

dann allerdings in der Genauigkeit der Bestimmungen alsbald übertraf, deren Funde er erst richtig zu deuten verstand. Lavoisiers Stärke im Experimentieren war, wenn wir es mit einem kurzen Wort bezeichnen wollen, nicht die qualitative, sondern die quantitative Analyse. Er verfolgte die von anderen aufgefundenen Tatsachen mit Zahl und Gewicht, war seiner ganzen geistigen Veranlagung nach weniger Chemiker, als Physiker und Theoretiker. Er brachte in die verworrenen Begriffe und Vorstellungen der Phlogistiker Ordnung und Klarheit. Lavoisier hat zwar nie ausdrücklich behauptet, daß er selbständig und unabhängig von anderen den Sauerstoff entdeckt hätte; aber seine ersten Berichte hierüber mußten doch bei dem unbefangenen Hörer und Leser diesen Anschein erwecken. Es mag für ihn ein peinliches Gefühl gewesen sein, in dieser wichtigen Angelegenheit anderen den Vorrang einräumen zu müssen, und so scheute er sich, offen den wahren Tatbestand zu bekennen.

Auf jeden Fall gebührt Lavoisier das große Verdienst, die Entdeckung des Sauerstoffs sozusagen vollendet zu haben. Er bezeichnete das neue Element anfangs, ohne ihm einen besonderen Namen zu geben, auf verschiedene Weise, z. B. „le principe qui se combine avec les métaux pendant leur calcination“, „le principe acidifiant“ oder „le principe oxygène“, das durch Vereinigung mit dem Feuer- und Hitzestoff die „Lebensluft“ bilde, daher auch „base d'air vital“ usw. Schließlich nannte er es als den charakteristischen Bestandteil aller Säuren „oxygène“. Dieser Name ist dann geblieben und als „Sauerstoff“ ins Deutsche übergegangen.

Durch seine Oxydationstheorie hat Lavoisier die Chemie auf eine ganz neue Grundlage gestellt und dem Sauerstoff einen Platz angewiesen, von dem Berzelius später sagen konnte, er sei der Mittelpunkt der ganzen Chemie. Es gab keine unwägbaren Stoffe oder gar solche mit negativem Gewicht mehr, sondern die Chemie hatte nur noch mit quantitativ genau verfolgbareren Vorgängen der an den chemischen Umsetzungen beteiligten wägbaren Stoffe zu tun. So mußte die alte Phlogistontheorie, die ihre großen Verdienste gehabt hatte, und der man sogar, wenn man weniger die stofflichen als die energetischen Umsetzungen ins Auge faßt, eine gewisse Berechtigung nicht absprechen kann<sup>7)</sup>, allmählich das Feld räumen. Das ging natürlich nicht so schnell, wie man es vielleicht hätte wünschen sollen. Nach Lavoisiers eigenen Angaben in einer nicht lange vor seinem gewaltsamen Tode verfaßten Abhandlung „Détails historiques etc.“<sup>8)</sup> schrieb Berthollet 1785 noch im phlogistischen System, fing Fourcroy im Winter 1786/87 an, die neuen Anschauungen zu lehren, und übernahm Guyton-Morveau sie erst noch später. Lavoisier verwahrte sich ausdrücklich dagegen, daß es eine Theorie „der französischen Chemiker“ sei. „Elle est la mienne“, ruft er aus; und er beansprucht diesen Besitz von der Gegenwart und von der Zukunft, und diesmal mit Recht.

Das Durchdringen der neuen Anschauungen erforderte ein völliges Umdenken in den chemischen Begriffen. So wurde auch eine ganz neue Namengebung der chemischen Verbindungen notwendig. Der Lösung dieser Aufgabe, der Schaffung einer neuen chemischen Nomenklatur, sollte hauptsächlich Lavoisiers zweibändiges zusammenfassendes Werk „Traité élémentaire de chimie“ dienen. Mit dessen Erscheinen im Jahre 1789 kann man ungefähr den Beginn eines neuen Zeitalters der Chemie ansetzen, dessen Charakter allerdings mit dem Namen „Zeitalter der quantitativen Forschung“ nur recht einseitig gekennzeichnet wird, das aber gerade unter dieser Losung zunächst seinen siegreichen Einzugs gehalten hat.

Wie Lavoisiers theoretische Deutung notwendig war, um die Entdeckung zu vollenden, so dürfen wir aber nicht übersehen, daß auch hier das praktische Experiment die feste Grundlage bildete, auf der das neue Gebäude errichtet werden konnte. Und wenn wir in diesem Sinne von einer Entdeckung sprechen wollen, so ist wohl kein Zweifel, daß wir Scheele den Ruhm zuerkennen müssen, wenn auch nicht überhaupt zum ersten Male den Sauerstoff dargestellt, so doch selbständig durch eigenes Experimentieren verschiedene Verfahren zu seiner Darstellung gefunden, das so gewonnene Gas als etwas Neues erkannt und durch Feststellung seiner wichtigsten Eigenschaften charakterisiert zu haben. Und das geschah vor etwa 150 Jahren. [A. 221.]

## Die Ölschieferlager und die Ölschieferindustrie in Estland.

Von Prof. Dr. A. von ANTROPOFF, Karlsruhe.

(Eingeg. 10./7. 1922.)

Im August des vergangenen Jahres benutzte ich einen Aufenthalt in meiner Heimat Estland auch zu einem Besuch der staatlichen Brennschieferwerke in Kohtel und des mit Brennschiefer betriebenen Zementwerkes Asserien. Das lebhafteste Interesse, das die estländischen Ölschiefervorkommen und deren Verwertung auch in Deutschland gefunden haben, veranlaßt mich, hier von dem Gesehenen ein Bild zu geben.

