

Während sich die Verbindungen zwischen Chemie und Lebensmittelkonservierung früher in erster Linie auf die Anwendung chemischer Konservierungsmittel erstreckten, führen die höheren Anforderungen, die man heute an den Erhaltungszustand der Lebensmittel stellt, zu einer stärkeren Entwicklung der Kältekonservierung und zu dem Bestreben, die Verwendung chemischer Konservierungsmittel einzuschränken. Für die Chemie haben sich hierdurch nur die Aufgaben geändert, ihre Mitarbeit ist nach wie vor unentbehrlich.

Was *Plank* (6), der auf dem Gebiet der Kältekonservierung in Europa führend ist, wiederholt ausgesprochen hat, soll auch hier betont werden: Die Lebensmittelkonservierung ist ein Gebiet, auf dem sich nur dann wirt-

schaftliche Erfolge erzielen lassen, wenn sich Technik, Landwirtschaft, Biologie und Chemie zu gemeinsamer Arbeit verbinden. [A. 96.]

Literatur.

(1) Arbeiten von *Schwartz* u. Mitarbeitern im Mikrobiologischen Archiv **2**, 568 [1931]; **5**, 157, 443 [1934]; **6**, 208 [1935] und im Zbl. Bakteriol., Parasitenkunde Infektionskrankh. Abt. II **91**, 395 [1935]. Die Untersuchungen von *Bender* sind noch nicht veröffentlicht. — (2) Noch nicht veröffentlicht. — (3) *M. M. Stewart*, Rep. of the Food Investigation Board, London 1930, S. 180. — (4) Arbeiten von *Moran, Smith, Tomkins, Coyne* im J. Soc. chem. Ind., Chem. & Ind. **51**, [1932]. — (5) Arbeiten in den Annual Rep. of the Food Investigation Board, London. — (6) *R. Plank*, Z. Ver. dtsh. Ing. **74**, 1497 [1930].

Moornutzung und Torfverkokung¹⁾.

Von Dr. W. WIELANDT, Elisabethfehn i. Oldenburg.

Vorgetragen in der Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralölchemie auf der 48. Hauptversammlung des V. d. Ch. in Königsberg am 4. Juli 1935.

(Eingeg. 28. Juni 1935.)

Drei Gesichtspunkte drängen zur Auseinandersetzung mit den bisher vernachlässigten Torfmooren. Erstens die Notwendigkeit, den landwirtschaftlich nutzbaren Boden auf das äußerste zu vermehren, zweitens der Zwang, die deutschen Bodenschätze besser als bisher zu heben, drittens die Frage der Verbringung von Menschen und Industrien aufs Land und die Verbindung der Menschen mit der heimischen Scholle.

Über 17000 km² deutschen Bodens bestehen noch aus unkultiviertem Torfmoor mit einem geschätzten Vorrat von über 7 Milliarden t Torf (lufttrocken gerechnet). Wenn auch nur ein Viertel dieses Bodens als abbauwürdiges Hochmoor angenommen wird, beträgt die Menge an wirtschaftlich förderbarem Torf 1,9 Milliarden t mit 3500 cal je kg entsprechend nahezu 1 Milliarde t Steinkohlen, und dieser Torf hat nach seiner Hebung einen Marktwert von über 20 Milliarden Goldmark. Daß dieser Materialwert nicht einfach unter einer landwirtschaftlichen Decke begraben werden sollte, wie dies vielfach durch die bisherige Oberflächenkultivierung geschehen ist, wird augenfällig schon aus dem Vergleich, daß der Handelswert des aus einem Hektar 2½—3 m tiefen Moores gewinnbaren Torfes durchschnittlich rund 30000 RM. beträgt, während der Verkaufswert als landwirtschaftlicher Boden vor der Düngung und Urbarmachung weniger als 1000 RM. beträgt und selbst nach der Düngung und Kultivierung der etwa mögliche Bruttoertrag kaum einige hundert Mark jährlich erreicht.

Am wichtigsten jedoch ist die Frage der Torfmoorverwertung in ihrem Zusammenhang mit dem Siedlungsproblem. Eine rationelle Torfindustrie vermag über die Finanzierungsschwierigkeiten der Urbarmachung der Moore hinwegzuhelfen. Für Entwässerung, erste Düngung und Überstehung der unvermeidlichen ersten Mißernten muß ein Betrag von mindestens 500—800 RM. je Hektar gerechnet werden, was für sämtliche deutschen Torfmoore mehr als eine Milliarde ausmachen würde. Dagegen bringt die Hebung des Torfwertes, wenn sie auch nur einen Betriebsüberschuß von 5% des Marktwertes der Erzeugung abwerfen sollte, schon einen Gewinn von 1500 RM. je Hektar, der mithin den Geldbedarf der Kultivierung vollkommen deckt.

Alles drängt also dahin, die großzügige industrielle Abtorfung der Moore beschleunigt zu betreiben.

Eine bescheidene Ausnutzung betreiben bisher die kleinen Kolonisten, die Handstichtorf herstellen. Solcher kommt jedoch, da er keine Festigkeit hat und deshalb keine langen Transporte verträgt, im übrigen wegen seiner Lockerheit auch nur eine unwirtschaftliche Verbrennung erlaubt, nur auf den Mooren selbst für den eigenen Gebrauch in Betracht. Weiter wird bei jungen Torfmooren die Oberschicht von durchschnittlich etwa 1 m, die wenig zersetzt und noch faserreich ist, industriell auf Torfstreu und Torfmull aufgearbeitet.

¹⁾ Vgl. hierzu auch *Boye*, „Probleme der Torfverwertung“, diese Ztschr. **48**, 347 [1935].

