

Staaten, die diese Notwendigkeit erkennen und sich die Ergebnisse jener Wissenschaft zunutze machen, werden vor allen anderen einen Vorsprung erlangen, der sich nicht so leicht einholen läßt.

6. Z u s a m m e n f a s s u n g . Vorstehende Ausführungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Im Interesse der im Lebensmittelgewerbe ebenso wie auf allen Gebieten des Wirtschaftslebens heute und später gebotenen Sparsamkeit müssen in Zukunft zwei Klassen von Lebensmittelchemikern ausgebildet werden:

a) N a h r u n g s m i t t e l c h e m i k e r zur Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln und zur Beratung der Behörden in allen Lebensmittelfragen,

b) B e t r i e b s l e b e n s m i t t e l c h e m i k e r , welche die deutsche Lebensmittelindustrie auf wissenschaftliche Grundlage stellen und den Betrieb nach wissenschaftlichen Grundsätzen leiten können.

2. Die Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln muß nach verschiedener Richtung erweitert werden, und dementsprechend ist die Ausbildung der N a h r u n g s m i t t e l c h e m i k e r neu zu gestalten.

3. Die Ausbildung der B e t r i e b s l e b e n s m i t t e l c h e m i k e r hat im Rahmen des an deutschen Hochschulen üblichen Studienganges der Chemiker zu erfolgen und findet ihren Abschluß in der Doktorprüfung mit Chemie als Hauptfach. Denjenigen Studierenden, die Betriebslebensmittelchemiker werden wollen, aber wegen der sich damit eröffnenden weiteren Aussichten im Beruf Wert auf die Ablegung der Nahrungsmittelchemikerprüfung legen, bleibt es unbenommen, sich dieser Prüfung zu unterziehen. Ein großer Mehraufwand an Zeit ist damit nicht verbunden, weil die Ausbildung beider Klassen von Lebensmittelchemikern sehr ähnlich ist.

4. Es ist Aufgabe der Wissenschaft und namentlich der Chemie, die Grundlagen für die Gewinnung, Aufbewahrung und Zubereitung der Lebensmittel so zu erweitern, daß der größtmögliche Nutzen herausgewirtschaftet wird. Insbesondere bildet die Bromatik, d. h. die Lehre von der Zubereitung der Speisen nach wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Grundsätzen, ein erfolgsversprechendes Arbeitsfeld.

5. Staat und Lebensmittelindustrie haben dafür zu sorgen, daß die Nahrungsmittelchemiker und Betriebslebensmittelchemiker eine dem Umfang ihrer Ausbildung entsprechende Lebensstellung und Entlohnung erhalten. Außerdem müssen den lebensmittelchemischen Hochschulinstituten, Forschungsanstalten und Fachanstalten die zur Ausbildung der Studierenden und zur wissenschaftlichen Forschung erforderlichen Geldmittel gewährt werden.

München, am 1./3. 1919.

[A. 34.]

## Die Trocknungsfragen der Gegenwart<sup>1)</sup>.

Von Oberingenieur RUDOLF SCHMIDT, Berlin-Wilmersdorf.

(Eingeg. 7./3. 1919.)

Es ist noch gar nicht solange her, als sich mir gegenüber ein erfahrener und geschätzter Maschineningenieur über das „Trocknen im allgemeinen“ äußerte:

„Das ist ja eine ganz einfache Sache — an der ist nicht viel dran.“

Er wollte damit nicht sagen, daß die Trocknung als solche nichts wert sei und keine wirtschaftliche Bedeutung und Zukunft habe; er wollte nur zum Ausdruck bringen, daß die Vorgänge bei der Trocknung rechteinfachein und für einen maschinen- und wärmetechnisch gebildeten Fachmann keiner besonderen Schulung bedürfe.

Nach meinen heutigen Erfahrungen auf dem Gebiete der Trocknungsindustrie kann ich diesen Standpunkt nicht teilen, und ich will versuchen, einen Überblick über die vielfach garnichtsoeinfachein Vorgänge bei der Trocknung zu geben, die nicht nur ein gründlicheres Eindringen in die Materie und die Erfahrung praktischer Fachleute verlangt, sondern auch die gemeinsame dauernde Mitarbeit wissenschaftlich geschulter Köpfe der Technik und der Chemie bedarf. Es handelt sich nicht nur um maschinen-, feuerungs- und wärmetechnische, sondern auch um physiologische und bakteriologische Fragen und Aufgaben, zu deren Beantwortung und Lösung der Chemiker, der Bakteriologe und der Ingenieur Hand in Hand gehalten sollten.

<sup>1)</sup> Vortrag gehalten in der Sitzung des Märkischen Bezirksvereins vom 25./2. 1919.

Von der Zusammenarbeit der Chemiker und der Ingenieure verspreche ich mir nicht nur viel für die Entwicklung der Trocknungsindustrie, sondern ich habe die Überzeugung, daß diese Zusammenarbeit direkt zur Bedingung wird, wenn die für die Volksernährung so wichtige Entwicklung nicht geschädigt und aufgehalten werden soll. Manche Idee, mancher Vorschlag und manches an sich gute Verfahren haben praktische Bedeutung nicht erhalten, weil einseitige Beurteilungen und Ansichten und einseitiges Wissen Fehler und Ausführungsunmöglichkeiten nicht erkennen ließen. Diese Tatsache bezieht sich nicht nur auf die wünschenswerte Zusammenarbeit von Chemikern und Ingenieuren in der Trocknungsindustrie, sondern natürlich auch auf andere Berufe. So erinnere ich daran, daß scinerzeit bei einem Brücken-Preisausschreiben der Entwurf eines Architekten von der Prüfungskommission mit dem ersten Preis bedacht und zur Ausführung angenommen wurde, und später der Ingenieur nachwies, daß die Brücke überhaupt nicht ausführbar sei. Es fehlte die Möglichkeit, den statischen Kräftezug zu schließen und damit die erforderliche Tragfähigkeit zu gewährleisten.

So ist es auch häufig bei der im Kriege eingetretenen Entwicklung auf dem Gebiete der Trocknungsindustrie gewesen. Es sind nicht nur unzweckmäßige Trocknungsanlagen in überraschender Anzahl entstanden, sondern auch allerlei zweifelhafte Verfahren zur Herstellung angeblich sehr nährstoffreicher und bekömmlicher Futter- und Nahrungsmittel. Einzelne bedeutendere Städte und städtische Dezerenten, Direktoren, Veterinärräte, Nahrungsmittelchemiker usw., welche mit Ernährungsfragen zu tun bekamen, traten während der Kriegszeit mit einem sogenannten „Eigene V e r f a h r e n“ auf den Plan. So wird auch noch heute von allerlei Verfahren geredet und geschrieben, die entweder nichts Neues darstellen oder keine praktische Bedeutung haben. Geht man der Entwicklung auf den Grund, so kommt meistens zutage, daß die Mitwirkung berufener Chemiker und Ingenieure nicht vorhanden war, und daß einseitige, teils laienhafte Ansichten zu großen Täuschungen und unnötigen Geldausgaben führten.

Die Trocknungsindustrie -- in bezug auf landwirtschaftliche Erzeugnisse -- ist eng verwandt mit der Nahrungs- und Futtermittelindustrie. Es handelt sich beim Trocknen und der weiteren Verarbeitung der Trocknungserzeugnisse landwirtschaftlicher Herkunft in immer darum, Nährwerte zu erhalten, brauchbare Nahrungs- und Futtermittel zu schaffen und in dauerhaften Zustand zu versetzen. Abgesehen von den geschaffenen wirklichen Werten ist vieles erzeugt worden — und es wird auch heute noch erzeugt —, was vom Mensch, ja selbst vom Tier mit Recht abgelehnt wird. Es ist eine große Täuschung, zu glauben, daß das Tier, besonders das jetzt so beliebte Schwein, alles frisst. Das fällt ihm gar nicht ein; es ist sogar in der Aufnahme von Nährstoffen vielfach wählerischer und vorsichtiger als der Mensch. Nahrungsmittel und auch Futtermittel, die durch die Trocknung, weitere Verarbeitung, Vermahlung und Vermischung gewonnen werden, müssen unbedingt den Anforderungen, die an Farbe, Geruch und Geschmack gestellt werden, entsprechen.