Ergänzt wurde das damals Gesehene durch schriftliche und mündliche Mitteilungen der Verwaltung der Staatlichen

Brennschieferwerke in Estland, insbesondere des technischen Leiters Herrn K. Luts, der Herren Dr. Rosenthal und Dr.-Ing. C. Gerdes von der Firma Julius Pintsch, Prof. M. Wittlich, Dorpat, und meinem Bruder Stadtrat R. von Antropoff, Reval.

An Literatur habe ich benutzt die „Baltische Landeskunde“ von K. R. Kupffer, mit dem geologischen Teil von A. von Mickwitz und die Schrift von L. v. zur Mühlen „Die Ölschiefer des europäischen Rußlands“, Teubner 1921, herausgegeben vom Osteuropa-Institut in Breslau. Die Bilder 1 und 2 sind der „Baltischen Landeskunde“ entnommen. Die weiteren Bilder sind photographische Aufnahmen, die mir von der Verwaltung der Brennschieferwerke in Reval überlassen wurden.

### Die geographische Lage der Lager.

Im Norden vom Finnischen Meerbusen, im Westen von der Ostsee, im Süden von Lettland und im Osten von Sowjet-Rußland begrenzt, liegt das heutige Estland oder Eesti, seit dem Rückzuge der deutschen Okkupationstruppen eine unabhängige Republik. Zu ihr gehört das frühere Gouvernement Estland und die nördliche Hälfte des früheren Gouvernements Livland.

Das estländische Festland bildet im Norden gegen den Finnischen Meerbusen eine malerische Steilküste von etwa 60 m Höhe — der

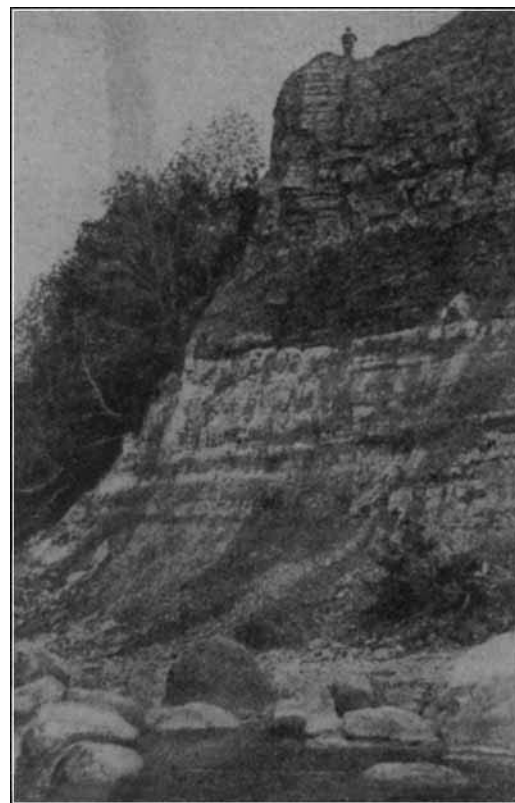


Fig. 1.

Glint genannt — die sich von Narva bis Baltischport erstreckt. Bild 1 zeigt uns eine Partie des Glintes. Am ganzen Glint und einige Kilometer landeinwärts von der Küste finden sich die estländischen Ölschieferlager. Bild 2 gibt uns eine allgemeine geographische und geologische Übersicht über das Baltikum. Das Abbaugelände des Ölschiefers und die Orte Kuckers, Kohtel, Kunda und Asserien liegen auf dem östlichen Küstenstrich nördlich vom Peipus-See.

### Geologische Übersicht über Estland und die Ölschieferlager.

Die Geologie Estlands führt uns in die alt-ehrwürdigsten Perioden der Erdschichte. Hier wogte vorzeiten das cambrische Meer, dessen Becken von den archaischen Graniten Finnlands, Schwedens und des Urals umschlossen wurde und wohl bis nach Südrußland reichte. Auf dem archaischen Meeresgrunde lagerte sich zuerst das Cambrium ab, das den Sockel des estländischen Festlandes bildet und Träger der ältesten, sicher nachgewiesenen Lebewesen ist. Auf dem unteren und oberen Cambrium — das mittlere Cambrium fehlt in Estland — ruhen die verschiedenen silurischen Horizonte. Die Schichten liegen fast horizontal, nur leicht nach Süd-Südwest fallend, ohne bedeutende Faltungen oder Verwerfungen, was bei dem Alter der Formationen sehr wunderbar ist. Sie sind daher für paläontologische Untersuchungen besonders lehrreich, und die schöne Profilbildung an der Nordküste lädt hierzu besonders ein. Durch das Fallen nach Süd-Südwest verschwinden die älteren Schichten in um so größere Tiefen, je weiter wir uns nach Süden begeben, und gleichzeitig treten jüngere Formationen zutage: So

<sup>7)</sup> Siehe z. B. O. Ohmann, Archiv f. d. Geschichte d. Naturw. u. d. Technik, Bd. 9, S. 20 [1920].

<sup>8)</sup> Oeuvres, Bd. II, S. 99.

ist das finnische Festland im Norden aus dem archaischen Granit und Gneis gebildet. In Petersburg wurde dieser auf 200 m Tiefe erbohrt. In Estland ist man nirgends auf das Urgestein gestoßen, außer bei einer Bohrung im östlichen Teil bei Asserien, wo man schon auf 160 m auf Urgestein stieß. Dieses Gestein muß einer erhöhten, von Finnland nach Süden ziehenden Barre angehören. Das Cambrium tritt nur im östlichen Teil der Nordküste zutage. Bei Reval liegt es schon unter dem Meeresspiegel. Dafür treten auf der Insel Ösel die obersten Schichten des Silur und in Livland und Kurland schon das Devon auf.

