

Der
Estländische Brennschiefer

Untersuchung,
Gewinnung und Verwertung

unter Mitarbeit von

*A. Öpik, J. Reinwaldt, K. v. Middendorff, J. Ottoson,
W. v. Rennenkampff*

herausgegeben von

Henry von Winkler

(52 Abb., 12 Tafeln, darunter 1 Farbendruck und 1 Zweifarbindr.)



1620.
~~1837~~ 6-13

Reval, 1930
F. Wassermann

Estländische Druckerei Aktien-Gesellschaft, Reval

Est. A

**Tartu Riikiikukooli
Raamatukogu**

19974

Vorwort.

Nach 30jähriger Forschertätigkeit im Dienste der Heimat fasse ich fremde und eigene, verstreut veröffentlichte, auch unveröffentlichte neue Arbeitsergebnisse über Estlands Bodenschatz, volkstümlich Brennschiefer genannt, in einen Sammelband. Das Buch soll der Wissenschaft und dem Gewerbe als Nachschlagebuch dienen, gibt demnach mehr als die Überschrift andeutet.

Das Schrifttum über den eigenartigen Ausgangskörper für Gas und Leichtöl, Schweröle und Asphalt, Mörtel und Bausteine ist auf fast 500 Veröffentlichungen in 6 Sprachen angewachsen, nicht jedem zugänglich, und Westeuropäern, soweit ein estnischer, lettischer und russischer Wortlaut vorliegt, unverständlich. Die Zusammenfassung ermöglicht den Überblick über Veröffentlichungen mit mehr oder weniger lebensfähigem Inhalt; scheidet Bekanntes vom Unbekannten, hält davon ab, Zeit und Arbeit auf Feststehendes zu verwenden und richtet willige Kräfte auf unerledigte Aufgaben. Wo auseinandergehende Meinungen bestehen, ergeben sie sich nicht allein aus verschieden gedeuteten Vorgängen im Schoße der Erde und beim Verwenden des Schiefers, sondern auch aus abweichend ausgeführten Ermittlungen. Der Ruf nach einheitlichen Prüfungs- und Beurteilungsverfahren läßt sich nicht länger überhören.

Um Tatsachen zuverlässig wiederzugeben, erbat ich Kenner der einschlägigen Einzelgebiete zur Mitarbeit, die mir in reichem Maße zuteil wurde. Die erdgeschichtlichen Abschnitte 2—5 sind von A. Ö p i k ; die Untersuchung des Schurffeldes im 6. Abschnitt ist von J. R e i n w a l d t ; der Abschnitt 12 über Sprengstoffe, die Abschnitte 19 und 20 über den gewerblichen Rechtsschutz sind von W. v. R e n n e n k a m p f f verfaßt. K. v. M i d d e n d o r f f lieferte die Zeichnungen 26 und 28 zum Abschnitt 11 über Abbauverfahren und stellte außerdem den Wortlaut von ihm übersetzter Gesetze zur Verfügung. J. O t t o s o n fertigte die anschaulichen Schnitte 32 und 34 zur Erläuterung neuzeitlicher Heiz-

IV

anlagen an und gab die nötigen Erklärungen dazu. O. Grohmann betätigte sich als Zeichner; C. Schneider als Lichtbildkünstler.

Das Erscheinen des Buches ermöglichten Zuwendungen des Estländischen Fabrikantenvereins, des Staatlichen Bergamtes und des Staatlichen Schieferwerkes.

Allen denen, die zum Ausbau der hier gestellten Aufgabe durch Opfer an Zeit, Mühe und Mittel beigetragen haben, sei auch an dieser Stelle der beste Dank gesagt.

Henry von Winkler.

Reval, d. 17. Oktober 1929.

Inhaltsübersicht.

I. Teil: Untersuchung.

	Seite
1. Geschichtliche Einführung	1
2. Zur Erdgeschichte Estlands. A. Öpik	3
Zeittafel	5
Gliederung des estländischen Ordoviziums	7
3. Aufriß und Aufbau der Kuckersit-Stufe. A. Öpik	12
Ordnungsnummern und Buchstabenbezeichnung der Flöze	24
4. Fauna und Flora der Kuckersit-Stufe. A. Öpik	29
5. Entstehung der Kuckersit-Stufe. A. Öpik	35
6. Bohrarbeit im Schurfelde. J. Reinwaldt	48
1. Untersuchungsverfahren.	49
2. Ergebnisse der Bohrarbeit	51
3. Grundzügliche Merkmale der Schieferflöze	54
7. Untersuchung des Rohsteines	56
1. Probeentnahme	56
2. Wasserbestimmung	58
3. Aschenbestimmung	59
4. Karbonatasche	61
5. Schwefelbestimmung	65
6. Stickstoffbestimmung	68
7. Bestimmen von Teer- und Gasausbeute	68
Schwefelwert	73
8. Heizwert	74
9. Wärmeaufnahme	76
10. Wärmeleitvermögen	76
11. Wärmestrahlung	79
8. Untersuchung der Schwel- und Spaltanteile	80
A. Kuckersitgas	80
1. Dichte	80
2. Zusammensetzung	81
3. Heizwert	84

	Seite
B. Leichtöle	85
I. Körperliche, physikalische Prüfung	85
1. Farbe und Lichtbrechung	85
2. Dichte	85
3. Flüchtigkeit	89
4. Flammpunkt, Brennpunkt, Stockpunkt	94
5. Zähigkeit	95
6. Klopfestigkeit	95
7. Heizwert	96
II. Stoffliche, chemische Prüfung	97
1. Ungesättigte Anteile	97
2. Schwefelgehalt, Doktor-Test	99
3. Molekulargewichtsbestimmung	101
III. Lieferungsbedingungen für Heereszwecke	102
C. Schweröle	104
Einteilung	105
Begriffe	106
Prüfung	108
1. Dichte.	109
2. Flammpunkt	112
3. Brennpunkt	113
4. Stockpunkt	114
5. Fließ- und Tropfpunkt	115
6. Zähigkeit	115
7. Fließvermögen in der Kälte	118
8. Zeitdurchdringungsverfahren	118
Lieferungsbedingungen für Heereszwecke	118
D. Pech und Asphalt	121
Begriff	122
Eigenschaften	123
Prüfung	124
I. Probeentnahme und Probepvorbereitung	124
II. Körperliche Prüfung	124
1. Dichte	124
2. Brechpunkt nach C h u r c h	125
3. Erweichungspunkt (Ring- und Kugelprobe)	125
4. Eindringungstiefe (Penetration)	127
5. Dehnbarkeit (Duktilität)	127
6. Flammpunkt	128
III. Stoffliche Prüfung	129
1. Gehalt an bituminösen Anteilen	129
2. Wassergehalt	129
3. Aschengehalt	130

	Seite
4. Schwefelgehalt (n. Heslinger)	130
5. Ölige Anteile, n. Marcusson u. Eickmann	132
6. Paraffinzahl	132
7. Säurezahl	132
8. Verseifungszahl	132
9. Beständigkeitsprobe	133
10. Nachweis von Verfälschungen	133
E. Rückstände der Ölzubereitung	135
1. Phenole	135
2. Säure- und Laugenabfall	136
3. Feste Reinigungsmassen	137
9. Untersuchung des Heiz- und Schwelrückstandes	138
1. Asche	138
2. Halbkoks und Ganzkoks	139

II. Teil: Gewinnung und Verwertung.

10 (1). Ausbeutung des Kuckersitfeldes	143
Beziehung von Ton zu Kalk zur Organ. Masse	149
11 (2). Abbauverfahren	150
Handbetrieb	151
Baggerbetrieb	152
Tiefbau	153
12 (3). Sprengstoffe im Brennschieferabbau. W. v. Rennenkampff	155
Zersetzungsbild von Nitroglyzerin	156
13 (4). Aufbereitung	159
14 (5). Unmittelbares Verwerten des Rohsteines	161
Gewölbesteine im Kuckersitfeuer	163
15 (6). Verwendung des Rohsteines	166
1. Im Gaswerk	166
2. Im Halbgaserzeuger	170
Kochtel	171
Wanamöis	176
Steinöl A/G.	177
Sillamägi	179
3. Bezeichnung der verschiedenen Erzeugnisse in Einzelländern	183

	Seite
16 (7). Verwendug oder Vernichtung der Asche	184
1. Als Versatz im Bergbau	186
2. Zum Landgewinnen am Meeresufer	186
3. Im Baugewerbe	186
17 (8). Veredelungsverfahren	190
Wasserstoffanlagern	193
Umsetzungen ohne Druck	196
Saure Öle und ihre Verwendung	197
Reinigen mittels Säure und Lauge	200
Nachbehandeln, Entschwefeln, Waschen	201
Alkoholbehandlung	203
Schwefeldioxydbehandlung	203
Kunst-Asphalt	204
18 (9). Grundzüge des Kuckersits	207
Zustandswasser	209
Wärmeempfindlichkeit	210
Grundstoffe des Kuckersits	213
19 (10). Gewerblicher Rechtsschutz in Estland. W. v. R e n n e n k a m p f f	217
1. Allgemeine Bestimmungen	217
Warenzeichengesetz	220
2. Erfindergedanken in Brennschieferfragen	222
20 (11). Aufzählung der ins Brennschieferfach schlagenden, in Estland zum Patentschutz vorgestellten Erfindungen. W. v. R e n n e n k a m p f f	228
1. Erteilte Schutzbriefe	228
2. Erteilungsverfahren unbeendet	238
21 (12). Berggesetz, estnisch und deutsch	241
I. Allgemeine Bestimmungen	241
II. Leitung des Bergwesens	241
III. Bedingungen für die Betätigung von Privatunternehmern am Bergbau	245
IV. Rechtliche Beziehungen zwischen dem Bergwerksunternehmer und dem Grundbesitzer	259
V. Bestimmungen über Ausführung von Bergarbeiten	267
VI. Strafordnung	271
VII. Schlußverordnung	271
22 (13). Gebürensatz fürs Probeschürfen	272
23 (14). Sicherheitsmaßnahmen im Bergwerksbetriebe	273
I. Allgemeine Bestimmungen	273
II. Einfahrten in Grubenbauten	276
III. Grubenausbau	276
IV. Mannschaftsfahrung im Grubenbau	278

	Seite
V. Seile bei Mannschaftsfahrung	284
VI. Lastenförderung	288
VII. Tagebaue	289
VIII. Unterirdische Steinbrucharbeiten	291
IX. Bewetterung	291
X. Beleuchtung	293
XI. Mechanische Aufbereitung von Grubenerzeugnissen	293
XII. Schutzmaßnahmen gegen das Abstürzen von Menschen	294
XIII. Sicherung gegen Wasser- und Gaseinbruch	295
24 (15). Verordnung über das Aufbewahren und den Gebrauch von Spreng- stoffen	297
I. Verkaufslager für in Bergwerken benutzte Sprengmittel	297
II. Benutzung von Sprengstoffen im Bergwerk	301
III. Befördern von Sprengstoffen	304
IV. Ausgabe von Sprengstoffen in der Grube	306
V. Sprengstoffverbrauch in Gruben	307
VI. Ausgabe von Sprengstoffen in der Grube	308
VII. Den Umgang mit Sprengstoffen regelnde Bestimmungen	309
VIII. Schlußbestimmung	309
25 (16). Richtlinien für die Bergaufsicht	310
26 (17). Dienstanweisung für den Markscheider	315
27 (18). Gebührensatz für Markscheidearbeiten	318
28 (19). Anweisung fürs Herstellen von Kartenplänen	320
29 (20). Zur Einstellung des Berufskaufmanns und Volkswirtschaftlers zum Brennschiefergewerbe	322
Schiefer als Brennstoffersatz	323
Kunst-Asphalt	324
Bausteine aus Brennschieferasche	325
Zollsätze in Estland	326
Finnlands Einfuhr an Mineralölen 1913—1928	327
Kraftwagen in Estland und anderen Ländern	327
Benzin	328
30 (21). Schriftenverzeichnis	330
Hilfs- und Handbücher	340
Namenweiser	343
Verzeichnis der Abbildungen	vorn S. X.
Tafeln	am Schlusse des Buches.

Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite
1. Schnitt durch den kambrosilurischen Schichtenverband Estlands, A. v. Mickwitz	3
2. Kuckersitvorkommen, H. v. Winkler (a. Geographie Estlands 1927)	10
3. Schnitt von Kedder nach Jewe, A. Öpik nach H. Bekker	13
4. Schnitt vom Kochtel-Werk bis Tökke b/Tuddolin, A. Öpik nach H. Bekker	21
5. Wiedergabe von Bohrerergebnissen, O. Grohmann nach J. Reinwaldt	52/53
6. Handwerkzeug des Probenehmers, O. Grohmann nach H. v. Winkler	57
7. Fließbild für Feuchtigkeit und Schwelwert, O. Grohmann nach H. v. Winkler	70
8. Wärmeleitvermögen, H. v. Winkler	77
9. Dichtemesser für Flüssigkeiten, H. Löffler — Wien	87
10. Englerkolben, Chemiker-Kalender	93
11. Flammpunktprüfer nach Marcusson, Zeitschr. Petroleum	94
12. Zähigkeitsmesser, Chemiker-Kalender	95
1 (12). Dichtigkeitsmesser (Pyknometer), Zeitschr. Petroleum	110
2 (13). Ölspindel, ebenda	111
3 (14). Flammpunktprüfer, ebenda	112
4 (15). Prüfglas mit Wärmemesser, ebenda	114
5 (16). Vorrichtung nach Ubbelohde, ebenda	115
6 (17). Zähigkeitsmesser nach Engler, ebenda	116
6 (18). Zähigkeitsmesser nach Engler, Chemiker-Kalender	116
1 (19). Wägeglast nach Lunge, Zeitschr. Petroleum	125
2 (25). Nadel nach Richardson, ebenda	127
4 (22). Dehnbarkeitsmesser nach Dow-Smiths, ebenda	128
5 (23). Amerikanische Vorrichtung für die Wasserbestimmung, ebenda	130
6 (24). Schwefelbestimmung nach Heslinger, ebenda	131
25. Beziehungen von Ton und Kalk zur Organischen Masse im Kuckersit, A. Öpik	149
26. Schnitt durch den von Hand betriebenen Tagebau, K. v. Middendorff	151
27. Offener Tagebau in Kochtel, aus P. Kogerman 1927	151
28. Baggerausrüstung, K. v. Middendorff	152
29. Bagger der Grubenverwaltung Küttejõud, Scheel's Review 1928	152
30. Tiefbau in Kuckers, aus P. Kogerman 1927	153
31. Estlands Brennstoffverbrauch 1918—1928, Staatliches Zählamt	161
32. Heizungsanlage der städtischen Waschanstalt zu Reval, J. Ottoson	162/163

33. Heizungsanlage der Baltischen Baumwollspinnerei, aus P. Kogerman 1927	162/163
34. Heizungsanlage des städtischen Kraftwerkes zu Reval, J. Ottoson	162/163
35. Im Kuckersitfeuer gelegene Gewölbesteine, Lichtbild v. Carl Schneider	164
36. Zementwerk Kunda, Scheel's Review 1928.	164
37. Entgasungsvorgang im Kuckersit, H. v. Winkler (a. Eestimaa geologia 1922)	168
38. Anordnung des Schwelverfahrens in Kochtel, A/G J. Pintsch, handschriftl.	171
39. Halbgaserzeuger Kochtel, aus P. Kogerman 1927	172
40. Ansicht des staatlichen Betriebes, ebenda	173
41. Eindickvorrichtung für Öl, Festschr. 1918—1928 d. Staatsbetriebe	175
42. Versuchsanlage Vanamöis, aus P. Kogerman 1927	176
43. Estländische Steinöl A/G 1926, ebenda	177
46. Estländisches Ölschieferkonsortium Sillamägi, käuf. Ansichtskarte	179
47. Eisenfaß in Walzenform, Werbeblatt d. Mauserwerke Waldeck (Bez. Kassel)	180
48. Befestigung der Böden im Kopf-Querschnitt, ebenda	180
49. Schaubild des Bergius-Verfahrens für Kohleverflüssigung, O. Grohmann, nach Sulfrian 1927	194
50. Stammbaum des Kuckersits, O. v. Hoerschelmann nach H. v. Winkler	210
52. Finnlands Einfuhr an Mineralölen, H. v. Winkler nach Zeitschr. Petroleum 1929	327

Zu Taf. I—XII. Herkunftsangaben in der Tafelerklärung.

1. Geschichtliche Einführung.

Erstmalig aufgeführt, zugleich faßlich beschrieben, ist der Brennstoff, den wir heute mit Kuckersit bezeichnen, im Jahre 1725. Ein Reisender, A. J. G ü l d e n s t ä d t, hinterließ Aufzeichnungen über Rußland, die nachträglich von P a l l a s veröffentlicht worden sind. Darin berichtet er von Steinen aus Jewe, die angezündet weiterbrennen. In der Folgezeit wird das Gestein mehrere Male wiederentdeckt, gerät aber trotzdem in Vergessenheit, oder schlimmer, es verfällt in Menschenalter andauernde Nichtachtung.

1791 und 1798 weist J. G. G e o r g i auf eine feuerfangende Erde hin, die in der Revalschen Statthalterschaft zu Hirtenfeuern gedient hätte. 1833 und 1839 richtet G. v. H e l m e r s e n die Aufmerksamkeit auf **zwei** feuerfangende Steinarten. Er unterscheidet den brennbaren Schiefer auf dem Gute Fall im W Estlands von der in Tolks, nahe Wesenberg, gefundenen Steinart und bringt sogar Vorschläge für die gewerbliche Nutzung der in Tolks aufgedeckten Art. Ohngeachtet aller gelehrter Hinweise erwärmt sich weder das große Rußland, noch das Inland, für die Ausbeutungsmöglichkeit.

Da wirft 1869 ein landwirtschaftliches Blatt die Nachricht hin, daß auf dem Gute Kuckers, 5 km NW vom Flecken Jewe, ein G u a n o l a g e r aufgedeckt sei. Die Nachricht geht in andere Blätter über, findet aber sehr sachliche Widerlegung. Das vermeintliche, froh begrüßte Düngemittel wird zum Spott. Um so befruchtender wirkt es in der Stille der Gelehrtenstube: Carl Schmidt, Friedrich Schmidt, R. Hehn, Gregor Schamarin, A. Kupffer bearbeiten und erforschen an der Universität Dorpat das Gestein in vorbildlicher, nicht überholter Gründlichkeit.

Was wiegt Gelehrtenweisheit gegenüber der Trägheit des Herdenmenschen? Die Allerweltsverkünderin jeder Weisheit, die Tagespresse, wollte sich, nach der ersten Enttäuschung, mit dem Gegenstande nicht befassen. Unter dem Drucke stillschweigenden

Geringschätzens, eine Feuerstelle, die Branntweinsküche des Gutes Kuckers, war eine Zeit lang mit dem brennenden Steine geheizt worden, schreibt A. v. Mickwitz in der 1910 erscheinenden Landeskunde: „... seine geringe Mächtigkeit aber hindert jede Ausnützung.“

Von dieser Einschätzung unberührt, unterwirft 2 Jahre später der russische Gelehrte L. Fokin das verkannte Gestein einer Nachprüfung. Mit dem Rüstzeug des Chemikers und Pflanzenforschers vertraut, gelingt es ihm die verhüllte Algenatur des Brennstoffes aufzuhellen. Vor Allem beweist er, das **kein fertiggelbildeter Harzkörper (Bitumen) im Gestein vorliegt**, sondern Gas Öle, Pech erst beim Zerstören der organischen Masse durch Hitze entstehen. Seine, 1913 erschienene Arbeit, ist für alle Zeiten die aufschlußreichste geblieben.

1914 setzte der Weltkrieg ein. Mangelhafte Vorsorge, versagende Hilfskräfte, alle Schrecknisse des Krieges brachten Rußland an den Rand des Verderbens. Die vorgeschobene Lage seiner Hauptstadt Petersburg nötigte die Stadt, weit über ihr Weichbild hinaus, in eine Verteidigungsstellung. Laufgräben und Ausschachtungen für Festungsbauten, sollten gegen äußere Feinde schützen. Dem inneren Feinde: Hunger nach Lebensmitteln und Heizstoffen waren Stadt und Staat längst überantwortet. Reiche russische Kohlengruben am Don, im Ural, ja der unermeßliche Wald im Norden Rußlands blieben der Hauptstadt vorenthalten, weil Arbeitskräfte und Zufuhrwege im Stiche liessen. Hier sollten die im durchwühlten Boden Estlands zum soundsovielsten Male wiederentdeckten Brennstoffe der frierenden Stadt Wärme zuführen, weil sie leichter greifbar waren. Tatsächlich sind vereinzelt Eisenbahnzüge, mit Kuckersit beladen, abgerollt. In einer vorstädtischen Gasanstalt der Residenz ausgeführte Bewährungsversuche: Herstellung von Heizgas aus Kuckersit, gelangen. Der Ersatz staubförmiger Steinkohle durch Kuckersit gab, im Drehofen der Zementfabrik Asserien in Gegenwart geladener Sachverständiger, einen garen Zementklinker. Der Beweis für die Verwendungsfähigkeit des estländischen Bodenschatzes war erbracht.

Von nun ab bedarf der Kuckersit mehr keiner Empfehlung von wissenschaftlicher Seite. Er hat sich dauernd ins Gedächtnis des erdbherrschenden Menschen eingegraben.

2. Zur Erdgeschichte Estlands.

Die im Norden des finnischen Meerbusens anstehenden, vor-kambrischen Erstarrungsgesteine und umgestalteten Urablagerungen setzen sich unter dem Meere gegen Süden fort. Gemeinsam bilden sie die Unterlage, das **Grundgebirge** der estländischen und ostbaltischen, kambrosilurischen Platte.

Dieses südliche Eintauchen oder Einfallen, besser noch die Abdachung des finnländischen Urgebirges, wird auch von den est-



Abb. 1. Schnitt durch den kambrosilurischen Schichtenverband Estlands, von Werder (Virtsu) nach Odinsholm (Osmusaar). Zu beachten ist das südliche Einfallen der Schichten. Das Grundgebirge, aus Urgebirgsarten bestehend, ist nicht eingezeichnet. Nach Fr. Schmidt, aus H. v. Winkler, *Eestimaa geologia*, Abb. 4 S. 13. Zeichnung A. v. Mickwitz, Höhe in Fuß.

ländischen Bodenbildungen mitgemacht, bei denen ein vorwiegend südliches oder südwestliches Einfallen von etwa 12' festgestellt worden ist. Der Neigungswinkel darf mit rund 5 m je 1 km veranschlagt werden.

Die ältesten Glieder des ostbaltischen Kambrosilurs sind am südlichen Ufer des finnischen Meerbusens aufgeschlossen. Hier bilden sie die wenige m bis über 50 m hohe Steilküste, den viel-durchforschten **estländischen Glint**. Der Glint setzt sich noch über

die Landesgrenze nach Osten fort, bis zu den südöstlichen Ufern des Ladoga-Sees. Im Hinblick darauf wird er von russischen Forschern (L a m a n s k y u. a.) als „Baltisch-Ladogischer Glint“ angesprochen. Nördlich vom Glinte kennen wir, soweit Estland reicht, mehr keine anstehenden kambrosilurischen Ablagerungen: in nachdevonischer Zeit unterlagen sie der Abtragung und wurden vernichtet. Den Glint haben brandende Wogen zu späteren Zeiten ausgenagt.

In Estland finden sich nur älteste Ablagerungen des altpalaeozoischen Schichtenverbandes von jüngsten, diluvialen überlagert. Vom Oberdevon an bis zur Eiszeit entsteht keine einzige Neubildung. Estland, Finnland, große Teile von Skandinavien liegen trocken da, der Verwitterung und Abtragung anheimgegeben.

In der nachstehenden Übersicht sind die erdgeschichtlichen Ereignisse kurz zusammengefaßt. Vom Anfang des Unterkambriums an beginnt der Wechsel von Land und Meer, in untereinander sehr ungleichen Zeiträumen. Unfaßbar lange dauerte die Bildung und Umwandlung des Urgebirges und unermeßlich, lang war die proterozoische Zeitspanne, während welcher das Grundgebirge einer Abtragung unterlag.

Im proterozoischen (algonkischen) Zeitalter überwog die Herrschaft des Landes, es war eine geokratische Zeit. Selten nur bildeten sich grobkörnige Bodensätze. Dagegen spielten sich großzügige vulkanische Ereignisse ab. War das Land der Verwitterung und Auswaschung ausgesetzt, dann wurde es mit der Zeit zu einer niedrigen F a s t e b e n e umgestaltet, zum Peneplan. Dieses Bild des Proterozoikums ist aber nicht nur bei uns und in unserer nächsten Nähe, in Fennoskandien zu erkennen, auf allen Weltteilen zeigt sich eine ähnliche Formgebung. Gleichfalls eine weltumfassende Bedeutung hat die folgende kambrische Überflutung.

In Estland sind es Sandsteine und der „Blaue Ton“, welche mit ihren ältesten europäischen Vorweltresten die vor-kambrische Fastebene überlagern. Diese ufernahen Niederschläge des untersten Kambriums verdienen wegen ihrer eigenartigen Ausbildung den Namen Estonium oder estländische Formation.

Zur Zeit des Mittel- und Oberkambriums kam die Überflutung zum Stillstande, das Meer zog sich sogar zurück, um zu Beginn des ordovizischen Abschnittes mit erneuter Kraft neues Land unter Wasser zu setzen. So begann die Vorherrschaft des Meeres, die Thalassokratische Ordoviko-gotlandische oder Silurische

Zeittafel.

Känozoische oder <i>Neu-Zeit.</i>	G e g e n w a r t.			
	Diluvium Tertiär	Vereisung Nord- und Mitteleuropas.		
Mesozoische oder <i>Mittel-Zeit.</i>	Kreide Jura Trias	Große geokratische Zeit. Abtragung der Sedimentdecke und Wiederaufdeckung der vor-kambrischen Fastebene in Finnland und Skandinavien.		
	Perm Karbon		Endgültiger Rückzug des Meeres.	
Paläozoische oder <i>Alt-Zeit.</i>	Devon	Ober-	Zeitweiliges Wiedervordringen des sich zurückziehenden Meeres.	
		Mittel-		
		Unter-		
	Kambrosilur	Silur	Gotlandium	Grosse thalossokratische Zeit. Küstenfernere Meeressedimente.
			Ordovizium	
	Kambrium	(Estonium)	Ober-	Beginn der ordovizischen Überflutung.
Mittel-			Zeitlicher Rückzug und Stillstand des vordringenden Meeres.	
Unter-			Bodensätze eines ufernahen Meeres (Sande, Tone).	
Proterozoische oder <i>Vor-Zeit.</i>	Langandauernde geokratische Zeit. Abtragung des Urgebirges und Ausbildung der vorkambrischen Fastebene.			
	Archaische oder <i>Ur-Zeiten</i> : Bildung des Urgebirges.			

Zeit. Millionen und aber Millionen an Jahren herrschte das Meer; in ihm entwickelte sich ein üppiges, vielgestaltiges Leben.

Um die Mitte des ordovizischen Abschnittes kamen die Ablagerungen der Kuckersitstufe zuwege.

Zum Schluss des Gotlandiums weicht in Skandinavien und in den baltischen Ländern das Meer zurück. Gleichzeitig bilden sich im Westen der skandinavischen Halbinsel und in Schottland die gewaltigen kaledonischen Gebirgsketten. Noch im Mittel-Devon findet in Süd-Estland, Lettland, und östlich vom Peipus ein zeitliches Vordringen des im Rückzuge begriffenen Meeres statt. Endlich beginnt mit dem Ober-Devon die dauernde Herrschaft des Landes, die wohl Hunderte Millionen von Jahren anhält. Vermutlich seiner niedrigen Lage wegen bleibt der estländische kambrosilurische Boden von der Ausnagung unberührt, während die in Finnland aufgetragene Decke zernagt und fortgeschwemmt und verweht wird. Damals entblöbte sich die uralte vor-kambrische Fastebene mit all ihren Eigenheiten wieder; tiefer griff die Zerstörung nicht ein. In Süd-Finnland finden sich jetzt noch in kleinen Spalten kambrische Sandsteine, welche die Geschehnisse, die Rückbildung bis zur Fastebene verraten.

Ein Blick auf die Erdgeschichte (s. d. Übersicht) lehrt, daß es in Estland eigentlich nur eine thalassokratische Zeit, die Zeitspanne des Kambrosilurs, gegeben hat. Mit ufernahen Sinkstoffen des Estoniums beginnend, folgt, nach dem begrenzten mittel-oberkambrischen Rückzug, die Herrschaft des Meeres.

Wie die Überflutung, so vollzieht sich auch der Rückzug, jedoch in entgegengesetzter Reihenfolge. Dem Rückzug des Wassers im Unter-Devon entspricht der gleichsinnige des Mittel- und Oberkambriums. Dem Estonium entsprechend ist das kurzzeitige Vordringen des Ober-Devons, dem sich unermeßlich lange Zeiten Landherrschaft anschließen. **Damit rundet sich der Kreis erdgeschichtlicher Ereignisse (in Estland) zur Geschichte des Entstehens, des Bestehens und Vergehens eines urzeitlichen Meeres.**

Ein kleinstes Glied in der Kette erdgeschichtlicher Belege bilden die Kuckersitflöze Estlands mit ihrem Kuckersit. Daß die Kuckersitstufe in das Ordovizium hineingehört, ist bereits erwähnt. Nun wäre das Alter der Stufe zu bestimmen und ihr Aufbau mit benachbarten Erdschichten in Beziehung zu setzen.

Das estländische, bzw. ostbaltische Kambrosilur, aus dem **kambrischen, ordovizischen** und dem **gotländischen** System beste-

hend, wird nach Friedrich Schmidt in Stufen zerlegt. Diese werden einerseits durch die Beschaffenheit ihrer Gesteine, insbesondere durch ihren organischen Inhalt, die Fauna bezeichnet, andererseits durch die Übertragung von Ortsnamen vorbildlicher Fundplätze auf das ganze Stufenfeld auseinandergehalten. Zwecks leichter Verständigung hat Schmidt, seinem Lehrer

Gliederung des estländischen Ordoviziums

Hangendes: **Gotlandium**.

isotelus-Folge	Borkholmer (Porkuni-lade) Stufe	F ₂	↑	
	Lykholmer (Saaremõisa-lade) Stufe	F ₁		
	Wesenberger (Rakvere-lade) Stufe	E		
Chasmops-Folge	Kegelsche (Keila-lade) Stufe	D ₂	↑	
	Jewesche (Jõhvi-lade) Stufe	D ₁		
	Kuckersit- (Itfersche (Idavere-vöö) Zone Stufe) Kuckersche (Kukruse-v.) Zone	C ₃		↑ 12 bis 16 m
		C ₂		
Asaphiden-Folge	Echinosphaeritenkalk =		↑	
	Revaler (Tallinna-lade) Stufe	C _{1b}		
	Asseriener (Aseri-lade) Stufe =			
	Obere Linsenschicht	C _{1a}		
	Vaginatenskalk (Zone)	B _{IIIγ}		
	Untere Linsenschicht	B _{IIIβ}		
	[Expansuskalk. — fehlt in Estland]	B _{IIIα}		
	Megalaspiskalk	B _{IIα} —B _{IIγ}		
Oboliden-Folge	Glaukonitsand	B _I	↑	
	Dictyonemaschiefer	A ₃		
	Obolensandstein	A ₂		

Liegendes: **Estonium** (Unterkambrium).

Schrenck folgend, die Stufen fortlaufend durch Buchstaben bezeichnet. Bis auf wenige Ausnahmen hat diese Bezeichnungsweise auch heute noch Gültigkeit.

Wenden wir uns dem Ordovizium zu mit der mitten in ihr steckenden Kuckersitstufe, so lassen sich vier Zeitwenden unterscheiden: jede von ihnen zeichnet sich durch gewisse Ablagerungsfolgen aus, mit eigenartigen Gesteinen und bezeichnenden Faunen.

Das tiefste Glied des Ordoviziums, die **Oboliden-Folge**, setzt sich aus Sandstein und Schiefer zusammen, deren Aufbau in Küstennähe erfolgt ist. Zu Beginn der ordovizischen Überflutung konnte das Meer nicht allzuweit vorgedrungen sein. Beide Ablagerungen enthalten versteinerte Brachiopoden, Oboliden, sonst aber keine Andeutung aus den reichen Faunen jüngerer Asaphiden-Schichten.

Unter den Obolidenschichten fällt der **Dictyonemaschiefer** auf. Von grauer bis schwarzer und brauner Färbung, enthält der Schiefer etwa 5% organische, brennbare Stoffe. In Schweden reicher ausgebildet, hat er dort wirtschaftlichen Nutzen gefunden.

Alle höheren Stufen, Folgen und Serien bestehen aus Kalkstein und können wir diese als echte Meeresniederschläge ansprechen. Die Ufer müssen weit abgelegen gewesen sein, denn die vom Lande stammenden Tone und Sande sind nur spärlich beigemischt.

Schon in der Asaphidenfolge, nach der leitenden Trilobiten-gattung *Asaphus* benannt, sind die ersten Spuren kuckersitähnlichen organischen Inhalts zu beobachten, so besonders in den **BIII-Schichten** im Nord-Westen Estlands.

Mit der Kuckersitstufe beginnt die **Chasmops-Folge**. Innerhalb dieser entwickelt sich das organische Leben zu einer Mannigfaltigkeit, wie sie im Ordovizium weder früher noch später zu beobachten ist.

Mit dem Beginn der **Megalaspis-Schichten** setzt im ganzen baltischen Ordovizium ein fortschreitender Faunenaustausch ein. Scharfe Unterschiede örtlich begrenzter Faunen gleichen sich unter einander aus und die Anzahl der Gattungen und Arten mit größerem Lebensraum nimmt zu. Den Höhepunkt ihrer Ausbreitung und ihres Ausgleiches erreichen die Faunen im **Chasmops-Zeitalter**. In den folgenden Stufen kann sogar von weltumspannenden Faunen gesprochen werden.

Im Baltikum sind die Faunenunterschiede zur Chasmopszeit soweit ausgeglichen, daß ein einheitliches ordovizisches Meer

angenommen werden muß, da dessen leitender Formenkreis auch in Südost-Asien anzutreffen ist¹. Wir sehen, daß die Kuckersitstufe, die tiefste Ablagerung des *Chasmops*-Zeitraumes, die Höchstleistung des ordovizischen Meeres vorstellt, der großen ostbaltischen, besser gesagt, der Nord-West-europäischen, thalassokratischen Zeit angehörend.

Dieser Hochstand hält weiter in zwei jüngeren *Chasmops*-Stufen (D_1 und D_2) an, deren Gesteine auffallend gleichartig in Estland, in Schweden örtlich ausgebildet sind und gleichartige Faunen ausweisen (Macrouruskalk). Dasselbe Bild in den zwei unteren Stufen der *Isotelus*-Folge, deren leitende Trilobiten (*Isotelus*) sich nach Nord-Amerika ausbreiten. Nicht weniger verbreitet sind viele Korallen, Brachiopoden usw. Erst mit den Kalken der Borkholmer-„Stufe“ flacht das Meer zusehends ab, obwohl das Verflachen bereits im Wesenberger-Alter einsetzt. Ähnliche Verhältnisse herrschen im Gotlandium, das an weltlich verbreiteten Tierformen ebenfalls reich ist.

Bevor wir die Übersicht abschließen, sei auf leicht zugängliche Fundplätze ordovizischer Ablagerungen hingewiesen.

Die Oboliden-Schichten und die Asaphiden-Folge lassen sich in schönen Aufschlüssen am Glint in Nord-Estland beobachten. Klassische Fundstellen bieten das Narwetal, der Glint bei Toila, Ontika, das Cañon und die Umgebung des Purtseflusses, Asserien, Kunda, die Umgegend von Reval und Baltischport. In zahlreichen Steinbrüchen südlich vom Glintrande findet man Kalke der oberen Asaphiden-Schichten (Echinosphaeritenkalk).

Von Aufschlüssen der Kuckersit-Stufe sind in erster Linie zu nennen die Schieferbrüche von Kuckers, Kochtel, Ivala, Sala, Wanamöis nahe Wesenberg und Ubja. Gute Aufschlüsse finden sich wenige km südlich von Reval in verlassenen Laufgräben des Schweinsberges (Sõjamägi). Die D_1 -Schichten sind gleichfalls hier zu finden. Sehr gut ist auch der Bruch von Allafer (Aluverve) nordöstlich der Stadt Wesenberg. Für die D_2 -Schichten sind z. Z. keine guten Aufschlüsse bekannt, genannt sei Wassalem, die Umgebung von Friedrichshof (Saue), Pääsküla u. a. Der beste Aufschluß der „E“-Kalke liegt bei Raggäfer (Rägavere), südlich der Stadt Wesenberg. Von den Lückholmer- (Saaremöisa-) Kalken sind die z. Z. besten Aufschlüsse auf der Insel Dago (Hiiumaa)

¹ Reed, nach Bekker aufgeführt.