Hier ist das Gebiet, wo das Wissen der Ingenieure häufig versagt, und der Chemiker, besonders natürlich der Nahrungsmittelchemiker, mitwirken muß.

Manches Trockenerzeugnis kann nur durch Vermahlung und Vermischung mit anderen Stoffen und durch Aufbesserung der Farbe, des Geruches und des Geschmackes einen marktfähigen Wert erhalten. Ich habe mich schon wiederholt mit Nahrungsmittelchemikern über diese Frage ausgesprochen und die Überzeugung gewonnen, daß auf dem Gebiete der Nahrungs- und der Futtermittelindustrie im Zusammenshange mit der Trocknung noch bedeutendes zu leisten ist, und damit dem Vaterlande, gerade in der augenblicklichen Notlage, unschätzbare Werte gesichert werden können.

Ich hoffe, daß meine gegebenen kurzen Ausführungen dazu beitragen, um in Zukunft berufene Herren aus dem Stande der Chemie zur Mitarbeit anzuregen.

Das Gebiet der Trocknung ist unendlich groß geworden, eigentlich schon seit Jahren groß gewesen, und hat sich durch die Notlage der Zeit, durch die Ernährungsnoten von Mensch und Vieh, während des Krieges in bezug auf landwirtschaftliche Erzeugnisse ganz überraschend entwickelt.

Für jeden, der glaubt, daß diese Entwicklung durch den Abschluß des Krieges am Ende angelangt sei, will ich zu beweisen versuchen, daß er im Irrtum ist.

Trocknen an sich, gleichgültig auf welche Stoffe bezogen, heißt in erster Linie allerdings nur „Wasserentziehen“ und in Dauerware verwandeln.

Man trocknet aber nicht allein, um durch Wasserentziehung Dauerwaren zu erhalten, sondern auch zum Zwecke der Qualitätsverbesserung und Nährstoffanreicherung. Man trocknet ferner landwirtschaftliche Erzeugnisse, um die unmittelbar nach der Ernte vorhandenen Nährwerte restlos für größere Zeitdauer zu erhalten, also auch um den Verlust derjenigen Nährwerte zu vermeiden, die durch längere Lagerung nicht so leicht verderben, aber sich durch die sich fortsetzenden Atmungs- und Lebensvorgänge vermindern. Durch Trocknung wird auch das bakterielle Leben, die Wirkung der Keime und Fäulniserreger stark verringert, wenn nicht vollkommen beseitigt. Getrocknet werden bestimmte Stoffe schließlich, um sie trotz bereits eingesetzter Gärungs- und Fäulnisercheinungen, Verfärbungen und Geruchsbildungen, wenigstens als Futtermittel verwendbar zu machen, um bessere Mischwirkungen und bessere Vermahlungsmöglichkeiten zu erzielen. Holz trocknet man, um das Dehnen und Strecken, das sogenannte Arbeiten des Holzes, zu unterbinden.

Die Wasserentziehung beim Trocknen erfolgt durch Verdunsten oder Verkochen. Ein Verkochen findet nur in ganz wenigen Ausnahmen statt (z. B. auf Walzentrocknern), weil hierzu unter atmosphärischer Verbindung eine Temperatur des zu trocknenden Gutes, und dessen Feuchtigkeit, von 100° und darüber erreicht werden müßte. Dies ist vielfach nicht möglich und bei vielen Stoffen wegen Erhaltung der Nährwerte, Vermeidung von Verfärbungen, Verkleisterungen, Verglasungen und Verkrustungen, ebenfalls wegen Vermeidung von Rissbildung usw. nicht zulässig. Es dürfen wohl vielfach hohe Lufttemperaturen im Anfang der Trocknung Verwendung finden, doch müssen die Temperaturen des zu trocknenden Gutes aus den gegebenen Gründen geringere bleiben. Auf die Verkochungsmöglichkeit bei niedrigen Temperaturen im Vakuum werde ich später eingehen.

Die Wasserentziehung durch Verdunstung erfolgt vorwiegend unter Einwirkung von Luft. Je größer die einwirkende Luftmenge, und je größer die Wasseraufnahmefähigkeit derselben, desto größer und schneller ist die Wasserentziehung und Trockenwirkung. Die Erwärmung der Luft ist nicht die Hauptsache. Die Luft muß wasseraufnahmefähig sein zum Zwecke der Wasserentziehung, und aus diesem Grunde wird sie erwärmt. Je höher die Erwärmung, desto höher die Wasseraufnahmefähigkeit und die Wasserentziehung.

Eine weitere Beschleunigung der Wasserentziehung und damit der Trocknung kann durch geeignete Vorbereitung und Zerkleinerung der zu trocknenden Stoffe erreicht werden.

Ich weise kurz darauf hin, daß in der Kälteindustrie bei der Aufbewahrung von Lebensmitteln aller Art auch eine Trocknung mit kalter Luft eintritt, und daß künstliche Befeuchtung teilweise nötig wird, um das in kalter Temperatur eingelagerte Material vor großer Austrocknung zu bewahren.

Wie wird nun richtig getrocknet, das heißt, wie soll getrocknet werden, und was wird getrocknet?

Wenn man von den vielen Möglichkeiten und Ansichten hört, ist es für den nicht geschulten Trocknungsfachmann schwer, den richtigen Weg zu wählen. Man trocknet mit hohen und niedrigen Temperaturen, mit Gas-Luftgemisch und mit reiner Luft — auch unter Ausschaltung der letzteren, unter Vakuum —, man trocknet im Gleichstrom, im Gegenstrom, mit einmaliger, mehrmaliger, d. h. stufenweiser Lufterwärmung, mit natürlichem Wrasenabzug und mit mechanischer Ventilationswirkung.

Wann ist nun das eine oder das andere richtig? Es ist streng auseinander zu halten die Temperatur der Trocknungsluft und die Temperatur des zu trocknenden Gutes! Es ist ferner zu beachten, daß ein feuchtes Material, mit wenigen Ausnahmen, durch hohe Lufttemperaturen so lange nicht zu hoch erwärmt und geschädigt werden kann, solange es noch ein bestimmt Maß von Feuchtigkeit enthält. Eine Verallgemeinerung ist allerdings nicht zulässig. Um aber ein Beispiel zu geben: Rübenschitzel mit einem Anfangsfeuchtigkeitsgehalt von ca. 90%, deren poröse Zellstoffstruktur ein leichtes Austreten der natürlichen inneren Feuchtigkeit nach der Oberfläche zuläßt, können mit viel höherer Anfangslufttemperatur getrocknet werden, als Getreide. Das letztere hat selten mehr als 16—20% Anfangsfeuchtigkeit; die innere Feuchtigkeit kann, wegen des Stärke- und Klebergehaltes des Kornkörpers, nur sehr langsam der verdunstenden Oberflächenfeuchtigkeit nach außen folgen.

Alle Fabrikate aus der keramischen Industrie, überhaupt lehm- und tonartiger Beschaffenheit, also auch Ziegel usw., ebenfalls alle Holzarten, neigen bei Anwendung zu hoher Temperaturen zu Risse-

bildungen. Andere Stoffe mit hohem Stärke-, Eiweiß- und Fettgehalt neigen leicht zu Verkrustungen und Verglasungen. Mit anderen Worten: Man muß bei der Wahl der Trocknungs-Luft- und Guttemperaturen vorsichtig sein und unbedingt Rücksicht auf die Zusammensetzung und die Eigentümlichkeiten der zu trocknenden Stoffe nehmen.

