- und Wirtschaftsverhältnissen abhängt. Er empfiehlt, zur Darstellung eines entsprechend hochwertigen Süßfutters die genaue Einhaltung der betreffenden Vorschriften zu beachten, insbesondere Berücksichtigung des Umstandes, daß das Futter auf 30–35 % Trockensubstanz abwelken gelassen wird. Bei dem Elektroverfahren erhielt Fingerling eine Konserve, die als gut gelungenes Süßpreßfutter anzusprechen war; im übrigen ist aber der dabei sich abspielende Chemismus ziemlich unerforscht, vor allem bedarf noch die Natur der dabei auftretenden Säuren der Klärstellung. Bei Verfütterung von Elektrofutter an Kühe ergab sich ein Mehrertrag von drei Liter Milch, wobei allerdings 60–75 kg Konservenfutter pro Tag gereicht wurden.

Ebenso macht Hansen⁵²⁾ auf die Schwierigkeiten der Süßfutterbereitung aufmerksam und berichtet, daß die Versuche der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft mit dem Schweizer Verfahren wenig befriedigende Ergebnisse zeigten. Seiner Auffassung nach kann diese Methode für Großbetriebe keine wesentliche Bedeutung beanspruchen. A. Stutzer⁵³⁾ weist darauf hin, daß die bessere Wirkung von Grünfutter und saftigem Silagefutter im Vergleich zu Heu bei der Winterfütterung auf den Vitamingehalt der ersteren zurückzuführen sei und empfiehlt daher auch aus diesem Grunde den Landwirten, die Silagefutterbereitung möglichst zu pflegen.

W. Zielstorff⁵⁴⁾ führte im Anschluß an seine vergleichenden Konservierungsversuche im Elektro- und deutschen Futterturm einen Fütterungsversuch nach dem Periodensystem mit zehn Tieren aus, die täglich zweimal gefüttert und gemolken wurden. Dieser Versuch umfaßt vier Perioden, nämlich erstens eine Periode mit Grundfutter (Kleeheu, Heu, Sommerstroh, Streu, Wrukken, Palmkern- und Rübkuchen); in der zweiten Periode wurden Palmkern- und Rübkuchen durch Elektrofutter ersetzt; in der dritten wurde mit Futter aus dem deutschen Futterturm gefüttert und in der vierten wieder Grundfutter gegeben. Jede Periode umfaßt zehn Tage mit einer

⁴⁶⁾ Rheineck und Wille, Mitt. d. Gesellschaft schweiz. Landwirte. Beilage zu Heft 4. (Nach Honcamp-Nolte, loc. cit.).

⁴⁷⁾ P. Liechti und A. Schmid, Schweiz. Milch-Ztg. 1919, Nr. 53. (Nach Honcamp-Nolte, loc. cit.)

⁴⁸⁾ Züricher Bauer 1917, Nr. 24 u. 26. (Nach Honcamp-Nolte, loc. cit.)

⁴⁹⁾ G. Wiegner, E. Crasemann und J. Magasanik, Untersuchungen über Futterkonservierung: I. Das sogenannte Süßgrünfutter. Landw. Versuchsst. 100, 143 [1923].

⁵⁰⁾ M. Popp und R. Flöß, loc. cit.

⁵¹⁾ G. Fingerling, Der gegenwärtige Stand der Einsäuerungsfrage. Mitt. D. L. G. 1922, S. 309. — Die Gewinnung v. Eiweiß im Inlande. Mitt. D. L. G. 1923, S. 362. — Fütterungsfragen der Gegenwart. (E. Meyer, Friedrichswert 1924.)

⁵²⁾ A. Hansen, Ergebnisse d. Einsäuerungsversuche der D. L. G. Mitt. D. L. G. 1923, S. 526, 548. — Die Süßgrünfütterergewinnung in der Schweiz. Mitt. D. L. G. 33, 667, 680 [1918].

⁵³⁾ A. Stutzer, Mitt. D. L. G. 1922, S. 132. — Futtersilos und Silagefutter. (P. Parey, Berlin.)

⁵⁴⁾ W. Zielstorff, Vergleichende Konservierungsversuche im Elektro- u. deutschen Futterturm u. d. Verwertung dieser Saftfutter durch das Milchvieh. Mitt. D. L. G. 1924, S. 637. — Über Zusammensetzung und Futterwert v. eingesäuertem Kartoffelkraut. Mitt. D. L. G. 1922, S. 693.