Uns interessieren hier hauptsächlich das Cambrium und das untere Silur.

Das untere Cambrium besteht aus blauem Ton, Sandstein und Konglomeratsandstein. Es bildet im östlichen Estland die unteren Teile des Glints. In Kunda und Asserien wird der blaue Ton, der eine Mächtigkeit bis zu 90 m aufweist, gebrochen und auf Zement verarbeitet. Westlicher bildet er den Meeresgrund. Von großem paläontologischen Interesse ist das Vorkommen des ältesten, aber schon hochentwickelten Trilobiten — *Olenellus Mickwitzi* — in ihm. Er zeigt, daß die von uns als ältestes Sedimentgestein betrachtete Schicht schon einer sehr vorgeschrittenen Entwicklungsperiode der Lebewesen entspricht.



Fig. 2.

Wie schon erwähnt, fehlt das mittlere Cambrium. Auf dem unteren Cambrium liegt das obere Cambrium. Es zerfällt in zwei Schichten, die beide für uns Interesse haben: 1. Der Obolen- oder Ungulitensandstein. Er hat eine Mächtigkeit von 5–20 m. Seinem Leitfossil, dem Brachiopoden *Obolus Apollinis*, verdankt er einen so hohen Gehalt an Phosphorsäure, daß seine Verwertung in der Kunstdüngerfabrikation sehr möglich ist.

2. Den Obolensandstein überlagert der Dictyonemaschiefer. Dieser ist von den zwei Öl- oder Brennschiefer-Vorkommen in Estland das ältere. Er verdankt seinen Bitumengehalt hauptsächlich dem Fossil *Dictyonema flabelliforme*.

Wir gelangen jetzt zum Silur. Während wir es im Cambrium mit Ton, Sandstein und Konglomeraten zu tun haben, weist das Silur Kalksteine auf, die nur hin und wieder durch dünne Tonschichten unterbrochen sind.

Die unterste Schicht des Silurs bildet der Glaukonitsand, der stellenweise eine Mächtigkeit von 4 m erreicht und aus grünen Glaukonitkörnern mit sandigem oder tonigem Bindemittel besteht. Nach oben geht er in den Glaukonitkalk von annähernd der gleichen Mächtigkeit über. Es folgt jetzt der Vaginatenkalk und dann überall, die obere Glintstufe bildend, der 8–9 m mächtige Echinosphäritenkalk, durch massenhaftes Auftreten des kugelförmigen *Echinosphärites aurantium* und verschiedene *Orthoceras*-Arten ausgezeichnet.

Die nächste Schicht ist die uns hier am meisten angehende Kuckersche Schicht.

Es folgt dann noch eine Reihe von charakteristischen Schichten des unteren und des oberen Silur, auf die wir nicht näher eingehen brauchen.

Fast alle sind sie an Fossilien ungeheuer reich. In den auch manchem deutschen Geologen bekannten Steinbrüchen meines elterlichen Gutes Uxnorm ist z. B. der Kalkstein stellenweise fast ausschließlich aus den Überresten von Crinoiden (Seelilien) zusammengesetzt. Dazu kommen Korallen und Bryozoen oder Moostierchen, Brachiopoden usw.

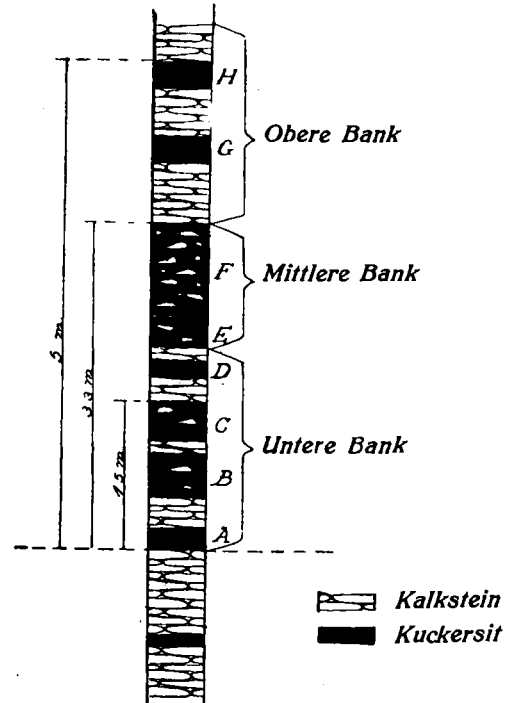


Fig. 3.

#### Der Dictyonemaschiefer.

Wie wir in unserer geologischen Übersicht gesehen haben, gibt es in Estland zwei Arten von Brandschiefer: das sind der Dictyonemaschiefer im oberen Cambrium und der Kuckersit im unteren Silur.

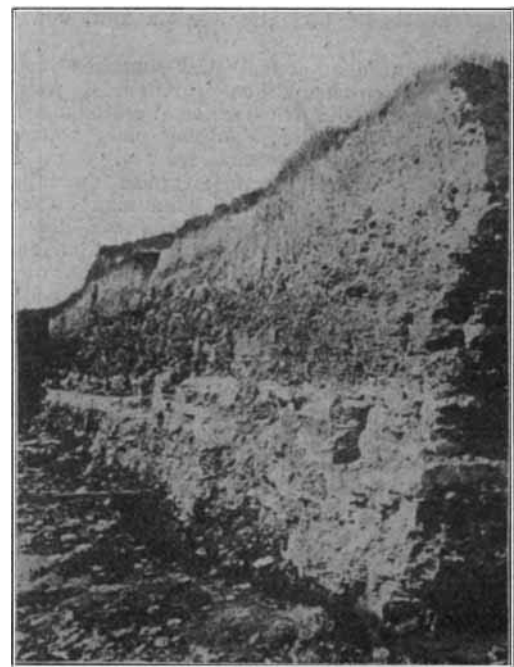


Fig. 4.