Ob die Trocknung mit Feuergasen, Gas-Luftgemisch, mit reiner Luft oder unter Ausscheidung der letzteren im Vakuum zu erfolgen hat, wird ebenfalls durch die vorgenannten Eigenschaften der zu trocknenden Stoffe bedingt. Um das letzte vorwegzunehmen, will ich schon jetzt bemerken, daß die wärmetechnischen Vorteile, die beim Ein Kochen von Flüssigkeiten unter Vakuum eintreten, beim Trocknen unter Vakuum nicht vorhanden sind. Der Wärmeträger „Luft“ wird durch das Evakuieren entzogen. Da auch die Flüssigkeit als Wärmeleiter fast vollständig ausscheidet, kommt beim Trocknen unter Vakuum für die Wärmeübertragung nur die Flächenberührung und die Wärmestrahlung zur Geltung. Es muß also jedes zu trocknende Teilchen möglichst häufig und lange mit der beheizten Fläche des Vakuumtrockners in Berührung kommen. Dauert die Berührung aber zu lange, dann kann das Trockengut unweigerlich eine annähernde Temperatur, wie die der beheizten Fläche, also eine zu hohe Temperatur annehmen und trotz des Vorhandenseins einer gewissen luftleeren Schaden erleiden. Daß das Verdunsten und Verkochen der Feuchtigkeit im Vakuum bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen stattfindet, ändert nichts an der Tatsache. Es ist vorläufig auch durch maßgebende Vergleichsversuche keineswegs unanfechtbar festgestellt worden, daß sich das Trocknen unter Vakuum schneller und billiger vollzieht als unter der Einwirkung von Luft. Es wird nur recht häufig — ohne Beweisführung — behauptet! Werden natürlich bei der letzteren Trocknungsart unter Atmosphäre, wie es so häufig vorkommt, grobe Fehler gemacht, die jeder trocknungs- und wärmetechnischen Regel widersprechen, dann ist eine Schädigung des Trockengutes und eine unzureichende Trockenleistung leicht im Bereich der Möglichkeit; doch besteht, wie gesagt, diese Möglichkeit auch bei der Trocknung im Vakuum. Jedenfalls muß auch beim Vakuumtrockner eine fehlerfreie Apparaturkonstruktion mit einer wirkungsvollen Beschaffung zur Verfügung stehen. Die Trocknung unter Vakuum wird bei Stoffen zur Bedingung, die starke Gerüche verbreiten, mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung kommen dürfen, ebenfalls, wenn es sich darum handelt, wertvolle, flüchtige Bestandteile wieder aufzufangen.

Am meisten vertreten sind in der Trocknungsindustrie Apparate, die unter atmosphärischer Verbindung arbeiten, und unter diesen ist von Fall zu Fall die Auswahl zu treffen, ob die Arbeitsweise mit direkter oder indirekter Lufterhitzung, im Gleichstrom oder Gegenstrom, mit einmaliger oder stufenweiser Lufterwärmung zweckentsprechender ist.

Außer der Gruppe der Trommel-, Mulden- und Walzentrockner zählen zur umfangreichsten Gruppe die „Hordentrockner“. Hierzu gehören alle Apparate und Einrichtungen, die Horden oder gelochte Bleche zur Aufnahme des zu trocknenden Gutes aufweisen. Ganz gleichgültig, ob diese Trockner Kanaltrockner, Kammer-, Band-, Kasten-, Schrank- oder Schütteltrockner oder auch Darren heißen, ... gedarrt wird zwar beim Trocknen nichts —, sie gehören alle zu dieser Gruppe der „Hordentrockner“.

Abgesehen von den Band- und Schütteltrocknern müssen sie mehr oder weniger von Hand beschickt und entleert werden, arbeiten also nicht ununterbrochen. Alle diese Trockner bedürfen im Vergleich zu den kontinuierlich arbeitenden vieler Bedienungskräfte. Bei großen Leistungen ist dieser Umstand sehr störend. Man bedient sich deshalb bei großen Leistungen der Hordentrockner nur für die Bearbeitung bestimmter Stoffe, die wegen ihrer Sperrigkeit, Empfindlichkeit oder sonstiger Eigentümlichkeiten für eine mechanische Zuhand Abführung nicht geeignet sind. Handelt es sich um die Trocknung großer Mengen von Kartoffeln, Rüben oder breiiger und flüssiger Stoffe, dann werden fast ausnahmslos die mechanisch zu beschickenden und zu entleerenden Trommel-, Mulden-, Walzen-, Band- und Schütteltrockner benutzt.

Zum Zwecke der Getreidetrocknung, wie zur Trocknung von Körnerfrüchten aller Art, auch leicht rieselnder Stoffe, finden in Lagerhäusern und Mühlen sogenannte Jalouse- und Schachttrockner Verwendung, die sich ebenfalls mechanisch beschicken und entleeren lassen.

Industrielle Trockner bedürfen sämtlich einer Wärmequelle, die zur Erwärmung der Trockenluft oder des Gas-Luftgemisches

dient. Steht Maschinenabdampf im Überfluß zur Verfügung, dann ist dieser in erster Linie als Wärmequelle heranzuziehen. Es bedarf keiner Erklärung, daß im Abdampf große Wärmemengen enthalten sind und keinesfalls den Betrieb nutzlos, wie es häufig auf dem Wege durchs Dach geschieht, verlassen dürfen. Ältere Industrien wie z. B. die Brau- und Zuckerindustrie, befassen sich mit der restlosen Ausnutzung des Abdampfes schon seit Jahrzehnten. In der verhältnismäßig jungen Trocknungsindustrie bedarf es an vielen Stellen noch der Anregung. Direkter Kesseldampf sollte zur Trocknung nur Verwendung finden, wenn Abdampf nicht in Frage kommt, und wenn die Konstruktion der Trockenapparate eine andere Beheizungsart nicht zuläßt. Bei Mulden- und Hordentrocknern, in der Hauptsache bei Trommeltrocknern, findet vielfach die direkte Beheizung, d. h. die Erwärmung der Trocknungsluft durch direkte Befeuerung Verwendung. Unabhängig hiervon bleibt die Entscheidung darüber, ob mit reiner Luft oder mit Gas-Luftgemisch gearbeitet werden soll. Beide Wärmequellen, Dampf und direkte Verbrennung, ermöglichen die indirekte Luftherwärmung derart, daß die Luft mit der Wärmeerzeugung, dem Dampf oder den Feuergasen, nicht in Berührung kommt. Bei der Erwärmung mittels Dampf ist ein anderer Weg überhaupt nicht gangbar. Die direkte Verbrennung gestattet die Wahl, die sich entwickelnden Feuergase mit Luft vermischt direkt durch das zu trocknende Material zu schicken oder sie indirekt unter Verwendung eines Feuer-Luftheritzers zur Erwärmung reiner Luft auszunutzen. Die direkte Verwendung der Gas-Luftgemische ist vielfach die sparsamere Arbeitsweise. Sie hat nur den Nachteil, daß etwaige Verschmutzungen der Gase durch mitgerissene Flugaschenbestandteile, Rauch und Ruß, glühende Kohlenstoffteilchen (Funken) stattfinden. Da die direkte Feuer-Luftheritzung aus Gründen der Wärmeersparnis vorteilhaft ist, muß für möglichst reine, unverschmutzte Gase Sorge getragen werden. Diese Aufgabe ist bei der Verwendung normaler Planrostbefeuерungen nicht leicht zu lösen. Viel einfacher gestaltet sich die Lösung bei der Verwendung der Halbgasfeuerungen. Die Hauptvorteile der Halbgasfeuerungen sind folgende:

1. Die Wärmeentwicklung ist absolut gleichbleibend.
2. Das mit Absicht erzeugte Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserstoff wird unter Zuführung von Sekundärluft fast restlos zu Kohlensäure und Wasser verbraucht. Jene Gase treten infolgedessen nicht in das Trockengut über, und wenn offene Hordentrockner Verwendung finden, nicht in den Bedienungsraum.
3. Der Nutzeffekt und die Regulierungsmöglichkeit (Be- und Entlastung) sind wesentlich größere, als beim Planrost und bei anderen Feuerungen.
4. Außer Koks und Kohle kann jedes Gemisch von Koks und Kohle, Steinkohle allein, ebenfalls Braunkohle, Torf, überhaupt minderwertiges Feuerungsmaterial, je nachdem es am Orte billig zu beschaffen ist, verbrannt werden.
5. Die Bedienung, insbesondere die Beschickung ist wegen des obrüßen Füllraumes sehr einfach. Die Zuführung des Brennstoffes auch nicht annähernd so häufig wie beim Planrost zu erfolgen.
6. Das Mitreißen von Flugaschenbestandteilen, die Bildung von Rauch und Ruß und damit die Verschmutzung der Trockenerzeugnisse lassen sich fast vollkommen vermeiden.

