

Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 229–232

Aufsatzteil

28. September 1920

Über Trockenapparate, bei denen das Trockengut durch den Wärmeträger selbst bewegt wird.

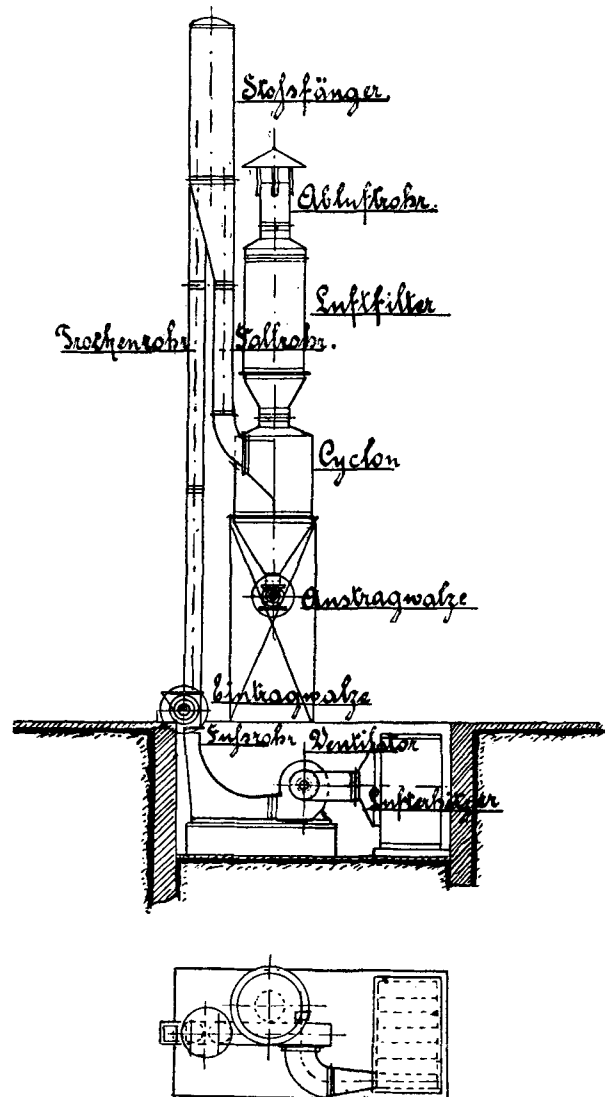
Von Dr.-Ing. B. WAESER, Magdeburg.

(Eingeg. 2./8. 1920.)

Die Methoden der Trocknung, welche schon vor dem Kriege für die chemische Technik außerordentlich wichtig waren, sind seit 1914 in geradezu erstaunlichem Maße weiter entwickelt worden. Die mannigfaltigen Anforderungen der Kriegszeit, die Kartoffeln, Rübenblätter, Gemüse und die verschiedenartigsten Materialien zu trocknen verlangte, waren Veranlassung zum Einsetzen einer äußerst regen Erfindertätigkeit auf diesem Gebiete. Die Übersicht, die unter dem Titel: „Die Entwicklung des Apparateswesens auf dem Gebiete der anorganisch-chemischen Großindustrie während des Weltkrieges“ in der Chem.-Ztg. 1919 Nr. 59 ff. gegeben wurde, zählte schon im Auszug 71 neue „Trocknungs-D. R. P.“ (zwischen den Nr. 262 725 und 307 988) auf und erwähnte die Schaffung besonderer Zentral- und Beratungsstellen¹⁾, die im Kriege zum Teil eine lebhaft wirkende Tätigkeit entfaltet haben. Man konnte damals von einer förmlichen Trocknungsindustrie sprechen, deren Literatur²⁾ ein besonderes Studium nötig machen würde, wollte man sie erschöpfend behandeln. Zahlreiche Konstruktionsformen von Schacht-trocknern, Trockenkammern, Walzen-, Vakuum-, Röhren-, Förder-band-, Kanalöfen-, Mulden- und Tellertrocknern, wie von Trocken-trommeln oder Darren sind aufgetaucht und wohl auch verwendet worden. Heute sind die meisten von ihnen wieder vergessen, da sie sich teils auf die Dauer nicht bewähren konnten oder teils ihren Platz gegenüber den altbewährten Apparattypen nicht zu behaupten vermochten. Als dann die Trocknungsindustrie mit Beendigung des Krieges in ein Stadium raschen Abbaues trat, da verschwanden vielfach die neuen Apparate so schnell, wie sie gekommen waren. Die Hochflut der Erfinder- und Konstruktortätigkeit verebbte, so daß es heute nur noch einige wenige Bauformen gibt, die sich gehalten haben. Unter diesen findet der Schnellrockner System „Bühler“ D. R. P. Nr. 241 942, der sich seit vielen Jahren in der chemischen Industrie aufs beste eingeführt hat, noch immer die steigende Beachtung der Praxis.