Der Absatz hierin ist im Steigen, da diese wertvolle Streu jetzt nach vieljährigen Bemühungen wieder mehr gewürdigt wird als früher. Es bleibt jedoch bei dieser Verwertung die 2—3 m betragende Unterschicht des Moores, die hierfür nicht geeignet ist, unangetastet, so daß durch diese Industrie keine Moorflächen zur Kolonisierung frei werden.

Diese Unterschicht kann nur auf Brenntorf verarbeitet werden: Sie wird mit Torfbaggern oder in wurzelreichen Gegenden mit handbeschickten Elevatoren oder durch Abspritzung gehoben, in Mischwerken zerrissen, gemischt und geformt, maschinell auf dem benachbarten Trockenfeld ausgebreitet und der Lufttrocknung überlassen und so zu Brenntorf umgestaltet. Guter Torf ist zwar so hart wie Holz und zerfällt auch nicht im Feuer, ist jedoch zerreiblich und hat keine glatte Oberfläche, hat ferner nur ein Schüttgewicht von etwa 300—350 kg je m³ und infolge seiner normalen Feuchtigkeit von 25—30% Wassergehalt nur 3500—4000 cal je kg. Er ist daher allgemein nur in einem Umkreis von höchstens 50—80 km konkurrenzfähig gegen Braunkohlenbriketts. Die Fabrikation solchen Brenntorfes ist daher nach einer ungesunden Blüte während des Ruhrkampfes stark zurückgegangen und beträgt heute in ganz Deutschland weniger als 1 Million t jährlich.

Um die bei diesem Verfahren der Lufttrocknung benötigte Trockenzeit von 4—8 Wochen abzukürzen, versucht man in Rußland, das Moor in dünnen Schichten von einigen Zentimetern abzufräsen, und läßt solchen Krümelorf innerhalb 1—3 Tagen auf dem Moore liegend zu einem behaupteten Wassergehalt von 50—60% trocknen, und verbrennt ihn in diesem Zustande unter Spezialkesseln. Da diese Art der Trocknung jedoch ebenfalls höchstens 5—6 Monate betrieben werden kann, die einzelnen Brocken auch nur ungleichmäßig im Wassergehalt sein können und die Kesselfeuerung diesem Brennstoff erst noch angepaßt sein muß, verspricht auch diese neue Methode keine vollkommene Lösung der Trocknungsfrage. Günstige Rentabilitätszahlen sind nicht bekanntgeworden.

Um einen höherwertigen gleichmäßigen Brennstoff aus dem Torf zu machen, hat man Torfbriketts hergestellt.

Diese Bemühungen reichen schon 80 Jahre zurück, und sie sind auch das Vorbild gewesen für die Brikettierung von Braunkohle. Leider war der Torfbrikettierung, trotzdem sie an fast unzähligen Stellen zum Teil auch mit großen Mitteln versucht worden ist, bis jetzt nicht der Erfolg beschieden, der die jüngere Braunkohlenbrikettierung zu einer Weltindustrie machte. Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten bestehen darin, daß die Moormasse an ihrer Lagerstätte nur durchschnittlich 10% Trockensubstanz hat, daß selbst der Heizwert dieser Trockensubstanz infolge des hohen Sauerstoffgehaltes wesentlich geringer ist als der der Braunkohle, und daß die Moormasse durchschnittlich nur 2—4 m Mächtigkeit hat, so daß auf dem gleichen Gebiete sich nur ein Bruchteil von wenigen Prozent des Wärmewertes befindet, der bei Braunkohlenfeldern gewonnen werden kann. Es kommen zudem von vornherein auf den Mooren nicht solche Riesen-

betriebe in Betracht, wie sie in der Braunkohlenindustrie sich zur Verringerung der Selbstkosten als notwendig erwiesen haben. Die vielen Brikettierungsversuchsanlagen haben sich daher auch nur stets kurz halten können, und zwar nur da, wo die Braunkohlenbriketts einen hohen Preis hatten. Zur Behebung der Hauptschwierigkeit dieser Erzeugung hat man versucht, die Torfbrikettierung mit neuartigen Rohstoffgewinnungsmethoden zu verbinden. So hat man in Jütland den Rohstoff nach der vorhin geschilderten Abfräsmethode gewonnen und diesen nassen Krümelstoff weiter behandelt wie grubennasse Braunkohle. Andererseits hat man in dem bekannten Madruck-Verfahren versucht, den Wassergehalt der rohen Moormasse dadurch herabzumindern, daß ihr künstlich getrocknetes Torfpulver beigemischt wird und die Mischung auf Bandpressen abgepreßt wird, so daß zwei Drittel des Wassergehaltes abfließen. Aber auch bei dieser Methode kommt man nicht über die grundsätzliche Schwierigkeit hinweg, daß durch Abpressen nur derjenige Teil des Wassers in der Torfmasse entfernt werden kann, der hygroscopisch vorzugsweise in den Fasern enthalten ist, nicht aber der Teil, der durch die kolloidalen Humuspartien gebunden ist, so daß die ursprüngliche Masse immer noch rund 65—68% Wasser festhält. Dadurch hat diese Torfmasse trotz der kostspieligen Vorbehandlung immer noch weniger Trockensubstanz als die Braunkohle, ohne jede Vorbehandlung in ihrer Lagerstätte mit durchschnittlich 45% Wassergehalt. Das Endergebnis war immer, daß das Torfbrikett wenigstens doppelt so viel kostete wie Sodentorf, und stets mehr als Braunkohlenbriketts, so daß nur lokaler Absatz in Frage kam.

Die Torfbrikettierung steht und fällt mit der Möglichkeit, auf billige Weise das Wasser aus dem Rohmoor maschinell zu entfernen und damit die Torfgewinnung von der Lufttrocknung und der jetzigen Beschränkung auf 3—5 Monate zu befreien.