Wer sich über zweckentsprechende Konstruktion von Halbgasfeuerungen in der Verbindung mit Trocknereien interessiert, kann auf Wunsch von mir und dem bekannten Ingenieur- und Architekten-Bureau „Paul Rüters“, Berlin SW 11, Dessauerstr. 7, näheres erfahren.

Um von dem eigentlichen Vortragsgebiet nicht abzuschweifen, will ich nur kurz erwähnen, daß die Verwendung richtig konstruierter Halbgasfeuerungen in der Verbindung mit Dampfkesseln die direkte Ausnutzung der abziehenden Heizgase zu Trockenzwecken ohne weiteres ermöglicht, weil sie rein sind.

Natürlich können derartig reine Abgase auch zur Erwärmung und Beheizung bei anderen Zwecken dienen. Eine billige Wärmequelle zu Trocknungszwecken ist im Anschluß an größere elektrische Zentralen in den Kühlungswärme der Generatoren zu finden. Tatsächlich sind zur Ausnutzung der Ventilations- und Kühlungswärme elektrischer Zentralen an mehreren Orten Trocknereien errichtet worden, die mit Erfolg arbeiten sollen.

Vorläufig muß mit der Tatsache gerechnet werden, daß die meisten Wärmeerzeugungsstellen von Trocknereien nur mit dem bekannten Plan- oder Treppenrost arbeiten und infolgedessen eine sichere Vorrichtung zur Ausscheidung von Flugaschenbestandteilchen und Ruß vor Eintritt in den Trockenapparat nicht zu vermeiden ist. Deshalb muß bei Auswahl der Wärmequelle unterschieden werden,

ob es sich um die Herstellung von Lebens- oder Futtermitteln handelt. Eine nachträgliche Reinigung einmal verschmutzter Heizgase ist in den seltensten Fällen ausreichend gelungen. Mit direkter Beheizung arbeiten hauptsächlich die bekannten Trommeltrockner, diese werden deshalb mit geringen Ausnahmen zur Herstellung von Futtermitteln verwendet. Dasselbe gilt natürlich auch für alle anderen Trockner, die ohne Benutzung eines Luftheritzers mit direkten Gas-Luftgemischen arbeiten. Während beim Planrost zur Verringerung der Verschmutzungen ausschließlich mit Koks gearbeitet wird, können — wie gesagt — bei der Halbgasfeuerung auch andere Brennstoffe störungslos Verwendung finden.

Über die außerordentlich starke Entwicklung der Trocknung während des Krieges herrscht keinerlei Unkenntnis. Neue Anlagen sind für alle möglichen Zwecke förmlich aus der Erde gestampft worden, vielfach ohne fachmännisches und kaufmännisches Verständnis. Während alle mit Überlegung von berufenen und erfahrenen Leuten angelegte Trocknungsanlagen gute Verzinsungen ergeben, waren andere nicht zu halten und verschwanden wieder von der Bildfläche. Es darf sicher angenommen werden, daß jetzt nach Beendigung des Krieges noch weitere gewerbliche Trocknungsanlagen ausgeschaltet werden, soweit sie ausschließlich für Gemüsetrocknung zugeschnitten sind. Die Nachfrage nach Trockengemüse wird sich auf geringe Mengen von nur bester Qualität beschränken, wie sie vor dem Weltkriege von den wenigen renommierten Trocknereien erzeugt und in den Handel gebracht wurden. Unter den getrockneten Lebensmitteln sind im Zusammenhange mit Gemüsesorten getrocknete Obst-, Pilz-, Tee- und Kaffeersatzsorten nicht zu vergessen, die immer unter der Voraussetzung guter Qualität ihren Markt nach wie vor behaupten werden. Zu vergessen sind auch nicht die verschiedenen Erzeugnisse von Trockenkartoffeln, die in Form von Griesen und Walzmehlen aus zerkleinerten und zermahlenen Kartoffelflocken, angekochten und gedämpften (blanchierten) Kartoffelschnitzeln und Scheiben erzeugt werden. Es ist bekannt, daß aus derartig gewonnenen zerkleinerten Trockenkartoffelerzeugnissen durch Beimischung anderer getrockneter Nahrungsmittel, Gemüsesorten und Gewürze, sehr schmackhaft und leicht zuzubereitende Suppeninhale entstanden sind. Nach diesen war in Haushaltungen große Nachfrage.

Im Gegensatz zu den begrenzten Aussichten der Gemüsetrocknung wird der Erzeugung von Futtermitteln durch Trocknung mit anschließender Vermahlung und Vermischung, mehr oder weniger durch die Zeitlage verursacht, eine weitere und stetige Entwicklung gesichert werden.

Aus dem Jahrbuch und Kalender für landwirtschaftliches Trocknungswesen und verwandter Gebiete, herausgegeben von Paul Rüters, Berlin SW 11, Dessauer Straße 7, entnehme ich aus dem Artikel „Trocknung von Futtermitteln“:

#### Wirtschaftliche Bedeutung.

Der Krieg und die durch ihn hervorgerufene Futternot hat der Trocknung von Futtermitteln eine Bedeutung zugewiesen, welche wohl kaum jemand vorausgesesehen hat. Abgesehen von der Kartoffeltrocknung und vereinzelten Fällen, in denen es sich um die Trocknung von Rübenblättern, Rübenköpfen und Kartoffelkraut handelte, hat die Erhaltung von Futtermitteln durch Entziehung ihres Wassergehaltes vor dem Kriege nicht viele Anhänger gehabt. Es war damals ja auch genug Futter vorhanden. Soweit es nicht im Inlande selbst erzeugt wurde, sorgte der Handel für genügende Einfuhr aus fremden Ländern, namentlich aus Rußland. Die letztere Möglichkeit ist ganz geschwunden, die erstere stark eingeschränkt. So hat man sich denn nach Ersatz umsehen müssen und diesen zum Teil in Wildpflanzen und Unkräutern gefunden, die bisher nicht beachtet wurden, zum Teil in früher achtlos beiseite geworfenen Abfallstoffen. In beiden Fällen war es notwendig, für diese Ersatzstoffe eine Form und Möglichkeit zu finden, welche ihre Verwendung über den Zeitraum von einer bis zur anderen Ernte zuläßt. Diese Möglichkeit bietet in erster Linie die künstliche Trocknung, während die anderen Verfahren für die Haltbarmachung und Erhaltung, nämlich das Einnichten und Einsäuern, unter Umständen mit sehr beträchtlichen Verlusten verknüpft sind, so daß sie im Augenblick jedenfalls nur in ganz beschränktem Maße zur Anwendung kommen dürfen.