Fig. 1 zeigt die Ausführung des Bühler-Trockners, wie sie für empfindliche Substanzen vielfach angewandt wird. Die Eintragwalze streut das Trockengut gleichmäßig in das Trockenrohr ein, wo es von einem kräftigen Strom heißer Luft oder Gase erfaßt und in die Höhe gerissen wird. Im Stoßfänger erfolgt Bewegungs-umkehr. Das Trockengut fällt in den Zyklon, wo es sich von der Luft trennt und von der Austragwalze ins Freie befördert wird. Die mit Staub beladene Luft wird, wenn erforderlich, in einem Luftfilter gereinigt, und entweicht mit dem verdampften Wasser zusammen durch das Abluftrohr. Das unter der Eintragwalze sitzende Fußrohr, der Ventilator, welcher der Luft- oder Gasbewegung dient, und der mit Dampf, Abwärme oder direkt beheizte Lufterhitzer können derartig in einer Grube angeordnet werden, daß der Bedarf an Bodenfläche nur 3–10 qm beträgt. Die Höhe des Apparates ist abhängig von der Länge des Trocken-rohres, die wiederum durch die Eigenschaften des zu trocknenden Materials gegeben ist. Sie schwankt bei gebräuchlichen Bauformen zwischen 15 und 20 m. Das im Trockenrohr in die Höhe geblasene Gut ist dauernd bestrebt, dem aufsteigenden heißen Luft- oder Gasstrom entgegenzufallen. Auf diese Weise wird eine ganz außerordentlich intensive Trocknung erzielt und zudem bewirkt, daß das Trockengut im Mittel nur 5–7 Sekunden im Apparat verweilen braucht. Das fertige und gekühlte Material kann direkt in Packfässer fallen. Der Trockenapparat arbeitet automatisch und bedarf keiner besonderen Wartung. Handelt es sich um die Trocknung von leicht oxydierbaren Substanzen, welche selbst bei wenig erhöhter Temperatur gegen Luftsauerstoff empfindlich sind, so kann mit inerten Gasen gearbeitet werden. Andererseits ist die Möglichkeit gegeben, noch während des Trockenprozesses chemische Reaktionen stattfinden zu lassen. Es hat sich z. B. gezeigt, daß beim Trocknen von Ammonium-

carbonat oder -bicarbonat eine Kohlensäureatmosphäre günstig wirkt. Der Apparat ist auch in anderer Hinsicht von vielseitiger Anwendbarkeit. Es muß einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben, über diese speziellen Fälle zu berichten. Naturgemäß ist das Temperaturintervall, das man bei der hier gezeichneten Bauart des Apparates ausnutzen kann, verhältnismäßig klein. Aber gerade für empfindliche Substanzen — ich nenne hier Sulfite, Thiosulfate, Nitrite, Trinitrotoluol, Ammoniumnitrat, Gerbstoff, Kalisalpeter, Natrium-



Figur 1.

perborat, Ammoniumperchlorat usw. — hat sich diese Form tadellos bewährt, da man bei ihr ohne weiteres in der Lage ist, die Temperatur auf einer bestimmten Höhe zu halten. Zur Beheizung des Lufterhitzers kann man sich selbstverständlich des modernen Prinzips³⁾ der mit komprimiertem Brühdampf arbeitenden Wärmepumpe bedienen, das u. a. auch zum Absaugen der wasserdampfgeschwängerten Abluft Verwendung finden kann. Für solche Stoffe, die höhere Trocknungstemperatur verlangen, und die überdies mit Rauch, Flugasche, Kohlensäure usw. ohne weiteres in Berührung kommen können (Kaliumsulfat, Chlorkalium, Ammoniumsulfat, Kochsalz usw.) eignet sich die in Fig. 2 dargestellte Apparatform, bei der direkte Feuergase zur Trocknung verwendet sind. Die Austragwalze kann das in diesem Falle natürlich heißere Material einer Transportschnecke oder einer sonstigen Fördereinrichtung zuführen.