Weiter ist der Weg der Elektrizitätserzeugung auf dem Moore selbst beschritten worden, und zwar in Wiesmoor bei Aurich und in Rühle bei Meppen, wobei die Transportkosten des Torfes zu den einzelnen Kraftabnahmestellen wegfallen. In Wiesmoor konnte der Verbrauch des Torfes je kw/h zeitweise bis auf 1,6 kg Torf und noch etwas weniger, also rund 5500 cal je kw/h herabgedrückt werden. Außerdem wird dort eine intensive Verwertung des abgetorften Landes zur fabrikmäßigen Erzeugung von Tomaten und Gurken in Glashäusern unter gleichzeitiger Ausnützung des heißen Kühlwassers zum Erwärmen des Bodens und der kohlen-säurehaltigen Abgase zur Begasung der Pflanzen in vorbildlicher Weise durchgeführt. Solche Anlagen werden aber wohl nur bei gleichzeitiger Ausnutzung jeder Einzelheit, die erhebliches Anlagekapital beansprucht, wirklich wirtschaftlich arbeiten können, und es werden Neugründungen bei dem heutigen Stande der Elektrizitätsversorgung nur noch an sehr wenigen Stellen Deutschlands möglich sein.

Wenn weiter noch versucht oder auch durchgeführt wird, wertvolle Stoffe aus dem Moor herauszuholen, wie beispielsweise Torfwohle, Torfplatten für Isolierzwecke, humussaure Salze für pharmazeutische Zwecke usw., so können solche Prozesse, selbst wenn sie die innewohnenden technischen Schwierigkeiten überwinden, für das Ziel einer schnellen Moorabtorfung niemals viel helfen, weil es sich bei ihnen ja immer nur um die Verwertung von einigen Prozenten der gesamten Moormasse handelt.

Von allen Möglichkeiten der Verwendung von Torf im großen bleibt also bisher nur die **Torfverkokung**. Auch die Torfverkokung hat sich noch nicht zu einer Großindustrie entwickeln können infolge der natürlichen technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten und insbesondere Absatzmangel. Dies ist aber in allerletzter Zeit anders geworden. Einerseits nämlich ist es gelungen, den Torfkoks reaktionsfähiger zu machen; und andererseits ist durch seine Verwendung in den neuen fahrbaren Generatoren als Treibmittel an Stelle ausländischen Benzins ein Absatz im großen gesichert.

Torfkoks ist das Erzeugnis aus der Entgasung maschinengeformten lufttrockenen Hochmoortorfes bei Temperaturen zwischen 300 und 600°, ein poröser Körper von stumpfgrauer Farbe, vom Schüttgewicht von etwa 250—325 kg je m³, von der chemischen Beschaffenheit von etwa 80—85% Kohlenstoff, 2% Wasserstoff, 6%

Sauerstoff und etwa 3—4% bei der Verbrennung flockig anfallender Asche. Sein Heizwert stellt sich auf 7000—7500 cal je kg. Sein Schwefelgehalt beträgt bei Verwendung normalen Hochmoortorfes rund gerechnet etwa 0,3%, von welchem 0,2% in der Asche in einer gutartigen, meist nicht im geringsten störenden Verbindung verbleiben. Sein Phosphorgehalt beträgt etwa 0,05%.

Die Trockendestillation des Torfes vollzieht sich derart, daß zunächst zwischen 100 und 200° die dem Torf adhären den hygroscopischen Wassermengen, die beim lufttrockenen Torf im allgemeinen 25—30% des Gewichtes ausmachen, ausgetrieben werden, daß beim Steigen der Temperatur ein wesentlicher Teil des konstitutionell gebundenen Wassers, etwa 5—12%, ebenfalls als Wasser abgeschieden wird, unter Abspaltung von Kohlensäure, und daß bei Temperaturen beginnend um 280—300° die Teerbildner unter langsamer Schwarzfärbung der Masse gasförmig entwickelt werden. Diese Entteerung ist bei etwa 500° beendet. Nun schließt sich als dritte Phase, wenn stark ausgegarter Koks hergestellt werden soll, die Austreibung permanenter Gase an, wobei eine gewisse Sinterung des Kokes, unter Umständen Graphitierung der Poren ähnlich wie bei dem sogenannten Totbrennen der Holzkohlen in Meilern stattfindet. Die Destillationsverhältnisse sind sehr ähnlich denen der Braunkohle, und der Wärmebedarf dieses Prozesses wird wohl auch ungefähr der gleiche sein. Für Braunkohle in den Feuchtigkeitsgraden von im Mittel 25—30% wurde er durch die schönen Untersuchungen von Terres²⁾ bis zu Temperaturen von 650° zu rund 330 cal je kg Ausgangsmaterial festgestellt, wobei der weit-aus größte Teil von etwa 80% zur Austreibung des Wassers in Anspruch genommen wird, und wobei die weitere Beobachtung gemacht worden ist, daß ebenso wie bei der Verkokung von Steinkohlen in den höheren Temperaturintervallen neben den endothermen Entgasungsreaktionen gleichzeitig exotherme Spaltungsreaktionen herrschen, die den Wärmebedarf dieser Periode außerordentlich herab-mindern. Aus lufttrockenem Torf mit 25—30% Feuchtigkeit werden je nach Alter und Humifizierung des Torfes, sowie je nach der Verkokungsmethode 30—35% Torfkoks, 3—6% Teer, 30—40% Schmelzwasser und 20—30% Gas gewonnen. Der Teer ist meist leichter als das Schmelzwasser und besteht zu etwa 15—25% aus Solaröl und Kreosotöl, zu 50—60% aus Motorenöl, 20—25% Hartparaffin und 5—10% Pech. Im Schmelzwasser sind enthalten: Ammoniak, Essigsäure, Aceton und Methylalkohol in einer von Temperatur und Betriebsweise sehr abhängigen Menge. Im Durchschnitt kann man mit einem möglichen Ausbringen von etwa 1/4% Ammoniak, 1% Essigsäure und je 1/2% Methanol und Aceton rechnen. Das stark wechselnde Torfgas hat trotz des hohen Kohlensäuregehaltes von 30—50% im Mittel 2000—2800 cal je m³ und ein Gewicht von etwa 1 kg je m³.