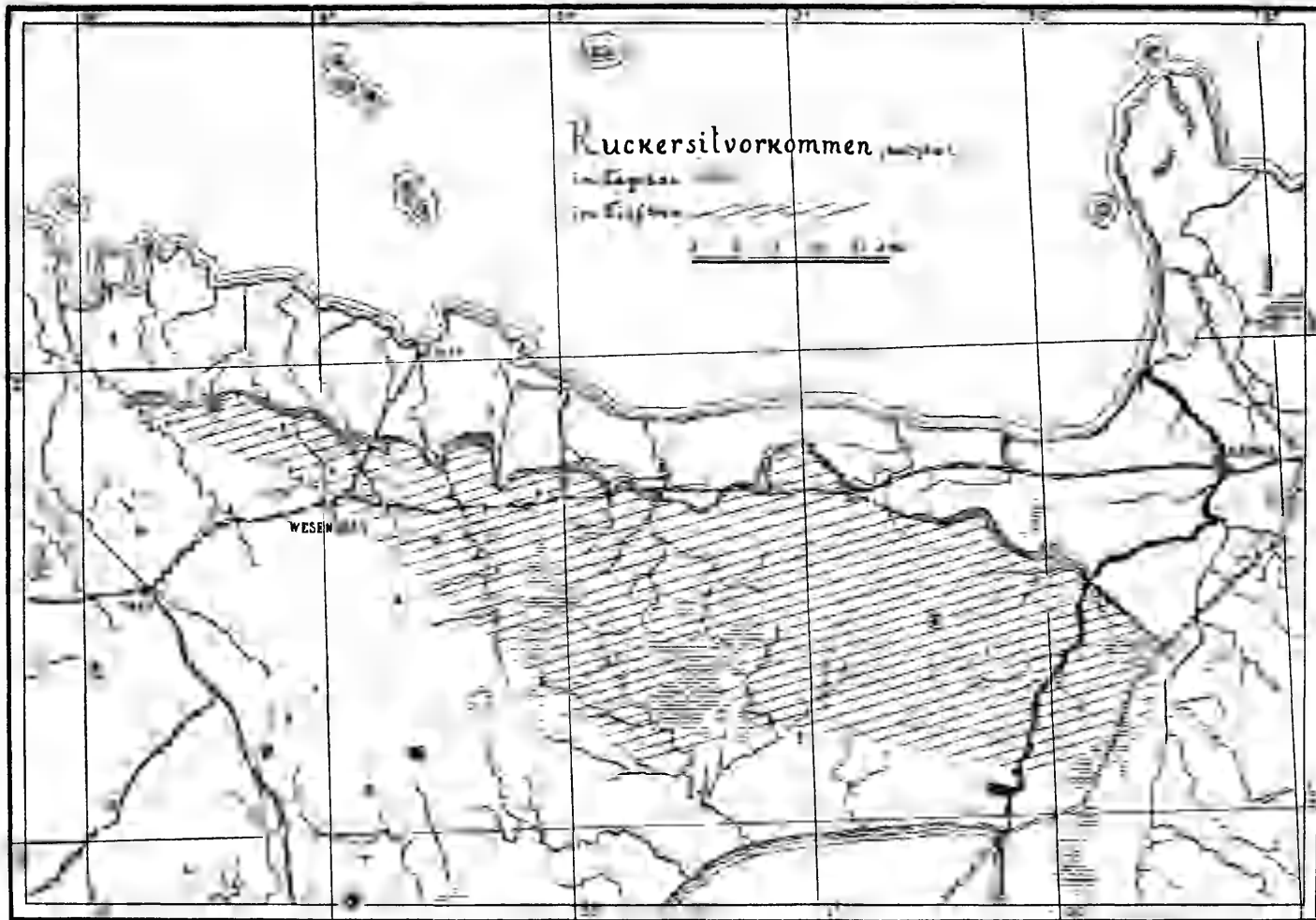
Kuckersilvorkommen

in Lagerstätten

im Giffen



WESEN



bei Paope, Kärda und Hiisaare. Für die F₂-Schichten ist in Borkholm (Porkuni) der beste Fundplatz. Das Untere-Gotlandium kennen wir in mehreren Aufschlüssen in Tamsal, Addafer (Adavere) und für das Ober-Gotlandium auf Ösel (Saaremaa).

Auf der vorstehenden Karte ist die Kuckersit-Stufe in ihrem gewerblichen Teil vollständig eingetragen, einschließlich ihrer Süd- und Nordgrenze. Wegen ihres südlichen Einfallens liegen die einzelnen Stufen und Schichten dachziegelartig übereinander, wie es auch auf der Abb. 1 zu erkennen ist. Auf der Karte kommen die Schichtköpfe in ostwestlicher Richtung streichenden Bändern zum Vorschein.

Wie aus der erdkundlichen Beschreibung hervorgeht, liegen die Estland aufbauenden Schichten außerordentlich einförmig. Abgesehen vom südlichen Einfallen sind die Schichten vollkommen ungestört geblieben. Nur oberflächlich treten kleinste Überschiebungen und Faltungen auf, welche während der Eiszeit durch die Bewegung des Inlandeises zustande kamen. Besonders schön lassen sich derartige Störungen im Kuckersitbruch der A/G „Küttejõud“ bei Irvala beobachten. Im Übrigen ist die Steindecke Estlands, mithin auch die Kuckersit-Stufe, dicht durchsetzt von Kluftspalten oder Diaklasen.

3. Aufriß und Aufbau der Kuckersit-Stufe.

Vordem die Kuckersit-Stufe eingehender betrachtet werden soll, ist festzustellen, was alles unter diese Stufe zu rechnen wäre. Wir wissen, daß die Sinkstoffe des Ordoviziums, bezw. ihre einzelnen Stufen in einem einheitlichen Meere entstanden sind und daß Unterbrechungen in der Reihenfolge nicht vorkommen, ausgenommen die unteren Teile der durch Asaphiden und Oboliden bewohnten Schichten. Wo Schichtenunterbrechungen fehlen, da fehlen in der Regel auch scharfe und deutlich erkennbare Stufengrenzen. Dieses trifft besonders für die untere und obere Grenze der Kuckersit-Stufe zu.

Für gewöhnlich reichen fürs Erkennen einer Stufengrenze Verschiedenheiten im Gestein aus, wobei das Auftreten neuer Vorweltreste oder der Unterschied im organischen Inhalt der älteren-liegenden gegenüber der jüngeren-hangenden Ablagerung maßgebend ist. Im vorliegenden Fall gilt als kennzeichnendes Merkmal das erste Auftreten von Kuckersit, was auch als palaeobotanisches Merkmal zu gelten hätte. Leider findet dieser Wechsel nicht immer gleichmäßig in gleichen Höhen statt. Liegt uns in einem Fall die tiefste kuckersitführende Schicht vor, braucht sie noch nicht die älteste, tiefste ihres Schichtenverbandes vorzustellen. Einen palaeontologischen Maßstab gibt das Auftreten des Trilobiten *Chasmops odini* Eichwald. Bedauerlicherweise sind aber die unteren, kuckersitführenden Schichten versteinungsarm und gerade der *Chasmops* ist oft schwer zu finden. Auch weitere, die Kuckersit-Schichten bezeichnende Tierreste stehen nicht immer zur Verfügung. Zu alledem schiebt auch der liegende Echinospaeritenkalk seine Vorweltreste in die kuckersitführenden Schichten hinauf, so daß stets mit einer Mischfauna gerechnet werden muß. Die Bezeichnung „Übergangszone“ trifft uneingeschränkt zu und brauchen wir uns nicht weiter um unterscheidende Merkmale zu bemühen. Wird demnach im Folgenden die Kuckersit-Stufe genannt,

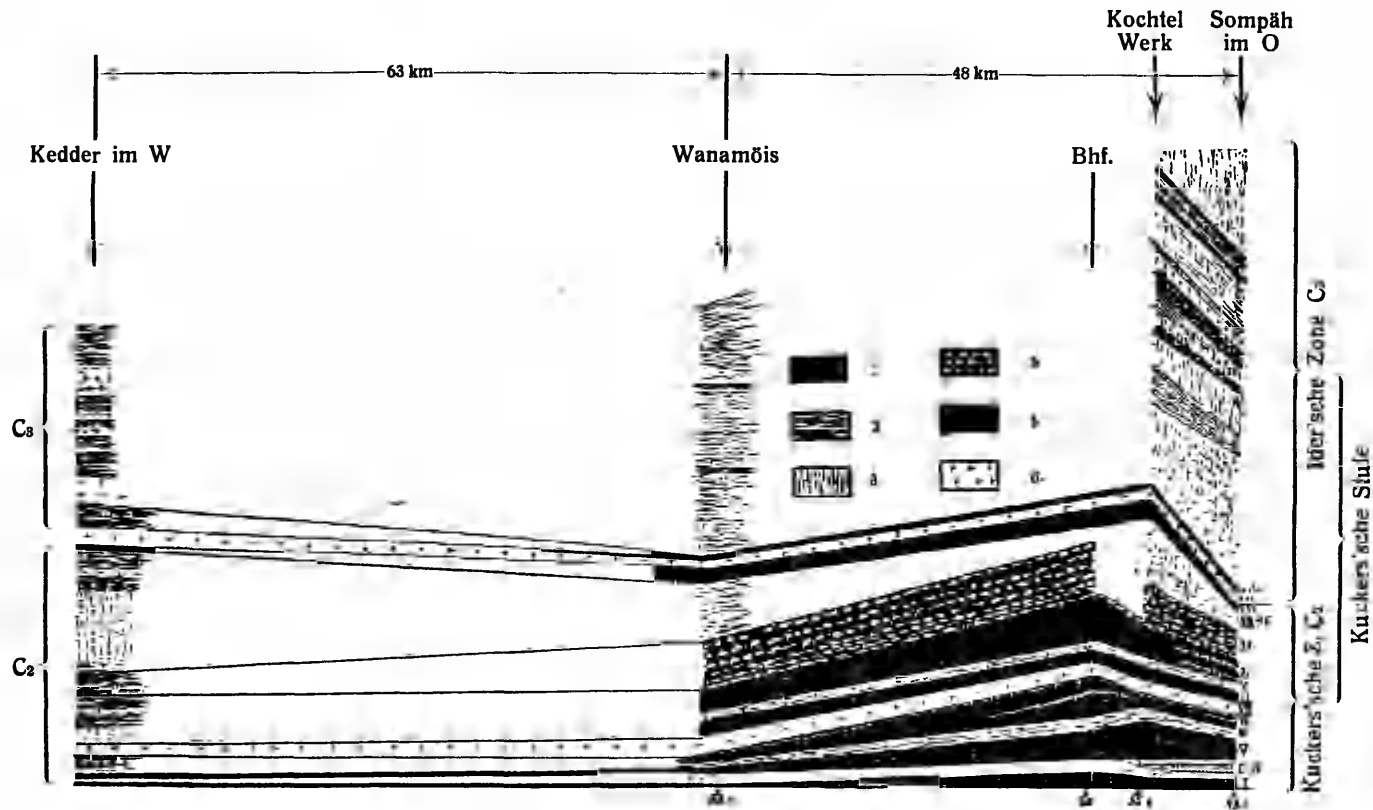


Abb. 3. Schnitt von Kedder nach Jewe. 1:133 im Senkrechten.

1. Kuckersit;
2. Bituminöser Kalk;
3. Schwach bituminöser Kalk;
4. Kuckersit mit bituminösem Kalk;
5. Kuckersit mit Wurmgingen (?);
6. Blauer oder bläulicher Kalk.

dann sind Schichten gemeint, die ohne allen Zweifel dieser Stufe zugehören. Nach dem Vorschlage von H. Bekker ist die tiefste Schicht der Schieferbrüche, Schicht A oder I, als Sohle der Stufe zu betrachten; doch scheint es, daß auch 1 m niedriger liegende Schichten zu C₂ gerechnet werden müßten und erst dann die Übergangsschichten beginnen¹.

Ganz ähnliche Verhältnisse treffen wir an der oberen Grenze der Kuckersit-Stufe an, nur ist die Reihenfolge der Erscheinungen umgekehrt. Stiegen wir vorhin von kuckersitarmen Schichten im Liegenden zu kuckersitreichen im Hangenden auf, verlassen wir an der oberen Grenze unten die kuckersitführenden um durch kuckersitarme zu den kuckersitfreien Schichten der D₁-Stufe vorzudringen. Auch hier kommen Übergangsschichten vor, die sich nicht mit Sicherheit der Kuckersit-Stufe zuzählen lassen. In den nachfolgenden Schritten betrachten wir, wie es H. Bekker tat, als Kuckersit-Stufe jene Kalksteine des *Chasmops*-Zeitraumes, die deutliche, sei es auch dünne, kuckersitreiche Schichten halten.

Mit dieser Begriffsbestimmung der Kuckersit-Stufe ist über den Umriß hinausgegangen, den ihr Fr. Schmidt zugewiesen hatte. Mit dem Ausdruck „Kuckers'scher Schicht“ bezeichnete der Akademiker nur die unteren Schichten unserer Stufe, während die oberen den Namen „Itfersche Schicht“ erhielten, wobei Schmidt unter „Schicht“ das verstand, was wir jetzt mit „Stufe“ bezeichnen². Die Meinung, daß die Itfersche Schicht nur an wenigen Orten anzutreffen sei, hat sich als irrig herausgestellt. Sie läßt sich überall erkennen, stets aber im engsten Zusammenhang mit der eigentlichen Kuckers'schen-Schicht. Lediglich aus Zweckmäßigkeitsgründen sind die beiden: „Schichten“ oder Zonen zu einer Stufe zu vereinigen und unter dem Namen Kuckersit-Stufe zusammenzufassen, wie es bereits in der Abb. 3 geschehen ist.

Mithilfe dieser Namengebung werden unausbleibliche Mißverständnisse aus dem Wege geräumt, nicht nur bezüglich der Itfer'schen Schicht und der „Kukruse stage“ im Sinne H. Bek-

¹ Sollten weitere Kuckersitflöze aufgedeckt werden, müßten diese nach dem Vorschlage von H. v. Winkler, Zeitschr. Petroleum, 22. Jahrg. 1926. S. 1342 mit griechischen Buchstaben bezeichnet werden.

² Um eindeutige Ausdrücke anzuwenden, werden in der Erdgeschichte die kleinsten Teile einer Ablagerung neuerdings als „Schichten“ aufgeführt. Eine „Zone“ besteht aus mehreren Schichten, eine „Stufe“ aus mehreren Zonen usf.

k e r s, sondern es entspricht auch unsere Iffer'sche-Schicht vollständig der Zone mit *Climacograptus kukersianus* Holm bei B e k k e r. Wir haben später noch Gelegenheit die Gliederung der Kuckersit-Stufe nach dem Alter zu behandeln. Vorerst sollen einzelne Bemerkungen über die horizontale Gliederung der Stufe Platz finden.

In wirtschaftlicher Hinsicht ist es beachtenswert, daß kuckersitreiche, abbauwürdige Schichten wesentlich auf das Gebiet zwischen Sembach und Narvefluß beschränkt bleiben, und daß besonders westlich vom Sem- oder Kunda-Fluß die Kuckersit-Stufe äußerst arm an Kuckersit ausfällt. Nicht gewerbliche Rücksichten allein fordern Hinweise auf das abbauwürdige Gebiet, mehr noch die erdkundlichen Betrachtungen im Kuckersitfelde außerhalb der Gewerbezone. Bevor wir diesen und ähnlichen Fragen näher treten, haben wir die Gesteine unserer Stufe kennen zu lernen.

In der Gesteinskunde oder Petrographie werden im Abschnitt über Sedimentpetrographie ganz allgemein Bodenbildungen ihrer Herkunft nach, in terrigene (auf dem Lande entstandene) und in ozeanogene oder thalassogene (vom Meere erzeugte) eingeteilt. Außerdem lassen sie sich in klastische oder Trümmergesteine, in mechanische, organogene, minerogene, chemische Absätze gliedern. Ein großer Teil der Schichtenbildner weist eine gemischte Zusammensetzung auf. Eine gemischte Zusammensetzung zeigen auch die Gesteine der Kuckersit-Stufe. Ausführlichere Angaben über die chemische Zusammensetzung finden sich im chemischen Teil dieses Buches.

Die wesentlichen Baustoffe der Kuckersit-Stufe sind Kalziumkarbonat, organische Stoffe, die wir Kuckersit im engeren Sinne nennen, und anorganische Bestandteile aus Quarz und Tonschlamm in annähernd gleichen Mengen. Außerdem kommt stets etwas Pyrit vor.

Ein großer Teil der an Kalk gebundenen Stoffe stammt aus den beigemengten Versteinerungen. In Taf. I gibt Abb. 2 den Dünnschliff eines Kalksteines aus Schicht VIII wieder. Wir sehen hier, wie reichlich kalkige Versteinerungen, als helle Flecke erkennbar, vorwalten. Die graue Grundmasse des Schliffes besteht z. T. aus Kalkspatkörnern, z. T. aus Ton und Quarz. Verstreut liegende schwarze Flecke sind organischen Ursprungs (Kuckersit).

Den Kalkspat der Fossilien bezeichnen wir als organogen und thalassogen, weil er aus Resten von Meeresbewohnern entstanden

ist, die nahe ihrer gegenwärtigen Einbettung gelebt haben. Die Herkunft des Kalkspates in der Grundmasse ist weniger klar. In jedem Fall ist der Kalk auf dem Lösungswege durch das Meerwasser hineingetragen worden, demnach gleichfalls „im Meere erzeugt“. Möglich, daß Mikroorganismen, Bakterien oder Kalkalgen dem lösenden Wasser Kalk entzogen, hernach fallen ließen, oder daß chemische und physikalische Einflüsse nebenbeiliefen und das Ausfallen begünstigten. Im letzteren Falle bleibt die Frage offen, ob organogene oder minerogene Grundursachen ausschlaggebender waren, doch hat die erste Annahme mehr für sich. Auch wenn sich der kohlen saure Kalk auf dem Lande befunden hätte, wäre er zum mindesten einmal vom Wasser gelöst und dann erst als thalassogener Körper verfrachtet worden. Ausgeschlossen scheint, daß der Kalk in seiner nunmehr vorliegenden Gestalt mit dem Sande gleichzeitig eingeschwemmt worden wäre, also klastisch und terrigen entstanden sei.

Die gewerblich nutzbaren Bestandteile des Kuckersits gehören unbestritten in die Gruppe der organogenen Stoffe.

L. Fokin erkannte als Erster die pflanzliche Natur des Kuckersits und gab auch den Beweis dafür. Weitere Beweise fügten M. D. Zalesky und H. Lindenbein hinzu. Der Name „Kuckersit“ ist am 17. Nov. 1916 von den Geologen Pogrebow und Krutikow auf einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg vorgeschlagen worden. Seither hat sich die Bezeichnung eingebürgert.

Betrachten wir die Verteilung und Ausbildung des Kuckersits im Gesteine selbst!

Aus der Tafel I, insbesondere der Taf. II und III ergibt sich, daß die organische Masse nicht gleichmäßig im Stein verteilt ist, sondern zahlreiche kleine Bröckchen bildet, die von der Grundmasse umhüllt werden. Das Beobachten der Klümpchen im vergrößerten Bilde, die Behandlung der Bröckchen mit Aufhellungsmitteln führten Zalesky zum Schluß, daß es sich um auffallend gut, ja geradezu wundervoll erhaltene Cyanalgen handelt. Wegen ihrer Ähnlichkeit mit einer jetzt lebenden Art *Gloeocapsa*, erhielten sie den Namen *Gloeocapsamorpha prisca* Zalesky.

Den Aufbau der Alge zeigt Taf. III; die nähere Beschreibung findet sich in den Originalarbeiten von Zalesky und Lindenbein.

Vor noch wenigen Jahren wurde bezweifelt, daß der Kuckersit pflanzlichen Ursprungs ist. Die Form des Auftretens und die Algen-gestalt sei zufällig entstanden und mit geeigneten Mitteln nach-zuahmen.

Wenngleich die im Mikroskop beobachtete Algennatur frag-lich scheinen möchte, so läßt sich die Feststellung keineswegs um-gehen, daß der Kuckersit im Meere der älteren Chasmopszeit ent-standen ist, obwohl er aus der Ferne eingeschwemmt sein konnte. Ausgeschlossen bleibt, daß die organischen Anteile in das Gestein eingedrungen wären und dieses durchtränkt hätten.

Vor allem anderen ist die Kuckersitmasse keine Flüssigkeit, sondern ein fester Körper. Auf welche Weise sollte sich ein an-stehendes, festes Gestein mit festen Stoffen mischen?

Handelte es sich um eine Durchdringung, dann müßte die in Fluß gekommene Masse gleichmäßiger vorgedrungen sein, nicht aber im Gestein zu Haufen geballt beisammenliegen. Bekker hebt hervor, daß ein Durchtränken nur weniger Schichten uner-klärt bleibt, solange sich das Liegende und Hangende so gut wie kuckersitfrei erweisen. Auch physikalisch ist das Durchtränken unmöglich. Um eine Raumauffüllung in einer Erdschicht zu erzwin-gen, müßte ihr Gebirgsdruck überwunden werden oder müßten vorgefundene Ablagerungen unwahrscheinlich porig-locker ausge-fallen sein. Offen bleibt die einzige Möglichkeit: daß der Kuckersit im Chasmopsmeer gezeugt, zu Boden gegangen und auf seinem Ursprungsort festgehalten worden ist. Somit gelangen wir über die Herkunft des Kuckersits zu demselben Ergebnis wie über den kohlen-sauren Kalk: organogen und thalassogen. Von diesem Gesichtspunkt betrachtet sind beide Stoffe gleichartig, doch unter-schieden nach Nutzungswerten: mit wärmespendenden Anteilen und ohne wärmespendenden Anteilen.

Organogene Substanzen werden in der Wissenschaft Biolithe, Lebenssteine, genannt. Die Lebenssteine gliedern sich wiederum in: brennbare Kaustobiolithe und nicht brennbare Akaustobiolithe. Im angezogenen Beispiel sind beide Arten vertreten, beide im Meere ausgebildet.

Der vom Muttergestein befreite Kuckersit ist ein gelbes Pul-ver, das an der Luft dunkel wird. Es oxydiert sich durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft. Im Fels schützt ihn die Bergfeuchte vor der weiteren Sauerstoffaufnahme. Nichtsdestoweniger muß der Kuckersit während des Niederfallens im Meere einem Oxyda-

tionsvorgänge unterworfen gewesen sein. Wie ließe sich anders sein auffallender Sauerstoffreichtum deuten?

Im offenen Wasser ist Sauerstoff im gelösten Zustande stets vorhanden. Beim Zerfall organischer Stoffe in Teilstücke werden diese vom Sauerstoff angegriffen, wobei Faulschlamm entsteht, wenn wenig Sauerstoff zur Verfügung steht. Bis zu einem gewissen Grade hat dieser Vorgang auch am Boden des Kuckersitmeeres stattgefunden. Der freie Kuckersit verschiedener Schichten, oder aus einer Schicht aber verschiedenen Stellen entnommen, weist in allen Stücken annähernd gleichviel Sauerstoff auf. Offenbar kam die Zersetzung zum Stillstande bevor der Sauerstoffvorrat restlos verbraucht wurde. Diese Annahme wird durch die Beobachtung erhärtet, daß im Kuckersit vorwiegend seßhafte Tiere gelebt haben, die ohne Sauerstoff nicht gedeihen konnten. Verhältnismäßig selten zeigt sich Schwefeleisen; sein Entstehen ist vom Faulschlamm abhängig. Abgesehen vom Pyrit ist ein Teil des Schwefels organisch gebunden.

Im großen Ganzen hat der Kuckersitstoff als widerstandsfähig gegen Zersetzung und Verwitterung zu gelten, selbst wenn wir annehmen, daß neue Sinkstoffe schon vorhandene Niederschläge vor weiterer Zersetzung schützen. Dadurch erhalten wir keine schlechte Stütze für die Annahme Zalesky's, daß es sich um wohlerhaltene Algen handelt. Blieb auch die Form äußerlich erhalten, braucht die Zusammensetzung nicht der ursprünglichen gleich geblieben zu sein. Im Laufe von Jahrtausenden konnte sich der Algenkörper in einfachere und beständigere umsetzen, ohne am Verhältnis der Einzelbestandteile zu rütteln.

Zalesky bezeichnet den Kuckersit als marinen Sapropelithen, als Faulschlammgestein oder Mineral. In der Regel entstehen Sapropelbiolithe nur in Abwesenheit des Sauerstoffes, d. h. in undurchlüfteten Tiefen. Wir gehen kaum fehl mit der Ansicht, daß es nicht sehr sauerstoffarme Tiefen waren und der Sauerstoff nur bis zu einem gewissen Grade verbraucht wurde. Allein deswegen, weil der Kuckersit nicht der vollen Oxydation anheim gefallen ist, entspricht er einer echten Sapropelbildung. Demnach kommt ein Sonderfall zustande: **1**, ist der Kuckersit ein in Gegenwart von Sauerstoff entstandener Sapropelith, und **2**, ist er der einzige marine Sapropelith vom altpalaeozoischen Alter. Zu Erörterungen über die Herkunft und Umwelt der vermuteten Kuckersitalge kehren wir später noch zurück.

Die terrigenen, mineralischen Bestandteile der Kuckersit-Stufe bestehen aus sehr feinem Quarzsand und aus Ton. Beide stellen sich in schwankenden Mengen ein, doch bleibt die Gesamtmenge fast gleich. Beide Stoffe machen nur einen Bruchteil der Sinkstoffe aus, sind aber da. Aus ihrer geringen Menge und ihrem kleinen Korn folgt, daß ihr Ursprungsort vom Kuckersitgebiet weit ablag. Lange Wege gehören dazu, um Sand neben Ton in so feiner Form zu verfrachten. Ins Chasmopsmeer mündende Flüsse vermittelten das Einschlämmen der Fremdkörper.

Kohlensaurer Kalk, Kuckersit, anorganische Fremdkörper sind die Bausteine der Kuckersit-Stufe. Doch mengen sich die Anteile nicht wahllos im beliebigen Verhältnis. Zwei Ausbildungsarten walten vor: Kuckersitschiefer und Kalkstein. In beiden unterliegt die Zusammensetzung Schwankungen. Übergänge sind seltene Ausnahmen. Im Abschnitt über die chemische Zusammensetzung finden sich nähere Angaben; hier sollen nur allgemeine Begriffsbestimmungen gelten.

Der Kuckersitschiefer besteht vorwiegend aus Kuckersit (35%—51%), im Abstände folgt kohlensaurer Kalk (etwa 35%), den Rest bilden die terrigenen Stoffe mit etwa 15%. Das Maß der nichtbrennbaren Stoffe entspricht einem Kalkmergel. Dadurch haben wir einen Mergel-Sapropelithen vor uns. Die Bezeichnung Tonschiefer deckt sich nicht mit dem Inhalt, weil der Ton untergeordnet vorkommt. Kuckersitmergel, Kuckersitschiefer, Kuckersitmergelschiefer bringen am ehesten seine petrographische Natur zum Ausdruck und unterstreichen aufs beste die Eigenart des Gesteins. Die schieferige Beschaffenheit hängt mit der Schichtung zusammen. Am frischen Gestein fallen Schichtungen nicht auf, doch verwittert der Kuckersitschiefer stets zu dünnen Blättern. Oft gehörte Bezeichnungen sind Brandschiefer, bzw. Brennschiefer¹, welche die kaustobiolithischen Eigenschaften hervorheben und: Ölschiefer, als Rohstoff des Ölgewerbes. Der Ausdruck „bituminöser Schiefer“ hat keine Berechtigung, weil im Rohstein kein fertig gebildetes Bitumen² vorliegt.

¹ Sprachlich ist der Ausdruck „Brennschiefer“ vorzuziehen, weil er die Möglichkeit zum Brennen offen läßt und nicht mit der vollendeten Tatsache, wie die Bezeichnung Brandschiefer, rechnet.

² Bitume (Bitumen) umfaßt eine Gruppe von festen oder halbfüssigen Kohlenwasserstoffen von ausgesprochener Geschmeidigkeit und Zähigkeit, mit geringem Gehalt an flüssigen Bestandteilen, völlig löslich in Schwefelkohlen-

Der Kuckersitschiefer ist von gelblich-brauner, brauner und rötlicher Färbung, von undeutlich muscheligen Bruch, von geringer Härte und geringem spezifischem Gewicht. Lufttrockene Stücke fassen leicht Feuer. Beim Verbrennen entsteht ein ihn auszeichnender Geruch neben viel Ruß und Rauch.

Die Kalksteine der Kuckersitstufe bestehen zu 70%—85% aus kohlen-saurem Kalk, etwa 8%—10% terrigenen Stoffen und bis 8%, meist weniger, aus Kuckersit. Kalksteine mit höherem Gehalt an Sand und Ton stellen sich selten ein und dann in nur dünnen Lagen. Aus diesem Grunde müssen die Kalke der Kuckersit-Stufe für echte Kalksteine erklärt werden; hinzu kommt, daß sie ziemlich fest sind.

Daneben treten auch mergelige Kalke, besonders in höheren Lagen auf. In Berücksichtigung ihres Gehaltes an organischen Beimengungen könnten die reichereren, als mit organischen Stoffen beladene Kalksteine, oder, in Rücksicht auf ihren Kuckersitgehalt, als Kuckersitkalksteine bezeichnet werden. Der Kuckersit hat hier dieselbe Faulschlamm-Natur wie im Kuckersitschiefer; derartige Kalksteine lassen sich als Kalksapropelithe auffassen. Sie sind auf die untere Zone der Stufe beschränkt. Bemerkenswert ist, daß der Kuckersit im Kalkgestein von gleicher Beschaffenheit ist, wie im Kuckersitschiefer.

Die Kalksteine, Kuckersitkalksteine und Kuckersitschiefer bilden Wechsellagerungen, wobei die Kuckersitschieferbänke vorwiegend an den unteren Teil der Stufe gebunden sind. Die Kuckersitbänke und Kalksteine grenzen ziemlich scharf gegen einander. Übergangsbildungen fehlen. Äußersten Falls sind angrenzende Kalkschichten um ein Weniges weicher und reicher an Kuckersit. Die Kalkbänke zeigen zumeist auf den Außenseiten eine unebene Oberfläche, ohne kenntliche Auswaschungen. In schönstem Erhaltungs-zustande liegen die Versteinerungen oben auf. Offensichtlich handelt es sich um eine ursprüngliche Sedimentationserscheinung, wie die noch zu besprechende Knollenbildung. Die Unebenheiten dürften z. T. durch Auflösen von Kalksubstanz entstanden sein. Im Einklange dazu steht, daß die Oberseite der Kalkbank besonders rau vorliegt, während

stoff. Bitumen kommt rein oder gemischt in der Natur vor, oder es wird aus gewissen Mineralölen (mit Ausschluß der Teere) gewonnen; wörtlich, nach der französischen Begriffsbestimmung vom J. 1922, oder früher, aus: H. Mallison, Teer, Pech, Bitumen und Asphalt, 1926. S. 7.

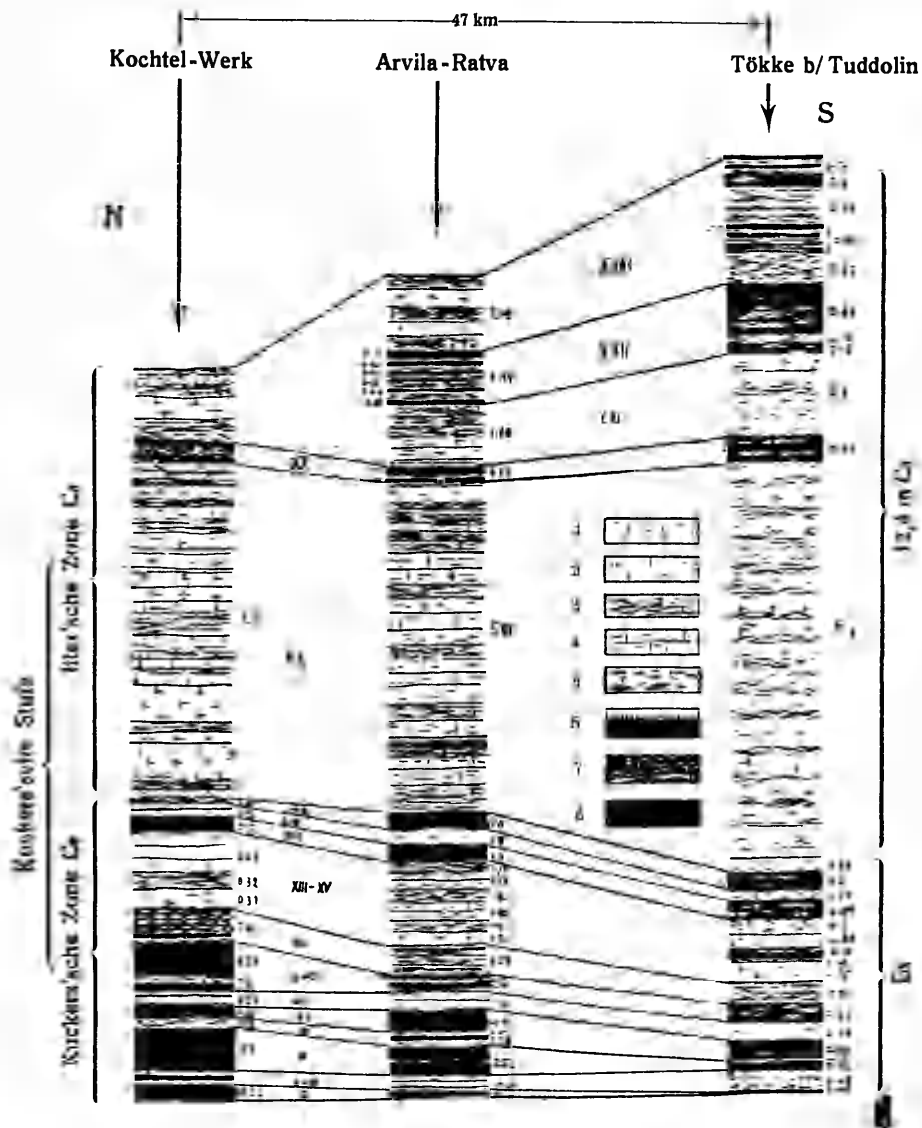


Abb. 4. Schnitt vom Kochtel-Werk bis Tökke b/ Tuddolin.
1 : 133 im Senkrechten.

1. Mergel; 2. Blauer oder bläulicher Kalk; 3. Bituminöser Kalk;
4. Wenig bitumenhaltender Kalk; 5. Kalk mit Kuckersiteinlagen;
6. Kuckersit mit Wurm Spuren (?); 7. Kuckersit mit Kalkeinlagen;
8. Kuckersit.

sie gleichzeitig der unteren Seite dem in kalkarmen Wasser gebildeten Kuckersitschiefer zugewandt ist. Zwischen Kalkstein und Kuckersitbank fehlen Mischlinge, immerhin gibt es Übergänge in bestimmter Ausbildungsform. In mehreren Kuckersitbänken stellen sich unregelmäßig geformte, etwas abgeflachte Kalksteinknollen ein. Diese sind im Schnittbild perlschnurartig nach Schichtfugen verteilt angeordnet und kommen häufig vor. Derartige Knollenbildungen reichern sich in der Schicht F an. Der erste Blick läßt an Konglomeratbildungen denken. Aus dem Meere auftauchende Kalkbrocken wären vom lösenden Wasser angenagt worden? Die Brocken hätten durch fließendes Wasser zugebracht sein können, um in dem in Bildung begriffenen Faulschlamm ihr Bett zu finden! Nun zeigt sich aber, daß die Kalkknollen dieselben Versteinerungen aufweisen, wie die Umgebung, und daß Kalkknollen und Schiefer gemeinsame Schichtflächen besitzen. Die unterschiedslose Fossilienansammlung ist an den Berührungsflächen unverkennbar. Hinzu kommt, daß in keiner der zahlreichen Kuckersit-Schichten die bloße Andeutung einer Auswaschung zu finden ist. Aus Allem folgt, daß die Kalkknollen mit ihrer Umgebung gleichzeitig entstanden sein müssen. Die Knollen stellen keine Konglomerate vor, sondern sind eigenartige Auswirkungen der Sedimentation. Öfters fallen miteinander verwachsene Gebilde im Knollenhorizont auf, bisweilen vertreten durch größere Kalkschmitzen und Platten.

Wir haben uns die unebene Unterseite und die gleichgestaltete Deckfläche der Kuckersitbank aneinander so genähert vorzustellen, daß kein Raum unausgenutzt bleibt und Vertiefungen beider Flächen ineinander greifen. Dadurch verschmelzen alle Hervorragungen zu einer Einheit. **In jeder Kalkknollenschicht stecken somit Keime einer Kalkbank, die ihre volle Entwicklung nicht erreichten.**

Kalkknollenbildungen sind der Kuckersit-Stufe nicht allein zueigen. Sie sind zu allen Zeiten der Erdgeschichte nachweislich, bauen sich aber schwerlich nach einem Muster auf.

Bei dieser Gelegenheit erhebt sich die Frage: welche Kräfte auf den Wechsel, das Entstehen bald von Schiefen, bald von Kalksteinen hindrängten. Wenn das Entstehen der Kuckersit-Stufe betrachtet wird, soll auch auf richtunggebende Kräfte eingegangen werden.

Nachdem die Kuckersit-Stufe und die Zugehörigkeit der Gesteine zu einander behandelt ist, ist es Zeit auf die Schnitte und die

Ausbreitung der Schichten selbst einzugehen. Eingehend hat H. B e k k e r das Profil der Kuckersit-Stufe erforscht, gedeutet und gegliedert. Außer den staatlichen Brüchen standen B e k k e r Tiefbohrungen aus einem weiteren Umkreise zur Verfügung.

Ein Blick auf die Abb. 3 lehrt, daß die Kuckersitschieferbänke sich nicht im ganzen Lande gleichartig ausbilden. Ihre größte Mächtigkeit erreichen sie östlich von Wanamöis, also östlich vom Meridiane $26^{\circ}27'$, während westlich davon die Schieferbänke mehr keinen 'wirtschaftlichen Wert besitzen. Das östliche Gebiet weist sich ohne weiteres als das gewerbliche Gebiet aus, das westliche als kalksteinig ausgebildet. Aus verständlichen Gründen ist die kuckersitreiche, gewerbliche Hälfte am besten durchforscht.

Eine genaue Abgrenzung der gewerblichen Zone läßt sich nicht angeben. Nur das Eine ist sicher, daß die kuckersitreichen Schichten eine allseitig von kuckersitarmen Kalken umgebene Insel vorstellen. Auch in südlicher Richtung nimmt die Mächtigkeit der Kuckersitbänke ab!

Das gewerbliche Gebiet ist hauptsächlich auf Ost-Estland beschränkt, obwohl es eine Fortsetzung jenseits des Narwefflusses findet. Die abbauwürdigen Schichten dieser Fazies gehören der unteren C_2 -Zone der Stufe an. Aus Abb. 4 sehen wir aber, daß im Süden, im oberen Teil der C_3 -Zone ein zweites, nicht unwichtiges Schieferpaket angeschnitten wird, welches das Vorhandensein eines zweiten reicheren Kuckersitfeldes andeutet und gleichsam den Ersatz der inzwischen abgemagerten C_2 -Zone vorstellt.

Einzelschichten oder Flöze der Kuckersit-Stufe werden mit Buchstaben, auch mit römischen Ziffern bezeichnet. Die Benennung nach Buchstaben wird nur auf Kuckersitschichten der Bergwerke angewandt. Ursprünglich in umgekehrter Reihenfolge, A oben F unten, von A. S c h a m a r i n 1870 vorgeschlagen, hat sich die neue, vom Leiter der Staatsunternehmen K. L u t s eingeführte Bezeichnungsweise: H oben A unten durchgesetzt. Wird heutzutage von den Eigenheiten eines Flözes im Großbetriebe gesprochen, so erfolgt die Verständigung welches Flöz gemeint ist, auf Grund der Buchstabenbezeichnung. Etwa gleichzeitig führte der Ing. K i r s c h b a u m römische Ziffern ein, wobei jede, zwischen zwei Schieferflözen liegende Kalkbank ihre Ordnungsnummer erhielt.

Aus dem Nebeneinanderstellen beider Bezeichnungen ergibt sich die Zugehörigkeit.