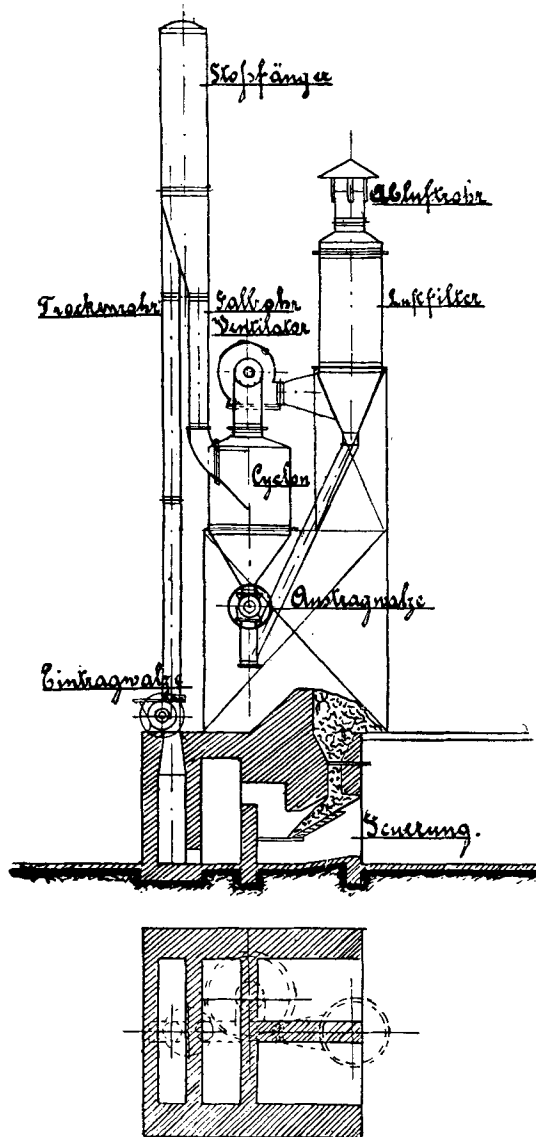
³⁾ Chem. Apparatur 1919, S. 12–13 u. 25–26.

¹⁾ Angew. Chem. 31, III, 154, 395 1918.

²⁾ Z. B. O. Marr, Das Trocknen und die Trockner; 1914. R. W. Dinnendahl, Rationelles Trocknen in der chemischen Industrie, 1916. d) Künstliche Trocknung und die Trockner für Landwirtschaft und techn.-industrielle Erzeugnisse. Leipzig 1918. E. Hausbrand, Das Trocknen mit Luft und Dampf. Berlin 1911. W. Schule, Theorie der Heißlufttrockner. Berlin 1920.

Auch hier beträgt die erforderliche Bodenfläche selbst bei der größten Apparatur nicht über 30 qm. Die Eintragwalze ist gegen die Wirkung des Feuers geschützt, so daß keinerlei Beschädigungen vorkommen können. Die Bedienung des Apparates verlangt nur einen Mann für die Unterhaltung des Feuers, der überdies auch noch wegfallen kann, wenn Gas zur Beheizung verfügbar ist.

Daß die Apparatur für eigentliche Calcinationsprozesse nicht am Platze ist, liegt in der Natur der Sache. Die Anwendung der pneumatischen Bewegung⁴⁾ auf die Trockenprozesse hat sich im übrigen als derart lebensfähig erwiesen, daß heute diese Apparate für die Trocknung der verschiedenartigsten Materialien (z. B. Torf, Faserstoffe, Getreide, feinstückige Kohle, Sand, Bicarbonat, Eisenvitriol, Magnesiumchlorid, Gasmasse, Kupfersulfat usw.) gebaut und verwendet werden. Wie den pneumatischen Förderern überhaupt,



Figur 2.

so ist auch den Bühler-Schnelltrocknern eine Grenze ihrer Anwendbarkeit gesetzt, die in ihrer Eigenart selbst begründet liegt. Wird nämlich das zu trocknende Material spezifisch zu schwer, oder liegt es in sehr grobstückiger Form vor, so muß der Schnelltrockner naturgemäß versagen, da solches Trockengut sich von dem als Wärmeträger dienenden Luft- oder Gasstrom nicht mehr transportieren läßt. Die Konstruktion 1 paßt sich im übrigen selbst den wechselndsten Arbeitsbedingungen zwanglos an, wie ein Beispiel beweisen mag.