In seiner Mächtigkeit von durchschnittlich 4 m und seinem Vorkommen längs dem ganzen Glint ist der Dictyonemaschiefer dem Kuckersit weit überlegen. Dagegen ist er aber an Bitumen arm und auch dem Abbau bieten sich bedeutende Schwierigkeiten, so daß ihm ein praktischer Wert kaum zuzumessen ist. Nach Schwelversuchen von Beyschlag und v. zur Mühlen ergaben die Durchschnittsproben nur 2,6–3,08 % Öl.

#### Die Kuckersche Schicht.

Bei weitem das wichtigere Vorkommen des Ölschiefers ist der Kuckersit, benannt nach dem Gute Kuckers, auf dem er zuerst gefunden und beachtet wurde. Die erste wissenschaftliche Untersuchung über ihn rührt vom Akademiker v. Helmersen aus dem

Jahre 1831 her. Aber erst im Weltkriege fand er infolge des ungeheuren Brennstoffmangels praktisches Interesse. 1916 begann die russische Regierung in großem Maßstabe Untersuchungen über die Nutzbarmachung des Brennschiefers. Die Ergebnisse ließen bald mit dem Abbau beginnen, und diese Arbeiten wurden dann von der Regierung Estlands mit großer Energie fortgesetzt.

Wie schon in der geologischen Übersicht angegeben ist, gehört die Schicht zu den unteren Formationen des unteren Silur. Da sie erst 3–15 km südlich vom Glint im Lande ausbeißt und hier von Alluvium und Diluvium bedeckt ist, so tritt sie eigentlich nirgends

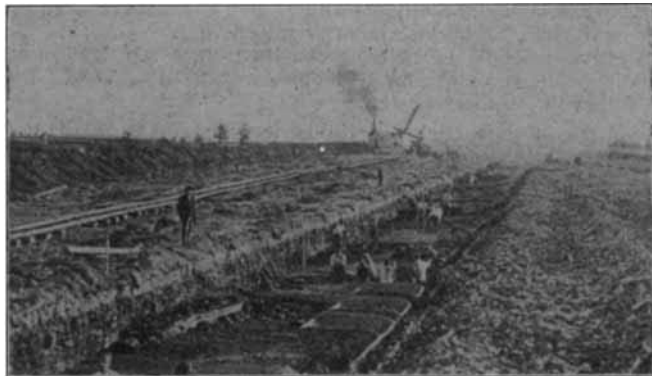


Fig. 5.

direkt zutage. Man stößt aber leicht auf sie in Steinbrüchen, beim Stechen von Gräben und anderen Erdarbeiten.

Der bedeutendste Abbau geschieht in dem früher russischen, jetzt estländischen staatlichen Betriebe in Kohtel. Es liegen daher die größte Zahl von Untersuchungen über den Kohtelschen Kuckersit vor, auf den ich jetzt speziell eingehen will. Bild 3 gibt schematisch die Schichten wieder. Wie man sieht, wechseln die Brennschiefer-schichten mit Kalkstein, was natürlich den Abbau erschwert. Die unterste Brennschieferschicht, die noch im Echinosphäritenkalk liegt, kommt für den Abbau nicht in Betracht. In der Kuckersschen Schicht von 5 m Mächtigkeit unterscheidet man eine untere, eine mittlere und eine obere Brennschieferbank. Die einzelnen Schichten haben folgende Mächtigkeiten:

Schicht	A	B	C	D	E	F	G	H
cm	20	50	40	18	30	100	30	20

Darüber liegt 0,5–1,0 m Alluvium und Diluvium oder südlicher — Kalkstein der Itverschen Schicht. Auf dem Bilde 4 sehen wir die Schichtungen im Profil. Diese Schichten ziehen sich mit sehr großer Gleichheit nach Osten und Westen hin und finden sich in nur etwas geringerer Mächtigkeit noch in Wannamois, etwa 50 km westlich von Kohtel. Westlich von Reval bildet der Kuckersit jedoch nur



Fig. 6.

wenige Zentimeter starke Schichten. Besonders charakteristisch und leicht kenntlich sind die Kalk-Zwischenschichten zwischen C, D und E. Man sieht sie auch deutlich auf dem Bilde 5.

Der Kuckersit ist in frisch gebrochenem, feuchten Zustande schokoladenbraun, wird aber beim Trocknen an der Luft hell grau-braun. Sein spezifisches Gewicht beträgt 1,2–1,6. Er läßt sich schon mit einem Streichholz anzünden und brennt mit leuchtender, rußender Flamme. In Pulverform in eine Flamme geschüttet, fängt er lebhaft Feuer.

Schon der Augenschein zeigt seine Zusammensetzung aus Fossilien.

Unter diesen finden sich Trilobiten, Brachiopoden und Bryozoen in großer Zahl. Bild 6 zeigt den charakteristischen Trilobit Chasmops

Odini Eichwald und Bild 7 einige andere charakteristische Fossilien. Die Bildung der Schicht ist auf abwechselnde Ablagerungen von Schlamm und Kalk in einer flachen Meeresbucht zurückzuführen. Hierbei haben wahrscheinlich auch Algen und tangähnliche Gewächse eine wesentliche Rolle gespielt.

Von größtem Interesse ist natürlich die chemische Zusammensetzung des Brennschiefers, und entsprechend groß ist auch die Zahl der Untersuchungen aus neuerer Zeit. Ich gebe hier einige Resultate der Untersuchungen von Prof. M. Wittlich in Dorpat wieder.