	Nach Luts:	Nach Kirschbaum:
Kuckersit mit Kalkknollen	F	XII
Kuckersit	E	XI
Kuckersitkalkstein	—	X
Kuckersit , aschenreich	D	IX
Kalkstein, kuckersitfrei, Doppelkalk	—	VIII
Kuckersit	C	VII
Kuckersitkalkstein	—	VI
Kuckersit , bryozoenreich ¹	B	V
Kuckersitkalk	A {	IV
Kuckersit , tonreich ²		III
Kuckersitkalk		II
Kuckersit	}	I

Aus dem Vergleich wird ersichtlich, daß die Schichten von I bis X eine Wechsellagerung bilden, in der paarige Ziffern Kalkschichten, unpaarige Kuckersitschiefer bezeichnen.

Auffallend sind die Schichten V—XII, die aus drei schwachen Kalkbänken und fünf Kuckersitflözen bestehen (s. d. Abb. 3 u. 4). Diese Schichten sind besonders versteinerungsreich. Doch wollen wir einzelne Schichten der Reihe nach betrachten. Die Kuckersitbank A, bzw. I enthält viel Bryozoen. Es folgen die Schichten II, III und IV in unerheblicher Mächtigkeit. Das starkbankige Kuckersitflöz V, bzw. B ist wiederum bryozoenreich. Die Kuckersitkalksteine VI und VIII sind einander ähnlich und enthalten reichlich Versteinerungen, darunter Graptolithen.

Besonders stark hebt sich die Kalkbank VIII unter den anderen heraus. An sich fast kuckersitfrei, dabei hart, von sehr beständiger Mächtigkeit, stets in zwei gleichstarke Bänke zerfallend, ist dieser Doppelkalk ein wichtiges, leitendes Erkennungsmerkmal der kuckersschen Zone, sowohl im Aufschluß wie im Bohrkern. Nach dem Doppelkalk findet man sich in jedem neuen Anschnitt am ehesten zurecht. Zu Bauzwecken verwandt, geht er selten auf die Halde. Ähnlich beständig aber weniger auffallend sind die Kalkbänke VI und X. Die Kuckersitschicht C bzw. VII im Liegenden des Doppelkalkes führt im Verein mit diesem zahlreiche Wurmgänge, die in die Sohlfläche des Doppelkalkes hineinragen. Die

¹ Nach M. Baron Engelhardt: pyritisch.

² Nach M. Baron Engelhardt: tonig.

Kuckersitschicht D, bzw. IX ist oft reich an Versteinerungen und geht häufig zu Verlust. Bemerkenswert sind die Kuckersitschicht E, bzw. XI und die Knollenschicht F, bzw. XII, welche ebenfalls nicht wenig Versteinerungen führen. Mit der Schicht XVII beginnt die Itfer'sche Zone und damit eine Reihe von Kalksteinen, mergeligen Kalken mit mehr oder weniger Kuckersit und dünnen Kuckersitmergel-Einlagen.

Alle die Schichten sind im abbauwürdigen Gebiet gut zu erkennen. Wo aber die Kuckersitbänke abmagern oder gar verschwinden, ist das Wiedererkennen erschwert, erst recht, weil auch der Doppelkalk außerhalb dieses Gebietes nicht mit Sicherheit unterschieden werden kann.

Die Kuckersitflöze, welche bei Kochtel eine Mächtigkeit bis zu 4 m erreichen, sind bei Wanamöis, 50 km westlicher, höchstens 2 m stark und noch 60 km westlicher bei Kedder 0,2 m mächtig, demnach keineswegs mehr gewerblich lohnend. Auch die abbauwürdigen Schichten im reichsten Bezirk und ein und demselben Bruch schwanken in ihrer Mächtigkeit zwischen 2,3 m und 3,8 m. Unter den Einzelschichten zeigen die Knollenschicht F, bzw. XII mit 0,4 m bis 1,3 m und die Schicht E, bzw. XI mit 0,3 m bis 0,7 m die größten Abweichungen. Gerade diese Flöze bedingen die Schwankungen des ganzen Packets, während sich die übrigen um höchstens 10 cm ändern. Ist die volle Kuckersit-Stufe $C_2 + C_3$ im westlichen Gebiet 8—10 m mächtig, wächst von Wanamöis an nach Osten zu die gesamte Stufe bis auf 12,5 m. Unabhängig vom Verflachen und Ausfallen von Flözen im Süden, sehen wir in den Bohrungen (Abb. 4) die ganze Stufe in südlicher Richtung zunehmen und nördlich vom Peipus 16,8 m erreichen, also doppelt so stark werden wie in Kedder.

Für die Bohrkerne Arvila-Ratva und Tökke scheint auch folgende Deutung zulässig: Alle Schichten bis XX hinauf (s. d. Abb.4) entsprechen vollkommen der Itfer'schen Zone, wie dieses im Gebiete der staatlichen Schieferbrüche feststeht. Wir bemerken vorhin, daß zwischen der Itfer'schen Zone und der Jewe'schen Stufe D_1 kuckersitführende Kalke und Mergel lagen, die bisher zur Jewe'schen Stufe gerechnet wurden. Demnach könnten die Schichten XXI—XXIII von Arvila-Ratva und Tökke Übergangsschichten angehören, nicht aber eine besondere Entwicklung der oberen Itfer'schen Stufe für sich beanspruchen. Vorläufig darf bis zur endgültigen Klärung die ältere Auffassung nicht umentschieden werden.

Bevor wir zur Feingliederung der Kuckersit-Stufe übergehen, verdient das Vorkommen der westlichen Kalkfazies Erwähnung.

Die westlichste Fundstelle des anstehenden Kuckersits ist die Insel Odensholm. Die Schichten sind hier versteinungsarm und sehr arm an Kuckersit. Dasselbe gilt für die Rogö-Inseln. Auf der Halbinsel Baltischport sind vereinzelt Brüche mit Kuckersitschiefermergel bekannt, die Lagen von wenigen cm Kuckersit enthalten. Weiter nach Osten finden sich bei Humala und Peetri gute Aufschlüsse. Versteinungsreich sind hier die unteren Schichten der Itfer-Zone. Sie zeichnet sich durch Einlagen von 10 cm Kuckersit aus. Der Kalkstein ist hier knollig. Weiterhin findet sich ein vorbildlicher Anschnitt der Kuckersit-Stufe wenige km südlich von Reval am südlichen Leuchtturm. Hier kann die Stufenreihe vom Echinospäeritenkalk bis zur D-Stufe lückenlos verfolgt werden. An dieser Stelle ist die Itfer'sche Zone mit Schichten von 0,05 bis 0,1 m Kuckersit durchwachsen. Auch in die eigentliche Kuckersit-Zone sind dünne Kuckersitschieferlagen eingeschaltet. Noch weiter nach Osten fehlen Aufschlüsse so gut wie ganz; der Kalk findet kaum Verwendung und wird zu selten gebrochen.

Eingehend beschäftigt hat sich H. Bekker mit der Gliederung der Kuckersit-Stufe¹. Er unterscheidet vier Zonen, von denen die drei unteren unsere Kuckersit-Zone C₂ vollständig ausfüllen. Die Schichten I—VII bilden die unterste „Bryozoenzone“. Die 0,23 m dicke Schicht VIII des Doppelkalkes, estnisch: kahekordne paas, auch Baukalk genannt, wird von ihm als besondere Zone mit dem Leitfossil *Coelosphaeridium kohtlense* Bekker hingestellt. Alle übrigen Schichten von IX bis XVI erhielten den Namen „Brachiopodenzone“ zugewiesen. Leider nennt er keine bestimmten Leitfossilien, und ist es bis jetzt nicht gelungen solche ausfindig zu machen. Dieser, auf die staatlichen Gruben in Kochtel zugeschnittenen Gliederung fehlt die allgemeine Anwendbarkeit. Es kommen Örtlichkeiten vor, in denen die Bryozoenzone brachiopodenreich ausfällt und umgekehrt. Richtiger wäre es, die drei Zonen als begrenzte Unterabteilungen der kuckersschen C₂-Zone hinzustellen. Die Unterabteilungen bleiben solange unterscheidbar, wie sich der Doppelkalk heraushebt. Solange die Ordnungsnummern und die

¹ Mõned uued andmed kukruse lademe stratigraafiaist ja faunast. Stratigraphical and paleontological supplements on the Kukruse stage of the Ordovician Rocks of Estonia. Publications of the Geological Institution № 1 Dorpat 1924, 20 S. m. 2 Taf., 1 Karte, 6 Zeichnungen.

Reihenfolge der Einzelschichten des Profiles in Kochtel wiederzuerkennen sind, ist die Einteilung hinzunehmen, demnach nur im Bereiche zwischen Wanamöis und Narwefluß brauchbar.

Die vierte, oberste, von H. Bekker als *Climacograptus-Mesograptus*-Zone zusammengefaßte Zone entspricht unserer Itferschen Zone (C₃). Die Graptolithen sind durch eine einzige Art vertreten. Sie kommt überall in der ganzen Stufe vor. Der Hauptsitz des Graptolithen ist die Schicht X, weniger die Schichten IX, bezw. D, VIII und VI. Überflüssigerweise wurde von H. Bekker die Kuckersit-Stufe C₂ — C₃ in die untere produktive C_{2a}-Schicht und die obere unproduktive C_{2b} unterteilt und die Grenze auf die Fuge zwischen XIII und XIV verlegt. Da sich diese Grenze nicht mit den Grenzen der Bekker'schen „Zonen“ deckt, entbehren die Sieben Siegel C_{2a} und C_{2b} neben C₂ und C₃ der Berechtigung. Somit muß die Gliederung mit den alten, von den Ortsnamen **Itfer** und **Kuckers** hergeleiteten Bezeichnungen bestehen bleiben.

Erinnert sei, daß die Grenzen beider Zonen unscharf verlaufen, was nach dem (a. S. 12—14) Vorgebrachten nicht anders sein kann. Die Trennungslinie fällt ungefähr in die Mitte der Übergangsschichten. Von einander scheiden sich die Zonen einmal dadurch, daß die C₂-Zone artenreicher vorliegt; zum zweiten, daß die gemeinsamen Formen nach Art und Zahl verschieden verteilt sind, und drittens, daß jede der Zonen eigenartige, allein in ihr vorkommende Leitfossilien führt. Bezeichnend für die C₂-Zone, bezw. „**Kuckers'sche Schicht**“, sind:

Asaphus nieszkowskii Fr. Schmidt
Asaphus fennicus Wiman
Asaphus robergii Wiman
Chasmops odini Eichwald
Basilicus kukersianus Fr. Schmidt u. a. Trilobiten
Cystoblastus kokeni Jaekel

eine Reihe von Bryozoen und Ostrakoden, Brachiopoden, Gastro-poden, kurz nicht einzelne Arten, sondern eine leitende Fauna.

In der **Itfer'schen Zone** sind ausschlaggebend:

Chasmops wrangeli Schmidt
Sphaerocoryphe hübnerei Schmidt
Lichas triconicus Dames
Asaphus itferensis Schmidt u. a.

Nähere Hinweise auf die Faunen finden sich im nachfolgenden Abschnitt.

Welche . auswärtigen ordovizischen Ablagerungen den C_2 — C_3 -Schichten Estlands gleichzustellen sind, wird durch die Chasmopsfauna entschieden. Im Umkreis des Baltikums sind es die unteren Ablagerungen der Chasmopskalke auf Öland, den Ålandinseln usw. Nahe steht das englische Llandeilo. Von den Graptolithenzonen fügt sich am besten die Zone mit *Nemagraptus gracilis* hinein.

4. Fauna und Flora der Kuckersit-Stufe.

Die Forschungsgeschichte der Kuckersit-Stufe deckt sich mit der Geschichte der Erforschung ihres palaeontologischen Inhaltes. Friedrich Schmidt erforschte und bestimmte die Trilobiten, J. H. Bonnema die Ostrakoden, Ray S. Babler, nach ihm H. Bekker die Bryozoen. A. Öpik unterwarf die Trilobiten einer ergänzenden Nachprüfung. Noch sind erhebliche Lücken aufzufüllen. So läßt eine ausführliche Darstellung der Brachiopoden auf sich warten. Mit am besten beschrieben sind die Versteinerungen der unteren C₂-Zone, während das Erforschen der C₃-Schichten wenig vorgeschritten ist. Die Artenzahl dürfte erheblich reicher ausfallen, als es die bisherigen Faunenlisten zu erkennen geben.

Vorläufig sind aus der Kuckersit-Stufe etwa 250 Arten, ausnahmslos Tiere mit harten Körperteilen, bekannt geworden. Weichtiere konnten sich nicht erhalten. Schon aus diesem Umstande folgt, daß die Tierwelt reicher sein mußte, als es die zur Stunde bekannten Arten anzunehmen gestatten. Wären die Vorweltreste besser durchgearbeitet, kämen nicht ständig neue Funde hinzu.

Folgende Tierstämme sind gut vertreten: Schwämme, Krinoiden und Zystideen, Bryozoen, Brachiopoden, Würmer, Zweischaler, Schnecken, Cephalopoden, Pteropoden, Trilobiten, Ostrakoden und Rankenfüßler, Graptolithen, zusammen in mehr als 100 Gattungen. Ohne Ausnahme handelt es sich um Meeresbewohner. Das gleiche Bild bieten zugehörige Ablagerungen in Skandinavien, England, sogar in Amerika. Nach Größe, Gestalt und Schalendicke verglichen, stehen die estländischen Arten den auswärtigen derselben Zeitspanne keineswegs nach. In vielen Stücken überragen unsere Vertreter die fremden um ein Bedeutendes. Dieser Tatbestand spricht neben dem Formenreichtum für einen zuträglichen Salzgehalt und für günstige Temperaturverhältnisse im estländischen Meere des Chasmops-Zeitraumes. Die Beobachtung, daß Meerestiere bei schlechter Nahrung im Wuchs verkümmern und dünnschalig wer-

den, verliert nichts an Beweiskraft. Das Vorkommen dickschaliger Brachiopoden und Muscheln bei uns, braucht nicht nur auf die Nähe einer Brandungszone zu deuten, sondern kann in vielen Fällen auch auf guterträgliche Lebensverhältnisse hinweisen.

In den Ablagerungen der Kuckersit-Zeit liegt eine beispiellos üppige Meeresfauna und Flora begraben. Wer dieses nicht gesehen und kennen gelernt hat, macht sich keine Vorstellung von der Schönheit und Mannigfaltigkeit des Kuckersitfeldes.

Es ist hier nicht die Aufgabe eine Beschreibung aller vorkommenden Arten und Gattungen zu liefern. Wir begnügen uns mit dem Abbilden der häufigsten Vertreter, denen in der Tafelerklärung einige Bemerkungen zuzufügen sind. Ausführlichere Fossilisten wären in den Schriften und Büchern von Ray S. Babler, H. v. Winkler, H. Scupin und H. Bekker einzusehen.

Betrachten wir nun den Zusammenschluß und die Erhaltung einzelner Vorweltreste, um über ihre Lebensweise einen Begriff zu erhalten. Im Zusammenhang mit weiteren Erwägungen müßte sich ein Bild der Umwelt ergeben, die Tiefe des Lebensraumes erraten lassen, und würde Licht auf das Entstehen der Kuckersit-Stufe selbst fallen. Dieses Verfahren hat H. Lindenbein erstmalig auf die Kuckersit-Stufe angewandt.

Die Fauna unserer Stufe kann, wie jede andere Meeresfauna, in Bodenbewohner oder **Benthos** und in Bewohner des Wasser- raumes, **Plankton** und **Nekton**, eingeteilt werden. Unter Benthos werden alle seßhaften und sich freibewegenden Lebewesen, die den Meeresboden bewohnen und diesen nicht verlassen, zusammengefaßt. Unter Plankton versteht man im Wasser treibende Gebilde mit begrenzter oder widerstandsloser Fortbewegung. Zum Nekton werden freischwimmende Meeresgeschöpfe, die meisten Fische u. a. m., gezählt. Wir erwarten nun, daß sich die freischwimmenden Tiere des Nektons und des Benthos in ihrer Verbreitung unabhängig von der Bodenbeschaffenheit erweisen, während sich die seßhaften und nicht schwimmenden Tiere am Grund und Boden verankern. Aus diesem Gesichtspunkt sind einzelne Tiergruppen gesondert zu erörtern.

Nach Richter werden unter den Trilobiten zwei Grundformen unterschieden. Die einen sind mit glatter oder rauher Panzeroberfläche versehen und besitzen weder Stachel, noch Hörner, noch andere Vorragungen. Ihr Körper ist gewöhnlich stark gewölbt und läßt einen kräftigen Muskelbau vermuten. Nach Richter

sind es behende Schwimmer gewesen, die sich nicht weit vom Meeresboden entfernten und dort ihre Ruhestätte suchten. Ihr Lebensraum konnte nicht weit reichen. Aus diesem Grunde liegen derartige Trilobiten oft in Schwärmen beieinander. *Asaphus nieszkowskii* cf. *lepidus* Törnquist (Taf. XII), *Iliaenus oblongatus* Holm (Taf. XI, Abb. 5—7) und *Asaphus robergii* Wiman (Taf. VII, Abb. 2—4) sind treffliche Beispiele. Auch *Pterygometopus exilis* Eichwald (Taf. XI Abb. 8), *Chasmops odini* Eichwald (Taf. VI, Abb. 1, 6) und eine Reihe anderer gehören hierher. Tatsächlich sitzen mehrere, meist kleinere Vertreter derselben Art, nebeneinander. Daß sie gesellig gelebt, gleichzeitig umgekommen und nebeneinander begraben sind, liegt auf der Hand. Trilobiten kommen ebensowohl im Kuckersitschiefer wie in Kalkbänken vor. Im Schiefer sind sie selten und vereinzelt, im Kalk jedoch häufig.

Zur anderen Gruppe gehören Trilobiten mit starken Wangenhörnern, ausgezogenen Seitenspitzen und Schwanzstacheln. Richter deutet die Vorragungen als Gleichgewichts- und Schwebeverrichtungen, die das Schwimmen erleichtern sollten. Derartige Trilobiten waren nicht an den Boden gefesselt, verließen ihn auf lange und darf man sie zum Nekton zählen. Belege bieten: *Cybele coronata* Schmidt (Taf. III Abb. 3), z. T. auch *Cybele rex* Nieszkowsky, *Cheirurus spinulosus* Nieszkowsky u. a. Mehr oder weniger häufig treten sie, mit Ausnahme von *Cybele rex*, nicht in Schwärmen auf und sind, wie im Kuckersitschiefer so auch im Kalkstein anzutreffen.

Von weiteren Krestieren finden sich Ostrakoden (Taf. X Abb. 1—12) reichlich in der Kuckersit-Stufe, besonders in der unteren Zone ein. Die Ostrakoden sind klein, nur wenige mm groß und sind in allen Schichten verbreitet. Offenbar gehörten sie dem Plankton an, indem sie in Schwärmen im Wasser trieben.

Nicht streng zum Nekton zu rechnen sind die Cephalopoden, von denen *Endoceras*, *Orthoceras* und *Lituites* ähnliche Gehäuse gefunden werden. *Lituites* versteigt sich oft in den Kuckersitschiefer; noch andere Arten sind in den Kalkbänken häufiger. Die Beobachtung, daß sich die geraden Cephalopoden seltener im Kuckersitschiefer zeigen, legt den Gedanken nahe, daß diese Tiere stärker am Boden klebten als man früher geneigt war anzunehmen.

Schnecken, unter denen *Glathrospira elliptica* (His.) (Taf. IX Abb. 4), *Worthenia subalata* Koken (Taf. IX Abb. 6) und *Subulites revaliensis* Koken (Taf. IX Abb. 5) häufig sind, ge-

hören dem wandernden, kriechenden Benthos an. Selten werden sie im Kuckersitschiefer angetroffen (Schicht E), dagegen in Kalkbänken allgemein. Dasselbe gilt von den Zweischalern.

Reich vertreten und mannigfaltig entwickelt sind die Brachiopoden. Unter den schloßlosen fällt im Doppelkalk die *Lingula subcrassa* Eichwald durch ihre Häufigkeit auf. Außerdem zeigt sich eine andere, seltenere Art. Beide finden sich fast ausnahmslos in den Kalkbänken, weniger oft im Kuckersitschiefer. Im Gestein stecken sie stets senkrecht zur Schichtung, mit der Stielöffnung nach unten, wobei beide Schalen im Zusammenhange bleiben. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Tiere im Schlamm vergraben lebten und daß sie, vom Tode überrascht, ihre natürliche Lage beibehalten haben. Ziemlich häufig ist die *Siphonotreta unguiculata* Eichwald in Kalkbänken, im Kuckersitschiefer dagegen nie anzutreffen. Durch Mannigfaltigkeit und Häufigkeit sind die articulaten Brachiopoden ausgezeichnet; sie werden ausnahmslos in allen Schichten gefunden. Von diesen führte *Porambonites* eine ähnliche Lebensweise wie *Lingula*, indem er sich bis zur Hälfte in den Schlamm eingrub. Neben zartschaligen Formen wie *Leptaena esto-niensis* Bekker = *Leptaena trigonalis* Schmidt u. a. stellen sich mit Vorliebe Arten und Gattungen mit dickerem Gehäuse ein, so *Clitambonites* und *Orthis*, deren Schalen eher in beschaulicher Ruhe erzeugt sein mögen, als im bewegten Wasser einer Brandung.

Die Bryozoenfauna (Taf. V Abb. 2) ist sehr reich. Ihrem Auftreten nach verhalten sich die Moostiere verschieden. Sie bilden oft ausgedehnte Rasen am Boden des Kuckersitmeeres. In beiden Sedimentarten vorkommend, scheinen ihnen die Schieferbänke mehr zuzusagen. Zystideen und Krinoideen bevorzugen den Kalk.

Die kurze Übersicht zeigt, daß die Lebensbedingungen im Kalkniederschlag und im Kuckersitschlamm ungleich waren. In den Kalksteinen kommen alle Arten und Gattungen vor, während der Kuckersit von zahlreichen Bodenbewohnern gemieden wird. Weniger am Boden haftende, freischwimmende Tiere sind gleichmäßig in die Ablagerungen verteilt. Die Verteilung mag damit zusammenhängen, daß das Kuckersitsapropel als Faulschlamm das Wasser in Bodennähe verpestete, am Sauerstoff zehrte. Trotzdem vernichtete die Beeinträchtigung des Wohnraumes nicht die letzte Lebensmöglichkeit. Nur die empfindlichsten Tiere wurden vertrieben oder dem Tode geweiht. Für andere, wie Bryozoen und Brachiopoden, stand noch genügend Sauerstoff zur Verfügung. Vielleicht gediehen die Moostierchen aus

dem besonderen Grunde, daß das Faulwasser Feinde, die sich am Moosrasen nährten, fernhielt.

Ähnliche Gesetzmäßigkeiten, sowohl in bezug auf die Zusammensetzung der Vorweltbewohner, als auch deren Auslese, herrschten im Bereich des nicht gewerblich nutzbaren Kuckersitfeldes. Nur stellt sich der Unterschied heraus, daß sich im Westen, wo Kuckersitflöze fehlen, die Bodenbewohner in größerer Anzahl, dafür um so artenreicher einfinden, darunter Zweischaler, Zystoideen und Krinoideen, also in Formen, die sich in Kochtel und Umgegend als kuckersitscheu erwiesen hatten. In anderer Beziehung sind aber die nutzbaren Schieferbrüche reicher an Versteinerungen wie die westliche Ablagerung, was Trilobiten, Brachiopoden und Ostrakoden anlangt.

Mehr Einblick in die im Kuckersit-Meere angetroffenen Verhältnisse gewähren die Einbettungsart und der Erhaltungszustand. In strandnahen Gebieten, im Bereiche der Brandung, im bewegten Wasser werden schüsselförmige Schalen in bestimmte Lagen versetzt, wobei die gewölbte Seite nach oben „gerichtet“ wird (Richter). In dieser Stellung findet das bewegte Wasser die kleinste Angriffsfläche. In den Kuckersit eingebettete Versteinerungen weisen keine derartige Anordnung auf. An mehr als einem Vorweltrest konnte festgestellt werden, daß er weder bewegt noch verschoben worden ist. Beispiele bieten die erwähnten Lingulen und Poramboniten. Eine Bryozoenart, *Diplotrypa petropolitana* Nich., kegelförmige Stöcke bildend, locker am Boden befestigt, findet sich fast immer in aufrechter Lage. *Echinosphaerites aurantium* Gyllenhal, eine kugelige Zystidee, liegt oft in mehreren Stücken nebeneinander. Die Panzer sind hohl und nachträglich mit Kalkspatkrystallen ausgefüllt. Ein Graptolith lebte gleichzeitig mit diesen Kugeln und hüllte sie seitlich ein. Auch dieses bezeugt die Unwahrscheinlichkeit einer merklichen Wasserbewegung.

Neben dem Reichtum an Tierarten sind aus der Kuckersit-Stufe nur zwei Algenarten bekannt. Die eine ist *Coelosphaeridium kohtlense* Bekker mit dem Hauptsitz im Doppelkalk (VIII) und die zweite ist die Flözbildnerin, die kuckersiterzeugende *Gloeocapsamorphia prisca* Zalesky.

Die Siphonee *Coelosphaeridium* stellt eine Kalkalge vor, deren heutige Verwandte in warmen Meeren und mäßig durchlichteten Tiefen leben. Sonnenlicht ist Algen unentbehrlich. Die benthonische, bodenständige Alge der Coelosphaeridienbank wurde in Tiefen abgelagert, in die das Tageslicht reichte. Vom Doppelkalk abgesehen,

kommt sie offenbar in nächstbenachbarten Bänken noch fort. Wir besitzen kein abschließendes Urteil, ob diese Alge dieselben Bedingungen zum Leben bedurfte wie die jetzt wachsenden; allein ihre pflanzliche Natur bestimmt die untere Tiefengrenze ihrer Verbreitung.

Auf die Kuckersitalge stießen wir erstmalig beim Aufzählen der Gesteine in der Kuckersit-Stufe. Über den inneren Aufbau der *Gloeocapsamorpha* machen Z a l e s s k y und L i n d e n b e i n nähere Angaben. Der gegenwärtige Erhaltungszustand gestattet keinen Schluß auf den Lebensraum, den die Alge während ihres Daseins einnahm. Wohl darf mit einiger Wahrscheinlichkeit mit einer planktonischen Lebensweise gerechnet werden, weil die Alge kein festes Gerüst besitzt, und ihr spezifisches Gewicht auch im fossilen Zustande gering ist. Erfahrungen der Jetztzeit nach kommen ähnlich gebaute Algen bis zu Tiefen von 200 m vor, wobei der Hauptlebensraum nicht unter 100 m absinkt. An die Meeresoberfläche steigen die Algen selten auf, weil zu grelles Sonnenlicht stört (J. P i a). Eine Verfrachtung der Alge aus der Ferne anzunehmen, erübrigt sich, auch wenn die bloße Möglichkeit bestehen bliebe. Offenbar lebte sie im Wasser, dessen Niederschlag sie jetzt vorstellt.

Wir wissen bereits, daß sich der Körper der *Gloeocapsamorpha* besonders gut erhalten hat, obwohl seine pflanzlichen Urstoffe umgewandelt sein mögen. Hervorgehoben werden muß, daß nicht eine der zahllosen Versteinerungen, im Algenpolster oder auf ihm, abgerundet oder irgendwie mechanisch abgenutzt zutage kommt. Wenn Bruchstücke sich häufen, mag es sich um Speisereste handeln. Unverletzte Trilobiten sind selten. Einzelne Panzerteile lösen sich leicht ab und konnten von Aasressern verschleppt oder teilweise zertrümmert werden. Brachiopoden, Schnecken, Zweischaler liegen zuallermeist unverletzt da.

5. Entstehung der Kuckersit-Stufe.

Im Überblick über die Erdgeschichte Estlands (S. 7), sehen wir die Kuckersit-Stufe eingerahmt von Meeresbildungen. Im Liegenden befinden sich Kalksteine mit einer Meeresfauna; das Hangende entspricht dem Liegenden. Schon diese Nachbarschaft spricht für das Entstehen in der offenen See und beweist, wie unwahrscheinlich die Annahme wäre, daß die Kuckersit-Stufe in Küstennähe oder in Buchten abgelagert sein könnte.

Mit Beginn des *Chasmops*-Zeitalters kam ein Faunenausgleich auf große Weiten zustande. Hier beginnt die Wende im thalassokratischen Ablauf der Erscheinungen. In der Fauna der Kuckersit-Zeit treffen wir auf Vertreter des nordeuropäisch-asiatischen Weltmeeres, die noch jenseits des Atlantischen Ozeans erkennbar sind. Mit Eintritt des *Chasmops*-Zeitalters beginnt die Blütezeit des ordovizischen Meeres im Baltikum.

Als uferlose Meeresfläche dürfen wir uns das Chasmopsmeer nicht vorstellen. Im Westen, fast 700 km von Estland entfernt, sind im skandinavischen Hochgebirge Ablagerungen aufgedeckt, die als küstennahe Sandsteine jener Zeit zu gelten haben. Von dieser Stelle aus setzte die kaledonische Hebung ein. Das Land, das die Senkstoffe lieferte, die kaledonische Schwelle, ist in nächster Nähe zu vermuten. Weitab im Süden zog sich im polnischen Mittelgebirge das Meer im Chasmops-Zeitalter zurück. Auch hier entstanden Faltengebirge. Noch weiter im Süden müssen große Landmassen vorgelegen haben, welche dem Ordovizium in Böhmen die sandigen und schieferigen Gesteine hergaben. Hier liegen die Ufergrenzen des Chasmopsmeeres mehr als 1500 km vom Nordrande getrennt.

Eine Festlandsferne mag auch aus der Beschaffenheit der terrigenen Stoffe in unserer Stufe abgelesen werden. Es sind Sande und Tone von äußerster Feinheit, mehr Schlamm als Korn. Der Schlamm bildet nur den kleineren Teil des Gesamtinhaltes, der größere besteht

aus thalassogenen, autochtonen, an Ort und Stelle entstandenen Absätzen. Die Strandlinie lag derart weit, daß die Hauptmasse der terrigenen Sinkstoffe in Norwegen zurückblieb und nicht über Skåne hinauskam.

Auffallend beständig sind die Kuckersitschieferlagen und Kalksteinbänke im Gebiete der abbauwürdigen Zone. Mit Sicherheit darf behauptet werden, daß sich Schichten, wie sie sich in Kochtel vorbildlich ausbildeten, auf mehreren 1000 km² entwickelt haben, so daß sie stets wiederzuerkennen sind. Ein derartiger Vorgang konnte nur im ruhigen, vom Seegange unberührten Wasser statthaben. Die See mußte also ziemlich tief gewesen sein, denn der Kuckersit hat sich nicht in Buchten oder im geschützten Meerbusen abgelagert, sondern das Kuckersitgebiet nimmt ein Feld ein, das ringsum von Meeresedimenten eingefaßt wird. Die Strandlinie befand sich in weiten Fernen.

Ein stilles Wasser bezeugen die guterhaltenen Versteinerungen, die vielen zartschaligen Brachiopoden, besonders aber ihre Einbettungsart. Ruhe herrschte in den Tiefen, Sonnenlicht reichte, obwohl spärlich, zum Meeresboden. Die am Boden befestigte Alge *Coelosphaeridium kohltense* Bekker verlangt beides zum Leben. Weiß *Coelosphaeridium* die einzige Alge ihrer Art ist und eine kurze Blütezeit ausdauerte, muß sie als Ausnahme gebucht werden. Wahrscheinlich war das Wasser tiefer als es die übrigen Algen ertragen konnten. Die Kuckersitalge muß aber zum Plankton gerechnet werden.

Immerhin wird das Meer kein abgrundtiefes gewesen sein, obwohl sein Boden, jeder Wellenbewegung entrückt, im Bereich des Tageslichtes dalag. Die Tiefe von 200 m wäre noch denkbar und dürfte für die Bildungszeit des Doppelkalkes zutreffen. Wir haben uns vorzustellen, daß der Meeresboden flach und eben war und daß die Tiefenunterschiede auch auf großen Strecken gering waren. Meere von 200 m bis 400 m Tiefe, Hochseen im wahren Sinne des Wortes, gab es zu allen Zeiten und auch jetzt kennt man diese an den Rändern der Festländer, bspw. im Norden der skandinavischen Halbinsel, die Nordsee selbst u. a.

Erdkundlich als Schelfmeere bezeichnet, gehören sie nicht zur ursprünglichen Tiefsee; sie nehmen das überschwemmte Vorland des Festlandes ein. So war es auch in der *Chasmops*-Zeitspanne der thalassokratisch-kambrosilurischen Zeit des Baltikums.

Haben wir die Ausdehnung des Meeres, die Küstenferne und Meerestiefe mehr oder weniger klargestellt, suchen wir weitere Fragen zu beantworten. Wie verhielt es sich mit der Temperatur des Wassers?

Die Annahme eines kalten Wassers verträgt sich keineswegs mit der Mannigfaltigkeit und dem Artenreichtum der Urweltreste. Tropisch war die Temperatur aus anderen Gründen nicht. Eine bestimmte Wassertemperatur an der Oberfläche oder der Tiefe zu nennen, scheint aussichtslos. Nach dem üppigen Benthos zu schließen, dürfte die Bodentemperatur verhältnismäßig warm gewesen sein, und recht warm an der Oberfläche.

Einer Frage sind wir bisher ausgewichen: wie entstand die Wechsellagerung von Kuckersit nach Kalkstein?

Um die Wechsellagerung zu verstehen, sind u. a. fragliche Deutungen versucht worden. Der erste, der sich über den Kuckersit-schiefer und dessen Entstehung äußerte, war A. B o r n, dem M. D. Z a l e s s k y folgte. Dadurch daß Z a l e s s k y dem Kuckersit die Algennatur zuerkannte, verteidigte er eine zuerst von L. F. F o k i n ausgesprochene Ansicht. Die Erklärung nach B o r n hat eigentlich nur geschichtlichen Wert. Wir greifen auf sie zurück, weil sie in die neueren Fachschriften übergegangen ist.

Im Buche von C. D i e n e r, 1925 erschienen, wird vom Kuckersit wie folgt berichtet: „Zwischen typischen Meeressedimenten eingeschaltet und selbst marine Fossilien führend, erwiesen sie sich (nämlich der Kuckersit) als eine Flachseebildung auf einem mit Algendickicht bewachsenen Boden. Ein von einer Flutwelle mitgeführtes Sediment mag, wie B o r n meint, den abgestorbenen Tangwald eingedeckt und so zu seiner Vertorfung und Einkohlung geführt haben.“ Eine derartige Vorstellung fügt sich nicht mehr in den Rahmen der Kuckersitforschung; sie widerspricht allen hier dargelegten Tatsachen.

Eine andere Deutung stammt von Z a l e s s k y. In Vergleichen stützt er sich auf Beobachtungen an kleineren rezenten Süßwasserseen, in denen sich in jedem Sommer Algen in Massen entwickeln, um später durch anhaltende Winde an bestimmten Ufern angetrieben zu werden. Weil der Kuckersit Meerestiere führt, sollen es Lagunen gewesen sein, in denen der Kuckersit auf ähnliche Weise abgelagert wurde, wie im erwähnten Beispiel die heutigen Grünalgen.

Eine gut durchdachte und auf Beobachtungen des Anstehenden gegründete Erklärung gab H. L i n d e n b e i n. Er war der Erste,

der auf die marine Natur der Ablagerungen hinwies und zugleich eine Tiefenstufe des Kuckersitmeeres angab, welche der unseren nahe kommt. Von ihm beigebrachte Analysen des Schiefers zeigen, daß der unverbrennliche Rest mehr Mineralbestandteile enthält, wie die Masse der Kalkbänke. Weiß sich der Kuckersit in mineralreichen Schichten anhäuft, vermutet er, daß Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit die Verteilung des Kuckersits bewirkt haben. Dieses konnte nur bei benthonischer Lebensweise stattfinden. Demnach war die *Gloeocapsamorpha prisca* Z. eine benthonische Alge, die auf Mergelschlamm Boden am besten fortkam.

Noch bleibt die Tatsache ungeklärt, weshalb die Kuckersitschiefer reicher an mineralischen Stoffen ausfallen wie die Kalksteine. Änderungen im Abstände von der Küste vergrößern beim Näherücken an das Land die terrigene Zufuhr in das Absatzfeld. Es entspricht also jede Kuckersitmergelschicht einem Rückzuge, jede Kalkbank einem Vordringen des Meeres. So ungefähr sind die Gedankengänge von H. Lindenbein. Seine Ausführungen befriedigen nicht restlos. Eine vollständige Ablehnung wäre dagegen verfrüht.

Lindenbein mißt dem petrographischen Unterschiede zwischen Kalkbank und Kuckersitschichten einen zu großen Wert bei. Obwohl der Kalkboden von Algen richtig gemieden wird, ist der kleine Unterschied im Gehalt an Ton und Sand zugunsten der Schieferschichten nicht Grund genug für das Entstehen von Kuckersitflözen. Außerdem passen die Tiefenverhältnisse nicht zu der benthonischen Lebensweise einer Alge. Weiter ist darauf hinzuweisen, daß bei Schwankungen in der Küstenentfernung auch der Meeresboden nicht bewegungslos liegen bleibt. Für das Kuckersitfeld irgendwelche Bodenschwankungen aus der Beschaffenheit des Bodenabsatzes oder aus der Fauna abzuleiten, gelingt nicht. Berücksichtigen wir die vorhandenen Faunenunterschiede zwischen Kalkbänken und Kuckersitschichten, geraten wir unwillkürlich zu entgegengesetzten Schlüssen. Das Ausbleiben einzelner benthonischer, seßhafter Tiere im Kuckersitschiefer ließe sich nicht nur als Wirkung des Faulschlammes deuten, sondern ist der Tiefenzunahme zuzuweisen, weil die Verpestung des Wassers und der Verbrauch des Sauerstoffes in mäßigen Grenzen verlief. Im Doppelkalk aber, welcher einem Vordringen des Meeres, also einer Vertiefung entsprechen sollte, erscheint unerwartet eine Bodenalge, welche auch in benachbarten Kalkbänken zu finden ist. Das Auftreten einer derart an-

spruchsvollen Alge kann man einzig und allein als Verflachungsmerkmal gelten lassen.