In Deutschland wird Torfkoks seit längerer Zeit nur an einer einzigen Stelle dauernd fabrikmäßig hergestellt, nämlich auf meiner vor 30 Jahren nach meinen Plänen gebauten Anlage zu Elisabethfehn in Oldenburg. Alle übrigen in dieser Zeit betriebenen Verkokungsanlagen und Versuchsanlagen haben den natürlichen Schwierigkeiten des Problems nicht standhalten können und sind ausnahmslos nach mehr oder weniger langer Zeit stillgelegt worden. Die praktischen Schwierigkeiten liegen vor allem in der Sperrigkeit und damit Geringwertigkeit des Rohstoffes Torf, der nur 300—350 kg je m³ wiegt, in seinem hohen Gehalt an Wasser, nämlich 25—30% hygroscopischer Feuchtig-

²⁾ Vgl. hierzu auch Terres u. Mitarb., „Thermische Grundlagen der Verschwelung und Verkokung von Braunkohlen“, Beiheft zu den Zeitschriften des V. d. Ch. Nr. 10; im Auszug: diese Ztschr. 48, 17 [1935].

keit und 15–20% konstitutionellen Wassers, da die reine Torfmasse ja durchschnittlich zu 60% aus Kohlenstoff, 6% Wasserstoff und 30% Sauerstoff besteht. Ferner stört die Isolierkraft und Wärmeundurchdringlichkeit des Torfes, seine Ungleichmäßigkeit, da er Fasern, kolloide Stoffe und auch Holzeinschlüsse in sehr wechselnder Menge enthält, seine Ungleichmäßigkeit des hygroskopischen Feuchtigkeitsgehaltes, da er infolge seiner Sperrigkeit fast durchweg nur im Freien aufbewahrt werden kann und hier der wechselnden Witterung vollkommen ausgesetzt ist, so daß der Wassergehalt der angelieferten Menge nicht nur innerhalb einzelner Tage, sondern unter Umständen noch am gleichen Tage um ein Viertel oder ein Drittel verändert sein kann, ferner seine Zerreiblichkeit, die bei allen Handhabungen und im Ofen viel Abrieb und zu Explosionen neigenden Staub verursachen, seine Verschiedenheit der Stückgröße, die zumal bei der Verschiedenheit des Wärmeleitungsvermögens der einzelnen Stücke eine verschieden lange Garungszeit zur Folge hat, und insbesondere die starke Schrumpfung auf etwa 40% des Ausgangsvolumens, die der Torf während der Destillation durchmacht.

Die älteste Verkokungsmethode, die schon seit Jahrhunderten bekannte, zeitweise auch noch an einzelnen Orten, wie im Braunschweigischen geübte Meilertorfverkokung, die ebenso wie die Holzmeilerverkokung arbeitet, kommt als industrielle Erzeugung selbstverständlich nicht in Betracht, da sie naturgemäß ungleichmäßigen, teilweise verbrannten Koks erzeugt und die wertvollen Stoffe Teer und Gas vernachlässigt. Liegende Öfen, wie Tunnelöfen, und ebenso stehende Öfen mit ruhender Ladung arbeiten deshalb unbefriedigend, weil am Ende der Garung das Gut zusammengeschrumpft ist und oben einen Hohlraum hinterläßt, in dem die sehr empfindlichen Teerdämpfe zersetzt werden. Eine Zweistufenverkokung, in der Braunkohlenindustrie bewährt, durch vorgängige Darrung des Torfes im Drehofen führte infolge der Staubbildung zu Explosionen. Die mit großen Mitteln versuchte sogenannte Naßverkokung nassen Torfschlammes bei Temperaturen bis 180° und mehr oder weniger hohen Drucken, bei welcher der Kolloidbestandteil des Torfes zerstört wurde und seine Wasserhaltekraft verlor, konnte, abgesehen von anderen technischen Schwierigkeiten, nur den Erfolg haben, daß nicht ein hochwertiger Koks, sondern nur ein Darrtorf entstand. Aus dem gleichen Grunde waren auch die Versuche, einen Halbkoks herzustellen unter Unterbrechung des Erhitzungsprozesses bei Temperaturen von 250–300°, wie das Carbozitverfahren und neuere Bertinierungsverfahren, erfolglos und werden auch für die Zukunft keine Aussicht haben, weil sie zwar alle Kosten der Handhabung und hauptsächlich Wärmeausgabe auf sich nehmen, dabei aber einen nur geringwertigen Brennstoff ergeben, der niemals konkurrenzfähig ist mit hochwertigen Brennstoffen von rund 7000 Calorien, im übrigen auch zu stark feuergefährlich ist, da die Unterbrechung der Destillation sehr instabile Zwischenstoffe ergibt, die besonders in Gemeinschaft mit dem ohnehin sehr reaktionsfähigen Material zu Selbstentzündungen neigen.

Bei solchen Schwierigkeiten sind nur stehende kontinuierlich betriebene Verkokungsretorten das Geeignete, entweder mit Außenheizung oder mit sogenannter Innenbeheizung durch Spülgase.