In Ländern mit teurer und knapper Kohle aber mit ergiebiger Wasserkraft und damit billiger elektrischer Energie kann der Lufterhitzer bequem elektrisch beheizt werden (z. B. in der Schweiz, Norwegen, Schweden usw.). Es ist ja bekannt, daß man in diesen Gegenden anfängt, das Wasser in Dampfkesseln durch elektrische

Widerstandserhitzung zum Sieden zu bringen⁵⁾, so daß sich diese neue Form der elektrischen Trocknung hier ungezwungen anschließt.

F. A. Bühler, der Konstrukteur der nach ihm benannten Schnelltrockner gibt in der „Chemischen Apparatur“ 1914, S. 5—8, S. 225—227 und S. 242—244, eine wärmetechnische Berechnung dieses Apparates, die hier unter Benutzung neuester Erfahrungen im Auszug wiedergegeben sei, da sie recht instruktiv den guten theoretischen Effekt der gewählten Konstruktion erkennen läßt.

Es sollen (a. a. O. S. 226) 100 t eines feinkörnigen Salzes in 24 Stunden von 6% auf 0,6% Feuchtigkeitsgehalt gebracht werden, wobei zu beachten ist, daß das Salz lediglich mit reiner Luft in Berührung kommen und nicht über 60° erhitzt werden darf. Es wird weiter vorausgesetzt, daß der Apparat nur 20 Stunden täglich in Betrieb sein soll, daß er mithin je Stunde 5000 kg Salz zu trocknen hat.

Die Erhitzung der Luft erfolgt durch Dampf von 8 Atm. Überdruck. Für diesen Fall ist durch Erfahrung festgelegt:

t_2 (Temperatur der Trockenluft beim Austritt aus dem Lufterhitzer oder beim Eintritt in den Trockenapparat) = + 120°,

t_3 (Temperatur der Luft beim Austritt aus dem Zyklon) = 0,25 t_2 bis 0,80 t_2 = + 80° und

t_{sa} (Temperatur des Trockengutes beim Verlassen des Apparates) = + 45 bis 50°.

Die gesamte wärmeausstrahlende Fläche des Trockenapparates O wird hier zweckmäßig in 3 Teile zerlegt und zwar in 1. die wärme-strahlende Fläche des Trockenapparates selbst zwischen Lufterhitzer und Luftfilter O_1 mit etwa 120 qm, 2. die Fläche des Lufterhitzers einschließlich Verbindungsrohren O_2 mit etwa 50 qm, endlich 3. die Filteraußenfläche O_3 mit rund 80 qm. Die mittlere Temperatur von O_1 ist dann + 100°, die von O_2 + 174° und die von O_3 , wenn die Abkühlung durch Wärmeverlust unberücksichtigt bleibt, + 80°. Es gilt nun die Beziehung:

$$W = W_d + W_e + W_v,$$

wo W den gesamten Wärmebedarf für den Trockenprozeß allein je Stunde, W_d die Wärmemenge, die stündlich erforderlich wird, um die Feuchtigkeit zu verdampfen, W_e diejenige zur Erhitzung des Trockengutes und W_v diejenige für Verluste durch Leitung und Strahlung bedeutet. Bezeichnen wir ferner mit P die Leistung an Trockengut je Stunde in kg, mit x die zu entfernenden kg Feuchtigkeit je 100 kg Substanz, mit t_{sa} die Temperatur des Trockengutes beim Eintritt in den Trockenapparat, mit c die spez. Wärme des Trockengutes, mit t_m die mittlere Temperatur der Trockenluft, mit t_1 die Temperatur der Trockenluft beim Eintritt in den Lufterhitzer und mit φ das Güteverhältnis der Isolation, so ist

$$\left[t_{sa} = 10^\circ \cdot t_1 = 10^\circ, c = 0,3, \varphi = 0,7; t_m = \frac{t_2 + t_3}{2} \right]:$$

$$W_d = P \cdot \frac{x}{100} \cdot (640 - t_{sa}) \text{ Calorien, } W_e = P \cdot \left(\frac{1-x}{100} \right) \cdot (t_2 - t_{sa}) \cdot c \text{ Calorien und } W_v = 0,8 \cdot (t_m - t_1) \cdot (1 - \varphi) \text{ Calorien } [O \text{ hier} = O_1 + O_2 + O_3].$$