In bemerkenswerter Weise äußert sich L. R ü g e r über den Gesteinwechsel in der Kuckersit-Stufe. Er schreibt: „In der Abwechselung zwischen Kalk- und Kuckersitlagen ist, wie auch L i n d e n b e i n betont, wohl eine gewisse Periodizität zu beobachten, wengleich die Einzelprofile untereinander Abweichungen aufweisen. Gerade das letztere zeigt aber, daß es sich nicht um allgemein herrschende Ursachen außerhalb des Sedimentationsraumes, etwa tektonischer oder klimatischer Art handeln dürfte, sondern um solche, die in diesem selbst und hier in lokal verschiedener Intensität liegen. Es zeigt sich, daß die Kuckersitbildung in der Schichtfolge zunächst ganz unvermittelt einsetzt, wobei die Basalflöze i. a. die mächtigsten und die reinsten sind. Gegen oben erreicht der Kuckersit nur lokal nochmals größere Mächtigkeit, sonst tritt er in immer schwächeren mehr oder minder reinen Flözen auf, bzw. es stellen sich Kalkbänke ein, die das Kuckersitmaterial in verschiedenen Quantitäten — als dünne Schmitzen oder Bänder — enthalten: der Impuls, welcher zur Kuckersitbildung führte, unterliegt im Kampf gegen die Kalksedimentation. Dies scheint m. E. der Eindruck zu sein, wobei es sich allerdings um einen nicht häufigen Fall der rhythmischen Sedimentation handelt, nämlich um einen wohl physiologisch bedingten.“

„Die Sedimentation des Kalkes schließt die des Kuckersits aus und umgekehrt. Dies legt den Gedanken nahe, nach einer Ursache zu suchen, welche sich in Beziehung zu der vermuteten Bildungsweise beider Gesteine bringen läßt. Als eine solche Ursache könnten die Stoffwechselvorgänge der Protophyceen (*Gloeocapsamorpha*) in Frage kommen. Diese können unter bestimmten Annahmen auch für Kalkbildung eine ausschlaggebende Rolle spielen und zwar, wenn man deren Bildung nach Art der „Verwesungsfällungskalke“ sich vorstellt. Das könnte mit Hinblick auf das reiche organische Leben, was aus dem sehr großen Fossilienreichtum geschlossen werden muß, wohl der Fall sein, wobei das nötige Fällungsmittel postmortal geliefert wurde. Hierbei handelt es sich vor allem um Ammoniak bzw. Ammoniumkarbonat. Es ist aber denkbar, daß die Protophyceen vor allem auf die Stickstoffassimilation angewiesen waren, welche sie den tierischen Verwesungsprodukten entnahmen, so daß es für die Kalkbildung ausschied. Bestand ein Überschuß der tierischen Verwesungsprodukte, so wäre theoretisch auch ein Überhandnehmen alkalischer Reaktionen (Na-Gehalt der Eiweißsubstanzen!) zu er-

warten, welche das Wachstum der Algen beeinträchtigten. Die Entstehung des einen oder anderen Gesteins wäre damit also von einer Art chemisch-biologischen Gleichgewichtes abhängig, von dem Kreislauf, der sich im Abbau und Aufbau befindenden Materie. Es scheint m. E. zweckmäßig zu sein, auch auf solche und ähnliche Zusammenhänge mehr Rücksicht zu nehmen, als es bisher geschah, da sich damit manche Sedimentationserscheinungen der organischen Sedimente erklären ließen. Hier wäre z. B. an den Posidonien-schiefer zu denken, der stellenweise einen auffallend regelmäßigen Wechsel mit Stinkkalkbänken zeigt!“

„Gleichgewichtsstörungen bei rein anorganischen Sedimenten sind zur Genüge bekannt, in unserem Falle würde es sich aber außerdem darum handeln, Zusammenhänge mit biologischen Erscheinungen zu finden.“

Zu den Ausführungen von R ü g e r ist zu bemerken, daß die Kuckersitbildung nicht „ganz unvermittelt einsetzt“, wie aus den veröffentlichten Schnitten hervorzugehen scheint, sondern daß der Kuckersit schon im Liegenden der Stufe beginnt und in den Schichten V bis XII sein Höchstmaß erreicht, um allmählich erst abzufallen. Im Bereich der abbauwürdigen Schichtenfolge ist keine einfache, regelmäßige Wiederholung oder ein Rhythmus zu erkennen, vielmehr ordnen sich alle Schichten symmetrisch um den sonderbaren Doppelkalk. Ihm zugeordnet nach beiden Seiten liegen die Schichten C, bezw. VII und D, bezw. IX. Nicht nur der Lage nach gleichsinnig, sondern auch im Aussehen und im Fossilieninhalt entsprechen die Kuckersitkalkbänke VI und X einander. Je weiter vom Doppelkalk entfernt, umso undeutlicher wird das immerhin noch erkennbare Spiegelbild. Die Schicht E, bezw. XI und die Knollenschicht F, bezw. XII liegen symmetrisch zur Kuckersitbank V im Liegenden des Doppelkalkes und auch weiter finden sich Seitenstücke. Aus dieser auffallenden Gesetzmäßigkeit im Schichtwechsel schließen wir, daß bestimmte Triebkräfte mit zunehmender Leistung im Doppelkalk gipfelten, um später in umgekehrter Reihenfolge abgeschwächt und ausgeglichen zu werden. Da im Doppelkalk eine Bodenflora mit *Coelosphaeridium* zum Vorschein kommt, aber verschwindet, sobald die alten Bedingungen wiederkehren, halten wir uns berechtigt, den Schichtwechsel physikalischen Vorgängen, möglicherweise einer Bodenbewegung, zuzuschreiben. Die Leitgedanken von R ü g e r über den Austausch von Kuckersitschiefern durch Kalkbänke, sind damit nicht entkräftet; wir erkennen aber, daß physiologisch be-

dingte Erscheinungen von geophysikalischen begleitet und beeinflusst wurden. Auch die örtlich verschiedene Mächtigkeit der Kuckersitflöze dürfte auf organische Ursachen zurückgehen.

Rüger hat zum Beleg seines Hauptgedankens die Hypothese der „Verwesungsfällungskalke“ für das Entstehen von Kalkbänken angezogen. Verwesende Weichteile lieferten die nötige Menge Ammoniak und leiteten das Ausfallen von Kalziumkarbonat ein. Da die Fällung viel Ammoniak verbrauchte, wurde das Wasser stickstoffarm und die Algen verkümmerten, bis der nächste Stickstoffüberschuß den Anstoß für eine neue Kuckersitschieferschicht abgab.

Diese Vorstellungen rechnen nicht mit folgenden Schwierigkeiten: Die Anzahl der in Kalkbänken und im Kuckersit vorgefundenen Fossilien ist die gleiche. Folglich entstanden in beiden Fällen gleiche Mengen Verwesungsabfälle. Gleiche Mengen Abfallstoffe fordern eine durch nichts unterbrochene Bildung beider Bänke, ein einheitliches Mischsediment. Als Fällungsmittel für Kalkkarbonat ist Ammoniak zu betrachten, während Algen in erster Linie organischen Stickstoffverbindungen, Nitraten und Nitriten, den Anreiz zum Leben verdanken. Die Kuckersitalge enthält auch heute noch erhebliche Mengen Stickstoff, jedoch nicht in Form von Ammoniak. Wie sollten Protophyteen wie *Gloeocapsamorpha* den Stickstoff erst aufspeichern, um ihn im physiologischen Stoffwechsel als Ammoniak wieder abzustößen?

Gesetzt den Fall, daß der Stickstoff des Wassers verbraucht, in Ammoniak umgewandelt vorliegt, hätte das Ausfallen des Kalkes beginnen, die Kuckersitbildung aber solange aufhören müssen, bis durch Verwesen von Tieren das Gleichgewicht wieder hergestellt war. Hätten sich Verbrauch und Zufuhr die Wage gehalten, wären unterschiedslose Mischungen entstanden, nicht aber Kalk auf der einen Seite und Kuckersit auf der anderen. Beide sind dem Aussehen wie dem Inhalte nach verschieden. Der Schwerpunkt liegt im Stickstoffgehalt, um den sich alles dreht. Der Kuckersit hat Stickstoff weder im Leben, noch im Tode abgegeben. Der Kalk ist sogar wie stickstofffrei.

Im Vergleich mit den übrigen ordovizischen Zonen und Stufen geht die Kalkbildung in der kuckersschen C₂-Zone überhaupt zurück. Das Zustandekommen des ältesten Faulschlammes ist und bleibt ein Sonderfall, im kurzzeitigen Zusammenwirken physikalischer und organischer Triebkräfte.

Rüger's Hauptgedanken herausgreifend, fassen wir den Vorgang wie folgt zusammen: rein kalkige Sedimente des Ordoviziums werden durch Algenschiefer unterbrochen. Eine Kraft, die das Ausfallen von kohlen saurem Kalk begünstigt, kommt zum Stillstande und gibt den Algen die Möglichkeit sich im Meeresraum auszubreiten. Das Ausscheiden von Kalk schließt die Bildung des Kuckersites fast aus und umgekehrt. Das Ausfällen des Kalkes bewirkt ein Ammoniaküberschuß; das Algenwachstum regt weitere Stickstoffverbindungen an. Der Vermittler, der Stickstoff in Ammoniak überführt, ist zur Zeit der Kuckersitbildung gelähmt und es bleiben die pflanzenwachstum begünstigenden Verbindungen bestehen. Der Erfolg ist, daß Planktonalgen das Meer erobern. Vermittler, die Stickstoff in Ammoniak umwandeln, sind auch gegenwärtig unter den Kleinlebewesen der warmen Meere nicht unbekannt.

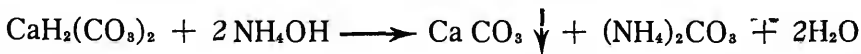
Bevor wir uns den kleinsten Lebewesen zuwenden, ist auf neuere Funde im estländischen Ordovizium aufmerksam zu machen. Lindenbein weist auf die Tatsache hin, daß mikroskopische Algen im älteren, ordovizischen Kalkstein vorkommen. Sie sind im Gestein verstreut und bilden keine Anhäufung. In tieferen Schichten des Asaphidenkalkes, im Kalksandstein der VaginatENZEIT (B IIIB, vergl. S. 7), finden sich mehr oder weniger häufig Gebilde, die von Pogrebow, Koslowsky und ebenfalls von Zalesky als Kuckersit bezeichnet werden. Zalesky spricht sich, wie Pogrebow berichtet, ausdrücklich für eine Verwandtschaft mit der echten Kuckersitalge aus. Demnach waren Vorläufer der Kuckersitalge schon in der AsaphidenZEITSPANNE vorhanden. Erst das Zusammentreffen günstiger Umstände rief die explosive Entwicklung der Kuckersitflora hervor. Außerdem ist an eine bereits erwähnte Tatsache zu erinnern. Die Kalksteine der Kuckersitzeit bestehen einerseits aus Resten kalkhaltiger Tierschalen und Panzern, andererseits aus einer Grundmasse, in welcher sich eigenartige Kalzitkörner, ohne organische Bindung, auszeichnen. Ähnlich aufgebaut ist der Kalkstein der liegenden Asaphidenschicht. Offensichtlich ist diese Grundmasse aus dem Meereswasser ausgefallen, möglicherweise begünstigt durch die Tätigkeit der vorhin angezogenen Bakterien. Auch im Kuckersitschiefer ist eine Menge kohlen sauren Kalkes vorhanden, z. T. tierischen Ursprungs, zum anderen Teil von nur körniger Beschaffenheit.

Bakterien, die Stickstoffverbindungen in Ammoniak umsetzen, sind in warmen Meeren verbreitet. Ein diesbezügliches Kleinlebe-

wesen wurde von dem verstorbenen, englischen Gelehrten G. Harold Drew entdeckt und untersucht. Es erhielt den Namen *Bacterium calcis*, später *Pseudomonas calcis* (Drew). Das von ihm ausgeschiedene Ammoniak wirkt fällend auf den kohlensauen Kalk. Den Wert seiner Entdeckung hat Drew wohl erkannt, leider nicht zur Lösung bestimmter Aufgaben ausgenutzt. Prawoslawew beutet die Entdeckung erdschichtkundlich aus. Das Entstehen proto-gener, tauber Kalksteine erklärt er für die Auswirkung bakterieller Tätigkeit und nennt das Gestein beim richtigen Namen: **Bakterielle Kalke**.

Tropische und subtropische Meere sind planktonarm, überraschend arm an Phytoplankton. Brandt behauptet nach Angabe von Drew und Prawoslawew, daß die Ursache der Planktonarmut nicht physikalisch bedingt wird, sondern durch die Armut des Meeres an Stickstoffbindungen. Er behauptet, daß Bakterien durch Wärme begünstigt, dem Meere Stickstoffverbindungen entziehen. Die Kärglichkeit der Meeresflora an den Küsten warmer Länder geht auf die gleiche Ursache zurück. Wo ausnahmsweise stickstoffreiche Abräume ins Meer gelangen, da entwickeln sich üppige Tangwälder.

Die Tätigkeit der *Pseudomonas calcis* (Drew) drückt sich darin aus, daß sie einerseits Nitrate und Nitrite aufnehmen, andererseits aber Ammoniak ausscheiden, das den im Wasser gelösten doppelkohlensauen Kalk, nach folgendem Vorwurf, als neutrales Karbonat, niederschlägt:



Der Vorgang wird als Denitrifikation, Stickstoffabbau, bezeichnet, wobei die Bakterien das Höchstmaß ihrer Tätigkeit bei 30° C entfalten. Damit erklärt sich ihr Erfolg in tropischen und subtropischen Gewässern. *Pseudomonas calcis* ist gegen Temperaturänderungen empfindlich; erst bei 15° C beginnt ihre Entwicklung. Mit dieser Temperatur ist ihr Lebensraum bezüglich der Tiefe festgehalten.

Drew stellte im cm³ Wasser der Great Bahama Bank 3,5 × 10⁴ Bakterienkolonien an der Meeresoberfläche fest. Im Kalkschlamm, der den einzigen Sinkstoff der Bahamabank ausmacht, fand er im cm³ 1,6 × 10⁸ Bakterien, fast ausschließlich *Bacterium calcis*. Züchtungsversuche mit dieser Bakterie in nitrat- und kalkhaltigem Meerwasser

bewirkten den Stickstoffabbau bis zur Vollendung, bei reichlicher Ausscheidung von CaCO_3 . Der ausgeschiedene Kalkschlamm war dem der Great Bahama Bank sehr ähnlich; nach einigem Stehenlassen konnten mikroskopische Kalkspatkristalle unterschieden werden. Beim Erhärten eines derartigen Kalkschlammes entstehen feinkörnige Kalksteine ohne organische Bindung, der kalkigen Grundmasse des Kuckersitbodensatzes ähnlich und entsprechend den Kalksteinen des Ordoviziums. Aus allen erdgeschichtlichen Zeiten sind in gleicher Weise zustandgekommene Kalke beschrieben.

In kalten Meeren mit großer Tiefe bilden sich kalkärmere Bodensätze wie in der Flachsee warmer Gegenden. Ausschlaggebend ist die Wärme, obzwar abhängig von der Wassertiefe.

„Die *Pseudomonas calcis* (D r e w) entfaltet ihre eigentümliche chemische Tätigkeit nur in warmen Meeren,“ äußert sich J. P i a. „Schon in mäßig kaltem Wasser unterbleibt die Fällung des Kalkes. Die Art lebt nur bis zu Tiefen von 200 m. In den oberen Wasserschichten ist sie an der Küste von Florida der häufigste Spaltpilz.“

„Die tropischen Meere sind merkwürdigerweise viel ärmer an kleinen, frei schwimmenden Algen, als die der gemäßigten Gebiete. Im Zusammenhang damit ist auch das Tierleben der Hochsee viel weniger massenhaft entwickelt, als weiter im N und S. Man vermutet, dieser Umstand hänge damit zusammen, daß die in den Tropen viel reichlicher gedeihenden Bakterien dem Meereswasser die salpetersauren Salze entziehen, die den Algen zum Leben unentbehrlich sind. Allerdings soll nicht verschwiegen werden, daß dieser Zusammenhang von ausgezeichneten Forschern bezweifelt wird und jedenfalls noch nicht erwiesen ist.“

Trotz dieser gegenteiligen Bedenken nehmen auch wir für das Meer des estländischen Ordoviziums Bakterien an, die den Stickstoff soweit abbauten, daß Kalk zur Ablagerung kam, wobei nur wenige, besonders widerstandsfähige Algen ihr Leben weiter fristeten. Nach den kalkigen Niederschlägen zu urteilen, konnte die Temperatur nicht sehr niedrig gewesen sein, in jedem Fall angepaßt der fraglichen Bakteriengattung. Daß der Wärmegrad des Wassers schon zu Anfang der ordovizischen Zeitspanne nicht unter 15°C gesunken war, bezeugen die vorhandenen, glaukonitischen Bodensätze, welche tief in den Asaphidenkalk hineinreichen. Glaukonit wird auch heute noch in Meeresräumen abgelagert, in denen die Wärme unter das genannte Maß nicht absinkt.

Zu Anfang der Kuckersitzeit setzt das Algenwachstum stark ein, um ihre Blüte innerhalb der kuckersschen Zone zu erleben. Höchstwahrscheinlich sank bald darauf die Wasserwärme, in Graden ausgedrückt, um ein Geringes. Die Lebenskraft der stickstoffabbauenden Bakterien wurde geschwächt, dadurch speicherten sich von ihnen unverbrauchte Stickstoffverbindungen auf. Algen, welche bisdahin im Kampfe um den spärlich vorhandenen Stickstoff abgehärtet waren, vermehrten sich explosiv bis auf die Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen dem Verbrauch und der Zufuhr des Stickstoffes.

Inzwischen fanden kurzzeitige Verschiebungen zu gunsten der vermeintlichen Bakterien statt. Dadurch entstanden die Kuckersitkalkbänke II, IV, VI, VIII und X. Eine Wiederkehr aller vorausgegangener Lebensbedingungen trat nicht wieder ein, denn die Kalksteine führen bis zu 8% Algenmasse. Auch während der Kuckersitbildung hielt das Entstehen von Kalk in beschränktem Maße an. Die Bakterientätigkeit war nur zurückgedrängt. In gleicher Weise zeigt *Pseudomonas calcis* Lähmungserscheinungen, wenn die Wassertemperatur von 25° C bis auf 20° C erniedrigt wird.

Das Aufblühen des Phytoplanktons bringt das Entwickeln des Zooplanktons mit sich. Dieser Umschwung bewirkte seinerseits ein allgemeines Erwachen des Lebens, das in Form der Kuckersit-C₂-Fauna in Erscheinung tritt. Die Temperaturveränderung erwies sich als wirkungslos im Hinblick auf die gesteigerte Ernährungsmöglichkeit der übrigen Lebewesen.

Während sich diese Vorgänge abspielten, während der Kampf um den Stickstoff zwischen der *Gloeocapsamorpha* und den mutmaßlichen Bakterien entbrannte, dauerte das Niederfallen der terrigenen Stoffe fort. In den Kalkbänken, wie in den Kuckersitschieferflötzen bleibt das Verhältnis von Ton zu Sand fast unverändert 1:1. Auch Änderungen der Korngröße finden nicht statt. Offenbar war die Menge dieser Stoffe, welche in der Zeiteinheit abgesetzt wurde, ein und dieselbe; im entgegengesetzten Falle müßten sich die Korngrößen und das Verhältnis einzelner Bestandteile zu einander verschieben. Aus den Belegen der Untersuchung ersehen wir, daß die Kuckersitschiefer etwas mehr terrigene Anteile führen, wie Kalkbänke. Dementsprechend mußte das Ausbilden von Schieferschichten andauern.

Im vorbeschriebenen, gewiß nicht kurzen Zeitraum, ruhten die inneren Kräfte der Erde nicht. Eine örtliche Bodenbewegung ver-

flachte das Meer. In der Geburtsstunde des Doppelkalkes sah sich das *Coelosphaeridium* dem Tageslicht nähergerückt. Alsbald stieg im flacheren Wasser die Wasserwärme, wodurch die stickstoffabbauenden Bakterien zur Macht gelangten und die *Gloeocapsamorpha* das Feld räumen mußte. Auch *Coelosphaeridium kohltense* konnte sich nicht lange halten. Inzwischen schwächte eine entgegengesetzte Bodenbewegung das Tageslicht durch Vertiefen des Meeres. Nun fällt auf, daß der kuckersitfreie Doppelkalk ärmer an Versteinerungen ist, wie die übrigen Bänke und Flöze. Beispielsweise fehlen ihm Bryozoen fast gänzlich. Mithin traten verschlechterte Ernährungsverhältnisse hinzu.

Im Wechsel von Kuckersit- nach Kalkbänken kommt ein Schwanken der Wasserwärme zum Ausdruck. Daß jährliche Wärmeschwankungen die Ursache waren, können wir nicht annehmen. Es würde dann unverständlich bleiben, weshalb die Jahreszeiten nur auf einen so kurzen Abschnitt des Ordoviziums beschränkt blieben und in anderen Stufen und Zonen nicht zur Geltung kamen. Außerdem ließe sich ein An- oder Abschwollen der Temperatur mit den verschiedenen langen Entstehungszeiten von Kalk- und Schieferbänken nicht in Einklang bringen. Die zwölf Schichten des gewerblich genutzten Gebietes konnten unmöglich in sechs Jahren entstehen; das Ablagern der Kuckersit-Zone verlangte erheblich mehr Zeit. Wir halten daran fest, daß es sich um ein warmes Meer handelte, in dem die Wärme das Jahr über unbedeutend schwankte.

Zu erwägen wäre, ob nicht Strömungen dem Schichtwechsel zugrunde lagen, die ihre Richtung erdgeschichtlicher Ereignisse wegen änderten und kühleres Wasser in das Chasmopsmeer hineintrugen? Die Änderungen konnten im Sinne *Lindenbein's* Oszillationen vergleichbar, Zeiten bald vermehrter, bald verminderter Kalkausscheidung entsprechen. Die scharf geschnittene Grenze der Schieferflöze gegen die Kalkbänke deutet auf stoßartig-ruckweise Übergänge.

Da das Kuckersitfeld einen bevorzugten Teil im ganzen Chasmopsmeer einnimmt, so liegen Vergleiche mit Halistasen, sogenannten Sargassomeeren, nahe. Halistasen sind stromlose Meeresteile, jedoch umflossen von Strömungen. In ihnen sammeln sich aus Küstengebieten verfrachtete Sargassumgewächse an. Auch die Kuckersitalgen konnten verfrachtet gewesen sein. Augenscheinlich stellt das gegenwärtig abgebaute Kuckersitfeld eine richtige Halistase vor. Wäre das Gebiet durchströmt gewesen, bestünde keine Möglichkeit

für das Anreichern von Algen; spezifisch leichte Schwimmkörper hätten abwandern müssen.

Wenn wir auch annehmen, daß die Algen in einer Halistase angesammelt wurden, nicht aber hier lebten, spricht nichts dagegen, daß dieses Aufblühen irgendwo anders unter außerordentlichen Bedingungen vonstatten ging und im Chasmopsmeer eine Ausnahme bildete. Auch diese letzte Annahme, das das Wechsellagern der Schichten erdgeschichtlich bedingt, durch Richtungsänderungen im umlaufenden Strome hervorgerufen wurde, kann zu Recht bestehen. Offen bleibt die Frage, ob sich die Alge in der Halistase oder außerhalb dieser vermehrt hat, sogar, ob sie benthonisch oder planktonisch gelebt hat. Wahrscheinlich häufte sich die Alge in einer zeitweiligen Halistase, die sich zu Beginn des Chasmopszeitraumes einstellte, bald auflöste, bald verschob, um im Laufe thalassokratischer Zeiten nie mehr wiederaufzublühen.

6. Bohrarbeit im Schurffelde.

Obwohl sich die Schichtenfolge der Silurkalke Estlands zu denen auch die Brennschieferflöze gehören, ungestört und im Verein mit den Brennschieferflözen fast wagerecht ausbreiten, hat der Bergunternehmer, der ihre Ausbeute beabsichtigt, mit Gegebenheiten zu rechnen, die das Bild der Abbauwürdigkeit verschleiern. Im Gebiet der Abbauzone tritt der nackte Fels verhältnismäßig selten an die Erdoberfläche; für gewöhnlich liegt er versteckt unter steinigen, tonig-sandigen Aufschüttungen der Eiszeit. Ein großer Teil des Gebietes wird von Sümpfen eingenommen, die trocken zu legen keine Schwierigkeit verursachte. Nicht selten kommen auch größere Seen vor, so besonders im Osten. Weite Gebiete sind mit Wald bestanden.

Die eiszeitlichen Aufschüttungen bedecken den silurischen Kalk unmittelbar, auf dessen Oberfläche noch jetzt Spuren der vormaligen Eislast zu erkennen sind. Das Eis drückte dem Lande eine schwach wellige Form auf, unterbrochen durch ausgedehnte, nach Süden gerichtete Niederungen. Zusammen mit dem Kalkfels sind auch die Brennschieferflöze auf ihrem OW Ausstreichen durch mehr oder weniger tiefe Buchten angeschnitten.

Unter dem Druck des lastenden Eises bildeten sich örtlich Falten, die sich aufrichteten, Verwerfungen und verschiedene Risse, hauptsächlich im Streifen abbauwürdiger Flöze, der dem Angriff des Eises ausgesetzt war.

Abhängig von den Eigenheiten der Oberfläche wächst die Auftragung aus lockerem Moränenschutt an, im Mittel 2—3 m mächtig, in den Moränenwällen aber auf Zehner von m.

Im mittleren und südlichen Teile des Gebietes liegen die Kuckersitflöze fast ungestört im Neigungswinkel von 3 m auf den km, nach Süden zu einfallend. Da aber die Erdoberfläche in gleicher Richtung ansteigt, so ist, um die Höhenlage des Flözes abzu-

schätzen, zu der, aus dem Neigungswinkel ermittelten Tiefe die örtliche Höhe zuzuzählen.

Obwohl der nördliche Ausstrich am stärksten zerrissen vorliegt, wird er von den Unternehmern wegen seiner Zugänglichkeit bevorzugt; gestattet er doch, mit geringen Mitteln in kürzester Frist mit der Arbeit im offenen Tagebau zu beginnen.

Die Kuckersitflöze unterscheiden sich, abgesehen von ihrer Mächtigkeit, durch ihren Erhaltungszustand und die Art der Lagerung. Die für jeden Abbau lebenswichtigen Ausweise verlangen das vorherige Überprüfen aller vorliegenden Verhältnisse, um den bergbaulichen Wert des Geländes einzuschätzen und die Ausbeute zweckmäßig in die Wege zu leiten. Dem jeweilig gegebenen Zweck angepaßt, umfaßt das Untersuchen: ein vorläufiges Überprüfen und das genauere Erforschen.

Das vorläufige Überprüfen.

Der Unternehmer will, bevor er das Ausmaß seines Unternehmens festlegt, den ihm zur Verfügung gestellten Brennschiefer-vorrat kennen lernen. Für diesen Zweck genügen wenige Schürfe oder Bohrungen, die, an bezeichnenden Stellen des Geländes angelegt, über die Mächtigkeit der anzutreffenden Schieferflöze Auskunft geben. Liegt das Gebiet im Ausstreichen der Flöze, ist deren Grenze zu ermitteln, um das Ausmaß der abbauwürdigen Landfläche klar zu stellen. Diese Vorarbeiten erfordern verhältnismäßig bescheidene Mittel und verlangen wenig Zeit.

Das genauere Erforschen.

Die zum Ausbeuten ausersehene Landfläche ist nicht nur mit unveränderlichen Orts- und Höhenmarken zu versehen, sondern ist durch eine ausreichende Anzahl von Bohraufschlüssen die Lage und Mächtigkeit der nutzbringenden Schichten klar zu stellen.

1. UNTERSUCHUNGSVERFAHREN.

Zum Untersuchen des Schieferfeldes reicht das gewöhnliche Schürfverfahren und die Bohrarbeit aus.

Schürfarbeit.

Aufschlüsse, die durch Schürfen gewonnen werden, verursachen so lange keine Mehrkosten, wie nicht mit Wasserandrang zu kämpfen

ist, oder Sprengstoffe zur Hilfe genommen werden müssen. Das Anwenden von Sprengstoffen verteuert die Arbeit weitgehend, so daß schließlich das Bohrverfahren billiger zu stehen kommt. Aus diesem Grunde wird das schlichte Schürfen mit Spitzhacke und Brecheisen im lockeren Gestein und in gestörten oberen Kalklagen bevorzugt, vorausgesetzt, daß das Grundwasser tief genug liegt. Ein Trockenlegen der Sümpfe würde den schlichten Schürfarbeiten mehr Raum zuweisen. Abgesehen vom Aufklärungszweck läßt sich von diesem Schürfverfahren Gebrauch machen, um dem Diamantbohrer die Ansatzstelle im ungestörten Fels zu sichern.

Bohrarbeit.

Unter den Ausführungsformen der Bohrarbeit im Schieferfelde findet vorzugsweise der Schlagbohrer und ein, mit der Diamantkrone ausgerüstetes Bohrzeug Verwendung.

Zum Erfassen abbauwürdiger Flöze eignet sich der Schlagbohrer schlecht; er führt zu unsicheren Ergebnissen, wird daher selten benutzt oder nur, um im lockeren Gestein oder auf moorigem Boden Vorarbeit zu leisten. Gewöhnlich wird das Schlagbohren mit Schlagmeißeln, gleichzeitigem Wasserspühlen und nachfolgendem Verrohren durchgeführt. Die Rohrweite richtet sich nach dem Durchmesser der Diamantkrone, falls das Bohren mit dieser fortgesetzt werden soll.

Die Leistung des Schlagbohrers schwankt in weiten Grenzen. Während im Torfmoor, von den Schwierigkeiten abgesehen, die sich beim Aufstellen des Bohrgestelles ergeben, der Schlagmeißel und die Schutzrohre mühelos niedergehen, hemmt im sandig-tonigem Moränenschutt ein zufällig angetroffener Findling die Arbeit, sodaß die begonnene Bohrung aufgegeben werden muß.

Zum Ermitteln des Brennschiefervorrats findet dagegen das Bohren mit der Diamantkrone uneingeschränkte Verwendung. Auf diese Weise gewonnene Ergebnisse liegen greifbar vor Augen, in Gestalt von Bohrkernen aus den durchsunkenen Schichten. Diese bieten alle, zur Beurteilung nötigen Handhaben und geben auch die Unterlage für stofflich-chemische Prüfungen.

Eine andere schätzenswerte Eigenheit dieses Verfahrens ist die Schnelligkeit, mit der vorgegangen werden kann.

Es versteht sich, daß die Tiefenleistung abhängig ist vom Durchmesser der Krone, der Härte der durchsunkenen Felsarten, dem Zustande der angeschnittenen Schicht (Zähigkeit, Rissigkeit,

Sprödigkeit), der Bohrtiefe u. a. m. Je kleiner der Kerndurchmesser, je gleichmäßiger und weniger harte Felsarten angetroffen werden, um so rascher dringt der Bohrer vor. Mit zunehmender Tiefe wachsen die zu bewältigenden Nebenarbeiten, die den Gang der eigentlichen Bohrarbeit hemmen. Andererseits ist ein kleiner Bohrdurchmesser darin unbequem, daß die Kerne leicht zerreiblicher Bodenarten, zu denen auch der Brennschiefer seines lockeren Zusammenhanges wegen zählt, während des Bohrens auseinanderfallen, in Staub übergehen und oft Verluste entstehen. Die aneinander gereihten Bohrkerne nehmen dann eine kürzere Strecke ein wie die vom Bohrer durchsunkene Tiefe. Am besten bewährt hat sich das Bohrlochmaß von 66 mm, das einen Kerndurchmesser von 51 mm hinterläßt. Dieser Durchmesser vereinigt ein schnelles Fortschreiten, 0,3—0,7 m auf die Arbeitsstunde, mit ausreichender Festigkeit des Kernes.

Ein Umstand, welcher die Bohrarbeit erschwert, ist der ständige Wasserbedarf zum Spülen des Bohrloches; ein zweiter, der Aufwand an Diamanten. In vereinzelt Fällen ist das Wasserbeschaffen aus Sümpfen, Seen, selbst fertigen Brunnen gegeben, in den meisten Fällen muß mit der Anfuhr des Wassers gerechnet werden, einer nicht immer kleinen Nebenausgabe.

Der Aufwand an Diamanten beruht auf folgenden Gründen: Nach 300—400 m durchsunkener Tiefe nutzt sich die stählerne Fassung der Krone meist stark ab, sodaß die Diamanten z. T. entblößt vorliegen und bei einem etwas härteren Stoß herausfallen können. Ein ausgefallener Diamant gefährdet auch die nachbleibenden. Im rissigen Fels sind Stöße, durch die schwächere Diamanten absplittern und die Fassung verlieren, nicht immer zu vermeiden. Auf diese Weise ergibt sich die Notwendigkeit, alle Diamanten von Zeit zu Zeit in neue Kronen umzusetzen und verlorengegangene oder beschädigte durch neue zu ersetzen. In nicht außergewöhnlichem Gelände ist der Aufwand an Edelsteinen gering; unter besonders schlimmen Verhältnissen kann nicht nur die Krone, sondern auch das Gestänge festsitzen, steckenbleiben und in Verlust geraten.

2. ERGEBNISSE DER BOHRARBEIT.

Mit Beendigung der Bohrarbeiten ergeben sich 1) Bohrkerne in ihrer vollen Länge mit den zugehörigen Vermerken; 2) der Bohrbericht über jedes Bohrloch; 3) die Ergebnisse der Gelände-

aufnahme mit den Höhenmaßen, den aufgemessenen Sicht- und Stützpunkten.

Das Auswerten der Ergebnisse umfaßt folgende Aufgaben:

- 1) Zusammenstellen von Kernschnitten nach Angabe des Bohrberichtes; jeder Schnitt für sich.
- 2) Zusammenstellen geologischer Schnittfolgen mit dem jedem Bezirk eigentümlichen Einfallen der Brennschieferflöze.
- 3) Eintragen der wichtigsten Bohrergebnisse in den Lageplan. Ermitteln der höhengleichen Sohlflächen u. dergl. m.
- 4) Zusammenstellen des Schurfberichtes mit der Ortsbeschreibung, den Zwecken der bergbaulichen Arbeit angepaßt, mit den Schlußfolgerungen aus der Bohrarbeit und, beim näheren Eingehen, auch Hinweise auf Örtlichkeiten, die sich für den Beginn der Arbeit eignen.

Auf vorstehenden Angaben aufgebaut, ergibt sich der Entwurf für den Abbau. Die letzten, unter 2, 3, 4 genannten Aufgaben bedürfen keiner weiteren Ausführung; sie sind allgemein gehalten und bei geologischen Aufnahmen üblich. Was jedoch die 1) Aufgabe betrifft, die auf das Beurteilen von Bohrkernen ausgeht, so hängt viel von der Umsicht und Erfahrung des Beurteilenden ab. Die Eigenheiten des Brennschiefers verleiten leicht zu abwegigen Auffassungen.

Wie bekannt sein mußte, sind bei allen Bohrungen nicht nur lückenlose Teufenmessungen vorzunehmen, sondern auch alle für die Beurteilung wichtigen Beobachtungen aufzuzeichnen; ein Teil dieser Angaben ergibt sich aus der Untersuchung der Bohrkerne, die Teufenangaben, die fortlaufend während der Bohrarbeit zu erhalten sind, müssen vom Bohrmeister in einem Bohrbericht niedergelegt werden. Diese Berichte lassen nicht selten zu wünschen übrig.

Beim Zusammenstellen des Schnittbildes liegt der bequemste Fall vor, wenn die Länge des gezogenen Kernes mit der durchsunkenen Teufe restlos zusammenfällt. Derartige Ergebnisse kommen vor in wenig gestörten Felsschichten und vorzugsweise im tiefergelegenen Schiefer. Sobald aber die Bohrarbeit im gestörtem Fels vor sich geht, sind Verluste unvermeidlich.

Beim Auswerten ist darauf zu achten, wo die Verluste eintreten, im Schiefer oder im Kalk. Hier begangene Auslassungen führen zu Fehlschlüssen im Auswerten von Schichtdicken, stellen folg-

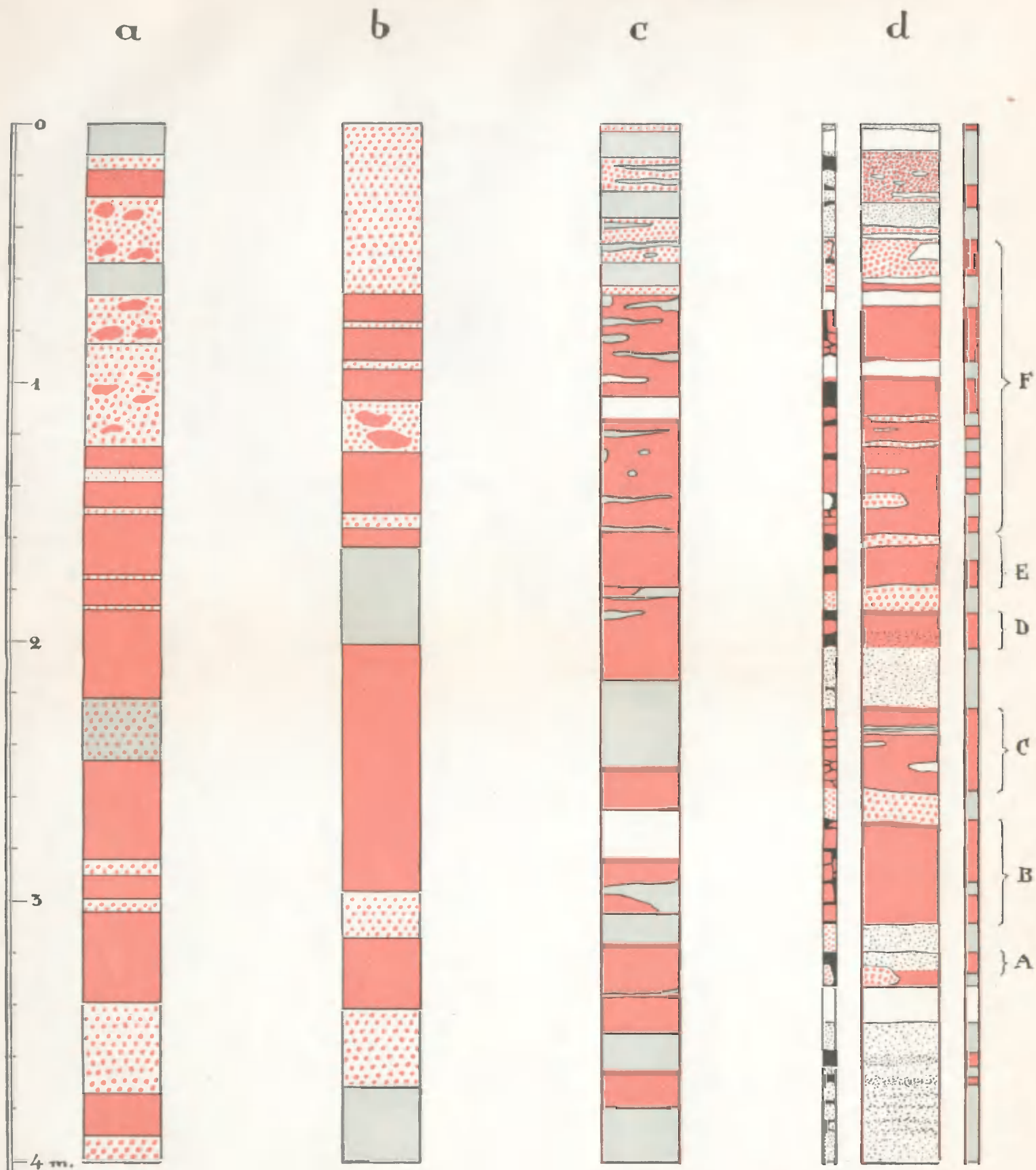


Abb. 5. Zeichnerische Wiedergabe von Bohrerergebnissen.
 Zu S. 53/54. Kuckersit: braunrot; Kalk: blaugrau; Schwund und Verlust in d: schwarz.

lich auch die Abbauwürdigkeit des Schiefers in Frage. In welche Abhängigkeit die Ergebnisse von der Zuverlässigkeit der, aus dem Bohrbuch übernommenen Angaben geraten, mögen einzelne Beispiele erläutern.