Im lufttrocknen Zustande enthalten im Mittel aus vielen Proben die

Schichten	A	B	C	D	E	F
Wasser	3,1	1,3	2,7	2,1	2,5	2,3%
Bitumen	49,8	51,7	50,2	35,7	51,5	47,5%

Bei der Verkokung wurden erhalten:

flüchtige Bestandteile	56,7	60,1	54,2	42,7	56,6	50,4%
Koks	4,8	2,9	6,4	4,3	7,4	9,7%
Asche	38,5	37,0	39,4	53,0	36,0	39,9%

Die vollständige Analyse eines Kuckersites, beispielsweise aus Schicht B, ergab folgende Resultate:

H <sub>2</sub> O	C	H	O	N	S	CO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O(Na <sub>2</sub> O)
1,3	37,5	4,5	9,6	0,1	1,5	13,1	9,4	2,9	2,1	16,8	0,5	1,2%
51,7%												

Für den Brennschiefer I. Sorte, der als Brennstoff von den staatlichen Brennschieferwerken geliefert wird und aus den Schichten A, B und E stammt, seien noch folgende Durchschnittswerte angeführt:

	Im Sommer	Im Winter
Wasser	13%	18%
Asche	31,0%	29,5%
CO <sub>2</sub>	9,5%	9,7%
Bitumen	46,5%	43,5%
Heizwert	3600 Kal.	3350 Kal.

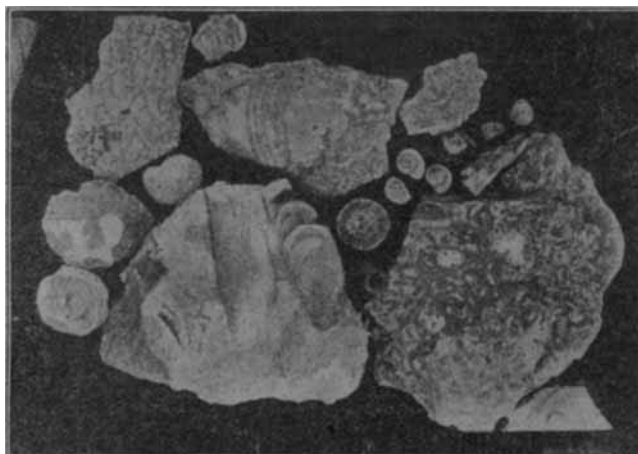


Fig. 7.

#### Die Vorräte an Kuckersit.

Zu einer Feststellung der gesamten Kuckersitvorräte fehlen die notwendigen Untersuchungen. Wir können aber die minimalen Werte feststellen, und auch diese sind ungeheuer groß. In Kohtel kann man mit 1,6–2,0 t verwertbaren Kuckersits pro Quadratmeter rechnen. In ost-westlicher Richtung finden sich die Lager in einer Ausdehnung von 80 km fast unverändert. Eine 10 km südlich von Kohtel angestellte Bohrung zeigte, daß auch hier keine Abnahme der Mächtigkeit der Schichten zu beobachten war. Daraus ergibt sich auf einer Fläche von  $80 \times 10 = 800$  qkm ein Vorrat von etwa 1,5 Milliarden Tonnen Kuckersit. Eine andere Frage ist es natürlich, in wie großer Ausdehnung der Abbau möglich oder lohnend sein wird. Die Senkung nach Süden macht den Tagebau bald unmöglich, und das Grundwasser bereitet eine weitere Schwierigkeit.

#### Der Abbau des Brennschiefers.

Wie schon erwähnt, wurde der erste technische Abbau des Brennschiefers von der russischen Regierung 1916 bei Kohtel in Angriff genommen und wird hier von der estländischen Regierung fortgesetzt. Kleinere staatliche Betriebe befinden sich nicht weit in Kuckers und Wannamois. Alle anderen privaten Betriebe sind nach den Angaben der staatlichen Verwaltung vom April 1922 noch nicht über die Vorarbeiten hinausgekommen.

Von der Eisenbahnstation Kohtel zwischen Wesenberg und Narva führt eine vollspurige, zur Ausbeutung des Brennschiefers angelegte Zweigbahn nach Norden. Man fährt hier durch morastiges, mit Gestrüpp bewachsenes Land, das auch für nördliche Verhältnisse einen besonders öden Charakter hat. In etwa 5 km Entfernung gelangt man zu den Brennschieferlagern und man findet hier mitten in der Öde einen Betrieb, der an amerikanische Verhältnisse erinnert: Weitausgedehnte Steinbrüche, ein Netz von Eisenbahngleisen, die

direkt an die Arbeitsstellen führen, Trockenbagger, industrielle Anlagen und eine stattliche Siedlung für einige hundert Arbeiter. Die Bilder 5, 8 und 9 zeigen uns die Anlagen und geben uns einen Begriff von der Arbeitsweise. Das lockere Diluvium wird mit Trockenbaggern fortgeschafft. Im Handbetrieb werden die Kalkschichten fortgeräumt, wobei der Kalkstein nach Möglichkeit zum Kalkbrennen verwertet wird.

#### Die Verwertung und Verarbeitung des Brennschiefers.

Der Brennschiefer findet zurzeit vier Verwertungsgebiete: 1. zur Feuerung und Heizung, 2. zur Zementfabrikation, 3. zur Gasfabrikation, 4. zur Ölgewinnung.



Fig. 8.

#### Feuerung und Heizung.

Das Fortfallen von Rußland als Lieferant von Naphtha und Kohle, die Valutaverhältnisse, die den Bezug von englischer Kohle fast ausschließen, und schließlich der starke Angriff der estländischen Wälder während der Kriegsjahre haben dem Brennschiefer als Heizstoff eine Bedeutung geschaffen, die man früher nicht vorausgesehen hat. Ob diese Bedeutung eine vorübergehende Konjunktur ist oder eine bleibende, läßt sich schwer ermesen. Jedenfalls hat er jetzt in allen Beheizungsanlagen Anwendung gefunden. Sein Heizwert und die Intensität des Brennens lassen nichts zu wünschen übrig. Gut soll er sich bewährt haben beim Schmieden und Schweißen. Ohne Vorwärmung der Luft wurden im Schmelztiegel bis 1435° erreicht. Auch zur Kesselfeuerung wird er vielfach angewandt, wenn auch der Aschengehalt Schwierigkeiten macht, die noch nicht ganz überwunden sind.