Während Öfen mit Außenbeheizung schon lange bekannt sind, wurde eine direkte Beheizung erst in letzter Zeit in einer ganzen Reihe von Anlagen versucht: Rauchgase, in getrenntem Gaserzeuger aus Torf erzeugt, wurden nach Herabkühlung auf rund 525° mittels abgekühlter Rauchgase in den Torfverkokungsöfen eingesogen, nach ihrer Hindurchwirbelung und Sättigung mit den entstehenden Destillationsgasen durch Abkühlung entteert und alsdann unter teilweiser Entlassung ins Freie für die Wiederholung des gleichen Kreislaufes benutzt. Keine dieser vielen Anlagen ist heute in Betrieb. Die natürlichen Schwierigkeiten eines solchen Spülverfahrens liegen offenbar darin, daß ein zur vollen Kohlenstoffverbrennung gebrachtes Rauchgas immer etwas Luft enthalten wird, die das Destillationsgut angreift und zu örtlichen Überhitzungen

führt; ferner daß hierbei das wertvolle Gas infolge seiner Vermischung mit inerten Rauchgasen nur zum geringsten Teil ausgenutzt wird.

Demgegenüber fußt mein in 30jähriger Praxis bewährtes System gemäß den in den Ursprungspatenten 1902 festgelegten Hauptgrundsätzen auf einer Außenbeheizung durch die selbst erzeugten Torfdestillationsgase und gleichzeitigen automatischen, nur durch die Druckunterschiede im Ofen verursachten Durchwirbelung der bei dem Trocknungsprozeß entstehenden zahlreichen Wasserdämpfe durch das entgaste Gut, dadurch, daß die Absaugung der Destillationsgase etwa in der Mitte der Öfen erfolgt und daß durch eine Verbindungsleitung zwischen Ofenoberteil und -unterteil eine Durchwanderung der Gase der Trocknungszone ermöglicht ist. Noch in allerneuester Zeit sind bedeutsame Verbesserungen an diesen Öfen und ihrem Betrieb erfolgt, wodurch insbesondere Reaktionsfähigkeit und Ofenleistung erhöht wurden. Der Wärmehaushalt ist verhältnismäßig günstig, der Koks kommt abgekühlt mit weniger als 150° aus dem Ofen, die Rauchgase haben nur etwa 200°, die Ausstrahlung des Ofens ist gering, so daß nach dieser Richtung hin keine Wärmevergeudung eintritt. Wichtig bei dem Verfahren ist die Erzeugung einer derartigen Gasmenge, daß mit ihr nicht nur die gesamte Ofenbeheizung in bequemster Weise ausgeführt werden kann, sondern auch die Kraft-erzeugung für die gesamte Nebenapparatur, wie Pumpen, Exhaustor, die Torfbagger und gegebenenfalls Teerdestillation, kostenlos mit diesem Überschußgas betrieben werden kann. Der über den Kraftbedarf der eigentlichen Verkokungsanlage hinausgehende Gasüberschuß dürfte bei Vollanlagen mit Normalöfen von etwa 5 t täglicher Kokserzeugung einen Wert von 300–500 cal je kg Koks haben. Die jetzt zu Elisabethfehn bestehende Dreikammeranlage stammt aus dem Jahre 1905 und hat allerdings nur eine geringere Leistung, indem die Anlage vom großindustriellen Standpunkte aus nur eben die aller kleinste sich gerade selbst erhaltende Versuchsanlage darstellt. Teer wird auf dieser Anlage, nachdem er früher jahrelang auf Kreosotöl, Paraffin, Pech, sowie insbesondere Gasöl zur Beleuchtung der Eisenbahnwagen aufgearbeitet wurde, nur noch als Rohteer verkauft. Nebenprodukte aus dem Schwelwasser abzuscheiden lohnt sich nicht, infolge der geringen in Betracht kommenden Mengen.

Die **Verwendungsgebiete** des Torfkoks ergeben sich aus seinem geringen Schwefel- und Phosphorgehalt und seiner hohen Reaktionsfähigkeit. Zunächst wird Torfkoks bei Kupferschmiedearbeiten verwandt, da der minimale Schwefelgehalt das Kupfer nicht angreift. Alsdann wird er in der Eisen- und Stahlindustrie zur Aufkohlung gebraucht und zur Abdeckung von Bädern, insbesondere bei Drahtwerken und Stahlwerken, sowie im Martinofen, ferner in feingekörntem Zustand als Härtepulver zur Zementierung des Eisens unter Beimischung zu Holzkohle und Lederkohle. In der gleichen Richtung liegt auch die Verwendung des Torfkoks zur Verhüttung von Eisenerzen in Holzkohlenhochöfen. Für diese Zwecke ist der Torfkoks viele Jahre lang sowohl in Schweden als auch in Deutschland, z. B. in den *Bleymüllerschen* Holzkohlenhochöfen zu Schmalkalden, verwandt worden.

Nach *Bleymüller*³⁾ hat Torfkoks gegenüber Holzkohle den Vorteil größerer Gleichmäßigkeit und höheren Schüttgewichtes; dem anfänglichen Nachteil der etwas größeren Zerreiblichkeit kann durch geeignete Auswahl von hartem Torfkoks und öftere Reinigung des Hochofens ohne Schwierigkeiten begegnet werden, so daß mit größtem Vorteil ein volles Drittel des gesamten Kohlegewichtes in Torfkoks auf der Preisbasis von etwa 55 RM. je t frei Schmalkalden regelmäßig verwandt werden

³⁾ Stahl u. Eisen [1924].

konnte, obwohl sich eigene Holzkohlenerzeugung in der Nähe befand. Als später die ganze Feineisenindustrie durch den schwedischen Import erdrückt wurde, waren diese Hochöfen ebenso wie andere im Oberharz und an anderen Stellen gezwungen, ihren Betrieb einzustellen. Auch heute noch wird Feineisen importiert, im ersten Halbjahr 1934 11500 t. Es scheint sehr erwägenswert, ob heute unter den veränderten Verhältnissen diese Industrie nicht wieder zum Leben erweckt werden sollte.