Die beigelegten Schnitte sind alle auf den gleichen Maßstab bezogen: Im Senkrechten entspricht 1 m des Kernes 5 cm auf der Zeichnung. Dem Kerndurchmesser von 5 cm entsprechen 1,5 cm in der Zeichnung. Mithin liegen die Schnitte in bezug auf den Durchmesser 6 mal vergrößert vor.

a.

Das Bohrerergebnis ist nach vereinbarten Zeichen, in Form zusammenhängender Schichten wiedergegeben. Auseinanderzuhalten waren: Schiefer, Kalkstein und kuckersitführender Kalkstein. Da jedoch der Kuckersit verschieden auftritt, der Kalk nicht nur in Platten, sondern auch in Form von Kalkknollen vorkommt, entsprechen derartige Bezeichnungen nicht den Tatsachen und führen zu fehlerhaften Berechnungen.

Außerdem bleibt die Unklarheit bestehen, welche Maße dem Schnitte zu Grunde liegen, wie groß die Bohrverluste sind, wie viel davon auf den Schiefer und den Kalkstein entfällt; beim Ausfall aller dieser Ausweise kommt dem Schnitte keinerlei Beweiskraft zu.

b.

Auch dieser Schnitt ist in „vereinbarten Zeichen“ dargestellt. Hier sind bereits Hinweise auf „Kalkflöze mit Schiefereinschlüssen“ beigelegt, doch fehlt der in gewerblicher Hinsicht bedeutsamere Nachweis: „Brennschiefer mit Kalkeinschlüssen“. Im Gegenteil, sämtliche Schieferflöze sind als gleichwertig hingenommen, was allen Tatsachen widerspricht. Es fehlen sowohl Angaben über ausgeführte Messungen, als auch das Ausmaß und die Verteilung des Verlustes. Mithin erweist sich diese Aufzeichnung als ebenso wertlos, wie die vorhergehende.

c.

Der folgende Schnitt zeigt Kalkschichten von Kalkknollen einwandfrei unterschieden. Über deren Menge und Ausmaße werden greifbare Vorstellungen geweckt; die Größe des Schwundes wird am Schlusse jeden Kernstückes durch den Fortfall der bezeichnenden Farbe angegeben. Obzwar Zweifel entstehen, worauf und wohin, auf welcher Steinart in welcher Schichthöhe sich der Schwund einstellt, lassen sich Vorratsberechnungen an Hand dieser Angaben beibringen. Auf mögliche Fehlbeträge ist wahrheitsgemäß verwiesen, auf gewisse Eigenheiten des Schiefers, bspw. Beschwerung mit Kalk, durch eine hellere Eintragung aufmerksam gemacht.

d.

Das Bohrerergebnis ist durch 3 Schnittbilder festgehalten.

Da der Bohrmeister beim Führen des Bohrgestänges zu unterscheiden vermag, ob das Bohren im hartem oder weichem Gestein vor sich geht und auch Übergänge deutlich sind, läßt sich die Mächtigkeit der weichen Schichten gegen-

über den harten festhalten. Von diesen Angaben ist im rechts gezeigten Schnitt Gebrauch gemacht. Die im weichen Schiefer durchsunkenen Zwischenräume sind braun, im hartem, also im Kalk durchsunkenem Abschnitte blau eingezeichnet. Ganz links sind die Kernstücke in natürlichen Farben, in ihrem Größenverhältnis unverzerrt wiedergegeben und den Angaben der rechten Säule entsprechend angeordnet. Der Schwund und Verlust ist schwarz vermerkt.

Das breite Mittelstück zeigt die Auswertung in der Auffassung des Zeichners an Hand der seitlichen Eintragungen.

In dieser Anordnung sind auf den ersten Blick alle wesentlichen Einzelheiten der Bohrung zu erkennen; der willkürlichen Deutung entzogen, besitzt diese Auslegung urkundlichen Wert.

3. GRUNDZÜGLICHE MERKMALE DER SCHIEFERFLÖZE.

Die mehr oder minder gute Eignung des einzelnen Schieferflözes für gewerbliche Zwecke ergibt sich aus der stofflichen Prüfung, insbesondere aus dem Schwelwert (s. S. 73). In diesem Sinne trägt das Schürfen nur durchs Beibringen geeigneter Stoffproben bei. In anderer Beziehung ist beim Ausdehnen des Befundes auf den Gültigkeitsbereich des Flözes Vorsicht geboten. Ohne Rücksichtnahme auf die Eigenheiten des Flözes sind Verallgemeinerungen unzulässig.

Das Flözpacket A—F der gewerblichen Zone weist nicht überall gleiche Mächtigkeit und gleiche Ausbreitung auf. Bisherigen Feststellungen nach zu urteilen, sind die höher gelegenen Flöze besser im Westen ausgebildet; sie verarmen gegen Osten. Die tieferen sind dafür im Osten durchweg reicher, wo sie vorzugsweise dem Abbau dienen. Nichtsdestoweniger sondern sie sich in der Ausdehnung des Abbaufeldes durch ziemlich gleichbleibende Eigenart von einander ab.

Das tiefste Glied des Flözpacketes A weist eine ungleiche Zusammensetzung auf. Sein unterer Teil hat das Aussehen eines gutdurchschnittlichen Schiefers, doch reichert sich das Flöz nach oben zu mit Mineralstoffen, vorzugsweise Lehm an, wird schwerer und gewinnt einen grünlich-grauen Ton. Kalkeinschlüsse kommen nicht selten vor.

Das Flöz B, den gewerblich besten zugerechnet, zeichnet sich, abgesehen von den Schwankungen im Aschengehalt, durch Gleichmäßigkeit aus. Fremdkörper in Gestalt von Kalkknollen sind selten.

Das Flöz C enthält bei vorherrschend guten Eigenschaften des Schiefers, Kalkknollen, doch in nicht sehr bedeutenden Mengen.

Zwischen ihm und dem höher belegenden Flöz **D** findet sich, in der vollen Ausdehnung der bisher genutzten Zone, der sogenannte „Doppelkalk“, gleichmäßig in 20—32 cm Stärke ausgebildet. Seine Zweiteilung ist durch die häufige Anwesenheit einer lehmigen Zwischenschicht gegeben.

Das Flöz **D** ist wie das Flöz **A** ungleich in der Zusammensetzung. Im Gegensatz zum letzterem ist es im unteren Teil lehmig, von grünlicher Färbung und gewinnt nach oben zu ein gutdurchschnittliches Aussehen. Seine Mächtigkeit ist meist unbedeutend. Der auf dem Flöz **D** liegende Kalk wird von den Bergleuten wegen seiner hellbräunlichen Färbung als „blaßrosa“ angesprochen.

Die Flöze **E** und **F** fließen zusammen, obwohl sich die Grenze im Bohrkern zu erkennen gibt. Beobachtungen der Arbeiter nach, besteht die Abgrenzung in Form eines zähen Schiefers, der mit der Spitzhacke bearbeitet nicht rissig wird und überhaupt die Arbeit aufhält. Unter dieser, von den Arbeitern mit dem Ausdruck „Teufelshaut“, estnisch kuradi nahk, russisch tschértowa kósha bezeichneten Zwischenschicht, liegt das Flöz **E**, ein wiederum leichter, außerordentlich selten mit Kalkknollen durchsetzter Schiefer. Ähnlich dem Flöz **B** steht er in gleicher Wertschätzung. Der Teil des Flözes, der über der Teufelshaut liegt, besitzt für gewöhnlich eine größere Mächtigkeit, stets aber beeinträchtigt durch massenhaftes Auftreten von Kalkknollen, die 40%—50% des Inhaltes ausmachen. Der untere Teil des Flözes gleicht dem des Flözes **E**, verarmt aber nach oben zu bis er in den sogenannten bituminösen Schiefer, d. h. einen Kalk mit gleichmäßig in ihm verteilter organischer Masse übergeht. Wegen der ständigen, in den Flözen **C** und **F** anzutreffenden Kalkbeimengungen, ist in der Aufrechnung des reinen Schiefers das Flöz **C** mit 75% seiner Mächtigkeit, das Flöz **F** mit 50% seiner Mächtigkeit einzusetzen.

7. Untersuchung des Rohsteines.

Vorbemerkung.

Eine Untersuchungsstelle mit unzureichenden Hilfsmitteln, insbesondere Handbüchern, ohne die kein Fachmann auskommt, würde im Hinblick auf zahlreiche wirtschaftliche Werte ihren Zweck verfehlen. Infolgedessen wird hier des öfteren auf Lunge-Berl¹, den Chemiker-Kalender², auf Gattermann³, Fresenius⁴ u. a. m. verwiesen, um diese nicht abschreiben zu müssen.

Aufgenommen und empfohlen sind mehr oder weniger zuverlässige, den Forscher wie den Betriebsleiter befriedigende Prüfverfahren; sie ersparen dem Buchbenutzer nicht endgiltig das Suchen nach einem besseren Arbeitsgange, weisen aber Wege, oder aber Ziel und Richtung, nach denen eine Vereinfachung anzustreben wäre.

1. PROBEENTNAHME.

Das Entnehmen brauchbarer Durchschnitte aus größeren Kuckersitmengen in Förderzügen, Halden, im Berg, setzt vom Ausführenden voraus: Umsicht, Erfahrung und vor allem Ausdauer.

Das Handwerkzeug des Probenehmers besteht aus einem unten stumpfen, oben spitzen Hammer, einer sauberen eisernen Pfanne mit aufsetzbarem Teilkreuz⁵, einem nicht zu kleinen Stampfmör-

¹ Untersuchungsmethoden, I. Bd. 1921; II. Bd. 1922; III. Bd. 1923; IV. Bd. 1924.

² Springer — Berlin.

³ Die Praxis des organischen Chemikers, 13. Aufl. 1917; 19. Aufl. 1925, 21. Aufl. 1928.

⁴ Qualitative Analyse, 17. Aufl., im unveränderten Neudruck, 1919; Quantitative Analyse, 6. Aufl. 1887.

Hier, wie an anderen Stellen des Buches sind nur die notwendigsten Hilfsbücher genannt.

⁵ Lunge-Berl, II Bd. 1922, S. 858, Abb. 17.



Abb. 6. Handwerkzeug
des Probenehmers.

ser nebst Keule und einer Anzahl sauberer Standgefäße mit eingeschliffenem Stopfen, schließlich einem biegsamen Spatel aus Stahl, zum Verteilen oder Einschaufeln der für die Untersuchung bestimmten Anteile.

Zum **Einholen der Probe** eignen sich Eimer von 15 l Inhalt, hergestellt aus nicht rostendem Eisenblech⁶, mit luftdicht schließendem Deckel; zum gröblichen Zerkleinern der gehärtete Hammer aus zähem Stahl.

Zum **Mischen** dient die Pfanne, ein rund geschnittenes Eisenblech von 3 mm Stärke, mit aufgebogenem Rande. Das gleichartig ausgebreitete Gut ist in gleiche Teile zu teilen; der eine Anteil weiter zu verarbeiten, der andere zu verwerfen. Das weitere Zerkleinern geschieht anfänglich von Hand, mit dem Hammer oder einem Stößel, und zuletzt, durch drehende Bewegungen der Keule im Mörser bis zur gewünschten Feinheit. Mit dem Ausschütten des Mörserinhalts auf die Spitze des Teilkreuzes ist das Mischen beendet. Von dieser Probe sind 150—200 g in einem Glasbehälter luftdicht zu verschließen und geschützt, vor unmittelbarer (Sonnen-) Bestrahlung, aufzubewahren.

Zu beachten ist, daß kleinstückiger Kuckersitabfall aschereicher, eisen- und schwefelhaltiger wie die mittlere Zusammensetzung des Flözes ausfällt. Dem Einzelfall entsprechend reichen 1—20 kg aus, um zu richtigen Werten zu kommen.

Der Erfahrene unterscheidet verwitterten, feuchten Kuckersit vom trockenen, erkennt ohne langes Besinnen oberflächlich genäßte Brocken von bergfeucht geförderttem Gut.

Für den Vergleich von Flözen mit- oder untereinander genügt es nicht, aus der Wand des Tagebaues senkrechte Streifen heraus-

⁶ Verzinkt, besser aus nichtrostendem, nahtlosem Stahl.

zuschneiden und diese in Beziehung zu einander zu setzen, weil Einzelflöze ungleich verwittern und der jeweilig angetroffene Verwitterungszustand sich stark geltend macht. Zulässig, bei erdiger Beschaffenheit des Kuckersits wenig ergiebig, sind frische Bohrerkerne, aus verschiedenen Stellen des unberührten Gebirgsstockes hervorgeholt. In unter Tag betriebenen Stollen gelingt es meist, nach Beseitigen der oberflächlich vertrockneten Schicht, mit einem Löffelbohrer vorzustoßen und aus diesem den Inhalt zu entnehmen. Wo der Löffelbohrer nicht ausreicht, verhilft ein kräftiges Schlag-eisen zur geeigneten Auslese.

Liegt der Kuckersit in Blöcken vor, im Durcheinander mit Kleinzeug, sind den Gewichtsverhältnissen entsprechende Mengen **jeder** Größe zu einer Probe zu vereinigen, zu annähernd gleicher Korngröße zu verarbeiten, ohne Zeitverlust auszubreiten, zu mischen, und zur handlichen Probe umzugestalten. Das Anwenden feiner Siebe, das Verwenden offener Mühlen, bei denen die Möglichkeit der Wasserverdunstung aus dem Mahlgut nicht ausgeschlossen ist, ist grundsätzlich zu vermeiden. Ebenso sind Temperaturerhöhungen, welche durch den Vorgang des Zerkleinerns hervorgerufen werden, unstatthaft. Jede Temperaturabweichung gibt Anlaß zur Ausscheidung von Wasser. Wird der Kuckersit in geräumigen, dicht schließenden Glasbehältern Temperaturschwankungen ausgesetzt, schlägt sich Wasserdampf auf der Innenwand nieder. In kleineren, durch das Pulver angefüllten Gefäßen findet dieser Vorgang, unsichtbar für das unbewaffnete Auge, im Pulver statt. Aus dieser Erfahrung leitet sich die Vorschrift ab: das zu untersuchende Muster vor jeder Entnahme durch sorgfältiges Mengen auszugleichen.

2. WASSERBESTIMMUNG.

Das Ermitteln der Groben Feuchte, d. h. des äußerlich anhaftenden Wassers, im Gegensatz zur Gesamtfeuchte, hat nur bei feinstückigem Kuckersit einen Sinn. Für diesen Zweck werden 10—100 g des Durchschnittes auf einer geräumigen, flachen Schale ausgebreitet, gewogen und in Zimmerwärme aufbewahrt bis Gewichtsgleichheit eingetreten ist. Die Bestimmung läßt sich auf 0,1 g genau durchführen.

Da es sich aus den Eigenheiten des Kuckersits (s. d. Abschnitte 10 (1) u. 18 (9)) verbietet, für die **Ermittlung der gesamten Feuchtigkeit** über $+35^{\circ}$ C hinauszugehen, ist sie wie nachstehend festzustellen:

Nach Mischen des Inhaltes im Vorratsgefäß wird ein bestimmter, bis 1,1 g schwerer Anteil in ein leichtes Wägegläschen übergeführt, das Gefäß verschlossen auf 0,1 mg genau gewogen und offen in einen H e m p e l - Exsikkator gestellt, der im Haubendeckel starke Schwefelsäure, auf dem Boden eine fingerdicke Schicht Natronkalk enthält. Nach Einstellen des Wägegläschens ist die Luft aus dem Exsikkator bis auf wenigstens 20 mm Quecksilber auszusaugen⁷.

Durch die Wärme des geheizten Zimmers unterstützt, hat der Kuckersit nach Ablauf von 14—24 Stunden seine Feuchtigkeit restlos abgegeben. Der Gewichtsunterschied gegenüber der Einwage ist das Feuchtigkeitswasser der Probe. Die Genauigkeit des Verfahrens erreicht 0,01%. Wenn Sorge getragen wird, daß in der verlangten Zeit die wasseranziehenden Mittel nicht mehr wie 0,6 g Wasser festzuhalten brauchen, lassen sich mehrere Prüfungen in einem Exsikkator durchführen.

Die **Bergfeuchte** liegt meist zwischen 8% und 16%; die **grobe Feuchtigkeit** steigt bis auf 30% im kleinstückigen Abfall. Der ungehemmten Verwitterung durch Frost und Hitze, Wind und Wetter ausgesetzt, nimmt, bisherigen Erfahrungen nach, das Schmelzwasser, unabhängig vom Feuchtigkeitsgehalt, bis zu 8% zu. Im gedeckten Schuppen austrocknend, fällt die Feuchtigkeit nicht selten unter 2%.

3. ASCHENBESTIMMUNG.

Wird mit dem Ausdruck **Asche** der Rückstand bezeichnet, der in sachgemäß geleiteten Heizanlagen keine Verbrennungswärme mehr abzugeben vermag, dann sind die Untersuchungsverfahren dieser Forderung anzupassen.

Die anscheinend einfache Aufgabe, aus einer gewogenen Menge des Brennstoffes die verbrennlichen Anteile in einem hitzebeständigen Gefäß fortzubrennen, ist unlösbar, wenn die zur Verfügung stehende Hitzemenge („die Menge bringt es“) nicht ausreicht, die erforderliche Wärmehöhe unerreicht bleibt, und wenn sich das Veraschungsgefäß unbeständig gegenüber der Hitzeeinwirkung verhält, oder angegriffen wird durch einen der zahlreichen, im Verbrennungsvorgang entstehenden Spaltstoffe.

Von der Höhe und Weite des Veraschungsgefäßes hängt es ab, ob die verfügbare Hitzequelle voll ausgenutzt werden kann, oder ob

⁷ Wasserstrahlpumpe nach J. W e t z e l. Labag—Berlin NW. 40.

ein Hitzesammler verwandt werden muß. Dieses gilt sowohl für die Mikroanalyse wie von dem Großversuch im Arbeitsraum des Forschers. Für viele Fälle zu empfehlen sind: Tiegel von 12 mm Höhe und 17 mm Durchmesser im Boden, 4 cm³ fassend; sie werden hineingestellt in H e m p e l - Öfen für Gas oder elektrisch geheizte Tiegel- oder Muffelöfen, die durch Einschalten von Widerständen gesteuert werden können.

Von ausschlaggebender Bedeutung für den Ausfall der Aschebestimmung ist der Stoff, aus dem das Veraschungsgefäß besteht.

Quarzgefäße, die neu und unbenutzt glänzend glatt sind, verlieren nach 2—3-maligem Gebrauch merklich an Glanz und am Gewicht, ebenso reines Platin, das den Gewichtsverlust erst nach dem Auskochen mit saurem Kaliumsulfat zeigt, während Porzellan entweder die erforderliche Hitze nicht aushält oder sprungweise schwerer wird. Nach dem Glühen löst rauchende, heiße Salzsäure nicht alle Bestandteile der eingeschmolzenen Kuckersitasche aus dem Porzellan heraus. Verhältnismäßig gewichtsbeständig halten sich Tiegel aus reinem Iridium⁸. Nach häufigem Glühen in Berührung mit kalkhaltigen Rückständen verliert auch dieses Metall merklich an Gewicht. Tiegel aus Iridium-Platin sind beständiger. Ob Tiegel aus Zirkondioxyd verwendbar wären, müßten Versuche erweisen.

Der in der Feuchtigkeitsbestimmung erhaltene Kuckersit wird, sofern er 0,7 bis 1,1 g ausmacht, verlustlos in einen flachen Tiegel aus Iridium-Platin übergeführt, das Wägegglas mit feuchtem, nicht zu nassem, etwa 1 cm² großem Stück aschefreiem Filtrierpapier ausgewischt und das Papier dem Tiegelinhalt zugegeben. Auf das Ganze sind 6—10 Tropfen Alkohol zu gießen. Der Tiegel ist in sein Dreieck einzusetzen und vor einem ziehenden Abzug aufzustellen. Nach Anzünden des Papierstückchens brennt anfangs in der Hauptsache Alkohol ab, doch suche man durch vorsichtiges, seitliches Nähern einer Flamme die Verbrennung auf den Kuckersit zu übertragen. Bei geschicktem Arbeiten entstehen nur Spuren Graphit; Rußbildung am Rande des Tiegels stört nicht. Sollten bei zu schnellem Erhitzen auffliegende Funken das Analysenergebnis in Frage stellen, ist das Auflegen einer Kappe aus Eisendrahtnetz auf den Tiegelrand unbedenklich. Zum Mitwägen der Kappe liegt kein Grund vor.

⁸ H e r a e u s — H a n a u.

Nach etwa 15 Minuten läßt sich die Hitze durch Unterstellen der Flamme zu heller Rotglut steigern, was weitere 5 Minuten Zeit beansprucht. Die Flamme wird entfernt und dem Tiegelinhalt Zeit zum Abkühlen auf Handwärme gegeben. Nun wird wieder mit Alkohol angefeuchtet, der Alkoholdampf entzündet und stetig bis zur hellsten Rotglut erhitzt. In den meisten Fällen ist durch zweimaliges Wiederholen der Inhalt innerhalb einer halben Stunde gar-gebrannt, bis zur Gewichtsgleiche.

Tiegel und Rückstand dürfen unbedenklich auf einen blanken Eisenklotz hingestellt werden, wenn das Wägen in der nächsten halben Stunde stattfindet; zu längerem Aufbewahren eignet sich ein Exsikkator. Das Mehrgewicht des Tiegels gegenüber seinem Leergewicht ist die **Reinasche**.

Die Untersuchung des Glührückstandes weicht nicht von der als bekannt vorauszusetzenden Prüfung kalkhaltiger Erden ab⁹. Im Rohstein, z. T. in der Asche gefunden sind in mannigfaltigen Bindungen und Verhältnissen:

	C	O		Si		Ca		10% und mehr
H				Al		K		Fe 1% bis 5%
	N	Na	Mg		P	S	Ti	Mn 1% und weniger ¹⁰ .

Auf Cl, Br, J und F ist bisher vergebens gefahndet worden. Die in jüngster Zeit veröffentlichten Befunde von 0,33% Cl im Rohschiefer, 0,68% in der organischen Masse, bedürfen der Bestätigung¹¹. Von anderer Seite wird Zinkblende aus dem Flöz F gemeldet, was besonders fraglich erscheint.

4. KARBONATASCHE.

Die Ermittlung der Reinasche berücksichtigt in nicht zu reichendem Maße den Gehalt des Kuckersits an flüchtigem Kohlendioxyd, Schwefel, Kali und Natron. Wie an anderer Stelle gezeigt

⁹ R. Fresenius, Anleitung z. quantit. chem. Analyse 6. Aufl. 1887 II. Bd. S. 642 u. f. S.

Lunge-Berl, Chemisch-techn. Untersuchungsmethoden 7. Aufl. 1922 II. Bd. S. 786—792. Zeitschr. f. angew. Ch. 40. Jahrg. 1927 S. 1210—1211 in Form eines Fließbildes nach englischem Muster. Zulässig sind ferner: Chemiker-Kalender (Springer) 1923 II. Bd. S. 596—598; 624—626; 1924 II. Bd. 613—615; 1926 II. Bd. 594—596. Die vielenorts genannte rationelle Analyse ist nicht zugänglich.

¹⁰ Nach A. I. Schamarin, Arch. f. Naturkunde, Dorpat I. Serie 5 Bd. S. 29.

¹¹ K. Luts, Brennstoff-Chemie 9. Bd. 1928 Nr. 13; Riigi Pölevkivitööstus 1918—1928, Festschrift, anlässlich des 10-jährigen Bestehens der Staatlichen Brennschieferwerke 1928 S. 47, 48, 51, 88.

ist (s. d. Abschnitt 18 (9)), gehört der flüchtige Schwefel aus den Schwefelverbindungen zum engeren Bestande der organischen Anteile; dagegen fallen verdampfbare Kali- und Natronverbindungen, in überreichlicher Gegenwart von Kieselsäure, Tonerde und Schwefelverbindungen, kaum ins Gewicht. Trotz alledem darf die unmittelbar an Kalk und Magnesia gebundene Menge Kohlendioxyd nicht vernachlässigt werden, weil das leichtflüchtige Dioxyd die fortgebrannten Kohlenwasserstoffe zu hoch, und den ursprünglichen Gehalt an (wertlosen) Erden zu niedrig erfassen läßt. Aus diesem Grunde ist die gesonderte Bestimmung entweder der Träger des Kohlendioxydes (A) oder des Kohlendioxydes (B) an sich nicht zu umgehen.

A. Bestimmung der Kohlendioxydträger:

1) Im Salzsäureauszuge.

Der aus dem Veraschen erhaltene und gewogene Rückstand ist verlustlos in eine 6—7 cm Durchmesser haltende Porzellanschale überzuführen und der Tiegel mit je 2 cm³ rauchender Salzsäure auszuspülen, bis etwa 5 cm³ im Ganzen zugefügt sind. Nun wird der Schaleninhalt auf dem Sandbade abgedampft. Nach dem Abkühlen der Schale ist der Salzkuchen ein zweites Mal mit starker Salzsäure anzufeuchten, 1 cm³ genügt, und wieder zur Trockne zu bringen, um stets vorhandene Kieselsäure unlöslich zu machen. Nachdem der Schaleninhalt wieder auf Zimmerwärme abgekühlt ist, wird er abwechselnd mit verdünnter Salzsäure und heißem Wasser kalkfrei gewaschen. Das Durchgeseigte ist in einem Becherglase aufzufangen. Das Anwenden von Faltenfiltern bringt Unsicherheiten mit sich; glatte Filter gewährleisten dagegen einen klaren Durchlauf.

Der Inhalt des Becherglases ist mit nicht zu starkem Ammoniak zu sättigen bis rotes Lackmuspapier eben anfängt blau zu werden und bei gleichbleibendem Farbumschlag auf fast 95° C anzuwärmen. Der sich bildende Niederschlag aus Eisen- und Tonerdehydraten, fällt bei richtigem Ausgleich körnig aus, die Lösung selbst wird wasserklar. Noch warm aufs Filter Weißband 589¹² gebracht, läuft die Flüssigkeit schnell durch. Das Auswaschen ist mit heißem Wasser bis zur Chlorfreiheit durchzuführen. Zurück

¹² Schleicher & Schüll.

bleibt die Gesamtmenge der gelöst gewesenen Tonerde, doch nur ein Rest des Eisens, weil es z. T. beim Eindampfen mit Salzsäure als flüchtiges Chlorid fortgeraucht wurde.

Das Filtrat wird zum Kochen erhitzt, der Kalk mit fester Oxalsäure und nachheriges gelindes Übersättigen mit Ammoniak abgeschieden, auf aschefreiem Papier gesammelt, ausgewaschen, noch naß im Platintiegel verascht, durch anhaltendes Glühen in Ätzkalk umgewandelt und gewogen. Aus der durchgeseihten Lösung ist die Magnesia in gewohnter Weise durch Zufügen von Natriumphosphat mit starkem Ammoniak auszufällen¹³. Das Garbrennen des vorgetrockneten Niederschlages gelingt leicht in einem 1,6 cm³ fassenden Porzellannäpfchen¹⁴, bei langsam ansteigender Glut innerhalb einer Viertelstunde. Vorschnelles Steigern der Hitze hält den Vorgang unnötig auf. $\text{CaO} \times 0,7847 = \text{CO}_2$; $\text{MgP}_2\text{O}_7 \times 0,1526 = \text{CO}_2$. Die vereinigten Gewichte des Dioxydes sind der Reinasche zuzuzählen, um das Gewicht der Karbonatasche zu erhalten.

Bahnsendung v. 2. III 1927.		Bahnsendung v. 3. III 1927.	
13,74% H ₂ O	—	17,17% H ₂ O	—
37,30% Glührückstand,	43,24%	32,95% Glührückstand,	39,78%
13,46% dazu CO ₂	15,61%	9,98% dazu CO ₂	12,05%
35,50% Organischer Anteil als		39,90% Organischer Anteil als	
Rest von 100	41,15%	Rest zu 100	48,17%
Berechnung des Kohlendioxydes:			
17,90% CaO entsprechen	14,05% CO ₂	13,08% CaO entsprechen	10,26% CO ₂
1,43% MgO	1,56% „	1,65% MgO	1,79% „
	15,61% CO ₂		12,05% CO ₂
Demnach Karbonatasche:	58,85%	Mithin Karbonatasche:	51,83%

Für den Betrieb einer Heizungsanlage maßgeblich sind: die Feuchtigkeit, die Organischen Anteile und die Aschenmenge im Glührückstand.

Anmerkung: Die vorstehend gegebenen Anweisungen eignen sich nicht für das Erfassen aller im Kuckersit enthaltenen Verbindungen. Wem an der Bauschanalyse, dem Gehalt an Feldspat, Kalziumkarbonat, Quarz, Tonerde u. s. w. gelegen ist, der halte sich an die S. 61, Anm. 9 gegebenen Vorschriften.

¹³ S. auch Schmitz, Zeitschr. f. anal. Ch. 45. Bd. 1906 S. 512 und 278; Treadwell, Quantitative Analyse, 11. Aufl. 1927 S. 58, wonach die saure Lösung heiß ausgefällt wird.

¹⁴ Meißener Porzellan.

Für das Bestimmen von Natrium und Kalium durch Aufschließen: Glühen mit der gleichen Menge Salmiak und der 6-fachen Menge Kalziumkarbonat im Platintiegel, gibt Treadwell¹⁵ ausreichende Auskunft.

2) Durch Lösen in Salmiak nach Degraz¹⁶.

Der aus dem Veraschen erhaltene Glührückstand wird ohne zu stäuben in ein Becherglas geschüttet, mit 30 cm³ einer starken Salmiaklösung übergossen und nach Auflegen eines Urglases zum Kochen gebracht. Das Kochen ist unter Ersatz des verdampfenden Wassers so lange fortzusetzen, bis der Geruch nach Ammoniak verschwindet. Der Rückstand ist abzufiltrieren und heiß auszuwaschen. Der in Lösung gegangene Kalk ist als Oxalat zu fällen und das Magnesium als Magnesiumammoniumphosphat zu bestimmen. Für die Ausführung und das Auswerten gelten die vorausgegangenen, näheren Hinweise.

Wird das gleichzeitige Feststellen von Kalk und Magnesia vorgezogen, ist das Filtrat der Chlorammonlösung in einem 500-Meßkolben aufzufangen. Nach dem Auffüllen bis zur Marke und dem Mischen sind 200 cm³ mit 20 cm³ 10% Zitronensäurelösung, 100 cm³ Ammoniak vom spez. Gew. 9,91 und 60 cm³ Ammonphosphatlösung (50 g/l) zu versetzen, erst bei 80° C, darnach in kaltem Wasser zu rühren; der Niederschlag ist nach kurzem Stehenlassen aufs Filter zu bringen und mit 2% Ammoniakwasser chlorfrei zu waschen. Die restlichen 300 cm³ dienen für die Kalkbestimmung.

Die Arbeitsweise mit Salmiak vermeidet den Aufwand an Säuren, spart Zeit, erfordert nicht das Abscheiden der Kieselsäure und Abtrennen von Eisen und Tonerde. Nicht in Form von Karbonaten an Kalk oder Magnesia gebundene Verbindungen bleiben unzer setzt (Degraz S. 715).

B. Kohlendioxydbestimmung:

1) Maßanalytisch.

Im allgemeinen ist die titrimetrische Ermittlung des Kohlendioxydes der räumlichen vorzuziehen¹⁷. Der Regel nach wird eine

¹⁵ Quantitative Analyse, 11. Aufl. 1927 S. 424.

¹⁶ Zeitschr. f. angew. Ch. 35. Bd. 1922 S. 714—715.

¹⁷ Max Gary, im Lunge-Berl, Bd. II. 1922 S. 780 a. a. O.

gewogene Menge des zu untersuchenden Körpers in einer bekannten Menge überschüssiger Säure gelöst und der Überschuß mit gestellter Lauge ausgeglichen. In Gegenwart von organischen Stoffen oder vorwiegend tonige Anteile führenden Aschen stößt das Erkennen des Farbumschlages auf Schwierigkeiten, trotz reichlicher Zugabe des Umschlagmittels. Auf die konduktometrische Maßanalyse sei hingewiesen, ohne darüber Erfahrungen zu besitzen.

2) Räumlich nach Lunge-Rüttener¹⁸ oder Scheibler-Dietrich¹⁹.

Dem räumlichen Verfahren zufolge wird die Raumvergrößerung gemessen, welche der zu untersuchende Körper nach Infreisetzen eines seiner Bestandteile erfährt. Beabsichtigt ist nur das Austreiben des Kohlendioxydes, doch verschleiern beim Aufschließen von Kuckersit unbeabsichtigt entstehende, wechselnde Mengen Schwefelwasserstoff das Ergebnis. Die in den Anweisungen für das eine wie das andere Verfahren vorgesehene Salzsäure ist durch ein Gemisch von Salzsäure und 4% Wasserstoffsuperoxyd im Verhältnis 1 : 1 zu ersetzen und die Zugabe eines Wasserstoffentwicklers zum Austreiben der Kohlensäure zu unterlassen. Der entstehende Wasserstoff würde die Wirkung des Superoxydes aufheben; mit dieser Abänderung durchgeführte Untersuchungen fallen gleichbleibend aus.

Beim Auswerten der abgelesenen Rauminhalte auf 0° und 760 mm ist mit dem von der Sperrflüssigkeit verschluckten Gasanteile, mit dem Sättigungsdruck der Sperrflüssigkeit, der bei Kochsalzlösung 80% reinen Wassers beträgt, meist auch mit einer feststehenden Unstimmigkeit der gesamten Vorrichtung zu rechnen.

0,1977 g abgewogen zeigen in 1 cm³ 1% CO₂ an.

5. SCHWEFELBESTIMMUNG.

1) In der Trockenschmelze²⁰.

Bis 0,7 g des feingepulverten, auf mg genau gewogenen, **trockenen** Kuckersits sind mit dem 10-fachen Gewicht pulverförmigen

¹⁸ Ebenda Bd. I. 1921 S. 212—216; gekürzt im Chemiker-Kalender 1924 Bd. II S. 585; 1926 Bd. II S. 566.

¹⁹ Ebenda Bd. I. 1922 S. 778 und Chemiker-Kalender 1926 Bd. II. S. 612.

²⁰ Lunge-Berl, I. Bd. 1921 S. 702—703, Quellenangaben daselbst.

Natriumsuperoxydes im Nickeltiegel zu mischen. Unmittelbar darnach wird der Deckel aufgesetzt und eine **kleine** Flamme unter den Tiegel gestellt.

Hat die Einwirkung der Stoffe aufeinander begonnen, darf langsam erhitzt werden, bis die Schmelze ruhig fließt. Der Schmelzkuchen wird noch warm in heißem Wasser gelöst und der Tiegel nebst Deckel in ein Becherglas abgespritzt. Nach Auflegen eines Urglases auf den Becher, ist die stark basische Flüssigkeit mit Salzsäure abzustumpfen und das Ausfällen der Schwefelsäure mit Baryumchlorid zu bewerkstelligen.

Statt das Sulfat auf aschefreiem Papier zu sammeln, kann der Niederschlag auf einem Asbestfilter aufgefangen werden, dessen Poren durch eine dünne Aufschwemmung von gereinigtem Kieselgur zuvor verkleinert worden waren. Zum Auskochen des Kieselgurs dient verdünnte Salzsäure. Das Auffangen und Waschen, schließlich das Trocknen bei 130° C oder in Glühhitze hat in ein und demselben Goochtiegel zu erfolgen²¹. $1 \text{ g BaSO}_4 = 0,1373 \text{ g S.}$

2) Durch Verbrennen

einer gewogenen Menge Kuckersit in einer mit Sauerstoff erfüllten 5-Literflasche²². Steht verdichteter Sauerstoff zum Füllen von Flaschen zur Verfügung, ist der Verbrennungsvorgang bequem und schnell ausführbar; anderenfalls behelfe man sich mit einem eisernen Rohr, aus dem durch Erhitzen von Kaliumpermanganat Sauerstoff entwickelt wird. Pfropfen und Dichtungen aus feucht zusammengedrückter Asbestpappe sichern an den der Hitze ausgesetzten Verbindungsteilen den gasdichten Abschluß.

Beim Herstellen des Sauerstoffs aus Permanganat empfiehlt sich das Einschalten einer Waschflasche zwischen Sauerstoffentwickler und Auffanggefäß, um gegen Mitreißen von Manganstaub gesichert zu sein. Sollen auch die im Verbrennungsvorgang sich bildenden Säuren festgestellt werden, dann ist das zum Füllen der Sauerstoffflasche benötigte Wasser abzusättigen, bis zur Unwirksamkeit gegenüber dem Farbstoffe der zum Farbenumschlage in der, meist üblichen, Prüfung mit Maßflüssigkeiten dient.

²¹ Großfeld, ebenda II. Bd. 1922 S. 791; besser noch sind die aus Quarzglas bestehenden Tiegel von Schott & Gen.

²² Ebenda III. Bd. 1923 S. 143—144.

Zur Aufnahme des zu verbrennenden Körpers eignet sich ein Porzellantiegel²³ von 1,5 cm³ Fassungsraum, abnehmbar auf einem Halter aus starkem Nickeldraht, Neusilber- oder Kupferdraht befestigt. Eine rechtwinklig abgebogene Schlinge nimmt den Tiegelboden auf, während ein spiralg um den Stab gewundener, feinerer Draht den Tiegelrand federn festhakt. Das freie Ende des Metallstabes wird vom abschließenden Gummistopfen gehalten. Der günstigste Platz für den Tiegel liegt in der halben Flaschenhöhe.