Neben der unbedingten Notwendigkeit der Futtermitteltrocknung zum Zwecke der Erzeugung neuer Futterwerte, welche schließlich die entstehenden Kosten als nebenschließlich erscheinen läßt, besteht heute die Tatsache, daß dieses neue Gewerbe auch wirtschaftlich seine Berechtigung hat. Wenn man früher der Trocknung von

Rübenblättern und ähnlichen Abfallstoffen keinen großen Geschmack abgewinnen konnte, so lag das in der Hauptsache an den verhältnismäßig hohen Spesen, welche der geringe Wert dieser Futtermittel nicht tragen konnte. Dieser Hinderungsgrund besteht heute nicht mehr, da der allgemeine Mangel die Preise auch auf diesem Gebiete hochgetrieben hat. Bestimmt bleibt dieser Zustand noch einige Jahre nach dem Kriege, voraussichtlich, wenn auch in geschwächtem Maße, s o g a r d a u e r n d b e s t e h e n . Das will heißen, daß die Werte aller Abfallstoffe und früher minderwertigen Bodengewächse in solcher Höhe verbleiben, daß sie auch fernerhin die Kosten der Trocknung vertragen.

Ferner kommt hinzu die später noch für lange Zeit bestehende Notwendigkeit, unsere Einfuhr vom Ausland wegen der Valuta nach Kräften einzuschränken. Dazu gibt uns wieder die Trocknung und Herstellung von Futtermitteln im eigenen Lande die Möglichkeit.

Mittlere und größere landwirtschaftliche Betriebe, die sich während des Krieges nicht zu gewerblichen Zwecken, sondern zum Selbstbedarf, Trocknereien zulegten, w o l l e n u n d k ö n n e n d i e s e n i c h t m e h r m i s s e n . Wiederholt haben Landwirte erklärt, daß es ihnen nur durch die eigene Trocknungsanlage möglich war und in Zukunft möglich sein wird, die erforderlichen Futtermengen zur Ernährung ihres Viehbestandes zu sichern.

Ich hoffe, es noch zu erleben, daß auch größere Hauswirtschaften, zum mindesten solche landwirtschaftlicher Art, und in größeren Städten Hauswirtschaften, wie sie in Pensionaten, Hotels und Gastwirtschaften aller Art bestehen, ihre eigene Trocknungsanlage in Gestalt eines Trockenschrances besitzen werden. Vorläufig gehen gerade in derartigen kleinen Wirtschaftsbetrieben nicht unbedeutende Abfallstoffe verloren, i n d e n e n r e c h t b r a u c h b a r e N ä b e r w e r t e z u F u t t e r z w e c k e n e n t h a l t e n s i n d . Vielleicht kommen wir auch noch einmal dahin, daß jede Hausfrau eine kleine Trockenvorrichtung, z. B. in Form eines Herdetrockners, nicht missen mag. Es ist ja vieles Gewohnheit, und wie sich unsere Hausfrauen schnell an die Kochkiste und an den durch Gas beheizten Bratofen gewöhnt haben und diese Einrichtungen nicht mehr entbehren können, würde auch eine handliche und zweckentsprechende Trockeneinrichtung mit der Zeit sicher zum allgemeinen Bedürfnis werden.

Was die Verzinsung von gewerblichen Trocknungsanlagen betrifft, ist es bei der Kalkulation nicht unwesentlich, ob es sich um eine ältere oder neuere Anlage handelt, ob Wassertransport oder Bahnanschluß vorhanden ist und ob die zu trocknenden Rohstoffe aus der benachbarten Landwirtschaft ohne wesentliche Transportkosten oder aus größeren Entfernungen mittels Bahn oder anderer Transportmittel herangeholt werden müssen. Die Sätze für Lohntrocknung sind sehr schwankende, und deren Höhe wird weniger durch die Trocknung selbst, als durch die erforderliche und ausgeübte Vorbereitung der zu trocknenden Stoffe und deren Wassergehalt bedingt.

Der Feuchtigkeitsgehalt der frischen und getrockneten Ware beeinflußt die Trocknungslöhne und die Selbstkosten sehr weitgehend, doch muß erwähnt werden, daß ein einfaches Umrechnen nicht zulässig ist, weil gewisse Stoffe die Feuchtigkeit beim Trocknen viel leichter abgeben, als andere. Ich komme wieder auf das erwähnte Beispiel der Rüben- und Getreidetrocknung zurück. Trotz des hohen Feuchtigkeitsgehaltes der ersten läßt sich die Trocknung in Trommeltrocknern bei Anwendung geeigneter hoher Temperaturen bereits im Verlaufe von etwa 1 Stunde durchführen, trotzdem je 100 kg Frischware bis zu 90 kg Wasser zu verdunsten oder zu verdampfen sind. Das Getreide braucht aber bei einem höchsten Anfangsfeuchtigkeitsgehalt von 18—20% und der zu verdunstenden Wassermenge von höchstens 6—8 kg für 100 kg Frischware mehrere Stunden zur Durchführung der Trocknung. Getreide schneller als in 2—3 Stunden zu trocknen, ist ohne Schädigung der Qualität nicht möglich. Das Verhältnis der Frischware zur Trockenware ist sehr verschieden und schwankt — abgesehen von Getreide —, deren gew. Abnahme gering ist — von 1 : 2 bis 1 : 10, ja auch 1 : 12, d. h. es sind im ersten Falle nur 2 Ztr. Frischware erforderlich, um 1 Ztr. Trockenware zu erhalten, und im letzteren Falle gehören dazu 10 bis 12 Ztr. Die Selbstkosten und die Trocknungslöhne lassen sich, wie aus der kurzen Erklärung ersichtlich, nicht verallgemeinern. Die Trocknungslöhne, die in den verflossenen Friedenszeiten zwischen 1 M und 1,75 M für 1 Zentner Naßmaterial schwankten, haben während des Krieges Steigerungen bis zu 2 M und 4,50 M erfahren, ohne daß von unberechtigten Forderungen gesprochen werden kann. Bei den Kaufpreisen der Trockenerzeugnisse, die für 100 kg etwa zwischen 50

und 500 M schwanken, müssen bei der Beurteilung immer das Ausbeuteverhältnis von Naß zu Trocken, der Einkaufspreis der Frischware und die erforderlichen Vorbereitungsarbeiten berücksichtigt werden.

Während Getreide vor der Trocknung fast keiner Behandlung bedarf, Kartoffeln und Rüben meistens nur gewaschen und zerkleinert werden, verlangen viele Gemüsesorten ein gründliches Entsanden, Waschen, Auslesen und Zerkleinern, und ebenso erfordern Rüben und Kartoffeln, die nicht zu Futterzwecken, sondern zur menschlichen Ernährung dienen sollen, nach dem Schälen eine gründliche Bearbeitung von Hand. Maschinelle Einwirkungen allein können weder beim Wasch-, noch beim Schälvorgang alle eingewachsenen Augen, Vertiefungen, Steine usw. erfassen. Dies ist nur durch Nachbearbeitung von Hand zu erreichen.

Alte Anlagen, die vor dem Kriege zu den damaligen niedrigen Preisen errichtet wurden und heute die Anschaffungswerte teilweise abgeschrieben haben, können vorteilhafter kalkulieren. Während es bisher weniger auf den Preis, als auf die Lieferungsmöglichkeit der Ware ankam, wird nach Eintritt normaler wirtschaftlicher Verhältnisse der freie Wettbewerb die Preisbildung ganz von selbst regulieren.

Um mit wenigen Worten auf die Güte der Trockenerzeugnisse einzugehen, muß ich ausführen, durch was deren Haltbarkeit, das Aussehen und die Farbe beeinflußt werden.

Die Haltbarkeit wird durch recht scharfes Austrocknen gefördert. Es gibt aber eine Grenze, die bewahrt werden muß, damit das Aussehen und die Farbe nicht leiden. Je geringer der Wassergehalt, also je schärfer und weitgehender die Trocknung gesteigert wird, desto unansehnlicher werden viele Stoffe.