W. Zielstorff, Mitt. D. L. G. 35, 563 [1920].

siebtägigen Zwischenfütterung. Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Milcherträge der zweiten und dritten Periode gegenüber der ersten und vierten zurückgeblieben waren. Bei beiden Konservierungsmethoden sind, wie aus der chemischen Untersuchung und den Fütterungsversuchen hervorging, die gleichen Ergebnisse erzielt worden.

Ehrenberg⁵⁵⁾ ist der Meinung, daß bei Milchkühen mit der Silagefütterung mit Vorsicht zu Werke gegangen werden muß und empfiehlt als einfachste Maßnahme dieser Art nicht zu seltenes Wechseln in der Fütterung. Über die in Sachsen mit Silofutter bei Milchkühen gemachten Erfahrungen macht A. Erlbeck⁵⁶⁾ Mitteilung. Von den 44 vorliegenden Berichten sprechen sich 42 (95 %) sehr lobend über die Wirkung des Silagefutters auf die Milchleistung der Kühe aus, 32 Berichte (73 %) rühmen die Milchwirkung des Silofutters ganz besonders und haben eine Steigerung der Milcherzeugung bei dem Übergang vom Trockenfutter zur Silagefütterung beobachtet; es werden Milchsteigerungen von $\frac{1}{4}$ bis 2 l pro Tag und Kuh mitgeteilt. Viele Berichte besagen, daß die Kühe bei Silagefutter ohne Kraftfutter ebensoviel Milch geben, wie bei Klee und bei Grünfutter. Wiederholt wird erwähnt, daß Silofutter gern von den an Maul- und Klauenseuche erkrankten Tieren gefressen wird.

Popp⁵⁷⁾ wies nach, daß der Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) bei der Süßpreßfutterbereitung seine Giftigkeit verliert, was wahrscheinlich auf die Zersetzung des darin enthaltenen Giftstoffes, des Equisetins, bei der bis auf 50° steigenden Temperatur zurückzuführen ist. Die genaueren bakteriologischen Vorgänge bei der Süßpreß- und Sauerfutterbereitung hat Löhnis⁵⁸⁾ dargestellt. Zur Klärung der sich im Elektrosilo abspielenden Vorgänge haben Scheunert und Schieblich⁵⁹⁾ beigetragen. Diese Forscher fanden, daß durch die vom elektrischen Strom verursachte Wärmewirkung, welche zu einer raschen gleichmäßigen Erwärmung des zu konservierenden Materials führt, eine Wachstumsbegünstigung besonders der Milchsäureflora erzielt und dadurch die Abtötung der schädlichen Buttersäurebazillen und die Entstehung einer vorwiegend milchsäurebazillenhaltigen, obligaten Konservierungsflora bewirkt wird, die das Silofutter vor schädlicher Nachgärung sichert. Damit ist die vielumstrittene Frage der Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Futterstockbakterien geklärt. Diese werden dadurch nicht, wie man vielfach glaubte, gelähmt, sondern finden infolge der Temperaturerhöhung günstige Lebens- und Wachstumsbedingungen, die zu einer starken Vermehrung führen. Die später eintretende Abtötung der schädlichen Mikroorganismen erfolgt lediglich durch das Überflügeltwerden sämtlicher anderer Mikroben durch die Milchsäurebildner⁶⁰⁾.

⁵⁵⁾ Ehrenberg, Silo und Silofutter u. ihre Beziehungen z. Grünlandbewegung. Mitt. D. L. G. 39, 743 [1924].

⁵⁶⁾ A. Erlbeck, Futterkonservierung nach neuzeitlichem Verfahren und ihre Bedeutung für Milchertrag und Fettgehalt der Milch. Milchwirtschaftl. Zentralbl. 50, 234 [1921].

⁵⁷⁾ M. Popp, Süßpreßfutter aus Duwackgras. Mitt. D. L. G. 36, 301 [1921].

⁵⁸⁾ Löhnis, Handbuch der landw. Bakteriologie. Berlin 1910, S. 31–50. „Die Mitwirkung von Mikroorganismen b. d. Grünpreß- u. Sauerfutterbereitung“.