Fig. 9.

#### Kalkbrennen.

Gut eignet sich der Brennschiefer zum Kalkbrennen, da hier der Aschengehalt nicht stört.

#### Brennen von Portlandzement.

Für die Zementfabrikation scheint der Brennschiefer geradezu prädestiniert zu sein. Die Asche hat die Zusammensetzung eines Mörgels und geht damit selbst als Bestandteil in den Zement ein. Der zerpulverte Brennschiefer fängt leicht Feuer und gibt eine vorzügliche Feuerung für die Drehrohr-Zementöfen. Schließlich ist es noch ein glückliches Zusammentreffen, daß sich die Brennschieferlager in nächster Nähe der Lager von blauem Ton befinden, der schon lange von den Zementfabriken von Kunda und Asserien ausgenutzt wird.

Von Kochtel aus besuchte ich das etwa 30 km von dort entfernte Zementwerk Asserien, das sowohl in der Kesselfeuerung als auch in den Drehrohröfen ausschließlich den Kuckersit als Brennstoff verwendet. Er wird in Kugelmöhlen gemahlen, gesiebt und als feines Pulver durch Injektoren in die Öfen geblasen. Das Verfahren hat sich in jeder Beziehung ausgezeichnet bewährt und die Zementwerke von jedem anderen Brennstoff unabhängig gemacht.

#### Die Gasfabrikation.

Während der letzten Jahre war man in Estland für die Leuchtgasfabrikation vollständig auf Holz angewiesen. Es ist verständlich, daß man das Holz oder die Steinkohle durch den Brennschiefer zu ersetzen suchte und viele Versuche hierzu angestellt hat.

Hierbei ergab die 1. Sorte 300 cbm Leuchtgas von der Tonne, d. h. die gleiche Menge wie gute Gaskohle, und 3–5% Teer. Das Gas hatte folgende Zusammensetzung:

Wasserst.	Methan	Schwere Kohlenwasserst.	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
37,6	25,8	1,6	19,1	13,3	2,6%

Der Heizwert betrug 4260–4500 Calorien.

Trotz dieser günstigen Ergebnisse hat sich die Anwendung des Brennschiefers für die Leuchtgasfabrikation als unrentabel erwiesen, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Die Einnahmen aus dem Verkauf von Koks fallen fort. 2. Der sehr dünnflüssige Teer findet schweren Absatz. 3. Die Abfuhr der Asche ist kostspielig. 4. Die Schamotte-retorten werden schnell zerstört.

Die Gasfabriken von Reval und Dorpat verwenden daher seit dem Herbst 1921 wieder englische Gaskohle.

#### Die Öldestillation.

Diejenige Verwertung des Brennschiefers, die wissenschaftlich das größte Interesse bietet und auf das auch der Praktiker die größten Hoffnungen setzt, ist die Ölgewinnung.

Als ich im August 1921 die Brennschieferwerke besuchte, war dort vor wenigen Wochen eine Probeanlage für 9 t Schiefer in 24 Stunden von der Firma Julius Pintsch geliefert und in Betrieb gesetzt worden. Die Anlage hat sich von vornherein ausgezeichnet bewährt. Infolgedessen hat kürzlich die estländische Regierung bei der Firma J. Pintsch zwei größere Anlagen mit einem Durchsatz von 200, bzw. 70 t täglich, bestellt.

Es sind Schwelanlagen. Der Ölschiefer wird in handgroßen Stücken in den Oberteil einer vertikalen Schwelkammer gegeben. Die Entschwelung erfolgt durch Innenbeheizung mittels heißer Gase, die den Schiefer durchstreichen. Die heißen Gase werden von einem Vorwärmer geliefert, der mit dem in der Schwelkammer entschwelten Schiefer beschickt wird. Dieser Halbkoks enthält noch etwa 15% brennbare Substanz. Ein Ventilator saugt das nötige Quantum Luft durch den Vorwärmer, in dem der Halbkoks verbrannt und die Heizgase erzeugt werden. Hierauf passieren die Schwelgase einen Kühler, in dem das Öl abgeschieden wird, darauf einen Teerabscheider und werden dann zur Krafterzeugung und Heizung benutzt. Die ganze Anlage braucht keine andere Energiequelle als den Brennschiefer.

Bei einer Zusammensetzung des Schiefers von Wasser = 14–15%, Bitumen = 41–45% und Asche = 40–45% beträgt die Ölausbeute durchschnittlich 20% des Schiefergewichtes. Durch Abscheidung weiterer flüssiger Bestandteile aus dem Gas könnten noch weitere 2% gewonnen werden.

Das Rohöl ist von brauner Farbe, hat ein spezifisches Gewicht von 1,01 und eine Viscosität nach Engler von 5,5 bei 50°.

Der Heizwert beträgt 9700 Calorien.

Die fraktionierte Destillation ergibt:

Vorlauf bis 200°	2–3%
200–250°	10–12%
250–300°	25–35%
über 300°	10–35%
Koks	10–12%
Verlust und Gase	7–9%

Die chemische Zusammensetzung des Öles bildet zurzeit den Gegenstand vieler Untersuchungen. Paraffin enthält es nicht.