Abgesehen von anderen Mitteln, die zur Verbesserung des Aussehens beitragen, und auf die ich noch näher eingehen werde, sind die nächstliegenden: Begrenzung der Temperaturhöhe und Begrenzung der Austrocknung. Im allgemeinen genügen 8—12% Endfeuchtigkeit, um eine Dauerware zu erhalten. Es ist aber nicht gleichgültig, ob die Austrocknung bis zu dem genannten Grade schnell oder langsam, mittels sehr trockener oder weniger trockener Luft erzielt wird. Es hat sich durch praktische Beobachtung herausgestellt, daß das Ausschen der Trockenerzeugnisse ein besseres wird, wenn die zum Fertigtrocknen benutzte Luft einen bestimmten Feuchtigkeitsgrad nicht unterschreitet. Das gute Ausschen ist natürlich auch von der Farbe abhängig. Verfärbungen treten am Ende der Trocknung nicht allein durch zu scharfes Trocknen und Anwendung zu hoher Temperaturen ein, sondern vielfach durch Oxydationswirkungen unmittelbar nach der Zerkleinerung der zu trocknenden Stoffe.

Um den Verfärbungen der Trockenware vorzubeugen, werden allerhand Mittel und Arbeitsmethoden angewandt, die auch das allgemeine Aussehen derselben verbessern.

Handelt es sich um geschnitzelte oder in Scheiben geschnittene Kartoffeln oder Obstsorten, deren Verfärbungen auf Oxydationswirkungen zurückzuführen sind, dann kann man durch kurzes Abkochen oder Dämpfen unmittelbar nach dem Zerkleinern (Blanchieren) auch durch Aufbewahren in Salzwasser oder geeigneten Säurelösungen dem Verfärbeln vorbeugen.

Aus dem Jahresbericht 1917 des Laboratoriums der Versuchsstation für die Konservenindustrie Dr. Serger & Hempel, Braunschweig, entnehme ich über das Blanchieren von Dörrgemüse folgende Angaben:

Mit Ausnahme von Spinat müssen sämtliche Gemüse, nachdem sie wie für die Konservierung in Dosen zerteilt, enthüllt, geschnitten, geschabt, zerpfückt oder sonstwie vorbereitet sind, blanchiert oder gedämpft werden. Es ist ein Irrtum, wenn behauptet wird, daß ohne Brühen oder Dämpfen hergestellte Dörrgemüse besser ausfallen als gebrühte oder gedämpfte. Durch das Brühen oder Dämpfen werden die Gewebe getrocknet und sind nach dem Trocknen quellungsfähiger als ohne die Vorbehandlung. Die vorhandenen Eiweißstoffe werden ferner zum Gerinnen gebracht und sind in diesem geronnenen Zustande beim Lagern widerstandsfähiger gegen Geschmacksveränderungen als ohne diese Vorbehandlung (Auftreten des „Heugeschmackes“). Durch das Brühen oder Dämpfen werden ferner unliebsame Fermentationsprozesse vermieden. Bei Gemüse machen sich diese Prozesse in Verfärbungen und Aromaveränderungen bemerkbar. Durch das Brühen werden die Fermente abgetötet und können so die unerwünschten Veränderungen nicht mehr hervorrufen.

Gebrüht werden die Gemüse in siedendem Wasser; es ist dies das am rationellsten und fabrikmäßig am besten durchzuführende Ver-

fahren. Theoretisch wäre das Dämpfen vorzuziehen, weil hierbei dem Gemüse weniger lösliche Stoffe entzogen werden. Es hat sich aber bei neuerlichen Untersuchungen gezeigt, daß bei sachgemäßem Blanchieren nur wenig Nährstoffe verloren gehen, so daß dieser Verlust völlig belanglos wird. Das sachgemäße Blanchieren ist somit dem Dämpfen gleichwertig.

In der folgenden Tabelle sind Dörrgemüse verschiedener Herstellungsart zusammengestellt:

	In der Trockensubstanz			
	Mineralstoffe ges. wasserlös.	Wasserextrakt	Protein	Stickstoffsubst.
Rotkohl	gedämpft . . 8,36	7,76	55,76	18,38
	lange blanchiert 5,33	2,34	25,40	15,13
	kurz " . 7,13	5,27	50,23	17,75
Weißkohl	gedämpft . . 7,83	6,16	63,20	20,21
	lange blanchiert 5,80	2,08	31,60	17,86
	kurz " . 6,99	4,88	53,13	18,87
Mohrrüben	gedämpft . . 4,84	4,45	72,10	4,43
	lange blanchiert 4,82	2,15	67,80	4,61
	kurz " . 4,81	4,02	63,98	4,22

Lange blanchiert bedeutet 5—6 Minuten, kurz blanchiert bedeutet 1—2 Minuten.

Das Dämpfen während 10 Minuten bewirkt wesentliche Änderungen in der Zusammensetzung nicht, und die Zahlen für kurz blanchiertes Gemüse sind von denen des gedämpften Gemüses nur wenig unterschieden. Wesentliche Unterschiede in der Zusammensetzung und einen merklichen Nährstoffverlust benimmt das längere Blanchieren. Das längere Blanchieren muß somit als unsachgemäß bezeichnet werden, während das kürzere Blanchieren der Forderung einer möglichsten Vermeidung von Nährstoffverlusten unter gleichzeitiger Erzielung des technischen Zweckes vollauf genügt.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß die zur Trocknung bestimmten Gemüse (mit Ausnahme von Spinat) zur Erzielung vollwertiger Ware zu blanchieren sind. Das Blanchieren hat kurz, 1—2 Minuten, zu erfolgen; es wird damit der gewünschte Materialeffekt erzielt, ohne erhebliche Nährstoffverluste eintreten zu lassen.

Die unmittelbare schnelle Zuführung der zerkleinerten Kartoffeln oder Obstsorten in den Trockner unter sofortiger Einwirkung der höchst zulässigen Trockenlufttemperatur, das möglichst schnelle Durchführen der Trocknung, sind ebenfalls geeignete Vorbeugungsmittel. Eine kurze Schwefelung nach der Zerkleinerung führt auch zum Ziele.

Bei der Trocknung mit direkter Beheizung und der hierbei einwirkenden schwefligen Säure, die beim Verbrennen aus dem im Koks in Form von Schwefeleisen vorhandenen Sulfidenschwefel entsteht, erreicht man gleichfalls eine Verbesserung der Farbe. Daher die Anhänger der Trocknung mit direkter Beheizung und Gas-Luftgemischen, die neben der Verbesserung des Endproduktes auch häufig eine Verbilligung der Arbeitsweise gewährleistet. — Schädliche Einwirkungen der geringen Spuren von schwefliger Säure bei der weiteren Verwendung der fertig getrockneten Nahrungs- und Futtermittel sind nicht ermittelt worden. Die in den Koksgasen enthaltene schweflige Säure wird durch die großen Luftmengen so stark verdünnt, daß in 1 ebm Gas-Luftgemisch nur etwa 0,0125 g schweflige Säure mit dem Trockengut in Berührung treten könnten, ohne von diesen zurückgehalten zu werden. Der gesetzlich zugelassene Gehalt an schwefriger Säure ist 0,125%. Die schweflige Säure wirkt bei der Trocknung bakterientötend und konservierend. Z. B. Getreide, das schon etwas schimmelig war, muffig roch und in Fäulnis überzugehen begann, kam durch das Trocknen mit Feuergasen und Luft wieder in einen für den menschlichen Genuss geeigneten Zustand. Um beim Trocknen eine hochwertige Handelsware zu erhalten, dürfen natürlich auch nur die besten und fehlerfreisten Sorten von Kartoffeln, Obst, Gemüse usw. verarbeitet werden. Während des Krieges ist vieles drunter und drüber gegangen, — man hat alles mögliche getrocknet.

Über die zukünftigen Aussichten für die Trocknungsindustrie habe ich mich bereits geäußert. Die Trocknungsindustrie geht in der Verbindung mit der Erzeugung von Futtermitteln, der Trocknung von Obst, Abfallstoffen usw. einer gesicherten Zukunft entgegen.