Lafar, Handb. d. techn. Mikrobiologie. II. Allgemeines über Futtereinsäuerung. Unterscheidung v. Sauerfutter, Grünpreßfutter u. anderem Konservenfutter. S. 329–337. G. Fischer, Jena 1905–1908.

⁵⁹⁾ Scheunert und Schieblich, loc. cit.

⁶⁰⁾ Bezüglich weiterer Literatur siehe H. Niklas, K. Scharrer und A. Strobel, Fütterungsversuche mit Grünpreßfutter. Landw. Jahrb. 61, 321 [1925].

Unsere eigene Versuchsanstellung⁶¹⁾ lehnte sich engstens an die in den bayerischen Grünlandsbetrieben im allgemeinen gegebenen Verhältnisse an. Bei diesen handelt es sich meist darum, ob das auf dem Grünland gewonnene Futter zu Heu gedörrt oder eingesäuert werden soll. Insbesondere wird sich die Frage ergeben, ob Gärfutter nur dann hergestellt werden soll, wenn die Heubereitung auf Schwierigkeiten stößt, oder ob die Vorteile, welche mit der Einsäuerung verbunden sind, so schwer wiegen, daß man zum Einsäuern auch dann schreitet, wenn die Heugewinnung an sich ohne Schwierigkeiten möglich war. Für den Versuch entstand daher folgende Fragestellung:

1. Wie und bis zu welcher Menge nehmen die Tiere das Süßpreßfutter auf?
2. Werden Erkrankungen der Tiere durch die verschiedenen hohen und teilweise sehr hohen Mengen Süßpreßfutters hervorgerufen?
3. Welchen Einfluß übt die Fütterung von Süßpreßfutter im Vergleich mit Heu und Grummet auf die Milchmenge, die geschmacklichen Eigenschaften, die chemische Zusammensetzung und auf die Verarbeitbarkeit der Milch aus?

Auf Grund dieser Fragestellung wurde bei dem Fütterungsversuch das Gärfutter mit einem Gemisch von gleichen Teilen Heu und Grummet verglichen, indem in der sonst gleichen Futtergabe eine gewisse Menge Heu durch Grünpreßfutter ersetzt wurde, und zwar so, daß in beiden Formen die gleiche Menge Trockensubstanz enthalten war. In der ersten Fütterungsperiode wurden 3 kg, in der zweiten 6 kg Heutrockensubstanz pro Kopf und Tag durch entsprechende Mengen Gärfutter ersetzt. Das Gärfutter war trotz sorgfältiger Beobachtung der für das Herbaverfahren aufgestellten Grundsätze nicht eigentlich ein Süßpreßfutter, sondern ein Sauerfutter von wechselndem Säuregrad und sehr angenehmem, würzigem Geruch. Nach den chemischen Untersuchungen war das Eiweiß ziemlich weit abgebaut. Die Nährstoffmengen in dem Versuchsfutter wurden so knapp bemessen, daß ein etwaiger Unterschied im Futterwert von Heu und Sauerfutter in der Milch zum Ausdruck kommen konnte. Besonders die Höhe der Eiweißgabe wurde so gehalten, daß das Eiweiß nur für die Erzeugung von höchstens 9 kg Milch ausreichte. Als Grundfutter neben dem Versuchsfutter Heu und Süßpreßfutter wurde Weizenkleie und Bohnenschrot verwendet. Die Durchführung des Versuches erfolgte unter sorgfältiger Beachtung der Grundsätze der Gruppenfütterung, wobei nach einer auf beiden Reihen gleichmäßigen Vorfütterung sich die beiden ersten Perioden über im ganzen 16 Tage erstreckten, wovon 6 Tage auf die Übergangszeit gerechnet wurden. Die dritte Periode umfaßte nur 12 Tage einschließlich 5 Tage Übergangszeit. Für den Versuch wurde folgender Versuchsplan aufgestellt:

Reihe A.					
Vorfütterung:	Grundf.	+ 12 kg Heu u. Grummet	+ 2,5 kg Herbf.		
Übergangszeit:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
1. Periode:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
Übergangszeit:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
2. Periode:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
Übergangszeit:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
3. Periode:	"	+ 12 "	" "	"	+ 2,5 "
Reihe B.					
Vorfütterung:	Grundf.	+ 12 kg Heu u. Grummet	+ 2,5 kg Herbf.		
Übergangszeit:	"	+ 8,4 "	" "	"	+ 15,5 "
1. Periode:	"	+ 8,4 "	" "	"	+ 15,5 "
Übergangszeit:	"	+ 4,8 "	" "	"	+ 31,0 "
2. Periode:	"	+ 4,8 "	" "	"	+ 31,0 "
Übergangszeit:	"	+ 4,8 "	" "	"	+ 31,0 "
3. Periode:	"	+ 4,8 "	" "	"	+ 31,0 "