Die leichte Verbrennlichkeit des Torfkoks wird ausgenutzt in Eisengießereien zum Trocknen der Formen in offenen Feuerkörben, bei Verwendung des Torfkoksstaubes zu Glühstoffen, die bei beschränktem Luftzutritt rauchlos verglühn und die Wärme länger halten als Holzkohlenglühstoffe; ferner bei chemischen Prozessen, insbesondere solchen, bei welchen Koks aus Steinkohle oder Braunkohle wegen des Schwefelgehaltes Schwierigkeiten ergibt.

Die aussichtsreichste Nutzung der Reaktionsfähigkeit des Torfkoks erzielt man bei der Herstellung von aktiver Kohle. Infolge seiner hohen Porosität hat der Torfkoks schon an sich eine bedeutende Absorptionskraft, die sich zur Wasserreinigung und Abwässerschönung als genügend erwiesen hat. Wenn Torfkoks zu aktiver Kohle aufgearbeitet wird nach den bekannten Herstellungsmethoden, bei welchen seine Poren durch Ätzen vergrößert werden, dann wird die Absorptionskraft des Torfkoks ganz außerordentlich gesteigert. So stellt die holländische Norrit-Gesellschaft in Klazienaveen ihre aktive Kohle ausschließlich aus Torfkoks her. Selbstverständlich muß hier ein besonders geeignetes Rohmaterial gewählt und der Ofengang entsprechend geleitet werden. Auf deutschem Boden gibt es eine solche Fabrikation noch nicht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auf diesem Gebiete noch die Möglichkeit eines außerordentlich hohen Absatzes vorliegt.

Nach vielen praktischen Prüfungen sowie wissenschaftlichen Untersuchungen, insbesondere in den Laboratorien von *Franz Fischer*, Mülheim, und *Reinsch*, Technische Hochschule Berlin, ist Torfkoks wie Holzkohle als **Brennstoff in fahrbaren Generatoren** hervorragend gut zu brauchen, da er einen stark reaktionsfähigen Kohlenstoff hat und als völlig entgaster Brennstoff keinen Teer abgibt, so daß die Reinigungsapparate kaum beansprucht werden. Da er nur 3—4% Asche enthält, die locker ausfällt, tritt eine Verschmutzung des Rostes nicht ein, und eine Reinigung ist nur selten nötig. Notwendig ist, daß Wasserdampf, der beim Durchleiten der Gase durch ein Wasserkühlgefäß kostenlos gewonnen wird, zur Herabsetzung der Generator-temperatur durch die Roststäbe eingeführt wird. Die Anheizung mit Hilfe des Hilfsgebläses nimmt wenige Minuten in Anspruch. Steigungen können ohne weiteres bewältigt werden, wie auch nach einem Stillstand von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ h sofort heizkräftiges Gas erzeugt wird. Zur Sicherheit behalten die heutigen Konstruktionen ja die bisherigen Benzinvergaser bei, um mit Benzin anzufahren. Erwünscht ist ein großer Generatorrost, durch welchen Gasgeschwindigkeit und Temperatur herabgesetzt werden. Der Gasheizwert beträgt 900—1000 cal, der durch den Zusatz des Wasserdampfes auf 500—600 cal ermäßigt wird. Der Verbrauch an Torfkoks stellt sich auf etwa 1—1,25 kg an Stelle von 1 l Benzin, dabei leisten die Motoren in der Regel etwa 20—25% weniger als bei Benzin, sofern nicht ihr Kompressionsverhältnis von normal etwa 1:4,5—5 auf etwa 1:7 durch Einlagen in den Kolben heraufgesetzt ist. Die Einfüllung in den Generatorschacht erfolgt zweckmäßig in Papiersäcken, die mit verbrennen. Verschiedentlich war bei den ersten Versuchen mit Torfkoks etwas geringere Leistung gefunden worden als mit Holzkohle. Es ist klar, daß die Fabrikation sich durchtasten mußte, um eine entsprechende Qualität für die Versuchsstände zu liefern. Indessen ist wahrscheinlich, daß bei

richtiger Anpassung des Generators an das Material der Effekt von Torfkoks wenigstens der gleiche wie bei Holzkohle ist. Es muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß nicht nur der Generator, sondern auch Vergaser, Temperaturregulierung, Verdichtungsgrad der Gasfüllung usw. dem neuen Brennstoff mehr als bisher angepaßt werden müssen.

Wenn auch nur ein Zehntel des für die nächste Zeit zu erwartenden Treibmittelverbrauchs auf Torfkoks umgestellt wird, dann bedeutet dies mit den übrigen Verwendungsmöglichkeiten zusammen leicht einen Jahresverbrauch von einer halben Million t Torfkoks. Dies macht jährlich 1000—1500 ha für Kultivierung frei. Auch wenn nur der zehnte Teil der abbauwürdigen Moore hierfür genommen wird, wird er für 150 Jahre ausreichen. Man braucht also keine Sorge zu haben, daß die Herstellungsmöglichkeit allzu kurzlebig sein könnte.