Das Rohöl findet Anwendung als Stopfbüchenschmiermittel, zur Fabrikation von Wagenschmiere und als Brennöl. Eine wichtige Aufgabe ist es natürlich, Wege zu finden, auf denen das Rohöl zu höherwertigen Produkten verarbeitet werden kann. Auf den Bildern 8 und 9 ist die Probeanlage zu sehen.

#### Produktion und Verbrauch des Brennschiefers.

Die folgende Tabelle zeigt den Verbrauch an Brennschiefer in den Jahren 1918–1921 in Pud (1 Pud = 16,4 kg).

An anderer Stelle wird die Gesamterzeugung der staatlichen Brennschieferwerke im Jahre 1921 auf 5 785 751 Pud oder 95 000 t angegeben.

Gearbeitet wurde im Sommer 1921 mit 700 Arbeitern in zwei Schichten. Für den Sommer 1922 rechnet man mit 1500 Arbeitern. Man hofft auf eine bedeutende Erhöhung des Konsums.



Verbraucher	1918—19 Pud	1920 Pud	1921 Pud
Gaswerke . . . . .	159 447	359 186	195 513
Private Verbraucher . . . . .	149 744	127 482	43 593,5
Verschiedene industrielle Unternehmungen.	93 587	563 039	239 364
Zementwerke . . . . .	69 261	750 151	2 273 659
Kommunale Unternehmungen . . . . .	46 359	—	27 667
Staatliche Unternehmungen . . . . .	38 821	309 452	124 811
Eisenbahnen . . . . .	25 928	544 701	563 734
Export ins Ausland . . . . .	5 873	161 820	—
Lagerbestände . . . . .	—	—	29 831,5
Zusammen:	589 020	2 815 881	3 498 173

Bisher sind von der russischen und estländischen Regierung in den staatlichen Brennschieferwerken zusammen gegen 190 Millionen Eesti Mark investiert worden.

Verschiedenen in- und ausländischen Gesellschaften sind Konzessionen zur Ausbeutung der Lager erteilt worden. [A. 187.]

## Bemerkungen zur Brenntemperatur von Meißner Porzellan.

Von A. A. KLEIN, Norton Company, Worcester, Mass.

In einem Artikel über „Meißner Porzellan für Gebrauchsgeschirr und für chemische Zwecke“<sup>1)</sup> nimmt W. Funk, Meissen, Stellung zu Schlüssen, die wir in bezug auf die Brenntemperatur von Meißner Porzellan zogen<sup>2)</sup>. Unsere Untersuchung hatte schätzungsweise für eine Probe Meißner Geschirrporzellan, Zwiebelmuster, eine Brenntemperatur von etwa 1325—1350° C und für eine Probe von Meißner Porzellan für chemische Zwecke eine solche von etwa 1400—1425° C ergeben.

Dr. Funk greift diese Schlüsse an, gibt aber keine genauen Daten, um zu zeigen, daß sie irrtümlich sind, und irrt sich betreffs der ungefähren Temperaturen, bei denen in der Porzellanbrennerei Segerkegel niedergehen. Das geht deutlich aus dem vierten Satz des ersten Abschnittes auf S. 127 hervor, in dem er anführt, „bei Segerkegel 11, der etwa einer Temperatur von 1325° entspricht“. In der Porzellanbrennerei ist die Temperatur von 1325° nicht dem Kegel 11 äquivalent.

Es ist durch die Untersuchungsergebnisse einer Anzahl Forscher bestimmt erwiesen, daß Kegel die Wirkung von Zeit und Temperatur ausdrücken, und daß die theoretischen Temperaturen der Kegel-erweichung, wie sie in älteren Prospekten mitgeteilt werden, bedeutend höher sind, als die tatsächlichen Temperaturen, bei denen die entsprechenden Kegel unter den Bedingungen der langsameren Brennmethode in Porzellanöfen niedergehen.

Dr. Hoffmann berichtet<sup>3)</sup> über die folgenden Unterschiede:

Kegel Nr.	Temperatur laut älteren Prospekten	Tatsächliche Temperatur in Porzellanöfen
9	2390° F = 1310° C	2237° F = 1225° C
10	2436 = 1330	2237 = 1225
13	2534 = 1390	2399 = 1315

Dr. R. Rieke<sup>4)</sup> hat dieselben großen Abweichungen festgestellt.

In den Vereinigten Staaten ist dies von verschiedenen Arbeitern bestätigt worden. S. Geijsbeek<sup>5)</sup> macht folgende Angaben:

Kegel Nr.	Temperatur laut älteren Prospekten	Tatsächliche Schmelztemp. in Öfen X (Hartporzellanöfen)
11	2408° F = 1330° C	2318° F = 1270° C
12	2462 = 1350	2336 = 1280
13	2516 = 1380	2363 = 1295
14	2570 = 1410	2426 = 1330
15	2615 = 1435	2570* = 1410*

\* (zu dieser Bestimmung wurde Hartporzellanofen XI benutzt.)

Zum Schluß ist nur noch auf die Tatsache hinzuweisen, daß eine Temperatur von 1325—1350° C in der Porzellanbrennerei ungefähr einem Kegel von Brenngrad 14 und eine solche von 1400—1425° C einem Kegel von Brenngrad 15 entspricht. Lp.\* [A. 109.]

<sup>1)</sup> Angew. Chem. 34, 127 [1921].

<sup>2)</sup> Constitution and Microstructure of Porcelain, U. S. Bureau of Standards, Tech. Paper No. 80 [1916].

<sup>3)</sup> Tonindustriezeitung 1099 [1911].

<sup>4)</sup> Sprechsaal Nr. 50, 51 [1911].

<sup>5)</sup> Trans. Am. Ceram. Soc. 14, 865, Tafel VI.

## Erwiderung.

Von Dr. W. FUNK.