Nach dem Einwägen ist der Probekörper mit starkem Glycerin anzufeuchten. Die Zündung läßt sich mit einem aufgelegten, gewachsenen Zwirnsfaden einleiten, worauf das Verbrennen im Sauerstoffüberschuß folgt. Unfälle sind in Dutzenden von Versuchen nicht vorgekommen²⁴.

Hat das Nachglühen aufgehört, vergeht mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde Zeit bis sich die Dämpfe niedergeschlagen haben. Das Aufarbeiten des in lösliche Verbindung übergeführten Schwefels hat nach bekannten Regeln zu erfolgen, doch gibt weder das erste noch das zweite hier genannte Verfahren den tatsächlichen Schwefelgehalt voll an, obzwar der im Verbrennungstiegel zurückbleibende Rest kaum mehr als Spuren vom Schwefel zurückhält. Für gewerbliche Zwecke genügt die Kenntnis der beim Vergasen, Schwelen oder Verheizen des Kuckersits in Wirksamkeit tretenden Schwefelanteile, in der Hauptmenge Spaltstoffe aus Markasit und Pyrit. Soll der gesamte Schwefel bestimmt werden, ist gegebenen Vorschriften nach Eschka zu folgen, beschrieben im Lunge-Berl²⁵, oder genauer nach Brunck²⁶.

Bisher gefunden sind 0,69% Gesamtschwefel, im Höchsthfall 1,78%, je nachdem, welch ein Flötz vorlag²⁷. Vom Gesamtschwefel geht $\frac{3}{4}$ flüchtig, $\frac{1}{4}$ wird von der Asche festgehalten. Größere Durchschnitte, Bahnsendungen entnommen und im Laboratorium des Gaswerkes zu Reval untersucht, zeigten gleichmäßig 0,2%—0,4% flüchtigen Schwefel.

²³ Das Verwenden von Platintiegeln oder von Asbesttellern bewährt sich nicht auf die Dauer.

²⁴ Auch Treadwell empfiehlt das Verfahren, s. Quantitative Analyse, 11. Aufl. 1927 S. 317.

²⁵ I. Bd. 1921 S. 427.

²⁶ Zeitschr. f. angew. Ch. 18. Bd. S. 1560, verbessert von Hollinger, ebenda 22. Bd. 1909 S. 436.

²⁷ Wittlich, Acta et commentationes univers. Dorpatensis 1925 A. VIII.

6. STICKSTOFFBESTIMMUNG.

In Fällen, in denen dem Stickstoff des Rohsteines Bedeutung zukommt, ist zum Ermitteln des N-Gehaltes das Verfahren nach *Dumas*²⁸ anzuwenden. Nicht unter 0,6 g feingepulverten Kuckersits werden in einem einseitig zugeschmolzenen Verbrennungsrohr mit Kupferoxyd gemischt verbrannt, unter Vorlage einer blanken Silberspule. Zuvor und zuletzt wird aus dem miteingeschlossenen Magnesiumkarbonat (Magnesit) Kohlendioxyd entwickelt.

Bezüglich Einzelheiten ist neben anderen brauchbaren Vorschriften auf *Gattermann*²⁹ und *Lassar-Cohn*³⁰ hinzuweisen.

Der von *Dumas* eingeschlagene Weg scheint beschwerlicher wie der von *Kjeldahl*, führt aber sicherer zum Ziel, weil der Kuckersit beim Verbrennen einen oft schwer aufschließbaren Koks abscheidet.

Stickstoff ist nach *Wittlich* und *Weshnjakow*³¹ bis zu 0,1% im Rohstein zu erwarten; auf die Organische Masse bezogen, ergeben sich 0,2%—0,3%.

7. BESTIMMEN VON TEER- UND GASAUSBEUTE.

Die 1920 von *Fr. Fischer* und *H. Schrader*³² eingeführte Untersuchung fester Brennstoffe im Aluminiumklotz auf Teerergiebigkeit, auf Gas- und Koksausbeute, gehört zu den unentbehrlichen Beurteilungsverfahren der einschlägigen Prüfstellen. Auf die Bewertung des Kuckersits angewandt, gibt die Untersuchung nach 2 Richtungen Auskunft: Einerseits gestattet sie die Menge der schwelfähigen Bestandteile messend zu verfolgen, andererseits ermöglicht sie die Frische, bzw. den Verwitterungsgrad des verwandten Gesteins vergleichsweise zu beurteilen.

Die Vorrichtung besteht aus einem dickwandigen Aluminiumgefäße, dessen Hohlraum für die Aufnahme des zu schwälenden Körpers bestimmt ist, mit angeschlossenem Abzugsrohr für entstehende

²⁸ Verbessert von *Fritsche*, Brennstoffchemie 2. Bd. 1921 S. 367.

²⁹ „Praxis des organischen Chemikers“. 13. Afl. 1917 S. 84—96; 19. Afl. 1925.

³⁰ „Arbeitsmethoden für das organisch-chemische Laboratorium“.

³¹ Acta et commentationes univers. Dorpatensis 1922 A III. 7. S. 6.

³² Zeitschr. f. angew. Ch. 33. Bd. 1920 S. 172—175; Brennstoff-Chemie 1. Bd. 1920 S. 87.

Spaltstoffe. Infolge der guten Wärmeleitfähigkeit des Metalls, ist die Überhitzung innerer Teile vermieden und die fortschreitende Wärmeaufnahme in einer Längsbohrung der Seitenwand, welche die Meßvorrichtung aufnimmt, genau zu überwachen. In die Bohrung wird ein bis 560° C brauchbarer Wärmemesser eingeführt oder ein Wärmeelement, das mit einem Millivoltmeter in Verbindung steht. Zu verwenden sind Drahtpaare aus Kupfer-Nickel, Eisen-Konstantan, Nickel-Nickelchrom; Platin-Platinrhodium-Drähte geben erst von 200° C an brauchbare Ausschläge. Zum Erhitzen dient ein Mékerbrenner, ein Dreibrenner oder eine großflämmige, einstellbare Gebläselampe nach Barthel.

Die Aluminiumschwelvorrichtung wird in verschiedenen Größen geliefert³³. Mit Rücksicht auf den Verbrauch an Heizmitteln, ist von den großen Formen abzusehen, und eine Ausführung von 9 cm äußerer Höhe und 7 cm Durchmesser vorzuziehen. Ihre Abmessungen gestatten das Einfüllen von 40 g Kuckersit. Diese und folgende Wägungen sind auf 0,01 g genau auszuführen.

Das Schwelgut soll als gleichmäßiges Pulver, etwa in der Feinheit grob gemahlener Kaffeebohnen verwandt werden. Aus dem gleichen Vorrat ist die Probe für die Feuchtigkeitsbestimmung zu entnehmen und anzusetzen.

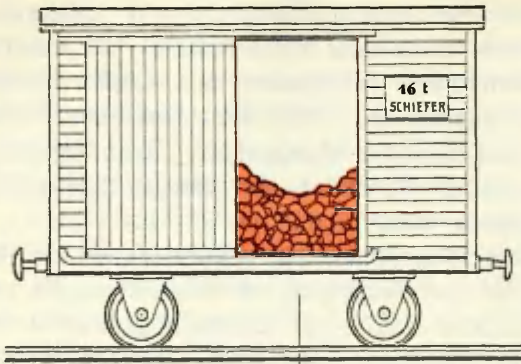
Um sich bei dauerndem Gebrauch den gasdichten Verschuß des Deckels zu sichern, darf beim Einpassen niemals Gewalt in Anwendung kommen. Durch leichtes Aufschlagen mit einem 5 g schweren Gegenstande und kurze Drehbewegung des Deckels, gelingt es stets gasdicht abzuschließen. Im Notfalle wäre der Deckel mit Bimssteinstaub und ein wenig Öl einzuschleifen.

Die Vorlage, ein 60 cm³ fassender Destillierkolben von bekanntem Leergewicht, wird mit der Halsöffnung über das Abzugsrohr geschoben und durch ein zwischengeschobenes oder übergezogenes, kurzes Stück Schlauch verbunden. Die Kugel des Glaskolbens taucht bis über die Ansatzstelle des Seitenrohres in kaltes Wasser, dessen Wärme auch zum Ende des Versuches nicht über 10° C ansteigen soll. Auf das Seitenrohr ist ein Messing-Metall-Lötrohr luftdicht aufzusetzen (s. die Skizze).

Zu Beginn des Versuches wird die kleingeschraubte Flamme eines Riesenbrenners unter den Aluminiumklotz gestellt und die erste Halbzeit klein belassen, bis sich die ersten Tropfen im vorge-

³³ A. Hofer, Kohlenforschungsinstitut Mühlheim a/Rh.

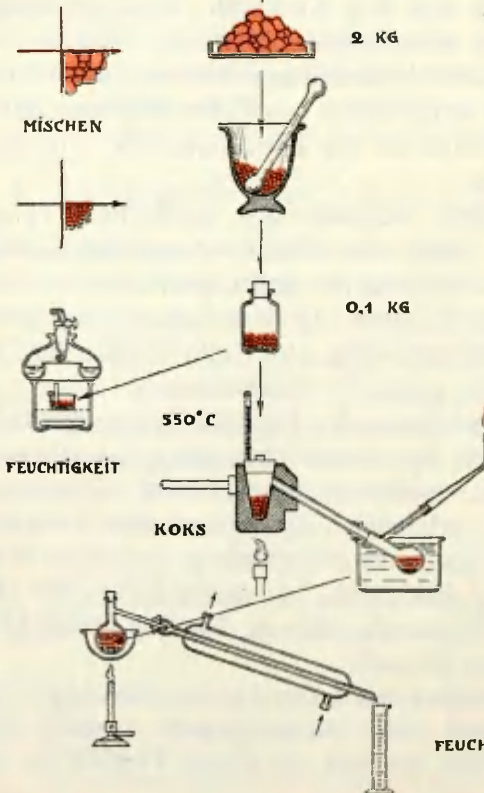
Abb. 7.



FLIESZ BILD

FÜR

FEUCHTIGKEIT
UND
SCHWELWERT



GAS

ÖL + FEUCHTIGKEIT +
ZUSTANDSWASSER

FEUCHTIGKEIT + ZUSTANDSWASSER.

legten Kölbchen verdichtet haben; bei etwa 380° C beginnen aus der Lötrohrspitze brennbare Gase zu entweichen. Nun darf Hitze zugegeben werden, jedoch nur so viel, daß die Flammenhöhe nicht über 2 cm wächst. Das Erhitzen ist fortzusetzen bis nach viertelstündigem Zuwarten keine Tropfen fallen und das Schwelgas nach wiederholtem Zünden nicht brennen will. Unverbrannt in den Arbeitsraum strömend, belästigt es durch übelriechende Schwefelverbindungen!

Über 550° hochzugehen, hat keinen Zweck. Immerhin erfordern 40 g Kuckersit 1½—2 Stunden Zeit zum Abschwelen. Eine weitere Stunde beansprucht das Abkühlen des Metallbehälters auf Zimmerwärme. Unterdessen ist die Vorlage mit ihrem Inhalt auf die Wage zu bringen; die Gewichtszunahme entspricht dem Gehalt der wie vorstehend unter 2. S. 58 untersuchten Einwage [e] an Feuchtigkeitswasser [f], an Schwelwasser [s] und an Ölen [ö], die, vorläufig ungetrennt, ein gemeinsames Gewicht ergeben. Durch Ausschütten, und Auskratzen des Schwelrückstandes mit einem Spachtel auf weißes Glanzpapier, und unverzügliches Wägen zwischen passenden Uhrgläsern, wird das Gewicht [k] des Koks erhalten. Bezeichnet g das Gewicht der entwichenen oder verbrannten Schwelgase, dann ergibt sich die Bezeichnung: $g = e - (f + s + \ddot{o}) - k$.

Für das Abtrennen des in den Teer übergegangenen Wassers stehen zwei Wege offen: 1) Übertreiben des Wassers mittelst Xylol oder 2) Ausschleudern durch Fliehkraft in einem Triebwerk. In beiden Fällen wird das Wasser aus dem Raume, den es im Meßglase unterhalb der Kohlenwasserstofföle einnimmt, abgelesen, wobei cm^3 und g einander gleich zu setzen sind.

1) Für die Bestimmung des übergangenen Wassers wird das gleiche Vorlagekölbchen zum Wegkochen des Wassers mit 20 cm^3 Xylol oder schwerem, wassergesättigtem Benzol beschickt, in ein Nest aus Drahtenden gebettet. Das Nest besteht aus 0,3—0,4 mm starken, etwa 3 cm langen Kupferdrahtabschnitten im dünnwandigen, halbkugeligen Messingschälchen. Letzteres weist einen um 2 cm größeren Durchmesser wie der Kolbenbauch auf.

Für die Dauer des Übertreibens ist das Kölbchen bis an den Halsansatz hinauf mit den ineinander verfilzten Drahtabschnitten zu bedecken. Bei geschickter Ausführung bedarf der Kolben keines weiteren Haltes (Abb. 7).

Das Erhitzen des Nestes erfolgt durch eine verstellbare Sparflamme. Doch versäume man nicht, gegen den Siederverzug, vor

Beginn des Übertreibens 2—4 Bimssteinstückchen dem Kolbeninhalt zuzufügen. Zum Verdichten der mit Wasser beladenen Öldämpfe, ist ein kurzer, aus Glas angefertigter Liebig-Kühler anzuschließen. Einmaliges Füllen mit Kühlwasser genügt bis zum Schluß. Das Übertreiben hat so lange anzudauern, wie das verdichtete Öl milchig getrübt erscheint, anderenfalls wäre das Kochen nach erneuter Zugabe von Xylol fortzusetzen. Sollten sich im Kolbenhals Wassertropfen ansammeln, sind diese durch die strahlende Wärme einer Fächelflamme oder einer heißen Kachel fortzuschaffen. Im Kühlrohr und am Meßglase haftenbleibende Tropfen zeigen unsaubere Wandungen an. Vorhergehendes Reinigen mit chromsäurehaltiger Schwefelsäure beseitigt diesen Mißstand.

Ein in $0,1 \text{ cm}^3$ geteiltes Meßglas nimmt das verdichtete Öl und das Wasser [f + s] auf, doch vergehen meist 24 Stunden bis die Lupenablesung gleichbleibende Wassermengen [s] ausweist.

2) Das Absondern, unverbundener Körper aus Gemischen durch Fliehkraft, ist möglich, wenn der im Triebwerk einer Schleuder erzeugte Stoß Körper von verschiedenem Eigengewicht trifft. Im Gemisch von Schwelwasser mit Schwelteer aus Kuckersit, sind beide Bestandteile annähernd gleich schwer. Zwar würden Zugaben von Lösungsmitteln wie Toluol, Benzol, Xylol die Eigenschwere des Teeres auf Kosten seines Umfanges erniedrigen, zugleich aber Fehler hineinragen, die aus dem unterschätzten oder überschätzten Aufnahmevermögen der angezogenen Hilfsstoffe für Wasser entstehen⁸⁴.

Teilen des sich ungleichartig durchdringenden Gemisches ist nicht angängig. Infolgedessen wäre die Flüssigkeitsmenge, oft 20 cm^3 und mehr, ungeteilt zu bearbeiten. Hinzu käme etwa gleich viel Verdünnungsmittel. So große Flüssigkeitsmengen fassen die gebräuchlichen medizinischen Schleudern nicht. Eher eigneten sich die für Milchprüfungen nach Gerber üblichen Röhrchen, versehen mit einer zutreffenden Einteilung.

Holdes⁸⁵ berichtet über eine dem besonderen Zweck angepaßte Vorrichtung; doch störe der mit dem Wasser gleichzeitig abgeschiedene Schmutz.

Für Gas- und Kokereiteer mag dieser Nachteil bestehen. Aus der Aluminiumretorte erhaltene Teeröle sind fast staubfrei. Sollte die Wasserbestimmung mit Hilfe der Fliehkraft ohne Einbuße an Genauigkeit schneller zum Ziele führen wie das Kochverfahren, müßte die erstere Arbeitsweise vorgezogen werden. Die Berechnung hätte in der eingangs gezeigten Weise zu erfolgen.

⁸⁴ Bei 25° löst Wasser 0,113% Benzol, bei 25° C löst Benzol 0,013% Wasser. In Gegenwart von Piperidin fällt die Löslichkeit. Zeitschr. phys. Ch. 30. Bd. 1899, S. 295; s. a. Chemiker-Kalender II. Bd. 1926, S. 334.

⁸⁵ Kohlenwasserstofföle 1924, S. 75.

Abgesehen vom Ermitteln der Feuchtigkeit, beansprucht die Schwelanalyse einschließlich Wägungen 4½ Stunden Zeit. Die Prüfung gibt aber auf noch weitere Fragen Auskunft, nämlich, den angetroffenen **Zustand der Verwitterung**. Das beim Schwelen erhaltene Schwelwasser ist das Maß für den Verwitterungszustand des Probekörpers. Der Gehalt an Schwelwasser [s] bedingt den Ausfall des Schwelens, mithin Teerausbeute und Gasreichtum, und beeinflusst in weitgehendem Maße die Heizkraft und Güte der gewinnbaren Spaltstoffe.

Das Bestimmen von [s] setzt die Kenntnis des Feuchtigkeitswassers [f] voraus. Demnach ist $s = (f + s) - f$. Beispiele fürs Berechnen und Bewerten von Kuckersit verschiedener Beschaffenheit, enthält nachstehende Aufzählung:

Nr.	Einwage e	Schwel- dauer	End- temp.	Schwel- koks k	Teer, Öl Wasser $\delta + s + f$	Wasser f+s	Gas	Bemerkungen
	g	Min.	°C	g	g	cm ²	g	
1	40	107	555	26,40	11,20	3,80	2,40	Bahnsendungen entnommen
2'	20	140	550	8,35	9,84	3,30	1,81	Unter sich gleiche Probe; angeblich frisch aus dem Berg geholt. Koks geschmolzen.
2''	36,2	80	550	15,14	17,82	6,00	3,24	
3	40	120	550	21,65	13,33	5,00	5,02	Einem eiszeitlichen Äs entnommen

Fettgedruckte Zahlen beziehen sich auf „wasserfreien“ Kuckersit, den durch Feuchtigkeit unbelasteten Rohstoff.

Nr.	Feuch- tigkeit f	Koks k	Teeröle ö	Gas g	Summe d. Was- sers f+s	Schwel- wasser s	Schwelwert
1	5,80 —	66,00 70,06	18,50 19,64	6,00 6,37	9,50 —	3,70 3,93	Mäßig verwittert; Gas- und teerölarmses Muster
2'	13,72 —	41,75 48,39	32,70 37,89	9,05 10,49	16,50 —	2,78 3,22	Wenig verwittert; reich an Teerölen. Unter Verzicht auf Öl reichlich gasgebend
2''	13,72 —	41,82 48,47	32,65 37,84	8,96 10,39	16,57 —	2,85 3,30	
3	5,05 —	54,13 57,01	20,83 21,94	12,54 13,21	12,50 —	7,45 7,84	Stark verwittert; Ölteerarm Unergiebig

Je mehr Schwelwasser die Untersuchung anzeigt, um so verwitterter ist der Stein. Demnach müßte der Kuckersit nicht nur nach dem Gehalt an organischen Stoffen bewertet und gehandelt werden, sondern auch nach seinem Verwitterungszustand.

An dieser Stelle sei auf einzelne der vielen Nachprüfungen des von Franz Fischer und Hans Schrader geschaffenen Verfahrens eingegangen. Von manchen Untersuchern wird dem Verfahren mangelndes Übereinstimmen mit dem Betriebe gewerblicher Unternehmen vorgeworfen. Dieses Schicksal teilen **alle** am Prüftisch des Forschers ausgeführten Kleinarbeiten. Ohne Abstriche, Einschränkungen nach der einen oder anderen Richtung kommt der Urteilende nicht aus, wenn er die Übersicht über die Fragengruppe nicht verlieren will oder nicht schon verloren hat.

Das Verfahren nach Fischer und Schrader ist eine Zweckprüfung für Sonderaufgaben: die Eignung von Stoffen für den Sonderfall in kurzer Zeit mit einfachen Mitteln klar zu stellen. Bringt es bspw. eine Werkausbeute auf 103% der im Aluminiumklotz erhaltenen Teeranteile, dann gestattet das Nebeneinanderstellen verschiedener Ergebnisse Schlüsse auf die Zweckmäßigkeit ähnlicher Betriebe mit 65% Ausbeute. Den Zahlenangaben sind tatsächliche Vorkommnisse unterlegt. Was helfen aber die besten Werkbetriebe, wenn die Ursachen schlechter Ausbeuten im Rohstoff selbst liegen? Kein anderer Prüfweg führt so sicher zur Übersicht über Eigenheiten der zum Schwelen, Heizen und Vergasen bestimmten Urstoffe, wie die beschriebene Zweckprüfung.

8. HEIZWERT.

Als Wärmeeinheit (WE) oder Kalorie gilt die Wärmemenge, welche die Maßeinheit Wasser, 1 g oder 1 kg, um 1° C erwärmt. Infolgedessen spricht man von (kleinen) Grammkalorien (we) oder (großen) Kilogrammkalorien (WE).

Die zum Erwärmen der Masseneinheit nötige Wärmemenge ändert sich etwas mit dem Wärmebereich der Messung. Daher gelten diesbezügliche Angaben ohne Nennung des Meßbereiches nur angenähert.

In Deutschland hat man sich (leider) auf die 15°-Kalorie geeignet, d. h. die Wärmemenge, welche 1 g oder 1 kg Wasser bei 15° von 14,5° auf 15,5° C um 1° erwärmt. Amerikanische Forscher pfe-

gen aus Zweckmäßigkeitsgründen mit der 20°-Kalorie zu rechnen, weil diese der „Zimmertemperatur“ näher liegt als 15° C. Eine 20°-Kalorie ist genau um 1 vom Tausend kleiner wie die in Deutschland übliche.

Die Wärmewirkung eines Heizstoffes, aus dessen Zusammensetzung, etwa nach der „Verbandsformel“: $81 \cdot C + 290 \cdot (H - \frac{1}{8}O) + 25 \cdot S - 6 \cdot w$ kcal abzuleiten, ist unzulässig. Jede Faustberechnung nach Dulong oder nach einer der verbesserten Verbrennungsgleichungen führt, auf den Kuckersit angewandt, zu falschen Schlüssen, — es sei denn, daß die Rechnung den Eigenheiten des Kuckersits angepaßt, auf ihn zugeschnitten würde. Die Dulong'sche Gleichung hat seit Vervollkommnung der unmittelbaren Heizwertbestimmung nur noch geschichtlichen Wert.

Dem Messen der Verbrennungswärme liegt nachstehende Anordnung zugrunde: Ein säure- und hitzebeständiger Hohlkörper³⁶ enthält verdichteten Sauerstoff. Der zu untersuchende Stoff wird im Hohlraum durch einen elektrisch zum Glühen gebrachten Leitungsdraht entzündet. Die entwickelte Wärmemenge findet sich aus dem Wärmeanstieg des den Hohlkörper umgebenden Wassermantels.

Beim Berechnen ist der Wasserwert des Hohlkörpers zu dem des Wassermantels hinzuzuzählen. Das Ermitteln der vereinten Wasserwerte kann sowohl durch elektrisches Heizen eines Widerstandsdrahtes als auch durch Verbrennen eines Stoffes von bekanntem Verbrennungswert erfolgen.

Einer zwischenstaatlichen Abmachung zufolge ist das Verwenden von Benzoesäure vorgesehen, von der etwa 0,75 g auf 0,1 mg gewogen zu verbrennen sind. 1 g reinste Benzoesäure gibt 6324,5 WE. Anweisungen in mustergültiger Fassung finden sich in einschlägigen Handbüchern, den unentbehrlichen Hilfsmitteln jeder Brennstoffprüfstelle³⁷.

Zu fordern ist, daß die Ergebnisse der chemischen Prüfung und die kalorimetrisch ermittelten Heizwerte nicht auf „lufttrockenen“ Zustand von unbekanntem Wassergehalt bezogen werden, sondern

³⁶ Zweckmäßig aus V²A-Stahl hergestellt.

³⁷ Chemiker-Kalender II. Bd. 1926, S. 473—479; III. Bd. S. 427—437 (Roth); Houben-Weyl 3. Aufl. I. Bd. 1921, S. 1078 u. s. f. Lunge-Berl 7. Aufl. I. Bd. 1921, S. 429 u. s. f. Ostwald-Luther 4. Aufl. 1925; Strache-Lant 1924, S. 475—492.

ausnahmslos auf Befunde genau bestimmter Wassergehalte⁸⁸. In dieser Beziehung wird noch oft gesündigt.

9. WÄRMEAUFNAHME.

Spezifische Wärme (Wärmekapazität oder Wärmeaufnahme-fähigkeit c) eines Körpers ist die Wärmemenge oder Anzahl von WE, die seine Masseneinheit, g oder kg, um 1° C erwärmt. Das Ergebnis Mc, wo M das Molgewicht bedeutet, bezeichnet man als Molwärme. Da die Aufnahmefähigkeit eines Körpers für Wärme nicht in jedem Wärmezustand sich gleich bleibt, muß der Wärme-grad angegeben sein, für welchen die Zahl gilt.

Noch liegen keine einwandfreien Bestimmungen für den Kuckersit vor. Am aussichtsreichsten scheint, bisherigen Ver-suchen nach, das Verwenden von Eiskalorimetern⁸⁹, vielleicht auch Metallkalorimetern in der Ausführungsform nach N e r n s t⁴⁰ oder N a r b u t t - R ü b e n b e r g⁴¹.

10. WÄRMELEITVERMÖGEN.

Wärmeleitvermögen (λ) ist die Wärmemenge (in we), welche in der Zeiteinheit (sec) durch den Querschnitt Eins (1 cm^2) hindurch-fließt, wenn senkrecht zu diesem Querschnitt das Wärmegefälle Eins herrscht, d. h. wenn auf der Strecke Eins (1 cm) die Wärme sich um Eins (1° C) ändert.

λ nimmt in der Regel mit wachsender Wärme ein wenig ab.

⁸⁸ R. K e m p f, Mitteilungen a. d. Materialprüfungsamt. 37. Jahrg. 1919 S. 178—227. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft schwankt von Tag zu Tag, fällt im Winter, steigt im Frühjahr und Herbst und trägt unsichere Wassermengen den Betriebsstoffen zu. Eine sogenannte mittlere Luftfeuchtigkeit gibt es nicht. Auch die von K e m p f vorgeschlagenen 65% entsprechen nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

⁸⁹ In ursprünglicher Fassung von H. R. H e r m a n n, Sapiskij d. k. Mos-kauer Naturf. Ges. 3. Bd. 1834 und R. B u n s e n, Poggend. Ann. 141. Bd. 1870, S. i; 142. Bd. 1871, S. 616; in neuerer Form von S c h u l l e r u. W a r t h a, Wiedemanns Ann. 2. Bd. 1877, S. 359; D i e t e r i c i, ebenda 33. Bd. 1888, S. 418 und Ann. Phys. 16. Bd. 1905, S. 593; zumeist nach A. E u c k e n im S t ä h l e r III. Bd. 1913, S. 631 u. s. f.

⁴⁰ Näheres: F. K o h l r a u s c h, Lehrb. d. prakt. Physik 13. Aufl. 1921, S. 187.

⁴¹ Unveröffentlicht.

Verunreinigungen beeinflussen das Leitvermögen für Wärme und elektrische Ströme im gleichem Sinne.

Den größten bekannten Wert bei Zimmerwärme hat Silber, zufällig nahe $\lambda = 1 \text{ we} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{Grad}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$; mit den kleinsten Kohle.

Bestimmung.

Der Bestimmung zu Grunde liegt der Vergleich des unbekanntes Gegenstandes mit einem Körper von bekannten Eigenschaften, bspw. Magnesiummetall, Zinn oder Aluminium.

Für diesen Zweck wird eine dünne Platte aus einem gleichmäßig harten Stück Kuckersit ausgeschnitten und mit einer geraden Kante versehen. Diese Kante ist dem Vergleichskörper, einem annähernd gleich großen und gleich dicken Stück Metall so anzupassen, daß sich die Kanten einander deckend berühren. Nun werden beide Platten auf einem angeheizten Wasserbade mit einer dünnen Schicht Schellack versehen und nach dem Trocknen mit Elaidinsäure in etwas Wachs und Terpentin gelöst, gleichmäßig bestrichen. Wärme begünstigt das Ausbreiten der leicht schmelzenden Säure. Durch Einstellen in den Eisschrank oder Auflegen auf einen kalten Metallklotz erstarrt die Säure zu kleinsten Kristalleinheiten.

Statt der bei 51° , nach Wachszusatz weit früher schmelzenden Elaidinsäure, läßt sich Kupfer-Quecksilberjodid verwenden; dasselbe ist unterhalb 70° C karmoisinrot und nimmt bei diesem Wärmegrade eine schokoladenbraune Färbung an.

Die aneinandergedrückten Stücke sind auf einem Brett mit unterlegter, nichtleitender Schutzschicht zu befestigen. Durch Anlegen einer der Kanten, am besten der kürzeren Kante des besseren Leiters, an einen erwärmten guten Leiter (amalgamierten Kupferklotz) entsteht ein Wärmestrom, dessen Vordringen eine geschmolzene, bzw. sichtlich veränderte Fläche anzeigt. Beim langsamen Abkühlen entstehende grobe Kristalle bilden gegenüber den unveränderten eine Grenzlinie, welche die Berührungskante der Versuchskörper in verschiedenen Winkeln schneidet. Aus den Tangenten an die Schmelzkurve werden die Winkel (φ_1 und φ_2) ermittelt. Für den Beharrungszustand gilt:

$$\lambda_1 : \lambda_2 = \text{tg } \varphi_1 : \text{tg } \varphi_2$$

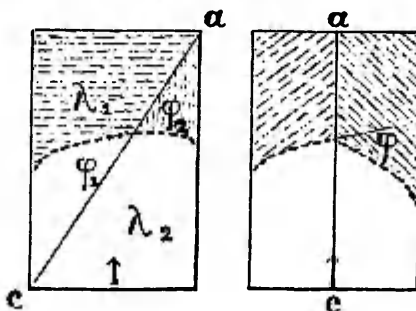


Abb. 8. Wärmeleitvermögen.
a c Berührungskante.

Da der Wärmestrom auf kleinen Flächen leichter zu erzeugen ist, wie auf großen, sind kleine Ausmaße empfehlenswerter. In der rechts gezeigten Anordnung tritt eine Verdoppelung des Winkels ein. Beste Hinweise von A. Eucken—Berlin⁴².

Um die Größenanordnung zu zeigen, um die es sich handelt, sei nachstehende Aufzählung beigefügt.

	Wärmeaufnahme (c).		Wärmeleit-
	t	c	vermögen (λ), λ
Aluminium, 99%	0°		0,505
	100	0,214	0,49
	200		0,475
	300		0,45
	600		0,36
Zinn, rein	0°	0,054	0,158
	100		0,151
Magnesium, rein		0,25	0,38
Kupfer, rein	0°—200	0,091	0,94
Silber, rein	18	0,055	1,006
Eisen, fast rein	100	0,111	0,131
	300		0,116
	500		0,097
	700		0,080
	100	0,114	0,109
Eisen, mit 18% C	300		0,103
	500		0,088
	700		0,076
	100		0,081
Eisen, mit 0,44% C	300		0,080
	500		0,072
	700		0,058
	18	0,2	0,0004
Graphit	7	0,2	0,012
Kuckersit, Flöz E	18—40		0,0005
Quarz, senkrecht zur Achse	18	0,19	0,016
„ parallel zur Achse		0,19	0,03
Kalkspat, senkrecht zur Achse	18	0,21	0,009
Marmor, weiß	0°		0,00115
Zement	20	0,27	0,00016
Kesselstein	50—80		0,00313
Dachpappe	0°		0,00034
Sägemehl	30		0,00015
Eis		0,5	0,0057
Eis, senkrecht zur Achse			0,00213

⁴² Stähler, Handb. d. Arbeitsmethoden, III. Bd. 1913, S. 581 u. s. f. nebst Quellennachweis.

	Wärmeaufnahme (c).		Wärmeleit-
	t	c	vermögen (λ).
			λ
Wasser	0°		0,00120
	9—15	∞ 0,999	0,00136
	30		0,00158
Benzol	13		0,000343
	35	0,499	
Toluol	9—15	∞ 0,40	0,000303
Petroleum	13		0,000355
Paraffinöl	17		0,000346
Zylinderschmieröl	81		0,00029
Vaselinöl	20		0,000222
Wasserdampf	100—200	0,465	
	100—400	0,468	
	100—800	0,482	
Luft	0°		0,0000568
	18	0,241	
	100	0,243	0,000072
	228		0,000084
Stickstoff	0°	0,243	0,000053
	0—800	0,250	
Sauerstoff	0°		0,000057
	20—440	0,224	
Kohlenoxyd	0°		0,000053
	18	0,251	
Kohlendioxyd	0°	∞ 0,202	0,000033
	100	0,221	0,000050
Schwefeldioxyd	0—18	0,157	0,000020
Schwefelwasserstoff	20—206	0,245	
Wasserstoff	16	3,408	

11. WÄRMESTRAHLUNG.

Wärmestrahlen sind mit Lichtstrahlen wesensgleich; jedoch ist ihre Wellenlänge nicht durch eine obere und eine untere Grenze abgeschlossen, wie bei den sichtbaren Strahlen.

Die von einer Strahlung ausgehende Kraft wird gemessen, indem man sie an einer wärmeschluckenden Oberfläche in Körperwärme überführt.

Meßvorrichtungen von guter Empfindlichkeit, auch für außerhalb des Sehvermögens liegende Strahlen, liefern die bekannten feinmechanischen Werkstätten⁴⁸.

⁴⁸ z. B. Dr. R. Haase — Hannover, Strahlungspyrometer; Siemens & Halske — Berlin, Ardometern.

8. Untersuchung der Schwel- und Spaltanteile.

Seit das Kuckersitgewerbe, den tastenden Kleinversuchen des Forschers entwachsen, in Großbetrieben sich betätigt, darf mit feststehenden Erzeugnissen aus Kuckersit gerechnet werden, denen mehr oder weniger gleichbleibende Eigenschaften zukommen.

Ihrem Wesen und ihrer Entstehung nach lassen sich die im großem Ausmaße gewonnenen Endkörper in gasförmige, flüssige und feste Stoffe gliedern.

A. KUCKERSITGAS.

1. Dichte.

Die wahre Dichte von 1 l Gas unter der geographischen Breite φ in H m Meereshöhe wird unter der Voraussetzung erhalten, daß sich Wärme und Luftdruck nicht ändern; sie ergibt sich aus dem für 45° und Meereshöhe geltenden Wert durch Vervielfältigung mit der Zahl $z = (1 - 0,002644 \cos^2 \varphi + 0,000007 \cos^2 2\varphi - 0,0003086 H)$. Das Werklaboratorium macht davon selten Gebrauch und führt die meisten Angaben auf Luft = 1 zurück. Diese auf Luft bezogene Dichte wäre mit 28,98 zu vervielfachen, um nötigenfalls das Molekulargewicht des Dampfes zu erhalten.

Zum Dichtebestimmen von Betriebsgasen ist das gebräuchlichste Meßgerät ein mit Wasser beschicktes Gefäß nach Schilling-Bunsen-Pannertz¹. Einrichtungen, welche die Dichte laufend und selbsttätig aufzeichnen, werden wohl gehandelt, haben sich aber bisherigen Erfahrungen nach nicht als zuverlässig bewiesen.

¹ s. a. Fr. Kohlrausch, Lehrb. d. prakt. Physik, 13. Aufl. 1921, S. 85—86; Chemiker-Kalender, II. Bd. 1926 S. 463—464, a. a. O.; Strache-Ulmann, 1927, S. 107, Abb. 14; daselbst Berechnungsgleichung.

Bezogen auf Luft, werden im gasförmigen Anteil des Kuckersits Dichte zahlen bis fast 0,8 erhalten; andererseits erniedrigt der beim Aufspalten des Kuckersits oft reichlich erhaltene Wasserstoff das Gewicht dementsprechend.

2. Zusammensetzung.

Das Ermitteln und Trennen der gasförmigen Einzelbestandteile schließt sich eng an an die üblichen Leuchtgasprüfungen². Ist die Zusammensetzung des Gases ermittelt, dann können in der nachfolgenden endgültigen Bestimmung fast alle Bestandteile innerhalb weniger Fehlergrenzen festgehalten werden. Zu beachten ist, daß im Kuckersitgewerbe unter verschiedenen Betriebsverhältnissen recht verschiedene Zusammensetzungen vorkommen.

Das Rohgas enthält beträchtliche Mengen Schwefelwasserstoff, zu dessen Abscheidung auch 20% NaOH nicht immer ausreicht³; Behandeln mit Jod in der Einzelprobe führt zu einwandfreien Ergebnissen.

Für den Nachweis von Kohlenwasserstoffen ist die Aufeinanderfolge der zum Aufsaugen oder Vernichten benutzten Prüfmittel ausschlaggebend. Wiederum andere Wasserstoffverbindungen sind nur mit Hilfe besonderer Aufsaugmittel erkennbar. Nähere Auskünfte im Chemiker-Kalender⁴ oder bei Zsigmondy und Zander⁵.

Soll Benzin neben Benzoldampf von anderen Kohlenwasserstoffen getrennt und sicher erkannt werden, sind größere Gasmengen zu verarbeiten. Zu empfehlen ist das, der Benzolgewinnung im Großen nachgebildete Verfahren, nach welchem 150—300 l des Gasgemenges über feste, nach E. Berl und K. Andress⁶, oder flüssige, nach G. Weißenberger⁷ und seinen Schülern, Oberflächen „auswählender Körper“ geleitet werden. Die auswählenden Körper

² Lunge-Berl, I. Bd. 1921 S. 706 oder Chemiker-Ztg. 43 Bd. 1919 S. 33 oder Zsigmondy und Zander, Kurzer Leitfaden der technischen Gasanalyse, Braunschweig 1920.

³ Lunge-Berl, I. Bd. 1921 S. 212—216.

⁴ 1926 II. Bd. S. 441—449.

⁵ Kurzer Leitfaden der technischen Gasanalyse, 1920.

⁶ Lunge-Berl, III. Bd. 1923 S. 60 oder ausführlicher Zeitschr. f. angew. Chem. 34. Jahrg. 1921 S. 125—127 und 37. Jahrg. 1924 S. 205—206.

⁷ Zeitschr. f. angew. Chem. 38. Jahrg. 1925 S. 359, für Prüfzwecke im Kleinen noch nicht von allgemeiner Bedeutung.

wirken durch Aufsaugen oder Ansaugen, wobei sich der Umfang des vorüberstreichenden Gases um den Betrag der verschluckten Gasanteile vermindert und das Gewicht des auswählenden, verschluckenden oder ansaugenden Mittels um den gleichen Betrag vermehrt.