Nach Einsetzung der entsprechenden Werte ergibt sich mithin:

$$W_d = 5000 \cdot (0,06 - 0,006) \cdot (640 - 10) = 170\,100 \text{ Calorien,}$$

$$W_e = 5000 \cdot (1 - 0,054) \cdot (50 - 10) \cdot 0,3 = 56\,760 \text{ Calorien und}$$

$$W_v = \left\{ \begin{array}{l} 120 \cdot \left(\frac{120 + 80}{2} - 10 \right) \\ + 50 \cdot (174 - 10) \\ + 80 \cdot (80 - 10) \end{array} \right\} \cdot 8 \cdot (1 - 0,7) = 59\,040 \text{ Calorien,}$$

d. h. es ist $W = 285\,900$ Calorien.

Aus diesem Wärmebedarf berechnet sich die Ventilatorleistung Q_u je Stunde in kg auf Grund der Beziehung:

$$Q_u = \frac{W}{(t_2 - t_3) \cdot c_p}$$

wo c_p die spezifische Wärme der Luft bedeutet (= 0,238). Es ist also in unserem Falle:

$$Q_u = \frac{285\,900}{(120 - 80) \cdot 0,238} = \text{rund } 30\,000 \text{ kg}$$

oder die stündliche Förderleistung in cbm beträgt:

$$V_u = 30\,000 \cdot 1,113 = 33\,390 \text{ cbm bei } 120^\circ \text{ C.}$$

Der Querschnitt des Trockenrohres muß also bei einer Luftgeschwindigkeit von 15 m je Sekunde 0,62 qm, d. h. der Durch-

⁵⁾ Versuche der Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, s. Umschau 1919, S. 75. — Die Papier- und Sulfittfabrik Bargö in Schweden besitzt eine kürzlich in Betrieb gesetzte „elektrische Dampfzentrale“ mit 7 Kesseln von je etwa 3000 PS. Die Stromspannung beträgt 10 000 Volt. Erspart wurden 20 000 t Steinkohle im Jahr.

⁴⁾ Siehe C. Michenfelder, Die Materialbewegung in chem.-techn. Betrieben. Leipzig 1915. S. 7511.

messer eines kreisrunden Rohres 900 mm betragen, um die vorausgesetzte Mengenleistung bewältigen zu können. Die Luft ist, wenn sie aus dem Zyklon ins Freie tritt, nur zu 2,6% mit Wasserdampf gesättigt, da sie nur 270 kg Wasser enthält, an Stelle der 10 533 kg die sie bei voller Sättigung aufnehmen könnte. Läßt man einen Sättigungsgrad von 15–16% zu, dann braucht man nur jeweils $\frac{1}{2}$ der Luftmenge (= 5000 kg) ins Freie zu lassen, während man den Rest von 25 000 kg in den Kreislauf zurückführen könnte. Für unser Beispiel berechnet sich schließlich ein Gesamtnutzeffekt von etwa 60%. Die Heizfläche des Lufterhitzers ($k = 30$) muß 113 qm groß sein.

Die vorstehend durchgeführten Berechnungen beanspruchen keineswegs wissenschaftliche Genauigkeit, dazu sind ihre Unterlagen, wie fast überall in der Apparatechnik, nicht genügend zuverlässig und nicht einwandfrei genug, sie sind aber für die Praxis völlig ausreichend. Die in der kurzen Trocknungszeit und dem relativ schlechten Wärmeleitungsvermögen der Salze begründete Tatsache, daß man ein Material, welches nicht über + 60° erhitzt werden darf, ungefährdet durch Luft von 120° trocknen kann, bleibt auch theoretisch interessant.

Von ihrem inzwischen verstorbenen erten Konstrukteur F. A. Bühler sind die Schnelltrockenapparate unter anderem beim Bau der großen norwegischen Ammonsalpeterfabrik Notodden⁶⁾ erfolgreich verwendet worden. Sie werden heute von der Technischen Gesellschaft Willy Salge & Co. G. m. b. H., Berlin W. 8, Unter den Linden 12/13, Sonderabteilung Bühler, gebaut, die auch eine eigene Versuchsanlage⁷⁾ errichtet hat, um die Verwendbarkeit ihrer Schnelltrockner für jeden gewünschten Zweck nachweisen zu können. In dieser Versuchsanlage⁷⁾ konnte die Richtigkeit der oben für die Berechnung verwendeten Zahlen aufs neue dargetan werden.