Torfverkokungsanlagen sollten nicht in allzu großem Maßstab gebaut werden, als kleinste Anlage wäre eine solche mit 2500 t Jahreserzeugung eben lebensfähig, als Normalanlage kann eine solche zur Erzeugung von etwa 10000 t Torfkoks jährlich angesehen werden, die jährlich 12—15 ha Moor abtorft, also bei einem Mindestmoorbesitz von rund 500—600 ha für 40 Jahre genug Rohmaterial in der Nähe hat. Eine solche Anlage würde als Nebenerzeugnis je nach Qualität des Torfes 1000 t Torfteer, der am besten in Sammelanlagen weiterverarbeitet wird, ferner einen Gasüberschuß, in Strom gemessen, von etwa einer Million Kilowattstunden ergeben und Arbeit schaffen für 300 Menschen mit ihren Familien. Die Erbauungskosten für eine solche Normalanlage einschließlich Torfgewinnung können auf 600000,— RM. veranschlagt werden. Die Wirtschaftlichkeit wird derart sein, daß bei angemessener Verzinsung der heute im Mittel 55,— bis 60,— RM. betragende Marktpreis ab Fabrik notfalls wohl auf etwa 40,— bis 45,— RM. oder weniger gesenkt werden könnte. Bei diesem Preis ist eine allgemeine Verwendung für die erwähnten Hauptabsatzgebiete möglich, insbesondere wenn durch eine systematische Verteilung der Anlagen über die gesamten deutschen Moore die Frachten möglichst herabgemindert werden.

Sicher ist, daß im Ofenbau noch erhebliche Verbesserungen möglich sind und die vermehrte Betätigung in der Torfverkokungsindustrie noch weitere Fortschritte zeitigen wird, die einer weiteren Ausdehnung zugute kommen. Wichtig ist auch, daß die Versuche, mittels Schnelltrocknung des Torfes und Brikettierung oder auch durch ein chemisches Verfahren den Angriff auf die Moore fortzusetzen, nicht erlahmen dürfen. Aber ebenso notwendig scheint mir, anzuerkennen, daß die Torfverkokung heute zur Ausdehnung in Großbetriebe reif ist und sofern sie richtig ausgeführt wird und ihrer Schwierigkeiten sich bewußt bleibt, ohne Opfer und Risiko dem Ziel der sofortigen Abtorfung und Besiedlung die wertvollsten Dienste leisten kann.

Voraussetzungen für den gedeihlichen Aufbau einer Torfverkokungsindustrie sind folgende: Es muß verhindert werden, daß eine wilde Spekulation mit Torfmooren einsetzt und sich die Preise wesentlich erhöhen. Es muß andererseits dagegen angekämpft werden, daß wie bisher einzelne Moorbesitzer sich sperren gegen eine Einbeziehung ihrer Moorflächen in eine planmäßige Abtorfung und ihre Moore arbeitslos konservieren zu einer Vererbung für ihre Nachkommen. Der Staat muß also für eine planmäßige Zuteilung der großen Moorflächen an die Torfindustrie sorgen und erforderlichenfalls entsprechende Verkoppelungen vornehmen. Alsdann hat der Staat den Arbeitsdienst zur Verfügung zu stellen zur Vorentwässerung aller Torfmoore, und er hat Wege, gegebenenfalls Kanäle in den Mooren zu bauen. Ferner sollte für Einrichtung eines Forschungsinstituts gesorgt werden, welches einerseits für

Heranbildung eines Stammes von Sachverständigen sorgt, andererseits durch Dotierung großer Mittel in der Lage ist, Untersuchungen und technische Versuche in weitestem Maße ausführen zu können. Es fehlt ferner eine genaue Aufnahme der sämtlichen deutschen Moore in ihrem jetzigen Zustande, bei welcher insbesondere technische Gesichtspunkte berücksichtigt und die gegenwärtigen Besitzverhältnisse zu erkennen sind. Andererseits sollte sich auch das Großkapital und die Großindustrie dieses bisher vernachlässigten Arbeitsgebietes annehmen. In der Torf-industrie und bei den Moorbesitzern haben sich ja noch

keine Kapitalien angesammelt. Für die chemische und die Eisenindustrie liegen jedoch die Vorteile einer Verbindung mit der Torfverkokungsindustrie auf der Hand.

Wenn in dieser Weise Staat, Wirtschaft und Erfindergeist zusammenarbeiten, muß und wird es gelingen, in einer großzügigen Torfverkokungsindustrie eine der besten Helferinnen zu schaffen in der Unabhängigmachung von ausländischen Treibmitteln, in der beschleunigten Umwandlung öder Torfmoore in fruchtbares Ackerland und in der Verbringung städtischer Bevölkerung auf eigene Scholle. [A. 98.]

Harznutzung in deutschen Wäldern nach einem neuen Verfahren.

Von Dr. M. HESSENLAND,

o. Prof. für chem. Technologie und Warenkunde an der Handelshochschule Königsberg/Pr.

Unter Mitarbeit von Dipl. oec. H. Kublun.

Vorgetragen in der Fachgruppe für Chemie der Körperfarben und Anstrichstoffe auf der 48. Hauptversammlung des V. d. Ch. in Königsberg am 4. Juli 1935. (Eingeg. 29. Mai 1935.)

Deutschland führt jährlich für 10—15 Millionen Mark Terpentin und Terpentinprodukte (Terpentinöl und Kolophonium) ein. Die Hauptbezugsländer sind Frankreich und die Vereinigten Staaten. Außerdem kommen als Lieferanten, wenn auch in geringerem Umfange, Polen, Österreich und andere europäische Länder in Frage. Das beste Material wird durch die Harzung am lebenden Stamm gewonnen. Dies geschieht in der Weise, daß die Bäume verwundet werden und das austretende flüssige Harz, der sogenannte Balsam, aufgefangen wird.