Zum Ansaugen dient „wirksame Kohle“; zum Aufsaugen, d. h. Lösen, Kresol oder Tetralin. Die durch Verdichten oder Verschlucken festgehaltenen Dämpfe sind dann durch bloßes Erhitzen oder Übertreiben mit Wasserdampf und anschließendes Kühlen in flüssiger Form wiederzuerhalten.

Bei der erstmaligen Beladung halten die auswählenden Körper etwa 0,5% Kohlenwasserstoffe zurück, die sie beim üblichen Ausdämpfen nicht von sich geben.

Über das Prüfen und Nachweisen des Benzols, ist im Zusammenhange mit dem Leichtöl berichtet.

Hinterbleibt nach dem Aufarbeiten der Gasprobe ein Rest aus Methan und Wasserstoff, dann stehen zum Aufteilen zwei Verfahren zur Auswahl: Verbrennen, nach Zufügen von Luft oder Knallgas, mit oder ohne Verbrennungsüberträger, oder aber. das zwangläufige Teilverbrennen über Kupferoxyd bei 245° C. Grundsätzlich vorzuziehen ist gegenüber der Benutzung von Explosionspipetten, die unmittelbare Verbrennung im Quarzrohr nach E. J a e g e r ⁸, besser nach H a n s D e r i n g e r ⁹. Die Explosionspipette gibt selten unter ± 5 Raumteilen vom Hundert richtige Ergebnisse, während das Verarbeiten des ganzen Gasrestes zu den denkbar einfachsten Zahlenverhältnissen in der Schlußberechnung, H₂ als Null und CH₄ als Eins führt. Ausführungsvorschriften im L u n g e - B e r l ¹⁰. Leider besteht über die in Meßröhren und Pipetten verwendbare Sperrflüssigkeit noch keine Einigung.

Reines Wasser, Salzlösungen, selbst Öle schlucken auswählend Gasanteile und entziehen sie der Bestimmung. Gelegentlich werden Rauch- und Abgase in gasgesättigtem Wasser zum Prüfen eingeschlossen. Die handlichen Vorrichtungen, die sich von einem Prüf-ort zum anderen tragen lassen, ermöglichen aber keine größere Genauigkeit wie 0,5—2 Teile vom Hundert, verlangen dafür auch keinen eigenen Prüfraum. Dagegen kommen anspruchsvollere Ermittlungen nicht ohne Quecksilber als Sperrflüssigkeit aus.

⁸ Journal f. Gasbel. 41. Bd. 1898; E. O t t, ebenda 62. Bd. 1919 S. 89.

⁹ Über exakte gasanalytische Methoden, Dissertation, Zürich 1925.

¹⁰ III. Bd. 1923 S. 43 und 56—58; s. a. I. Bd. 1921 S. 341—343 mit der Beschreibung des Gasinterferometers nach H a b e r - L ö w e.

In bezug auf Genauigkeit leistet eine Quecksilberbürette ausgezeichnete Dienste, besonders in der Anordnung nach *Peterson*, *Czakò*, *Hempel*¹¹ oder *Deringer*⁹, mit Ausgleichrohr, gemeinsamen Wassermantel und Feindruckmesser. Doch stehen ihrer Anwendung an der Prüfstelle im Werk, selbst auf dem gepflegten Arbeitsplatz des Untersuchers, schwere Bedenken gegenüber. Seit *Alfred Stock*¹² auf die Gefährlichkeit des Quecksilberdampfes hingewiesen hat, ist auf dieses Hilfsmittel zu verzichten. Auch kleinste Mengen verspritzten Quecksilbers bedingen Gesundheitsschädigungen! Demnach muß für das Umgehen mit Quecksilber ein von den übrigen Arbeitsplätzen getrennter, besonders durchlüfteter Raum verfügbar stehen.

Beispiele für Schwel- und Spaltgase.

Aus einem Versuchsofen, dessen Beschickung von 25 kg innerhalb 4 Stunden garschwelte, wurden nach der 1., 2., 3. Stunde Gase nachstehender Zusammensetzung abgezogen:

Raumteile v. Hundert:	Schwelgas.			
	1.	2.	3.	
Kohlendioxyd . . .	34,40	29,80	29,20	Die beiden ersten Gasproben bräunten Bleizucker. In der letzten Gasprobe war Schwefelwasserstoff auch nicht durch den Geruch wahrzunehmen.
Schwefelwasserstoff	vorhanden		—	
Kohlenwasserstoffe	2,20	6,15	0,20	
Sauerstoff	0,00	0,00	0,00	
Kohlenoxyd	10,90	3,05	2,95	
Methan	41,90	19,75	5,35	
Wasserstoff	10,60	36,55	62,30	Das x war zwischen 140 und 400 WE einzuschätzen; Benzin und Benzol, durch aktive Kohle abgefangen, fehlten.
Stickstoff	0,00	4,70	0,00	
Dichtebestimmung,				
Luft = 1	1,0405	0,7699	0,5163	
Dichte, berechnet . .	0,9151	0,7886	0,5482	
Heizwert +y	4346 +y	2889 +y	2426 +y	
y = x . C _n H _m	x . 2,2	x . 6,2	x . 0,2	

Spaltgas.

Das unvollkommen gereinigte Leuchtgas einer Gasanstalt mit wagrecht eingebauten Retorten zeigte bei der Tagesleistung von etwa 2800 m³ nachstehende Zusammensetzung¹³:

¹¹ Gasanalytische Methoden, 4. Aufl. 1913.

¹² Zeitschr. f. angew. Ch. 39. Bd. 1926 S. 461—466; *W. Kröner*, Chemiker-Ztg. 52. Jahrg. 1928 S. 121—122.

¹³ *H. v. Winkler*, Gas- und Wasserfach, 70. Bd. 1927 S. 368—371.

Revaler Gasanstalt	CO ₂	Schwere Kohlenwasserstoffe	Leichte Kohlenwasserstoffe	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	Spezif. Gewicht	Oberer Heizwert	Unt. Heizwert
Kuckersit, minderwertig . . . Ende 1919	13,3	1,6	—	19,1	37,6	25,8	2,6	—	4500	4200
Kuckersit, zweite Sorte . . . März — April 1924; Juli 1926	13,3	6,64	Benzol: 0,56	19,3	26,18	22,64	11,38	0,7758	6000	4500
Englische Kohle Januar — April 1926	3,1	2,62	0,28	8,04	49,0	30,56	6,4	0,3761	5393	4489
Westfälisch. Gas-kohle August 1929	2,06	3,5	0,29	8,45	50,5	28,25	6,95	0,4175	5500	4600

Zum Vergleich ist das im gleichen Betriebe erhaltene Steinkohlengas mit aufgeführt. Sauerstoff fehlte hier wie dort.

Welche Werte in dem mit Benzin oder Benzol beladenen Gase stecken können, zeigen nachstehende Betriebserfahrungen:

25 kg Rohstein, Kuckersit mittlerer Beschaffenheit, enthielten im Schwelgase 124 g Benzine, die in flüssiger Form von 0,6668/20° C Dichte mit den Siedegrenzen zwischen 30°—87° nachgewiesen wurden; auf den Rohstein bezogen waren es 0,496 Teile vom Hundert.

Eine Gasanstalt, die im Jahre 1.250.000 m³ Leuchtgas abgab, das im Gase 0,03 g/m³ Benzol (Siedebeginn 80° C; Dichte 0,875/20° C) mit sich führte, büßte durch Nichtausnutzen an 37.500 kg Benzol ein; zum Preise von nur 24,4 Sent das kg gerechnet, wäre aus dem Verkauf des Öles der Umsatz von 9250 Kronen zu erwarten gewesen.

3. Heizwert.

Das Junker'sche Kalorimeter wird zum Ermitteln des Heizwertes kaum noch verwandt; es ist platzraubend und umständlicher in der Handhabung wie die gebrauchsfertig gelieferten Heizkraftmesser aus neuerer Zeit. Brauchbare Werte des unteren Heizwertes gibt bspw. der Union-Heizwertmesser¹⁴. Auch ist auf eine selbständige Meßvorrichtung der Cambridge Instrument Co für Heizwerte zwischen 4450 und 5340 kcal/m³, mit Fehlanzeige bis höchstens ± 1 kcal/m³, hinzuweisen¹⁵.

¹⁴ Union-Apparatebaugesellschaft, Karlsruhe i./B., s. a. Lunge-Berl, II. Bd. 1922 S. 671; III Bd. 1923 S. 119. Strache-Lant, 1924 gibt S. 537—538 die Fehlergrenze der Bestimmungen mit $\pm 2\%$ an.

Sicherer in der Handhabung ist das Gas-Kalorimeter nach Strache-Löffler, zu beziehen aus dem Bureau für Wärmewirtschaft Wien XVIII, Anastasius-Grün-Gasse 48.

¹⁵ Zeitschr. d. V. D. I. 72. Bd. 1928 S. 1271 aus Engineering 1928 S. 230.

B. LEICHTÖLE.

I. Körperliche, physikalische Prüfung.

1. Farbe und Lichtbrechung.

Die Eigenfarbe der aus Spalt- und Schwelvvorgängen erhaltenen flüssigen Öle durchläuft alle Farben von Farblos über das hellste Strohgelb bis zum Schwarzbraun. Rot, Rotbraun, sogar ein lebhaftes Grasgrün kommen vor. Wird unter Grün das Zusammenwirken von Gelb und Blau verstanden, dann fehlt auch das Blau nicht auf der Farbplatte. Im übrigen gilt das Schillern (Fluoreszieren) nach Blau als Merkzeichen gewisser russischer und anderer Ölsorten.

Einheitliche, aus wenigen unter einander verwandten Körpern bestehende Reinöle sind farblos, ein Kennzeichen ihrer Reinheit. Weniger reine Ölsorten, die mehrere oder gewisse ungesättigte Anteile enthalten, dunkeln stark nach.

Auch die Lichtbrechung schwankt in verhältnismäßig großen Grenzen. P. K o g e r m a n ¹⁶ fand bei 13,6° C zwischen 1,4275 und 1,5651, J. K o p w i l l e m ¹⁷ zwischen 1,3790 bis 1,4875 schwankende Werte. Mit steigender Dichte steigt auch das Lichtbrechungsvermögen. -- Zum Erkennen der Gleichheit von Ölsorten können derartige Feststellungen an sich oder in Verbindung mit dem Drehungsvermögen von Wert sein. Auch auf die molekulare Drehung der Polarisationsebene im magnetischen Felde ist hinzuweisen ¹⁸. Die für Pentan mit 5,75 und Xylol mit 13,31 angegebenen Maßzahlen ließen sich gegebenenfalls zum Erkennen einheitlicher Teilstücke im Kuckersitöl verwenden.

2. Dichte (d).

Für stofflich-chemische Prüfungen, oder irgend welche auf Teile vom Hundert hinausführende Bestimmungen ist es gleichgültig, ob Massen oder Gewichte (im leeren Raum) gemeint sind. Beide

¹⁶ Acta et commentationes universitatis Dorpatensis I. III^o 1922 S. 22.

¹⁷ Beitrag zur Untersuchung der Estländischen Schieferöle, Dissertation. Zürich, 1927.

¹⁸ Chemiker-Kalender III. Bd. 1926 S. 337—338.

Voraussetzungen führen zu den nämlichen Zahlen, wenn von dem spezifischen Gewicht eines Körpers oder, unter dem Namen Dichte, von der spezifischen Masse eines Körpers ausgegangen wird; vorausgesetzt, daß diese Eigenschaft mit denjenigen des Wassers als Einheit verglichen werden.

Wasser im Dichtegipfel bei 4° C hat die Dichte Eins, weil es im cm^3 1 g enthält. In g und cm ausgedrückt ist die Dichte eines Körpers: Sein Gewicht geteilt durch seinen Raum. Demnach ist die Dichte s_4 eine unbenannte Zahl, welche angibt, wie viel mal schwerer ein Körper ist als ein gleich großer Raum Wasser von 4° C¹⁹. Auf Öle angewandt, bezeichnet der Ausdruck Dichte das Gewicht des Öles bei 20° C, geteilt durch das Gewicht einer gleichen Raummengung Wasser von 4° C.

Da sich das Arbeiten in einer Umgebung von genau 4° C schwer durchführen läßt, höhere Wärmegrade aber das Wasser ausdehnen und sein Gewicht verringern, muß die Wärme mitgeteilt werden, bei der die Bestimmung des untersuchten Körpers stattfand. Das Verfahren richtet sich nach den verfügbaren Ölmengen. In Betracht kommen:

1. Eingemessene Gefäße, Meßflaschen, Saugröhrchen, Meßzylinder, Meßröhren.
2. Dichtemesser, geschlossene Gefäße mit oder ohne eingeschlossenem Wärmeanzeiger.
3. Senkkörper, deren Auftrieb durch Zugeben von Gewichten ausgeglichen wird: M o h r's Wage, Senkwage nach N i c h o l s o n.
4. Schwimmkörper, deren Auftrieb bis zu bekannten Marken reicht. Spindel nach B a u m é, wahren Dichtegraden u. s. f.
5. Ausmessen miteinander verbundener Flüssigkeitssäulen aus Öl und Wasser. Abb. 9.

Nur das zuletzt genannte Verfahren verlangt einen Hinweis.

¹⁹ Streng genommen faßt das räumlich ausgemessene Kubikzentimeter nicht genau 1 g, sondern 0,999973 g Wasser von 4°. Dieser Unterschied wird hier und im Folgenden nicht berücksichtigt. K o h l r a u s c h, Lehrb. d. prakt. Physik 13. Afl. 1921 S. 61.

Bei gegebenem Unterdruck, bei dem der Druckunterschied h_2 anfänglich größer als 10 Einheiten zu halten ist, wird so lange Wasser durch das Trichterrohr zugefügt, bis $h_2 = 10,00$ Teilstriche einnimmt. Die Ablesung von h_1 gibt durch 10 geteilt die gesuchte Dichte²⁰. Die gesamte Einrichtung ist mit einfachen Hilfsmitteln aufzubauen, wobei ein scharf geteiltes Millimeterpapier, wagerecht hinter den Röhren befestigt, vortreffliche Dienste leistet.

Für Mengen unter 15 cm^3 sind die unter 1—2 aufgezählten Verfahren, für 20 und mehr cm^3 die unter 3—5 geeignet. Sollen Schwimmkörper bis zur 5. Stelle zuverlässig arbeiten, dürfen sie nicht zu klein gewählt werden.

Durch zwischenvölkische Abmachungen gestützt, wird das Einhalten von 20° empfohlen, obwohl dem älteren Schrifttum zumeist Angaben für 15° oder 18° zugrunde liegen. So lange keine besseren Unterlagen geschaffen sind, ist für Vergleiche, das Ergebnis mithilfe einer von M e n d e l e j e w für russische Öle vorgeschlagenen Verbesserung umzurechnen.

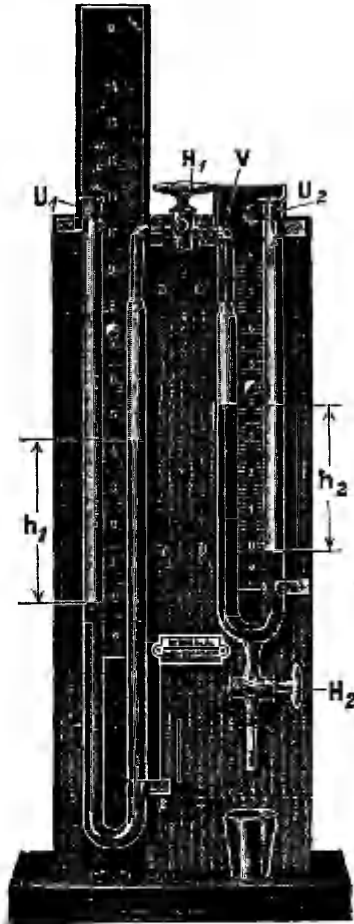


Abb. 9.
Dichtemesser für Flüssigkeiten.

(Umrechnungstabelle auf f. S.)

²⁰ C a r m a n n, Zeitschr. f. angew. Ch. 40. Bd. 1927 S. 316; die betriebsfertige Vorrichtung ist nach H. L ö f f l e r, Zeitschr. Petroleum, 25. Bd. 1929 S. 534, neuerdings im Handel, beziehbar durch das Bureau f. Wärmewirtschaft, Wien XVIII, Anastasius, Grüngasse 48.

Ausdehnung bei der Zustandsänderung um 1° C.

Für das Dichtebereich	Malzahl	Für das Dichtebereich	Malzahl
von 0,500—0,520	0,000860	von 0,850—0,860	0,000710
0,520—0,540	856	0,860—0,865	700
0,540—0,560	855	0,865—0,870	692
0,560—0,580	851	0,870—0,875	685
0,580—0,600	850	0,875—0,880	677
0,600—0,620	845	0,880—0,885	670
0,620—0,640	841	0,885—0,890	660
0,640—0,660	835	0,890—0,895	650
0,660—0,680	832	0,895—0,900	640
0,680—0,700	827	0,900—0,905	630
0,700—0,720	820	0,905—0,910	620
0,720—0,740	818	0,910—0,920	600
0,740—0,760	800	0,920—0,930	575
0,760—0,780	790	0,930—0,940	541
0,780—0,800	780	0,940—0,950	505
0,800—0,810	770	0,950—0,960	464
0,810—0,820	760	0,960—0,970	400
0,820—0,830	750	0,970—0,980	346
0,830—0,840	740	0,980—0,990	260
0,840—0,850	720	0,990—1,000	175

Die zwischen 0,7 und 0,92 liegenden Werte wurden Anfang der 80-er Jahre von Mendelejew aus Versuchen abgeleitet, die durch V. J. Ragusin auf den Konstantinowschen Naphtawerken zur Ausführung kamen. Den russischen Steuerbeamten war das Verbessern amtlich vorgeschrieben ²¹.

Bisherigen Erfahrungen nach fügen sich sämtliche Kuckersit-Benzine zwanglos dem in der Tafel enthaltenen Gesetze ein, nicht aber die im Spaltvorgange aus Kuckersit gewinnbaren Benzole; letztere scheinen einer stärkeren Ausdehnung unterworfen zu sein, ebenso wie das Rohöl aus Kochtel (mit 0,00072 bis 15°—40° C) ²².

Auf einen nahliegenden, beim Umrechnen gelegentlich begangenen Fehler weist Rakusin ²³ hin: die Verbesserungen gelten nur für Abweichungen bis höchstens $\pm 5^\circ$ C; bei größeren Unterschieden stellen sich Fehlanzeigen ein.

Die Dichte der frischen Kuckersitöle schwankt, einschließlich aller Teeranteile, zwischen 0,6 und 1,2. Manche dieser Öle verharzen und verdichten sich durch Sauerstoffaufnahme, auch durch innere Umlagerung, bis zur Dickflüssigkeit, ja bis zu einem springend

²¹ Kwjatkowsky, Anleitung z. Verarbeitung der Naphta, deutsche Ausgabe von Rakusin 1904 S. 104 Anmerk. 1 und S. 103 Anmerk. 1.

²² Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928 S. 51.

²³ Ebenda S. 103 Anmerk. 3.

harten Lack. Wiederum andere behalten, in gereinigtem Zustande aufbewahrt, ihre ursprüngliche Leichtflüssigkeit über 15 Jahre und darüber hinaus, sogar ohne ihre Eigenfarbe zu verändern.

Galt unter den bekannten, flüchtigen Ölen noch 1913 das Öl der Nußbichte *Pinus sabiniana Douglas* für das mit der niedrigsten Dichte (0,6962/15° C)²⁴, finden sich in der Preisliste der vereinigten Schering-Kahlbaum-Werke 15 Jahre später Petroleumäther mit 0,64; Gasolin mit 0,65 Eigenschwere aufgeführt. Nicht ausgeschlossen ist, daß aus dem Kuckersitgase sich Öle mit noch geringerer Dichte niederschlagen lassen.

3. Flüchtigkeit.

Zum Messen der Flüchtigkeit von Ölen sind zwei Prüfungen üblich: a) die Verdunstungsprobe im offenen Gefäß und b) das Verdampfen aus geschlossenen Behältern mit stückweisem Verdichten und Wiederauffangen wegkochender Anteile.

a) Verdunstungsprobe.

Unter den für Leichtöle empfohlenen Untersuchungen verdient die Verdunstungsprobe nach K. Dieterich²⁵ eine häufigere Anwendung.

Nach der ursprünglichen Vorschrift sollten 10 cm³ Öl auf einem Urglase am zugfreien Ort offen hingestellt und die Gewichtsabnahme fortlaufend nach je 10 Min. festgestellt werden.

Die Anordnung „durch offenes Stehenlassen am zugfreien Ort“, ist nicht scharf genug umschrieben; zum mindesten erzeugt der Körper des Beobachtenden aufsteigende Luftströme, abgesehen von allen anderen, in jedem Prüfraum vorkommenden Zufälligkeiten. Wird dagegen eine luftdurchlässige Kappe über das Urglas gestülpt, schützt diese die verdunstende Oberfläche in ausreichendem Maße.

Zu verwenden sind Urgläser von 10 cm Durchmesser mit 1 cm größter Tiefe und Schutzkappen. Die zum Überdecken nötigen Kappen sind aus Drahtgewerbe mit etwa 240 Maschen je cm² anzufertigen. Sie weisen einen Durchmesser von 11,5 cm auf und einen rechtwinkelig umgebogenen Rand von 2 cm Höhe. Erforderlich sind ferner, eine gut ziehende Grammwaage und eine Stoppuhr mit springendem Sekundenzeiger.

²⁴ E. Gildemeister, Die ätherischen Öle. I. Bd. 1910 S. 575 und II. Bd. 1913 S. 98. Vielleicht handelt es sich hier um Heptan.

²⁵ Hold e, Kohlenwasserstofföle, 6. Aufl. 1924 S. 125; s. a. S. 430; Form à - n e k, Benzin, Benzinersatzstoffe 1918 S. 61—63.

Zur Vornahme des Versuches wird das Gewicht der Kappe mit dem Uhrglase auf der einen Wagschale durch Schrot auf der anderen Wagschale ins Gleichgewicht gebracht. Nun sind 10 Einzelgewichte²⁶ von je 1,000 g dem Schrot beizufügen, wodurch die Wagschale um 10 g überlastet wird. Der Beginn des Verdunstungsversuches zählt von dem Augenblick an, in welchem der Zeiger beim Aufgießen von 10 g Prüföl auf Null einspielt. Vor und nach dem Versuch ist die im Raum vorherrschende Luftwärme, die Feuchtigkeit und der Luftdruck anzumerken.

Anfänglich steigt die mit Öl belastete Seite. Durch Fortnahme eines Eingrammstückes ist das Übergewicht auf der Seite mit dem Prüföl herzustellen und abzuwarten, bis sich der Zeiger wieder auf Null einstellt; die zwischen Null und Null verstrichene Zeit ist auf Sekunden genau abzulesen. Durch Fortnahme des nächsten Grammstückes wiederholt sich dasselbe Spiel.

Zum gleichzeitigen Prüfen mehrerer Prüföle sind die Wagen nebeneinander zu stellen. Alle Verdunstungsziffern müssen auf die Verdunstungsgeschwindigkeit von Normal-Benzin, das in gleichmäßiger Beschaffenheit von Merck oder Schering-Kahlbaum geführt wird, bezogen werden, damit Einflüssen der Wärme und Änderungen des Luftdruckes begegnet werde.

Beispiel für 4 gleichzeitig erhaltene Verdunstungsziffern²⁷ bei 762,0 mm bis 762,7 mm; 16,0°—16,5° C; 90% relativer Feuchtigkeit.

g	Normal-Benzin		A-Kohle-Benzin		A-Kohle-Benzol		Kuckersit-Leichtöl	
	Laufende Zeit in Sek.	Sekunden je 1 g	Laufende Zeit in Sek.	Sekunden je 1 g	Laufende Zeit in Sek.	Sekunden je 1 g	Laufende Zeit in Sek.	Sekunden je 1 g
10	0	—	0	—	0	—	0	—
9	836	836	176	176	1322	1322	555	555
8	1703	867	415	239	2777	1455	1350	795
7	2660	957	717	302	4439	1662	2354	1004
6	3748	1088	1125	408	6227	1788	3629	1275
5	5016	1268	1455	330	8259	2032	5250	1621
4	6498	1482	1903	448	10609	2350	7419	2169
3	8294	1796	2429	526	13451	2842	10560	3141
2	10456	2162	3107	678	17232	3781	16195	5635
1	13394	2938	4045	938				
0								
Rückstand:	grauer Hauch		gelb, klebend		etwa 2 Tropfen gelben, dicken Öles		etwas 1 g gelben, dicken Öles	

²⁶ In Ermangelung ausgeglichener Grammstücke durch Abschneiden und Zufilen passender Drahtstücke in der Genauigkeit von 0,1 mg herzustellen.

²⁷ H. v. Winkler und L. Rübénberg, Zur Kenntnis der Leichtöle aus Kuckersit, Beiträge zur Kunde Estlands, IX. Bd. 1925 S. 83—96.

Auch bis zum nächsten Tage war keines der Öle restlos abgedunstet; auch das Normalbenzin hatte einen grauen, hauchähnlichen Überzug auf der Glasfläche hinterlassen, der auf dünnes Papier gebracht, dieses durchscheinend machte. Aus dem Rest des Benzins war ein dünner, gelber, klebender Überzug entstanden; von dem A-Kohle-Benzin, besonders aber aus dem Verdunstungsrückstand des Kuckersit-Leichtöles waren mehr als Spuren eines gelben, dickflüssigen Öles nachgeblieben, das beim Benzol zeitweilig nach Naphthalin duftete. Nach Beendigung des Versuches zeigte sich die Unterseite des einen Uhrglases durch 2—3 Tropfen Kuckersit-Leichtöl benetzt, dem mithin die Eigenschaft des Kriechens zukam.

Aus der für die Verdunstung verbrauchten Zeit läßt sich entnehmen, daß bloß das A-Kohle-Benzin den Anforderungen entspricht, welche an außergewöhnlich gute Lösungs- oder Betriebsmittel gestellt werden könnten. Wenn hochwertige Benzine in weniger als 2 Stunden = 7200 Sekunden, bestes Motorbenzol in 3,5 Stunden = 12.600 Sekunden, ohne weitere Wärmezufuhr verdunsten sollen²⁸, dann sind diese Bedingungen weder von dem Normal-Benzin, noch dem untersuchten Benzol, noch durch das Kuckersit-Leichtöl erfüllt worden, wohl aber durch das Kuckersit-Benzin, das in dieser Beziehung den schärfsten Forderungen nachkommt.

b) Siedeanalyse.

Unter dem Namen „Siedeanalyse“ ist das Verdampfen von Ölen aus geschlossenen Behältern mit stückweisem Verdichten und Auffangen wegkochender Anteile oft beschrieben. Diese Anweisungen beziehen sich mehr auf Öle einheitlicher Zusammensetzung wie auf Rohteere aus Gemischen verschieden gesättigter Öle. Die Gemische kochen nicht immer glatt weg; daher wird die Siedeanalyse in jeder für die Beurteilung von flüssigen Brennstoffen zuständigen Prüfstelle nach einer anderen Vorschrift ausgeführt. Nicht wenige Kuckersitöle neigen bei erhöhter Wärme zu Umlagerungen und spalten innerhalb gewisser Siedegrenzen Wasser ab, wodurch das Sieden oft unerwartet stürmisch einsetzt. Soll das Eintreten dieser Erscheinung gefahrlos beobachtet werden, ist das Öl vor Beginn des Wegkochens auf das sorgfältigste durch entwässertes Glaubersalz oder mit geschmolzenem Kochsalz und Chlorkalzium (1 : 1) von anhaftendem und gelöstem Wasser zu entfeuchten. Die Salze sind in Pulverform anzuwenden.

„Die Annahme einer Einheitsmethode ist in absehbarer Zeit nicht zu erwarten, weil die durch die Natur der verschiedenen Brennstoffe bedingten Schwierigkeiten ganz erheblich sind“²⁹. Bis-

²⁸ Peters-Dammer, Technologie der Neuzeit, I. Bd. 1925 S. 331, 348.

²⁹ Schmitz-Follmann, Die flüssigen Brennstoffe, 3. Aufl. 1923 S. 156. Die angeführte Tatsache wird auch von anderen Sachkennern im gleichen Sinne unterstrichen.

her vorgeschlagene, auch in Lehrbüchern empfohlene Einteilungen der innezuhaltenden Siedegrenzen, erweisen sich auf Kuckersitöle übertragen, in vielen Fällen als unzweckmäßig, einerseits, weil gleichartige Anteile zerrissen, andererseits, weil ungleichartige bei zu langsamem Wechsel der Vorlage zusammengeworfen werden. Den Vergleich der „nach Möglichkeit“ einzuhaltenden Gradspannen mit den im Ölgewerbe sonst üblichen, bietet nachstehende Nebeneinanderstellung:

Alte Einteilung für Teersorten:	Neue Einteilung für Ölarten ⁸⁰ :	Kuckersitöle:
—	—	90°
—	—	120°
—	—	140°
—	150°	—
170°	—	—
—	—	175° !!
—	200°	—
—	—	210°
230°	—	230°
—	250°	—
270°	—	270°
—	275°	—
—	300°	—
320°	—	320° und darüber.

Wie man sieht, nähern sich die neuen Vorschläge den für Teersorten angepaßten Gradabständen.

Dem vom Deutschen Verbands für Stoffprüfungen des Gewerbes aufgestellten Grundsatz: Teilstücke bis 150° C, 150°—200°, 200°—250°, 250°—275°, 275°—300° aufzufangen, den über 300° siedenden Teil als Rest zu bestimmen, läßt sich auf Kuckersitöle bezogen, **nicht** nachkommen. Ebenso undurchführbar wäre es Teilstücke in durch 25 ohne Rest teilbaren Gradspannen abzufangen. — Für Kuckersitöle gelten besondere, noch ungeschriebene Gesetze.

Statt Siedepunkt ist der Ausdruck Siedebeginn zu setzen: unter Siedebeginn ist der Wärmegrad zu verstehen, bei welchem in der (vorgeschriebenen) Siedevorrichtung der erste Tropfen abfällt.

Das stückweise Übertreiben, die Siedeanalyse, hat für Leuchtöle, Gasöl, Putzöl, Gasolin und Benzine in gläsernen Englerkolben bestimmter Ausmaße zu erfolgen; Fadenkorrektur und Luftdruck

⁸⁰ Ebenda S. 158 und 160.

sind zu berücksichtigen. Über die Umgrenzung der einzelnen Kuckersitöle finden sich im III. Unterabschnitt u. a. w. Hinweise.

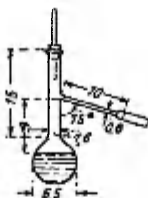


Abb. 10.
Engler kolben.

Ausführungsvorschrift.

Im Zusammenhang mit der Siedeanalyse ist ein wärmeübertragendes Nest aus Drahtfäden zu beschreiben. 0,3—0,4 mm starke, etwa 3 cm lange Abschnitte aus weichem Kupfer- oder Messingdraht werden in ein dünnwandiges, halbkugeliges Meßingschälchen getan, das einen 2 cm größeren Durchmesser aufweist wie der Kolbenumfang und das den Kochkolben aufnimmt. Eine einzentimeter dicke Lage Drähte auf dem Boden des Schälchens und eine mindestens 0,5 cm dicke Packung auf dem Kolbenbauch, übertragen bis an den Kolbenhals hinauf die zum Sieden erforderliche Wärme. Die Fäden verfilzen sich untereinander und leiten die Wärme gleichmäßig fort, so daß ein Überhitzen kaum jemals vorkommt.

Bei guter Beleuchtung bleibt der Siedevorgang im Kolbeninnern genügend sichtbar. Diese Anordnung ist dem Destillationsaufsatz zur Siedeanalyse nach Engler-Ubbelohde³¹ in jeder Beziehung überlegen.

Zur Ausführung einer Bestimmung werden 100 g des zu untersuchenden Öles in den 150 cm³ Kolben³² hineingewogen, 2—4 Siedebrocken aus Bimsstein zugegeben, der mit einem Gradmesser versehene Kolben in das beschriebene Drahtnest eingebettet und der Liebigkühler vorgeschaltet. Dann erst wird die Flamme unter dem Nest kleinbrennend entzündet und die Flüssigkeit langsam zum Sieden gebracht. Unterdessen findet die Ablesung des Luftdruckes statt. Sobald der erste Tropfen vom Kühlerende abfällt, wird die Anzeige des Quecksilberfadens abgelesen und als Siedebeginn vermerkt. Das weitere Fortkochen ist ununterbrochen zuende zu führen, und

³¹ Hold e, Kohlenwasserstofföle, 6. Afl. 1924, S. 101—102 und 126; Lunge - Berl, 7. Afl. III. Bd. 1923 S. 345 Abb. 16-b.

³² Formánek, Benzin, Benzinersatzstoffe, 1918, S. 40 Abb. 2 u. v. a. O.

durch Einstellen der Flamme so zu regeln, daß in der Sekunde 2 Tropfen verdichtet werden und abfließen. Durch Eintragen der vom Hundert erhaltenen Gewichtsteile in ein Liniennetz, gewinnen die Ausbeuteziffern an Anschaulichkeit.

4. Flammpunkt (fp), Brennpunkt (bp), Stockpunkt (stp).

Die seitens der Wiener Gesellschaft für Wärmewirtschaft 1929 veröffentlichten S. 112 u. s. f. wiedergegebenen Vorschriften für Schweröle bedürfen keiner besonderen Ergänzung; die leichten und mittleren Kuckersitöle fügen sich ihnen aufs beste ein.

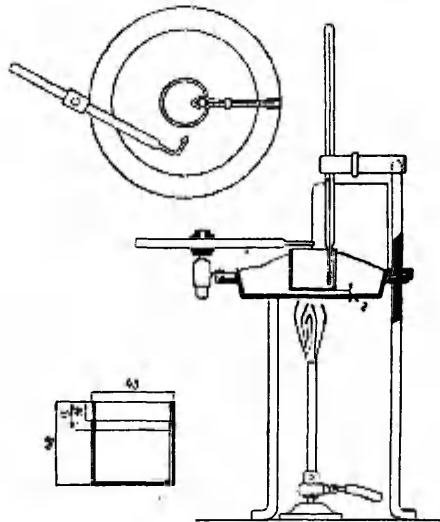


Abb. 11.
Flammpunktsprüfer
nach
Marcusson.

Für den Flammpunkt leichtflüchtiger Öle, wie Gasolin und Benzine, sind vereinfachte Vorrichtungen, z. B. Abels Petroleumprober zulässig. Bei auffallend niedrig gefundenem Flammpunkt, ist der Brennpunkt ergänzend zu bestimmen⁸³.

Im Handel gefordert wird der Flammpunkt für Leuchtöle in:		Gefunden sind in verschiedenen estländ. Ölen:
	fp	
Estland	28° C. (Abel)	fp: 21°, 30°, 36°, 37°, 55—60° 92° C.
Deutschland }	21° C.	brp: 152°, 162—166° C ⁸⁴ .
Österreich }		stp: 5°—10° C. für Kuckersit-Benzol;
Rußland, SSSR	28° C.	bei — 77,6° C noch Leichtflü-
England	22,5° C.	sigkeit des Kuckersit-Benzines ⁸⁵ .

⁸³ S. a. Holde, Kohlenwasserstofföle, 6. Aufl. 1924 S. 46.

⁸⁴ P. Kogerman, Brennstoff-Chemie, 7. Bd. 1926 S. 175—176.

⁸⁵ H. v. Winkler und L. Rübénberg, Beiträge zur Kunde Estlands XI. Bd. 1925 S. 83—96.

5. Zähigkeit (E).

Die Bestimmung der Zähigkeit wird in Deutschland allgemein mit dem Viskosimeter nach Engler durchgeführt, dessen Ausmaße und Fehlergrenzen vereinbart sind. Ausführungsvorschrift S. 115—117. Dieses Gerät gibt ebenso wie die in anderen Ländern üblichen, Redwood in England, Seybold in Amerika, Barby in Frankreich, nur auf die betreffende Vorrichtung beziehbare Werte.

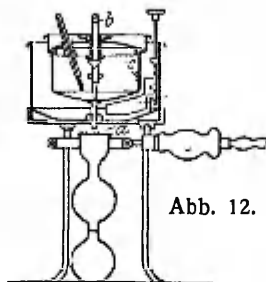


Abb. 12. Zähigkeitsmesser.

Umrechnungen ermöglichen Tabellen von Ubbelohde³⁶. Über das Zurückführen auf mittleren (normalen) Luftdruck finden sich Angaben bei Peters-Dammer³⁷.

Das Prüfverfahren führt zu abweichenden Ergebnissen, wenn das Öl vorher erwärmt worden war. Daher sind die unter 4-b, unter Ölen und Fetten genannten Bestimmungen zu beachten.

6. Klopfestigkeit.

Die zunehmende Verwendung von Leichtölen für Kraftwagen und in feststehenden Triebwerken, fordert gebieterisch die Erklärung, weshalb unter gegebenen Umständen gewisse Brennstoffe zum Klopfen neigen, d. h. ruckweisem Aussetzen einer Zündung und darauf folgender Stoßzündung. Häuft sich das Klopfen, dann geht nicht nur Brennstoff verloren, sondern leidet auch der Antrieb.

Amerikanische Forscher behaupten Beziehungen zwischen der Stärke des Lospuffens und der elektrischen Leitfähigkeit des verwendeten Brennstoffes

³⁶ Tabellen zum Engler'schen Viskosimeter 2. Afl. 1918.

³⁷ Chemische Technologie der Neuzeit 2. Afl. I. Bd. 1925 S. 347.

bemerkt zu haben. Sie finden, daß ein elektrisch leitfähiger Brennstoff das Klopfen verhindere³⁸. Zu derselben Erkenntnis will auch Hold e³⁹ gekommen sein.

Zum Feststellen der Neigung zum Klopfen sind vorgeschlagen:

1. Das Horchverfahren.
2. Das Zündstiftverfahren.
3. Ein Erhitzungsverfahren.
4. Ein Indikatorverfahren, wohl mit Einzeichnung von Kraftlinien.
5. Die Leitfähigkeitsermittlung.

Für estländische, zum Antriebe gebrauchte Öle entfällt die Ermittlung, da sie durchweg klopfest sind⁴⁰.

7. Heizwert (WE).

Bestimmung in üblicher Anordnung. Hinweise im Abschnitt über Untersuchung des Rohsteines, S. 74—76.

Festgestellt wurden in Motornaphta des Handels: 10200 obere kg/kal⁴¹ in einem viel gebrauchten Treibmittel für Krafffahrzeuge: 10955 obere kg/kal⁴².