[A. 120.]

Die Polymerisation fester Öle.

Von Professor Dr. J. MARCUSSON.

(Eingeg. 15./7. 1920.)

Sowohl beim Erhitzen fester Öle unter Luftabschluß, wie auch beim Einblasen von Luft, tritt starke Verdickung ein, während gleichzeitig die Jodzahl sinkt, das spez. Gew. steigt. Nach Literaturangaben¹⁾ nimmt man an, daß die Verdickung im ersten Falle durch Polymerisation, im letzten durch Oxydation bedingt wird. Nähere Untersuchung hat jetzt aber ergeben, daß auch beim Blasen in weitgehendem Maße Polymerisation erfolgt. Die in der Literatur angeführten und vom Verfasser vorgenommenen Molekulargewichtsbestimmungen sprachen zwar zunächst gegen diese Annahme. Die Molekulargewichte lagen etwa in gleicher Höhe wie bei den ursprünglichen Ölen, zum Teil sogar etwas niedriger (vgl. Tabelle 1). Die

Tabelle 1.

Molekulargewichte geblasener Öle.

Art des Öles	Molekulargewicht	
	aus der Verseifungszahl	kryoskopisch
Geblasenes Rüböl	—	860
desgleichen (nach Normann) ²⁾	829	920
Geblasenes Baumwollsaatöl	763	675
Technisch geblasener Tran	748	805
Robbentran (im Laboratorium bei 120° geblasen)	—	900

Erniedrigung erklärt sich durch Zersplitterung hochmolekularer Fettsäuren unter der Einwirkung des Sauerstoffs. Bekanntlich finden sich in geblasenen Ölen merkliche Mengen wasserlöslicher und flüchtiger Säuren. Die Bestimmung des Molekulargewichts erfolgte teils in Phenol, teils, auf Anraten von E. Beckmann, in Benzoesäure, die leicht rein zu beschaffen ist.

Ebensowenig wie die Molekulargewichtsbestimmung der Fette als solcher wies die kryoskopische Prüfung der aus geblasenen Fetten abscheidbaren Gesamtsäuren auf stattgehabte Polymerisation hin. Das Molekulargewicht (in Eisessiglösung ermittelt) betrug z. B. bei den Säuren eines durch Blasen stark verdickten Rüböls 360. Das Bild änderte sich aber, als eine Zerlegung und nähere Untersuchung der Säuren erfolgte. Zunächst wurden durch

Petroläther dunkle Oxyssäuren (14%) ausgeschieden. Die petrolätherlöslichen Fettsäuren wurden dann zur Entfernung flüchtiger Säuren (etwa 10%) mit Wasserdampf abgeblasen. Durch diese Behandlung stieg das Molekulargewicht auf 412. Schließlich wurden 26% feste Säuren (Palmitin-, Stearin-, Arachinsäure usw.) durch Abkühlen einer alkoholischen Lösung auf – 20° abgetrennt. Nach dem Abdestillieren des Alkohols verblieben dickölige, nur noch mit geringen kristallinen Anteilen durchsetzte Säuren vom Molekulargewicht 423.

Da die kohlenstoffreichste im normalen Rüböl vorkommende Säure, die Erucasäure, das Molekulargewicht 338 hat, ist es klar, daß die Säuren des geblasenen Rüböls in erheblichem Maße polymerisiert sind.

Daß die geblasenen Öle trotz stattgehabter Polymerisation der Fettsäuren kein höheres Molekulargewicht haben als die ungeblasenen, läßt sich folgendermaßen erklären: Die Polymerisation fester Öle kann in doppelter Weise verlaufen. Es können zwei Triglyceridmoleküle zusammentreten, indem sich die ungesättigten Fettsäuren des einen Moleküls mit denen des zweiten unter Aufhebung der Doppelbindungen verketten. Die Reaktion kann aber auch intramolekular vor sich gehen, indem sich Fettsäuren eines und desselben Glycerides entweder unmittelbar oder unter Einlagerung von Sauerstoff zusammenschließen. Nach letzterem Schema verläuft die Polymerisation beim Blasen fester Öle, daher ist ihr Molekulargewicht gegenüber demjenigen der ursprünglichen Öle nicht erhöht.