Die Kürze der Zeit gestattete es nicht, alle mit der Trocknung in Verbindung stehenden Fragen erschöpfend zu behandeln. Ich habe nur Kostproben geben können. Allein die Ausnutzung der Abdampf- und Abgaswärme und die richtige Vorbereitung und Nach-

behandlung der zu verarbeitenden Stoffe, d. h. der zu trocknenden Stoffe, bilden Vorträge für sich.

Es liegt mir viel daran, nochmals auf meine Anregung einer regelmäßigen und innigeren Zusammenarbeit der Chemiker und der Ingenieure auf dem Gebiete der Trocknung einzugehen. Nachdem ich mich entschlossen hatte, hier diese Anregung zu geben, las ich in den Mitteilungen der „Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“ vom 21./12. 1918 den Auszug einer Abhandlung von Heinrich Semler, San Francisco, über: „Beziehungen zwischen Stadt und Land“, die dieser bereits vor einem Menschenalter verfaßt hat. Überzeugender kann die Notwendigkeit und der Nutzen einer dauernden Zusammenwirkung einzelner Berufsstände auch heute nicht geschildert werden. Unendliche Geistes- und Wirtschaftswerte könnten zum Wohle des Ganzen geboren und entwickelt werden.

Semler schreibt nach eingehender Darlegung seiner Ansichten:

„Es ist wahrlich eine betrübende Erscheinung, die sich nur durch die schroffe Kastenabsonderung erklären läßt, welche wie ein Mehltau auf dem ganzen deutschen Volksleben lagert. Wo die Berufsstände nicht einig und harmonisch miteinander verkehren, da bilden sich die Geister nur einseitig aus, da bleibt ihr Horizont beschränkt, selbst wenn sie mit noch soviel theoretischem Wissen vollgeprägt sind. Die Folge kann nur sein, daß die nationale Entwicklung sehr langsam und nur unter dem Drucke der äußersten Notwendigkeit vor sich geht. Deutschland wäre gewiß nicht in seinen Bodenerzeugnissen so lange zurückgeblieben, hätte sein Handelsstand rechtzeitig Verständnis für die hohe Wichtigkeit der Landwirtschaft gehabt, die zu entwickeln in seinem eigenen wohlverstandenen Interesse seine vornehmste Aufgabe hätte sein sollen. In Amerika haben die Kaufleute unausgesetzt auf die Landwirtschaft, wie auf ihre eigene Kraftquelle geblickt, haben den Farmern mit Rat und Tat beigestanden und keine Anstrengung gescheut, ihren Erzeugnissen im Auslande Märkte zu erobern. Fast durch jede Rede, durch jeden Bericht zieht sich die Mahnung hindurch: „Vergeßt unsere Amme, die Landwirtschaft, nicht.““

An einer anderen Stelle schreibt er:

„In Süddeutschland kann in Fülle das vorzüglichste Obst gezo gen werden; warum wird getrocknetes und eingemachtes Obst und Gemüse nach Deutschland eingeführt? Im vorigen Jahre klagten die Landwirte in Mecklenburg und Pommern, daß die Äpfel- und Zwetschenernte bei ihnen so reichlich ausgefallen sei, daß sie keine Verwendung für diesen Segen wüßten, sondern ihn zum Teil verfaulen zu lassen gezwungen wären. Sie hatten nicht so viel industriösen Sinn, um dieses Obst zu trocknen, zu Essig, Zider, Latwerge oder Gelee zu verarbeiten. Aus dem weit entfernten Californien, dessen Obst sich an Güte mit dem deutschen nicht messen kann, wurden zur selben Zeit bedeutende Quantitäten getrocknetes und in Büchsen eingemachtes Obst eingeführt. Wenn wir — so sagte mir einmal ein nordamerikanischer Kaufmann — eure Zwetschen züchten könnten, wie würden wir diese Goldgrube ausbeuten! Ihr Deutschen aber wißt nicht, welches Geschenk euch die Natur in der Zwetsche gegeben hat. Ihr trocknet oder räuchert sie vielmehr nach mittelalterlicher Methode, ihr verpackt sie miserabel und gebt euch keine Mühe, ihr Anerkennung bei fremden Völkern zu verschaffen.““

In ähnlicher Weise äußert sich Semler über die Verwendung vieler anderer landwirtschaftlicher Produkte und über die dringend notwendige Zusammenarbeit einzelner Berufsstände zum Wohle des Ganzen.

Ich empfehle Ihnen, den vorher genannten Artikel in den Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaft vom 21./12. 1918 zu lesen oder, was noch besser wäre, das von Semler vor sehr langer Zeit herausgegebene Werk:

„Die wahre Bedeutung und die wirkliche Ursache der nordamerikanischen Konkurrenz in der landwirtschaftlichen Produktion (herausgegeben von C. Wilbrandt, Pisede, Verlag der Hinsdorffschen Buchhandlung, Wismar)“.

Ich schließe meine Ausführungen mit der Bitte, darüber nachzudenken, wie ein zweckentsprechendes Zusammenarbeiten der Chemiker und Techniker zur weiteren Entwicklung der Trocknungs-, wie der Nahrungs- und Futtermittelindustrie zum Wohle der Volkernährung durchgeführt werden kann. Ich stelle gleichzeitig die Frage: „Ist es richtig, daß sich die meisten Berufsstände mit wenigen Ausnahmen in unserem augenblicklich so hilflosen Vaterlande getrennt voneinander betätigen?“

Viel leicht wird der neu begründete „große Bund technischer Berufsstände“ als Ausgleichsstelle wirken. Ich habe aber die Überzeugung, daß wirtschaftliche Aufgaben und Ziele, die politische stets mehr oder weniger beeinflussen, an erster Stelle verfolgt werden müssen. Vertreter aller technischen Berufsstände, z. B. der Zucker-, der Spiritus-, der Brau- und Malzindustrie, der Trocknungs- und Milchindustrie usw. usw. müssen zur Mitwirkung gewonnen werden. Zu vergessen ist nicht — wichtiger als der große Bund sind große Gedanken, große Taten und große Männer!

Nun wir harren der Dinge, die da kommen werden!

[A. 37.]

## Asphalt und Kohle.

Von Professor Dr. J. MARCUSSON, Gr.-Lichterfelde - Berlin.

(Eingeg. 12/8. 1919.)

Schon früher ist vom Verfasser auf die nahen Beziehungen zwischen den im Roherdöl und in den Naturasphalten vorkommenden Asphaltene einerseits, der Steinkohle andererseits hingewiesen worden<sup>1)</sup>. Beide Produkte bilden unter dem Einfluß konzentrierter oder rauchender Schwefelsäure wasserunlösliche Oxoniumverbindungen, die von Laugen nicht angegriffen werden, beim Erhitzen mit Salzsäure aber Schwefelsäure abspalten. Rauchende Salpetersäure bildet cyclische Nitroverbindungen mit 4—6% Stickstoff, welche durch die Fällbarkeit ihrer Acetonlösung mittels einer ätherischen Lösung von Quecksilberbromid oder Eisenchlorid charakterisiert sind. Alkalien isomerisieren die Nitroverbindungen unter Bildung von wasserlöslichen Salzen der Isonitrosäuren.

Inzwischen sind weitere Ähnlichkeiten aufgefunden worden. Schüttelt man gepulverte Steinkohle oder Asphaltene oder die ihnen nahestehenden Carbene und Carboide mit Bromwasser, so tritt schnell Entfärbung des Wassers ein. Aus Hübelscher Jodlösung wird Chlorjod aufgenommen. Die quantitative Bestimmung der Jodzahl erfolgte nach der von Hart<sup>2)</sup> für Steinkohle eingeschlagenen Arbeitsweise ohne Anwendung von Lösungsmitteln. Die Substanz wurde durch ein sehr feines Sieb gegeben, das 5000 Maschen auf 1 qm enthielt. Die erhaltenen Jodzahlen lagen gemäß Tabelle zwischen 26 (Steinkohle) und 51 (Asphaltene aus Trinidadaspalt).