Schon im Kriege setzte das Bestreben ein, das Harz aus eigenen Wäldern zu gewinnen; allerdings sind die Bedingungen bei uns nicht dieselben wie in anderen Ländern. Um die wissenschaftliche Erforschung dieser Aufgabe haben sich besonders Dr. Kienitz und Dr. E. Münch verdient gemacht¹⁾. Da der gewonnene Terpentinbalsam teuer war, — 1 kg kostete damals mehr als 1.— M. —, wurde nach dem Kriege die Harznutzung in Deutschland wieder eingestellt, da das Ausland unter dem halben Preise und sogar für etwa 0,20 M. das Kilogramm anbietet. Trotzdem haben weitschauende Anhänger der Eigenerzeugung von Harz das Problem nicht fallen lassen. Besonders Prof. Hilf und Mitarbeiter an der Forstlichen Hochschule in Eberswalde²⁾ suchten trotz aller Schwierigkeiten mit Hilfe des Arbeitsdienstes³⁾ die Gewinnung von Terpentinbalsam aus dem lebenden Stamm wirtschaftlich zu gestalten und erzielten auch schon durch zweckmäßige Anordnung der Gewinnungsweise eine wesentliche Verbilligung.

Wirtschaftlich weiter zu kommen, schien nur auf ganz neuen Wegen möglich. Um den trägen Harzfluß anzuregen, wurden chemische Reizmittel verwendet, und zwar Säuren, Basen, Salze rein und gelöst in verschiedenen Lösungsmitteln, ferner indifferente Stoffe wie Alkohole, Zucker, Äther, Terpentinöl, sodann oxydierende und reduzierende Agenzien usw. Es handelte sich zunächst um Tastversuche⁴⁾.

¹⁾ E. Münch, Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft X, 1—140 [1919].

²⁾ H. H. Hilf und H. J. Loycke, Neue Waldarbeit durch Kiefernharzgewinnung, „Forstarchiv“, Z. wiss. techn. Fortschritt in der Forstwirtschaft 1933, S. 157 ff.; H. J. Loycke, Der gegenwärtige Stand der deutschen Kiefernharzgewinnung, ebenda 1934, S. 81 ff.; H. J. Loycke, Die technische und wirtschaftliche Bedeutung des Bohrverfahrens nach Prof. Wislicenus für die Kiefernharzgewinnung in Deutschland, ebenda 1934, S. 177 ff.; H. J. Loycke, Ausichten einer Eigenversorgung mit Harz, Chem. Ind. G. 57, 188 [1934].

³⁾ Versuchsharzbetrieb bei Dobrilugk in der Lausitz.

⁴⁾ Die Mittel für den Aufenthalt in Dobrilugk stellte die „Gesellschaft der Freunde und Förderer der Handelshochschule Königsberg i. Pr.“ zur Verfügung. Ihr sei auch an dieser Stelle herzlichst gedankt. Derselbe Dank gilt allen denen, die Herrn Kublun während seiner dortigen Tätigkeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben.

Gearbeitet wurde in Gruppen zu 6 Bäumen; durch 2 Anrisse mit siebentägiger Pause wurde der gemeinsame durchschnittliche Ertrag der Gruppe ermittelt, beim drittenmal wurde unmittelbar nach dem Riß mit einem Reizmittel betupft. Der Harzfluß ging lebhaft vonstatten, und der Erfolg war überraschend. Einige der Reizmittel erhöhten die Ausbeute je Anriß über 100 %⁵⁾.

Reizmittel		Mehrertrag bis zu
Schwefelsäure	50 %ig	128 %
Schwefelsäure alkoholisch	50 %ig	104 %
Salzsäure	10 %ig	32 %
Salzsäure	25 %ig	115 %
Ameisensäure	6 %ig	67 %
Kalilauge	10 %ig	45 %
Kalilauge	20 %ig	111 %
Ammoniak	10 %ig	7 %
Ammoniak	20 %ig	50 %
Kochsalzlösung	10 %ig	22 %
Calciumchloridlösung	40 %ig	37 %

Die guten Ergebnisse des Jahres 1933 veranlaßten mich, im Frühjahr 1934 in Ostpreußen größere Versuchsreihen von Kiefern anreißen zu lassen. Die dazu nötigen Bäume (800 Kiefern) wurden von Herrn Oberforstmeister Ring aus den staatlichen Beständen freigegeben.

Die Arbeiten wurden wieder von Herrn Kublun und außerdem von Herrn Dipl. oec. Splitter ausgeführt. Zwar gab es zunächst

Rückschläge, die das ganze Verfahren in Frage stellten. Vom dritten Anriß an ließ der Harzfluß plötzlich nach. Durch die Wirkung des Reizmittels stirbt ein schmaler Streifen des betroffenen Pflanzengewebes ab und kommt somit für weitere

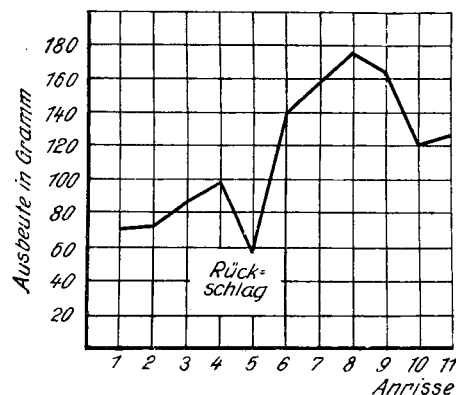


Abb. 1.

Harzproduktion nicht mehr in Frage. Dieser Übelstand ist aber sofort behoben, wenn, ähnlich wie beim Splettstößer-Verfahren, immer ein schmaler Rindenstreifen von etwa 1 cm Breite stehen bleibt. Vom vierten Anriß an wurde diese Vorsicht beobachtet. Das Ergebnis ist aus vorstehender Kurve ersichtlich.

⁵⁾ Zum DRP. angemeldet.