Bimolekularer Reaktionsverlauf tritt dagegen beim Erhitzen fester Öle ein, wie es technisch z. B. für die Herstellung von Lithographenfurnis, Standöl und Dicköl aus Leinöl vorgenommen wird. Die Polymerisation steigt dann mit der Dauer und Höhe der Erhitzung. So zeigte ein technisch hergestellter, schwacher Lithographenfurnis das Molekulargewicht 1150, ein stark eingedickter ergab dagegen den Wert 1755. Ein im Laboratorium 54 Stunden in einer Leuchtgasatmosphäre auf 270° erhitzter Robbentran hatte das Molekulargewicht 1560 (ursprünglich 784).

Auch beim Erhitzen des Holzöls erfolgt die Polymerisation bimolekular, hier sogar mit besonderer Leichtigkeit. Das Polymerisationsprodukt bleibt zunächst in Lösung, scheidet sich dann aber zum Teil unlöslich ab.

Im einzelnen ist über die Vorgänge, welche sich beim Erhitzen des Holzöls abspielen, mit Rücksicht auf die technische Bedeutung der Frage, viel gearbeitet worden; völlige Klärung ist jedoch noch nicht erzielt.

Nach Kronstein³⁾ verläuft die Polymerisation des Holzöls mesomorph, d. h. unter Bildung eines Zwischenproduktes, das zunächst im Überschuß des monomolekularen Körpers unter Verdickung desselben löslich ist. Bei Fortsetzung der Erhitzung kommt dann aber ein Punkt, bei welchem die ganze Masse gelatinös erstarrt unter Bildung des unlöslichen Endpolymerisationsproduktes. Letzteres wird als eine Verbindung des Zwischenproduktes mit dem monomolekularen Körper bezeichnet.

Im Gegensatz zur mesomorphen steht die eutymorphe Polymerisation, bei welcher der monomolekulare Körper, ohne seine Konsistenz zu ändern, den polymeren Körper ausscheidet. Als Typus der mesomorphen Polymerisation gilt das Styrol, welches beim Erhitzen zunächst in das noch lösliche Polystyrol, schließlich in das unlösliche glasige Metastyrol übergeht.

Zugunsten der Kronsteinschen Auffassung über die Polymerisation des Holzöls hat sich v. Schapinger⁴⁾ ausgesprochen im Gegensatz zu W. Fahrion⁵⁾ und H. Wolff⁶⁾. Fahrion hat besonders darauf hingewiesen, daß ein lösliches Zwischenprodukt, welches dem Polystyrol entsprechen würde, beim Erhitzen des Holzöls nach Versuchen v. Schapingers nicht aufträte, daß sich die Kennzahlen des Holzöls in ganz anderer Weise als diejenigen des Styrols ändern, und daß sich monomolekulares Holzöl aus geronnenem nicht wie Styrol aus Metastyrol zurückgewinnen lasse.

Das Festwerden des Holzöls erklärt Fahrion in der Weise, daß die Polymerisationsprodukte in unverändertem Öl bis zu einem gewissen Prozentsatz löslich seien, und daß bei Überschreitung dieser Grenze Gerinnung eintritt. Das eigentliche Polymerisationsprodukt könne zwar für sich in Benzol unlöslich, aber bei Gegenwart von unverändertem Öl bis zu einem gewissen Grade löslich sein.

In den Ausführungen H. Wolffs ist der Nachweis bemerkenswert, daß geronnenes Holzöl durchaus nicht in allen Lösungsmitteln unlöslich ist. Er konnte aus einem auf 200° bis gerade zum Festwerden erhitzten Öl durch Verreiben der erhaltenen elastischen Gelatine mit Sand und Ausziehen durch Äther (im Extraktionsapparat) etwa 80% Öl gewinnen; demgemäß spricht er das geronnene Holzöl als eine feste Lösung des Umwandlungsproduktes in unverändertem Öl an.

³⁾ Ber. 49, 724 [1916].⁴⁾ Dissertation, Karlsruhe 1912.⁵⁾ Farbenztg. 1913, 18.⁶⁾ Ebendasselbst S. 1171.⁶⁾ Chem. Industrie 1911, Nr. 8, S. 210. Vgl. auch W. Michels und C. Przibylla, Die Kalihydroxide, ihre Gewinnung und Verarbeitung, Leipzig 1916. S. 157–158.⁷⁾ S. a. „Achema 1920“ in Hannover.¹⁾ Vgl. Fahrion, Chem. Umschau 1917, Nr. 8, S. 103.²⁾ Vgl. Chem.-Ztg. 31, 211 [1907].