Die Versuche ergaben⁶¹⁾, daß die in der Fragestellung aufgeworfenen Fragen folgendermaßen beantwortet werden müssen:

1. Das bis zu einer höchsten Menge von 31,0 kg verabreichte Süßpreßfutter wurde von sämtlichen Versuchstieren gerne aufgenommen, begierig gefressen und auch bei der doppelten Menge restlos verzehrt.

2. Irgendwelche Erkrankungen und Beeinflussungen des Gesundheitszustandes der Tiere kamen durch die Fütterung des Gärfutters nicht vor, auch nicht durch die Gabe von 31,0 kg pro Kopf und Tag.

3. Bezüglich der Milchmenge ergab sich bei gleichbleibendem Körpergewicht, daß wohl unter dem Einfluß des eigenartigen, den Tieren ungewohnten Futters infolge Reizung die Milchsekretion sich erhöhte, diese Erhöhung im besten Falle 7 Tage anhielt, um dann wieder beträchtlich zu sinken, daß aber unter Berücksichtigung aller Versuchszahlen und des Gesamteindrucks des Versuches eine sehr wesentliche Steigerung der Milchleistung durch das Süßpreßfutter nicht stattfand. Es muß aber ausdrücklich angeführt werden, daß bei Ausschaltung der Versuchszeiten, in denen Süßpreßfutter von geringem Wert verbraucht wurde, sich die Milchleistung der mit Gärfutter gefütterten Reihe B besser in der Höhe hielt als die der nur mit Heu und Grummet gefütterten Reihe A, daß also der Ersatz einer gewissen Menge Heu und Grummet durch Süßpreßfutter, wenn auch keinen sehr bedeutenden, so doch immerhin einen sichtbaren Einfluß auf die Menge der erzeugten Milch ausgeübt hat.

Es können also die Ergebnisse der Verfütterung des Gärfutters im Vergleich zu Heu und Grummet als günstig bezeichnet werden, auch insofern als den Milchtieren größere Mengen davon ohne Schädigung der Verdauung und ohne Beeinträchtigung der Milchqualität verabreicht werden konnten. Das nach dem Kohlensäureverfahren gewonnene Futter zeigte gewisse Abweichungen, die aber noch der Nachprüfung bedürfen; als wesentlich können diese nicht angesprochen werden. —

Die Frage der Gärfutterbereitung erfordert wegen ihrer großen Wichtigkeit auch in Zukunft ganz besondere Aufmerksamkeit, und nur den vereinigten Anstrengungen der Chemie, Bakteriologie und Landwirtschaft wird es gelingen, einigermaßen Licht in die beklagenswert dürftigen Kenntnisse zu bringen, die wir heute leider noch immer über die chemischen und mykologischen Prozesse der Silofutterherstellung besitzen. [A. 102.]

Die Temperatur des aus einer Lösung entwickelten Dampfes.

Von Dr. E. REISSMANN, Dessau.

(Eingeg. 16./6. 1925.)

In dem schon 100jährigen Streit zwischen der Anschauung Faradays und Gay-Lussacs hatte in letzter Zeit Schreiber in einer Reihe von Abhandlungen¹⁾ diejenige des ersteren vertreten und nach Experimenten wie auch theoretischen Überlegungen eine Temperatur des Dampfes gleich der des reinen Lösungsmittels gefordert. Der Verfasser dieses Aufsatzes war dem entgegengetreten und hatte experimentelle und theoretische Beweise²⁾ erbracht, nach denen die Temperatur