A. A. Klein hat keine Veranlassung, anzunehmen, daß ich in Unkenntnis der neueren Literatur lebe. Seine Bemerkung, ich irrte hinsichtlich der Temperaturen, bei denen pyrometrische Kegel niedergehen, kommt mir gerade so vor, als wenn jemand einem wissenschaftlich gebildeten Geographen oder Seemann nachsagte, ihm sei die Tatsache der magnetischen Deklination nicht bekannt. Die erwähnten Arbeiten von Hoffmann und Rieke sind mir natürlich durchaus geläufig. Mein Rat, einen Brennversuch „bei Kg. 11, der etwa einer Temperatur von 1325° C entspricht“, zu machen, bezog sich selbstverständlich auf einen kleinen elektrischen Versuchsofen, in dem bekanntlich infolge der üblichen raschen Temperatursteigerung beim Erhitzen den Kegelschmelzpunkten wesentlich höhere Temperaturen entsprechen als in großen Industrieöfen. Es kommt ja gerade nach Klein vor allem auf die Höchsttemperatur zu Ende der Erhitzung an, während nach ihm demnach die Art des Ofens und somit die Erhitzungsdauer auf die Struktur des Porzellans nur einen untergeordneten Einfluß ausüben sollen. Auch in meinen kürzlich erfolgten Mitteilungen (ds. Ztschr. 35, 82 [1922]) über Porzellan mit niedriger Garbrenntemperatur sind die gemachten Temperaturangaben selbstverständlich auf die einheitliche Vergleichsbasis des elektrischen Versuchsofens bezogen. Übrigens kam für mich bei meinen Ausführungen (ds. Ztschr. 34, 127 [1921]) lediglich in Frage, die Schlüsse zurückzuweisen, die Klein aus seinen Untersuchungen mit Bezug auf das Meißner Porzellan gezogen hat. Hinsichtlich des letzteren darf Klein versichert sein, daß sich das Brennen desselben an Ort und Stelle richtiger beurteilen läßt als an Hand einzelner Proben von Worcester, Mass., aus. Klein hat neuerdings (vgl. R. Rieke, Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 1921, S. 53) betont, daß er seine früheren Behauptungen aufrecht erhält, „wenigstens für die erwähnte für amerikanisches Tafelgeschirr typische Masse.“ Dieser einschränkende Zusatz genügt mir. [A. 209.]

## Rundschau.

Die chemische Fabrik Theodor Teichgräber, Aktiengesellschaft in Berlin, hat anlässlich ihres 75jährigen Bestehens eine Festschrift herausgegeben, in der der Werdegang der Firma geschildert wird.

Die III. Wiener Internationale Messe fand vom 10.—18. Sept. 1922 in der Rotunde sowie in den Räumen der ehemaligen Kaiserlichen Hofstallungen statt. Das Geschäft wurde in den meisten Zweigen als gut angegeben; besondere Umsätze erzielten Maschinen, Spielwaren, sowie die Lederfeinindustrie und das Kunstgewerbe trotz der vielfachen Behinderungen, wie Setzerstreik, starke Erhöhung der Eisenbahntarife unmittelbar vor Beginn der Messe, und die das Geschäft stark behindernde Handhabung des Devisenverkehrs, während in einer Reihe von Geschäftszweigen das Geschäft infolge der hohen Preise sehr still lag. Für die seit der letzten Messe eingetretene starke Steigerung der Preise in einer Reihe von Industriezweigen kennzeichnend ist die Tatsache, daß der Weltmarktpreis in einigen Geschäftszweigen bereits erreicht, stellenweise sogar überschritten wurde.

Die Zahl der Aussteller wird mit rund 22000 angegeben; vom Standpunkt der propagandistischen Vorbereitung der Messe zweifellos ein voller Erfolg, wenn man berücksichtigt, daß mit dieser Zahl der Besucherstand der seit vielen Jahren eingeführten Leipziger Messe fast erreicht wird.

Die hier zunächst interessierende Gruppe „Chemische Produkte“ bot leider kein günstiges Bild; zu der räumlich wenig befriedigenden Einteilung dieses Geschäftszweiges trat noch die seitens einer größeren Anzahl von Firmen unterbliebene Beschickung der Messe hinzu, die dazu führte, daß die Beteiligung seitens der ausstellenden Firmen kaum fünfzig Prozent der letztmaligen Beteiligung betragen haben dürfte; ein Großteil der Firmen ist weggeblieben, eine Anzahl weiterer Unternehmungen hat es vorgezogen, ihre Produkte im Rahmen anderer Industriezweige zur Ausstellung zu bringen; so ist es dann auch zu erklären, daß die Messe in keiner Weise ein Bild der tatsächlichen, auf diesem Geschäftsgebiete hier gegebenen Produktionsbedingungen vermitteln konnte; straffere Organisation, verbunden mit einer geschlossenen Placierung bei gleichzeitig möglichst vollständiger Beschickung durch alle in Betracht kommenden Firmen wäre durchaus zu wünschen und nicht zuletzt auch im wohlverstandenen Gesamtinteresse dieses, auch im kleiner gewordenen Österreich noch immer recht ansehnlichen chemischen Industriezweiges gelegen! Am stärksten waren noch die Erdfarbenindustrie und die chemische Kleinindustrie vertreten.

Auf der „Erfindermesse“ waren neben chemischen Produkten, wie wetter- und feuersicheren Anstrichfarben, Putz- und Poliermittel sowie Pflanzenschutzmittel zu sehen; die Neueinrichtung der „Erfindermesse“, um deren Zustandekommen sich der „Österreichische Erfinderverband“ (Wien I, Postgasse 9) verdient gemacht hat, konnte in mancher Hinsicht Anregung bieten, und brachte eine Reihe von neuen Ideen zur Geltung, deren Weiterverfolgung als aussichtsreich beurteilt werden kann.