Der Steinkohle am nächsten kamen die schwefelarmen Asphaltene eines galizischen Erdölpeches (Jodzahl 30). Um festzustellen, ob die erhaltenen Werte den wahren Jodzahlen entsprechen, wurden die Asphaltene aus Erdölpech vergleichsweise auch in Chloroformlösung untersucht. Die so erhaltenen Jodzahlen lagen um 17 Einheiten höher. Man erhält also, ohne Lösungsmittel, keine absoluten Zahlen, sondern nur Vergleichswerte.

Bei Anwendung von Hübelscher Jodlösung an Stelle der Hübelschen wurden in allen Fällen wesentlich geringere Werte gefunden. Die Wallersche Lösung unterscheidet sich von der Hübelschen durch Gehalt an Salzsäure. Hier nach lag die Vermutung nahe, daß auch Salzsäure von Kohle und Asphaltstoffen aufgenommen wird. Diese Annahme hat sich bestätigt. Die Reaktion verläuft nach bisherigen Versuchen am günstigsten, wenn man die fein gepulverte Kohle oder die Asphaltstoffe mit Äther übergießt und Salzsäuregas bis zur Sättigung einleitet. Man läßt dann über Nacht stehen, filtriert, wäscht erst mit Äther und dann mit Wasser aus. Die erhaltenen Produkte enthielten 2,7—3,5% Chlor. Der Chlorgehalt entsprach bei der Steinkohle der Höhe der Jodzahl, bei den übrigen Proben lag er etwas niedriger.

Wurde statt ätherischer Salzsäure konzentrierte wässrige Säure verwendet oder Salzsäuregas in eine alkoholische Aufschwemmung der Körper eingeleitet, so wurde weit weniger Halogen aufgenommen.

Jodwasserstoff wirkt bei Zinnewärme wie Chlorwasserstoff. Bei höherer Temperatur, unter Erhitzen im Einschlüßrohr, bildet Jodwasserstoff nach den bekannten Berthelotschen Untersuchungen aus Kohle beträchtliche Mengen petroleumartiger Kohlenwasserstoffe. Ähnlich verhalten sich, wie jetzt festgestellt wurde, die Asphaltene.

<sup>1)</sup> Angew. Chem. 31, I, 119—122 [1918] und Chem.-Ztg. 42, 437 [1918].

<sup>2)</sup> Chem.-Ztg. 30, 1204 [1906].

Während Schwefelsäure von Kohle und Asphaltstoffen unter Selbsterwärmung mit großer Leichtigkeit aufgenommen wird, unterbleibt die Anlagerung bei gleichzeitiger Gegenwart von Ammoniumpersulfat. Die sich bildende Carosche Säure wirkt oxydierend, der Sauerstoff wird offenbar leichter angelagert als Schwefelsäure. Es entstehen aus schwefelreichen Asphaltene Sulfoxide oder Sulfone, aus schwefelarmen sowie aus Kohle entsprechend konstituierte Sauerstoffverbindungen.

Methylal und konzentrierte Schwefelsäure führen zur Bildung von Formoliten. Auch in diesem Falle unterbleibt Anlagerung von Schwefelsäure.

Bezüglich der Chlorsulfonsäure wurde schon früher<sup>3)</sup> mitgeteilt, daß sie auf Kohle und Asphalte energisch einwirkt, daß aber Halogen nur in ganz geringen Mengen aufgenommen wird. Weitere Verfolgung der Reaktion hat ergeben, daß primär eine Anlagerung der Chlorsulfonsäure erfolgt. Das normale Anlagerungsprodukt läßt sich gewinnen, wenn man die Reaktion durch Zugabe von Chloroform mäßigt. So wurde z. B. die Verbindung mit Steinkohle folgendermaßen hergestellt: In einem Schüttelzylinder wurde 1 ccm Chlorsulfonsäure mit 6 ccm Chloroform gemischt. 1 g fein gepulverte Kohle wurde hinzugegeben, geschüttelt und über Nacht stehen gelassen. Dann wurde mit Äther versetzt, um überschüssige Chlorsulfonsäure in Lösung zu bringen, filtriert und mit Äther, nachher mit Wasser ausgewaschen. Der gewonnene Körper enthielt 1,2% Chlor und 6,5% Schwefel. Eine analog aus Carbenen gewonnene Verbindung wies 1,4% Chlor und 9,1% Schwefel auf.

Alle beschriebenen Additionsverbindungen sind fast unlöslich in Benzol und Chloroform; die Kohleverbindungen zeigen nicht mehr das für die ursprüngliche Kohle charakteristische Aufblähungs- und Backvermögen.

Die Kalksalze der Nitrosäuren, welche aus Asphaltstoffen und Steinkohle mit rauchender Salpetersäure erhältlich sind, zeigen nahe beieinander liegenden Gehalt an Asche (Ätzkalk). Die Verbindung der Asphaltene (aus Trinidadaspalt) enthält 5,29%, der Carbene 4,26%, der Carboide 4,4%, der Steinkohle 3,97% Asche. Hieraus berechnet sich das Äquivalentgewicht der Nitrosäuren zu 509, 634, 610 und 680. Zieht man von diesen Zahlen 90 für zwei Nitrogruppen ab, so erhält man die Werte 419, 544, 520 und 590, welche in naher Beziehung zum Molekulargewicht der Asphaltstoffe und der Steinkohle stehen. Das Molekulargewicht liegt entweder in gleicher Höhe, oder es ist ein Mehrfaches der erhaltenen Werte. Eine Entscheidung hierüber wird sich erst treffen lassen, wenn die Basizität der Nitrosäuren ermittelt und festgestellt ist, ob nicht etwa unter dem Einfluß der rauchenden Salpetersäure eine Molekülpaltung eingetreten ist.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Asphaltene war früher festgestellt, daß sie gesättigte polycyclische Verbindungen darstellen, welche neben Kohlenstoff und Wasserstoff Sauerstoff oder Schwefel, und zwar in Brückenbindung, enthalten. Nähere Angaben über die Art der Brückenbindung konnten noch nicht gemacht werden, es blieb unentschieden, ob der Sauerstoff oder Schwefel in Ringform vorlag oder in Form von Äthern und Sulfiden mit offener Kette. Diese Lücke läßt sich jetzt ausfüllen auf Grund der Beobachtung, daß sämtliche Asphaltstoffe einschließlich der stark schwefelhaltigen Asphaltene des Trinidadaspalts leicht Schwefelsäure aufnehmen. Sulfide mit offener Kette, wie z. B. Äthylsulfid, lösen sich zwar in konzentrierter Schwefelsäure auf, werden aber durch Wasser unverändert wieder ausgefällt.<sup>4)</sup> Hier nach ist zu schließen, daß in den Asphaltene, Carbene und Carboiden Sauerstoff und Schwefel ringförmig gebunden sind.

Material	Jodzahl nach Hart	Salzsäure- verbinder- bung		Chlorsulfon- säureverbinder- bung		Kalk- salz der Nitro- ver- bindung	Äqui- valent- gewicht der Nitro- säure
		% Cl	% S	% Cl	% CaO		
Asphaltene	aus Tri- nidad- aspalt	51	3,5	—	—	5,29	509
	aus Erd- ölpech	30	—	—	—	—	—
Carbene . . . .	39	—	9,1	1,4	4,26	634	
Carboide . . . .	38	2,7	—	—	4,4	610	
Steinkohle . . . .	25,6	2,7	6,5	1,3	3,97	680	

<sup>3)</sup> Chem.-Ztg. 42, 437 [1918].

<sup>4)</sup> Vgl. Engler-Höfer, Das Erdöl I, S. 476.