des Dampfes gleich der der siedenden Lösung ist. In dem sich an diese Veröffentlichung anschließenden Meinungsaustausch zwischen uns beiden schlug die Firma des letzteren, die Aktien-Gesellschaft für Anilinfabrikation, Wolfener Farbenfabrik, Wolfen Krs. Bitterfeld, vor, durch gemeinsame Versuche der beiden Gegner die Frage endgültig zu entscheiden. Diese Untersuchungen wurden auf Einladung der Firma in Wolfen gemeinsam von Schreiber und mir ausgeführt. Die Versuche bestätigten die vom Verfasser a. a. O. veröffentlichten Ergebnisse, und Prof. Dr. K. Schreiber verließ Wolfen mit der Feststellung, daß gegen die Versuche nichts einzuwenden sei. Es wurde eine gemeinsame Veröffentlichung dieser Ergebnisse geplant. Bei Ausarbeitung des Entwurfs hierzu, ist nun neuerdings eine Wendung insofern eingetreten, als Prof. Schreiber behauptet „die angestellten Versuche sprechen dafür, daß der Dampf die Temperatur des siedenden reinen Lösungsmittels (also 100 ° C) habe“. Eine Einigung hierüber war nicht zu erzielen. Ich bin infolgedessen gezwungen, die Untersuchungen allein zu veröffentlichen.

A. Direkte Messung der Dampftemperatur.

In letzter Zeit erschienen weitere Arbeiten über die Temperaturmessung des Dampfes. Möbius³⁾ erhielt Temperaturen, die zwischen 100° und der Temperatur der Lösung lagen und gab dabei Versuche an, die die außerordentlich große Wärmeausstrahlung des Dampfes zeigten. Auch in amerikanischen Zeitschriften ist ein lebhafter Kampf über diese Frage entstanden, in dessen Verlauf Bahlke und Wilson⁴⁾ Versuche mitteilten, in denen auch Temperaturen gemessen wurden, die wesentlich höher als 100° lagen.

Bei den gemeinsamen Versuchen erschien uns die Apparatur von Knoblauch und Reiber⁵⁾, die ich schon seinerzeit benutzt hatte, als die günstigste. Sie ist in Fig. 1 (s. S. 1041) dargestellt.

Die Versuche wurden zunächst in der von mir ausgeführten Weise wiederholt, und die damals erhaltenen Ergebnisse bestätigt (Versuch R 1, 2, 3 und 4)⁶⁾.

Um einige Einwendungen Schreibers und die dabei vermuteten Fehlerquellen näher zu untersuchen, wurden folgende weiteren Versuche ausgeführt, bzw. Änderungen an der Apparatur getroffen.

Um zunächst eine Beeinflussung des Dampfthermometers durch herablaufende Kondenswassertropfen zu verhindern, wurde der untere Teil des Thermoelementes II U-förmig umgebogen, so daß die Lötstelle nach oben zeigte. Hierdurch konnte auch ein herablaufender Tropfen beim Abstellen des Versuches die Lötstelle nicht nachträglich abspülen und so das Urteil der Chlorprobe mit Silbernitrat auf Spritzer aus der Lösung fälschen.

Versuch SR₂. Das Siedegefäß S wurde mit einem seitlichen Rohr Z versehen⁷⁾, durch welches kontinuierlich aus dem Tropftrichter Wasser zugeführt und somit die Siedetemperatur der Lösung konstant gehalten werden konnte. Auf die Bedeutung des Rohres R wird bei einem späteren Versuch zurückgekommen. Ein Wasserstandsrohr W gestattete zudem eine Kontrolle der Flüssigkeitshöhe in dem Siedegefäß. Der Versuch zeigte, daß die Ergebnisse durch diese Maßnahme nur wenig geändert wurden.

⁶¹⁾ Die eingehende Darstellung dieser Versuche ist zu finden in der Arbeit H. Niklas, K. Scharrer und A. Strobel, loc. cit. Die Versuche standen unter der Oberleitung des seinerzeitigen Institutsvorstandes Prof. Dr. Kulisch.

¹⁾ Z. techn. Phys. 1923, 19 u. 434. Kali 1921, 307; Chem. App. 1923, 169. Dingl. Pol. Journ. 1923, 95.

²⁾ Z. ang. Ch. 37, 899 [1924].

³⁾ Z. techn. Phys. 1925, 58.

⁴⁾ Chem. and Metallurg. Eng. 1925, 327 u. 387.

⁵⁾ Z. techn. Phys. 1923, 432.

⁶⁾ Z. ang. Ch. 37, 899—901 [1924]. Die Versuche dieser Veröffentlichung werden im folgenden mit „R“, die jetzt gemeinsam ausgeführten mit „SR“ bezeichnet.

⁷⁾ siehe Fig. 2.