II. Stoffliche, chemische Prüfung.

Um gehaltvolle und wertlose Öle, welche sich auf den verschiedenen Gewinnungsstätten ergeben, auseinanderhalten und beurteilen zu können, ist der Weg über ihre stoffliche Zusammensetzung einzuschlagen. Allgemein umrissen werden Leichtöle von Leuchtölen, Schweröle von Schmierölen unterschieden. Je nach der Eignung des Öles für Sonderzwecke, lassen sie sich in zahlreiche Gruppen gliedern.

Aus dem Ausfall der körperlichen (physikalischen) Prüfung ergibt sich meist ohne weiteres, welcher Gruppe das betreffende Öl zugehört. Ist das Öl wasserhell, läßt sich das Verhalten zu Farbstoffen hinzuziehen.

Indanthrendunkelblau BT und Indanthrenviolett RT sind in Benzin sogut wie unlöslich, in aromatischen Kohlenwasserstoffen leicht löslich.

³⁸ Zeitschrift Petroleum 22. Bd. 1926 S. 1344—1347 nach einem Bericht von Grote.

³⁹ Kohlenwasserstofföle 5. Afl. 1918 S. 169. Über Dielektrizitätskonstanten der neutralen Brennschieferöle von Estland hat V. Koern gearbeitet, wie aus einem Bericht der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat v. 17. März 1927 hervorgeht.

⁴⁰ R. Sievert, Vortrag v. 9. Febr. 1927 in Reval.

⁴¹ P. Kogermann, Brennstoff-Chemie, 7. Bd. 1926 S. 176.

⁴² Prüfstellung Kochtel, Riigi põlevkivitööstus 1918—1928, erschien 1928, S. 88. Ähnlich Puksov, Auto I. Jahrg. 1928 S. 127. Estnisch.

20 cm³ benzolfreies Öl zeigt im Stöpselzylinder mit etwas Indanthrendunkelblau BT geschüttelt nach zweistündigem Stehen gefiltert einen nur schwach rosaroten Stich; 2% Benzol geben ein deutliches Rosa; 5% Benzol ausgesprochen rosarote Färbung.

Weitere Beweise für die Anwesenheit oder das Fehlen von Benzol lassen sich durch Überführen in Dinitrobenzol und die Bestimmung des Molekulargewichtes nach Rast⁴³; schließlich aus der Elementaranalyse erbringen.

1. Ungesättigte Anteile.

Verbindungen, welche einen in bezug auf sein Bindungsvermögen nicht völlig ausgenutzten Baustoff enthalten und infolgedessen andere Füllkörper in sich aufzunehmen bestrebt sind, bezeichnet man als ungesättigt.

Körper, im Aufbau C_nH_{2n+2} zählen zu den gesättigten Kohlenwasserstoffen oder Grenzkohlenwasserstoffen oder **Paraffinen**.

Zu den einfach ungesättigten Verbindungen gehören **Ölefine** vom Aufbau C_nH_{2n-2} . Sie addieren Brom, lassen sich mit und ohne beschleunigende Überträger mit Wasserstoff anreichern, sind häufig durch ihr Bindungsvermögen für Jod, Formalin u. s. w. ausgezeichnet.

Auf feinere Unterschiede kann hier nicht eingegangen werden.

Handelt es sich um das Verhältnis der Basen, sauren Verbindungen und der Neutralöle zu einander, so versagt die übliche Trennung mit Natronlauge⁴⁴ sobald in dem Öl mehr Karbonsäuren oder mehr Basen als erwartet wurden in Frage kommen. Auch die vielfachen Abänderungen führen nicht zum Ziel. Die zuverlässigste Kuckersitölen bis zur Dichte von 0,95 angepaßte Ausführungsvorschrift geht auf Hold e zurück⁴⁵.

Vorauszuschicken ist, daß sich Karbonsäuren von den Phenolen durch ihre Löslichkeit in Sodalösung unterscheiden. Abgeschieden werden:

- 1) Karbonsäuren (Naphthensäuren) durch verdünnte Sodalösung, besser noch durch Einleiten von Kohlendioxyd in verdünnte Natronlauge.
- 2) Phenole durch verdünnte Natronlauge;
- 3) Ungesättigte Kohlenwasserstoffe durch starke Schwefelsäure, rauchende Salpetersäure bei -10° C, flüssiges Schwefeldioxyd, wässrige, alkoholische

⁴³ Hold e, Kohlenwasserstofföle, 6. Aufl. 1924 S. 526—538, Schlußbemerkung wichtig. Ferner J. Houben, Zeitschr. f. angew. Ch. 35 Bd. 1922 S. 574 und Journ. f. prakt. Ch. 105. Bd. S. 27; K. Rast, Ber. d. D. chem. Gesellschaft. 55. Jahrg. 1922 S. 1051.

⁴⁴ Marcusson und Piccard, Zeitschr. f. angew. Ch. 34. Jahrg. 1921 S. 201.

⁴⁵ Kohlenwasserstofföle, 6. Aufl. 1924 S. 369.

Merkuriazetatlösung, Dimethylsulfat, verschiedene Alkohole, Essigsäureanhydrid, Anilin.

In Anilin sind reine Benzine der Paraffinreihe völlig unlöslich; aromatische Leichtöle lösen sich, wobei färbende Anteile ins Anilin übergehen.

4) Naphthene werden neben Paraffinen durch Oxydation und Bromierung erkannt, ungesättigte, zyklische Kohlenwasserstoffe durch Formolittbildung u. s. w.

5) Paraffine werden durch Methyläthylketon (Butanon) in der Kälte abgeschieden⁴⁶.

Abtrennung der **Neutralöle** von den **Basen**, den **sodalöslichen**, **Karbonsäuren** und den **sodalöslichen**, in **Natronlauge löslichen Phenolen**.

200 g Rohöl werden im Scheidetrichter mit dem gleichen Raumteil Äther, und nach gehörigem Durchmischen mit dem halben Raumteil verdünnter Salzsäure versetzt und durchgeschüttelt. Die wässrige, gelbe Lösung gibt nach dem Absättigen mit Alkali **Pyridinbasen**.

Das Öl erhält einen dem gleichen Raume entsprechenden Zusatz von 4% Natronlauge, wird wieder durchgeschüttelt und noch weitere Male mit frischer Lauge behandelt, bis letztere kaum noch gelblich gefärbt erscheint. Abgelassen wird anfangs eine dunkelbraune Flüssigkeit, aus der sich die **Phenole** durch längeres Einleiten von gewaschener Kohlensäure als obenaufschwimmende Schicht abscheiden. Sie sind mit Äther auszuschütteln.

Aus den vereinigten Karbonatlaugen werden die **Karbonsäuren** mit verdünnter Schwefelsäure in Freiheit gesetzt und ebenfalls in Äther aufgenommen. Die ätherischen Auszüge sind zu vereinigen; wird der Äther aus dem vorher gewogenen Kolben abgetrieben, ist das Gewicht des restlichen **Neutralöles** auf der Wage festzustellen.

Die Lösung der karbonsauren Salze aus Kuckersitöl fluoresziert grün, die der ätherverdünnten Phenollösung blau; das Neutralöl grünlich.

Beispiele.

Urteersorten:	Kochtel ⁴⁷ .	Versuchsöl XII.	VIII.	Steinöl A/G.
Neutralöl	72,3%	73,0%	76,0%	81,0%
Phenole	22,4%	21,8%	16,5%	16,5%
Karbonsäuren	4,0%	1,5%	1,3%	1,75%
Verluste	1,3%	3,7%	6,2%	0,75%

⁴⁶ Lunge-Berl, 1923, 3. Bd. S. 354.

⁴⁷ Zeitschr. Loodus Brennschiefer-Nummer 1924 S. 339—343.

In Ölen mit 20%—30% Phenolen, wie Tränkölle für Eisenbahnschwellen u. s. f., reicht das oben beschriebene Prüfverfahren nicht aus, weil das Phenol beim Ausfällen mit Kohlendioxyd Teile des Neutralöles einschließt und festhält. Zweckmäßiger werden, einer im staatlichen Prüfamt ausgearbeiteten Vorschrift zufolge, nach M. Kand⁴⁸ 100 g Phenolat in einen 300 cm³ fassenden Scheidetrichter getan, dessen Leergewicht bekannt ist, mit 50 g 15% Salzsäure und 100 g Kuckersitbenzin versetzt, gut durchgeschüttelt und im Wasserbade $\frac{1}{2}$ Stunde bei 40°—50° C gehalten. Hierauf wird die unten stehende, bräunliche Schicht von der oberen, aus Benzin, Phenol und Neutralölen bestehenden, getrennt und der Scheidetrichter mitsamt dem Benzin gewogen. Das erhaltene Gewicht abzüglich des Leergewichtes vom Trichter und des zugefügten Benzins, ergibt den Betrag an Kresol + Neutralölen (k + n).

Um auch die Neutralöle zu bestimmen, werden dem im Scheidetrichter befindlichen Benzingemisch 100 cm³ 15% Natronlauge zugefügt und das Ganze, wie oben, nach kräftigem Schütteln angewärmt. Die abgeschiedene wäßrige Kresollösung ist abzulassen, der Benzinrest 2 mal mit 5% Natronlauge nachzuwaschen und darauf zu wägen. Das erhaltene Gewicht abzüglich Trichter und zugefügtes Benzin, ergibt den Ertrag an Neutralölen (n), bezogen auf 100. Wird von der Summe an Kresol + Neutralöl das Gewicht der Neutralöle abgezogen, dann ergibt sich der Kresolgehalt zu $(k + n) - n = k$.

Beispiele für Tränkölle des Handels.

Kresole + Neutralöle	23,6%	19,0%
Neutralöle	2,0%	0,7%
Kresole für sich	21,6%	18,3%

2. Schwefelgehalt, Doktor-Test.

Verursacht das Bestimmen kleiner und kleinster Schwefelanteile in Ölen Schwierigkeiten, so wachsen die Schwierigkeiten, wenn es sich um so verwickelte Verhältnisse handelt, wie im estländischen Rohöl. Neben dem gelösten Schwefel machen sich Verbindungen des Schwefels mit anderen Elementen geltend, darunter Schwefelkohlenstoff.

⁴⁸ Tee ja tehnika (Verkehrswege und Fachtum) 8. Jahrg. 1929 Nr. 5 (84) S. 68—73.

Ein Teil der Schwefelverbindungen ist in der großen Ölmenge verteilt, sicher wirkungslos, sowohl beim Aufbewahren in Metallbehältern, als auch im Verbrennungsraum des Antriebes. Daher müßten metallangreifende Eigenschaften der im Öl steckenden Verbindungen unterschieden werden, von den zwar auffälligen, jedoch unschädlichen, durch den Geruch des Öles oder dessen Verbrennungsgasen kenntlichen; daß sie vorwiegend unschädlich sind, beweisen die Verbrauchsziffern verschiedener, zu Betriebszwecken verwendeter Kuckersitöle mit nicht weniger als 0,37% S.

Schwefelbestimmung ⁴⁹.

a. Die Gesamtmenge ergibt sich beim Ermitteln des Heizwertes, aus dem Verbrennungswasser in der Sauerstoffbombe, unter erhöhtem Druck.

Zu diesem Zweck wird das Prüföl in ein dünnwandiges Glaskügelchen eingewogen und das ansitzende Haarröhrchen zugeschmolzen.

Zum Zünden der ölbeschickten Glaskugel dient eine genau gewogene Menge Benzoesäure. Die Benzoesäure hat Zünddraht und Glaskugel zu umhüllen, was durch Einschmelzen in ein kleines Porzellantiegelchen (Nr. 10 oder 11, Meißen) leicht gelingt.

Nach der Verbrennung wird das Bombenwasser erst mit 0,2 n NaOH abgesättigt und die verbrauchte Lauge auf Schwefel umgerechnet. Nachher ist Salzsäure und Bariumchlorid in üblicher Weise zuzufügen und das Bariumsulfat zu wägen.

Aus dem Unterschiede gegenüber der ersten Berechnung ergibt sich die Menge des in Salpetersäure umgewandelten Stickstoffs.

b. Auch unter gewöhnlichem Luftdruck lassen sich Kuckersitöle in der mit Sauerstoff erfüllten Flasche verbrennen (s. S. 66). Zum Zünden dient ein schwefelfreier, dicker Baumwollfaden, der mit Glycerin befeuchtet, das mit Öl halbgefüllte Glaskügelchen in mehreren Windungen umgibt. Die Schlußbehandlung ist die gleiche wie die unter a. genannte.

Vom Öle mehr einzuwägen wie 0,3 g ist nicht ratsam ⁵⁰.

c. Bei Ölen, die auf einer Lampe mit Docht brennen, kommt das Verfahren von Heusler und Engler ⁵¹ in betracht; gewogene Ölmengen werden in einer Lampe verbrannt, das Verbrennungsgas in Bromlösung oder alkalischer Wasserstoffsperoxyd-Lösung aufgefangen und die gebildete Schwefelsäure in bekannter Weise ermittelt.

d. Ein weiteres Verfahren der Schwefelbestimmung ist der Elementaranalyse nachgebildet, führt aber schneller wie diese zum Ziel. Vorschriften von Strache-Lant-Ekl ⁵².

⁴⁹ Nur zum Teil nach Houben-Weyl, 3. Aufl. Bd. I. 1925 S. 1078; Chemiker-Kalender 1924 Bd. II S. 503 und 504; 1926 Bd. II S. 478—479.

⁵⁰ Holdes, Kohlenwasserstofföle, 6. Aufl. 1924 S. 80—81.

⁵¹ Ebenda, S. 789.

⁵² Strache-Lant, 1924 S. 467.

e. Schließlich ist das Verfahren nach *Roth*⁵³ zu nennen, nach welchem 3—4 g Schweröl mit etwa 1,5 g MgO und 30—40 cm³ Salpetersäure von 1.48 Dichte im Glaskolben vorsichtig erhitzt werden.

Die gebildete Schwefelsäure ist mit Bariumnitrat auszufällen.

Die Schwefelbestimmung nach *Eschka* führt zu ebenso unsicheren Ergebnissen, wie deren angebliche Verbesserungen; eine Aufzählung würde zu weit gehen.

f. Unter *Doktor-Test* (Doctor treatment) versteht man die Behandlung eines schwefelverdächtigen Öles mit Natriumplumbit, bezw. Bleioxyd und Natronlauge.

Aus dem Ausfall des Doktor-Test wird festgestellt, ob das Öl „süß“ (sweet) oder „sauer“ (sour) ist.

Herstellung der Lösung.

Etwa 125 g NaOH sind in 1000 g Wasser zu lösen und mit 60 g Bleioxyd 15 Minuten lang zu schütteln. Am nächsten Tage wird klar abgehebert oder durch Asbest gefiltert.

Die Lösung ist in verkorkten Flaschen vor Licht geschützt aufzubewahren.

Ausführungsvorschrift.

10 cm³ Öl sind mit 5 cm³ Plumbitlösung etwa 15 Sekunden kräftig zu schütteln. Nach Zugabe einer (sehr) kleinen Menge Schwefelblumen wird nochmals 15 Sekunden lang geschüttelt. Der Schwefelzusatz ist so zu bemessen, daß der gesamte Schwefel in der Grenzfläche schwimmen bleibt. Verändert sich die Farbe des Prüföles, oder ist die gelbe Farbe der Schwefelhaut merklich verdeckt, so lautet das Prüfergebnis auf „sauer“ und ist das Muster als schwefelhaltig zu beanstanden.

Bleibt die Schwefelhaut gelb und glänzend, oder nur schwach grau gefärbt, oder schwarz gefleckt, erweist sich das Muster als „süß“.

Allgemein genommen lösen nach *Frasch*⁵⁴ Öle, die weder freien Schwefel noch Schwefelwasserstoff enthalten, Bleioxyd mit hellgelber, Kupferoxyd mit blauroter, Silberoxyd mit brauner Farbe; die Lösungsfähigkeit läßt sich noch anderen Metalloxyden gegenüber erweisen.

3. Molekulargewichtsbestimmung.

Um das Zusammenfallen mit anderen, stofflich bekannten Körpern zu beweisen oder um die Unterschiedslosigkeit von Vergleichsmustern nachzuweisen, ist die Bestimmung des Molekulargewichtes nicht zu umgehen.

Bequem auszuführen ist die Molekulargewichtsbestimmung mithilfe der

- a. Schmelzpunktserniedrigung;
- b. Gefrierpunktserniedrigung;
- c. Siedepunktserhöhung.

⁵³ Engler-Höfer, IV. Bd. 1916 S. 30.

⁵⁴ Journ. eng. ind. Chem. 1912 S. 125, aus L. Gurwitsch, Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarbeitung, 2. Aufl. 1924 S. 175.

K. Rast⁵⁵ und O. Werb⁵⁶ benutzen künstlichen Kampfer (Schmelzpunkt: 180° C; Mol.-Gew.: 152,13) in einer Vorrichtung für Schmelzpunktsbestimmungen, wie sie in jeder Prüfzelle vorhanden ist.

Hingewiesen sei auf die Lösungsfähigkeit des Kampfers für alle möglichen Körper.

Prüfmasse und Lösungsmittel sind im Verhältnis 1:10—20 bei gelinder Wärme zusammenzuschmelzen.

Sind a mg Prüfstoff in b mg Kampfer gelöst und beträgt die festgestellte Schmelzpunktserniedrigung D , so ergibt sich das gesuchte Molekulargewicht M aus

$$M = \frac{a \cdot 40 \cdot 1000}{b \cdot D}$$

Für alle hier genannten Verfahren gilt, daß kleine Unterschiede zu genaueren Werten führen, wie große.

Über die unter b . und c . genannten Verfahren geben die einschlägigen Hilfsbücher Auskunft.

III. Lieferungsbedingungen in Estland für Heereszwecke.

Solaröl.

Unter der Bezeichnung Solaröl ist ein Destillat zu verstehen, das nach dem Abtreiben von Benzin und Petroleum erhalten wird, und das zwischen 245°—310° C siedet.

Bedingungen, denen das Solaröl zu entsprechen hat:

1. Flammpunkt nach Brenken, nicht unter 120° C.
2. Keine wägbaren Nebenbestandteile.
3. Neutrale Reaktion.
4. Nicht über 0,1% benzinunlösliche Anteile; frei von Teerstoffen.
5. „ „ 0,02% Schwefel.
6. Zähigkeit bei 20° C unter 5 Englergraden.
7. Nicht über 0,2% Feuchtigkeit.
8. Dichte bei 15° C, falls das Öl amerikanischer Herkunft: 0,80—0,83; russischer Herkunft: 0,885—0,895.

Petroleum- und Benzinsorten⁵⁷.

Ölarten, die bis 150° C im Siedevorgang übergehen, werden zu Benzin, Öle zwischen 150°—270° siedend, zum Petroleum gerechnet.

Benzine werden unter verschiedenem Namen gehandelt, Rhigolen, shewood-oil, Gasolin u. s. w.

⁵⁵ Gas- und Wasserfach, 68. Jahrg. 1925 S. 10.

⁵⁶ Ber. d. D. chem. Gesellschaft, 55. Jahrg. S. 1051 und J. Houben, Zeitschr. f. angew. Ch. 35. Bd. 1922 S. 574; Journ. f. prakt. Ch. 105. Bd. S. 27.

⁵⁷ Vom Sachverständigenrat der Heeresleitung am 5. Juli 1921, Tagebuch Nr. 23 festgelegt.

Bedingungen, denen die genannten Öle zu entsprechen haben:

	Petroleum für Kraftgetriebe	Benzin	Benzin für Flugzeuge
1. Äußeres . . .	Durchsichtig und farblos oder wenig gefärbt.	Wie links.	Farblos und gut gereinigt.
2. Reinheit . . .	Muß gut gereinigt sein.	Wie links, frei v. Mineralsäuren und Wasser.	Gleichartig, ohne Wasser und wägbare Nebenbestandteile ⁵⁸ . Methylorange gegenüber wirkungslos.
3. Flammpunkt n. Abel-Pensky	Nicht unter 28° C.	—	Nicht unter 18° C nach Belstein.
4. Siedebeginn u. Flüchtigkeit . .	Nicht über 10%, deren Siedepunkt über 270° C hinausgeht und nicht über 5%, die unter 150° C sieden.	33°–40° C; nicht über 5% Anteile, die über 100° C sieden.	Wie links. Siederest darf auf Filterpapier gebracht keinen Fettfleck erzeugen.
5. Asche	Nicht über 0,01%.	—	—
6. Schwefel . . .	„ „ 0,03%.	—	—
7. Naphthensäuren	Keine merklichen Anteile ⁵⁹ .	—	—
8. Dichte, nicht über	0,79–0,81/15° C.	0,730/15° C.	0,720/15° C.

Allgemeine Vorschriften und Hinweise, vorzugsweise für Benzine.

1. Probeentnahme.

Zu entnehmen sind 3 Proben zu je 250 cm³. Der Verschuß ist zu siegeln.

2. Vorbereitung.

Nach Bedarf mit Chlorkalzium zu trocknen.

3. Dichte.

Zur Dichtebestimmung ist die Wage nach Westphal oder ein Pyknometer zu benutzen. Die Angaben sind auf 15° C zu beziehen.

4. Flammpunkt.

Bei 50° C nach Martens-Pensky.

Unter 50° C nach Abel-Pensky, wobei nach je 0,5° C geprüft wird.

Unter 0° C in Kältemischungen in der Anordnung nach Belstein.

Im offenen Tiegel nach Brenken.

5. Stockpunkt.

Bei — 10° C: 45 g Kaliumchlorid + 200 g Eis oder Schnee.

„ — 20° C: 100 g Salz + 200 g Eis oder Schnee.

Legt sich innerhalb einer Minute die Oberfläche des Öles wagerecht, dann ist das Öl erstarrt.

⁵⁸ Lunge-Berl, III. Bd. 1923 S. 486.

⁵⁹ Ebenda S. 387.

6. Beimengungen.
5 g Öl werden in 200 g Benzol gelöst filtriert. Das Filterpapier ist bei 100 zu trocknen und zu wägen.
7. Schwefelbestimmung.
Kalorimetrisch, oder wenn das Öl brennbar ist, nach Verbrennen von 10—12 g innerhalb 5 Stunden.
8. Mineralsäuren.
50 g Öl werden mit gleichen Mengen heißen Wassers geschüttelt und nach Zufügen von 2—3 Tropfen Methylorange maßanalytisch geprüft.
9. Zähigkeit.
Nach Engler.
10. Paraffinausscheidung bei -5° C.
Zu verwenden sind 33 g Kochsalz, 39 g Kalisalpeter und 1 kg nasser Schnee oder Eis. Nach Abgießen des Öles dürfen keine Paraffinausscheidungen bemerkbar sein.
11. Wassergehalt.
Durch Übertreiben mit Xylol festzustellen.
12. Wärmeeinheiten (WE).
Zum Ermitteln des Heizwertes hat die Bombe nach Bertholet-Mahler zu dienen; Zündung mit Eisendraht von 6 cm Länge.
13. Teerbestandteile.
40 cm³ Öl sind mit 40 cm³ Benzin von 0,69—0,71 Dichte zu verdünnen und mit 20 cm³ Schwefelsäure von 1,84 Dichte 3 Minuten lang zu schütteln, dann, 1 Stunde lang stehenzulassen. Hat die Schwefelsäureschicht bspw. um 3 cm³ zugenommen, beträgt der Teergehalt 7,5% ($x:100=3:4$).
14. Siedeanalyse.
Im Englerkolben; Fehlergrenze 1%.
15. Reinheit von Petroleumsorten.
1 Raumteil Petroleum ist mit 0,5 Raumteilen Schwefelsäure von 1,53 Dichte 3 Minuten lang zu schütteln. Das Petroleum muß vollkommen rein bleiben, obwohl die Säure gelb, doch nicht braun oder schwarz werden darf.
Für die Prüfung von Benzinen ist Schwefelsäure von 1,84 Dichte anzuwenden.
16. Naphthensäuren.
Um größere Mengen Naphthensäuren nachzuweisen, sind 30 cm³ Petroleum mit 10 cm³ 90% Alkohol zu schütteln, 0,2 cm³ n/10 Lauge in Spiritus gelöst und Phenolphthalein zuzufügen. Die rote Farbe muß bestehen bleiben.

C. SCHWERÖLE.

Die von einer Gruppe Wiener Fachleute herausgegebenen Regeln zum Prüfen von Ölen und Fetten sind so umfassend gehalten, daß sich ihnen die aus Kuckersit gewonnenen Schweröle zwanglos einfügen. Infolgedessen halten sich nachstehende Ausführungen, bis auf wenige Auslassungen, wörtlich an die Wiener Vorschriften.

Öle und Fette in gewerblicher Anwendung als Nichtbrennstoffe⁶⁰.

Einteilung.

A. Nach Rohstoffen und Herstellung.

1. Öle, hergestellt aus Erdölen.
 - a) Nicht behandelt;
 - b) behandelt.
2. Öle, hergestellt aus Steinkohle, Braunkohle oder bituminösem Schiefer.
 - a) Nicht behandelt;
 - b) behandelt.
3. Öle, hergestellt aus pflanzlichen oder tierischen Stoffen.
4. Mischöle, hergestellt aus Ölen der Gruppe 1 oder 2 oder beiden mit solchen der Gruppe 3b oder mit anderen Beimengungen.
5. Seifenhaltige Öle und Fette, hergestellt aus Ölen der Gruppen 1, 2, 3 und Seifen.

B. Nach der Güte.

1. Sondergüte.
2. Handelsgüte.

C. Nach der Verwendung.

1. Als Schmiermittel.
2. Als Druckübertragungsmittel.
3. Als Härte- und Vergütungsmittel.
4. Als Bohr- und Schneidemittel.
5. Als Rostschutzmittel.
6. Für Zwecke der Elektrotechnik.
7. Für Zwecke der Textilindustrie.
8. Für Zwecke der Lederindustrie.
9. Als Formöle und Stauböle.
10. Für andere technische Zwecke.

⁶⁰ Noch nicht endgültiger Entwurf aus dem Jahre 1929 der Gesellschaft für Wärmewirtschaft in Wien; veröffentlicht in der Zeitschrift Petroleum 25. Bd. 1929 Nr. 3, eingeschaltet zwischen die S. 92 und 93.

In Deutschland ist die Normung der Schmiermittel noch nicht erfolgt; dagegen sind Richtlinien allgemein eingeführt und anerkannt. G. Baum, ebenda S. 89.

Genannt seien: Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln, 1921; 3. Afl. 1922; 4. Afl. 1924; 5. Afl. 1928; Technische Bedingungen für die Lieferung von Dampfturbinenlager-Schmierölen, A.-E.-G. vom Oktober 1921; R. Ascher, Die Schmiermittel, ihre Art, Prüfung und Verwendung, Berlin 1922, 247 S. mit 17 Abb.

Begriffe.**A. Nach Rohstoffen und Herstellung eingeteilt.****1. Öle, hergestellt aus Erdölen.**

- a) Nicht behandelt (Destillate) sind hauptsächlich im Destillationsverfahren gewonnene Öle, die einer Reinigung nicht unterzogen wurden. Die Entfernung des Paraffins zählt nicht als Reinigung.
- b) Behandelt (Raffinate) sind Ölanteile, die einer physikalischen oder chemischen Reinigung unterzogen wurden.

Werden zur Erzielung bestimmter Eigenschaften verschiedene Öle der Gruppe 1a oder solche der Gruppe 1b untereinander gemischt, so werden diese Mischungen ebenfalls als Öle, und „nicht behandelt“ (Destillate) oder „behandelt“ (Raffinate) bezeichnet.

Alle Destillate und Raffinate müssen technisch wasserfrei und frei von Mineralsäuren sein.

Als besonders behandelt gelten Öle der Gruppe 1, bei welchen eine Behandlung zur Erzielung besonderer Eigenschaften durch entsprechende Verfahren stattgefunden hat.

2. Öle, hergestellt aus Steinkohle, Braunkohle oder bituminösem Schiefer, entstammen der Destillation von Kohlen- oder Schieferteeren und sind daran erkennbar, daß ihr alkalilöslicher Teil mit Diazobenzol deutliche Rotfärbung zeigt. Ihre Einteilung und Behandlung ist grundsätzlich die gleiche wie jene der Gruppe 1a und 1b, und zwar:

- a) Nicht behandelt (Destillate);
- b) behandelt (Raffinate).

Die bei der Gruppe 1 gemachten Bemerkungen finden auch auf die Öle der Gruppe 2 sinngemäße Anwendung.

3. Öle aus pflanzlichen oder tierischen Stoffen werden durch Schmelzen, Pressen, Extrahieren von ölhaltigen Pflanzenteilen (Rizinusöl, Rüböl, Sesamöl, Olivenöl usw.) oder aus fetthaltigen Teilen von Tierkörpern (Schmalzöl, Wollfett, Fischtran usw.) gewonnen.

- a) Nicht behandelt heißen die nach den angeführten Verfahren erhaltenen rohen Öle.
- b) Behandelt (neutrale Raffinate) heißen die physikalisch oder chemisch von Faser- und Eiweißstoffen und sonstigen Verunreinigungen befreiten Öle der Gruppe 3a.

Als besonders behandelt gelten Öle und Fette der Gruppe 3, welche durch besondere Verfahren, wie Hydrierung, Oxydation, Sulfurierung oder elektrische Einwirkung, verändert wurden.

4. Mischöle bestehen aus Ölen der Gruppe 1 und 2 mit einem Zusatz von

- a) pflanzlichen Ölen der Gruppe 3b oder 3c
- b) tierischen Ölen der Gruppe 3b oder 3c
- c) anderen Stoffen, wie künstlichen Fettsäuren, Talkum, Flockengraphit oder Kolloidgraphit.

5. Seifenhaltige Öle und Fette sind Mischungen von verschiedenen Seifen und Ölen. Sie werden unterschieden in solche:

- a) ohne Beimengungen;
- b) mit Beimengungen wie Graphit, Talkum, Alkohol, Glycerin usw.

Die Beigabe von Beschwerungsmitteln muß ausdrücklich angegeben werden. Die zur Erzeugung nötigen Zusätze gelten nicht als Beschwerung.

B. Nach der Güte eingeteilt.

1. Sondergüte gilt als Bezeichnung aller Öle und Fette, welche aus ausgewählten Rohstoffen unter Anwendung besonderer Arbeitsverfahren bei genau überwachten Arbeitsvorgängen in bestimmter Reihenfolge hergestellt werden und für einen besonderen Verwendungszweck erprobt sind. An diese Öle und Fette muß die Forderung gleichbleibender Güte bei zeitlich und örtlich verschiedenen Lieferungen gestellt werden können. Zur Feststellung der Eignung für den jeweiligen Verwendungszweck genügen die handelsüblichen Untersuchungsverfahren nicht, sondern sie sind durch praktische Untersuchungsverfahren zu ergänzen; dagegen kann die Gleichmäßigkeit der Lieferung an Hand von Kontrollmustern nach den üblichen Verfahren überwacht werden.
2. Handelsgüte. Damit werden alle im laufenden Verarbeitungsverfahren der Rohstoffe anfallenden, gewöhnlich nach physikalischen und chemischen Kennzeichen gehandelten Öle und Fette bezeichnet.

Probeentnahme.

1. Aus Kesselwagen und Tankschiffen.

Zur Entnahme dient ein entsprechend langes Glasrohr von etwa 15 cm lichter Weite, welches an einem Ende etwas stumpf ausgezogen und am anderen Ende rund abgeschmolzen ist, so daß es gut mit dem Daumen verschlossen werden kann. Das Rohr wird unverschlossen langsam von oben bis etwa 10 cm über den Boden des Behälters eingeführt, um so aus allen Schichten des Behälters Öl zu erhalten. Nach dem Verschließen mittels des Daumens wird das Rohr herausgehoben und sein Inhalt samt dem an der Außenwand haftenden Öl in ein Gefäß gebracht. Die Entnahme wird so oft wiederholt, bis eine Probemenge von mindestens 1 Liter vorhanden ist. Die Probe wird gut umgerührt und in zwei gleiche Teile geteilt, von denen der eine für etwa notwendig werdende Kontrollprüfungen gut verschlossen aufbewahrt wird.

Das zum Abfüllen verwendete Rohr muß vollkommen rein und trocken sein. Es ist nach jedesmaligem Gebrauch mit einer Mischung von 50% Alkohol und 50% Benzol zu reinigen und an der Luft zu trocknen. Das Abfüllen soll in farblose Glasgefäße vorgenommen werden, welche ebenfalls vollkommen rein und trocken sein müssen. Die Glasgefäße sind höchstens bis zum Halsansatz, also nicht ganz voll, zu füllen, sofort mit einem reinen Kork zu verschließen und nach Bedarf zu versiegeln. Es ist zu vermeiden, die leeren Probeflaschen offen in einen warmen Raum zu bringen, weil sich sonst die Innenwände mit Feuchtigkeit beschlagen, welche das Öl trübt.

2. Aus Fässern und Einzelpackungen.

- a) Fließende Produkte werden in einer Menge von mindestens je 500 cm³ für Probe und Gegenprobe, sonst wie unter 1 angeführt, entnommen.
- b) Nichtfließende Produkte werden in einer Menge von mindestens 100 cm³ mit einer reinen, rostfreien Metallspachtel entnommen.

Als Probenverpackung sind staubdichte Gefäße aus Blech, Glas, Porzellan und anderen nichtsaugenden Stoffen zu verwenden. Bei Starrschmierern und gefetteten Ölen kann Schichtenbildung eintreten, worauf bei der Entnahme zu achten ist. Die Schichtenbildung ist bei Starrschmierern unbedingt ein Mangel. Bei gefetteten Ölen ist die Schichtenbildung, wenn sie nur bei Temperaturen unter -5° eintritt, nicht zu beanstanden.

3. Durchschnittsmuster.

Aus größeren, aus Einzelpackungen mit augenscheinlich gleichem Inhalt bestehenden Lieferungen ist ein Durchschnittsmuster in der Weise zu ziehen, daß es sich zu gleichen Teilen aus Einzelmustern zusammensetzt. Besteht die Lieferung aus weniger als 4 Einzelpackungen, so ist jeder Packung, bei Lieferungen von 4 bis 15 Einzelpackungen jeder dritten, bei 15 bis 60 Einzelpackungen jeder fünften und über 60 jeder zehnten Einzelpackung ein Einzelmuster zu entnehmen. Die Gesamtmenge des Durchschnittsmusters und die Art der Probeentnahme ist die gleiche wie unter 2a und 2b angeführt. Wird bei Entnahme der Einzelproben festgestellt, daß diese augenscheinlich untereinander nicht gleichmäßig sind, so ist jeder Packung eine Einzelprobe zu entnehmen; jede derselben hat eine unter 2a oder 2b angeführte Menge zu enthalten.

Probezeichnung.

Die Bezeichnung eines jeden Musters soll die Nummer der Originalpackung und das Datum der Probeentnahme, allenfalls die Originalbezeichnung der Ware und ihren Verwendungszweck enthalten.

Bei Absendung von Proben zur Untersuchung ist anzugeben, zu welchem Zwecke die Proben untersucht werden sollen oder welche Bestimmungen vorzunehmen sind. Die Probegefäße sind vor ihrer Verpackung einzeln in starkes Papier einzuschlagen; dieses ist so wie das Muster zu beschreiben. Bei Versand eines Musters zur Untersuchung soll ein gleichartiges, gleichbezeichnetes Kontrollmuster aufbewahrt bleiben.

Bei Absendung von Proben an den Lieferer empfiehlt es sich, eine Skizze der Vorder- und Rückseite der Fässer mitzusenden, in welcher alle Bezeichnungen, Buchstaben, Ziffern usw. eingezeichnet werden, wie sie auf der Originalpackung ersichtlich sind.

Prüfung.

I. Einteilung.

- (a) Physikalische und chemische Prüfungen für Schiedszwecke. (Zur Anwendung in Streitfällen, durchgeführt in Laboratorien mit wissenschaftlichen Helfern bzw. amtlich geeichten Geräten.)
- (b) Physikalische und chemische Prüfungen für Betriebszwecke. (Übernahme-proben zur Kontrolle der Musterechtheit und Angebotserfüllung bei Liefe-

rungen und zur Identifizierung von Vorräten, durchgeführt in Betriebs- und Handelslaboratorien.)

(c) Betriebsmäßige praktische Erprobung.

Die Prüfungen nach (a) und (b) dienen in erster Linie zur Feststellung der Probengleichheit. Die in den einzelnen Öl- und Fettnormen angeführten Grenzwerte für die physikalischen und chemischen Kennwerte dienen nicht allgemein zur Eignungsbeurteilung, sondern sollen nur nach dem heutigen Stande der Technik Ungeeignetes ausschließen. Inwieweit die Ergebnisse der physikalischen und chemischen Prüfung zur Eignungsbeurteilung herangezogen werden können, wird in den Normen für die einzelnen Öle und Fette angegeben.

Die Prüfungen nach (c) dienen zur Beurteilung der Eignung für bestimmte Verwendungszwecke.

II. Vorbehandlung der Proben.

Die Durchführung mancher Prüfungen⁶¹ erfordert die vorherige Entwässerung der Proben. Diese erfolgt bei leicht filtrierbaren Ölen durch Filtration mittels eines trockenen Papierfilters und bei schwer filtrierbaren Ölen, die durch Warmstehen im Wasserbade nicht genügend entwässert werden können, durch Verdünnen mit Alkohol und Abdampfen des Alkohols auf dem Wasserbade. Der Vorgang ist so lange zu wiederholen, bis das Öl beim Erhitzen nicht mehr schäumt. Sodann wird im Trockenschrank erhitzt, wobei die Höchsttemperatur von 105° nicht überschritten werden darf.

III. Prüfungsverfahren.

Die mit dem vorliegenden Normblatt begonnene Folge soll zur Vermeidung von Wiederholungen jene Prüfungsverfahren festlegen, welche in gleicher Weise für verschiedene Öle bzw. Fette verwendbar sind.

1. Dichte (d) (sprachüblich „Spezifisches Gewicht“).

Die Dichte ergibt sich als Verhältnis des Gewichtes eines bestimmten Stoffvolumens zum Gewicht eines gleichen Wasservolumens von 4°C.

Meßeinheit: Unbenannte Zahl (spezifisches Gewicht = g/cm^3).

Die nach den folgenden Verfahren ermittelte Dichte ist eine Verhältniszahl, welche auf 20°C. bezogen anzugeben ist. Hat die Untersuchung bei einer anderen Temperatur stattgefunden, so genügt es, bei Untersuchungen nach I(b) für je 1° höhere Temperatur bei Ölen aus Erdölen, Braunkohlen und Schiefer 0,0007 und bei Ölen aus Steinkohlen 0,00065 abzurechnen oder für je 1° niedrigerer Wärme den gleichen Wert zuzuschlagen.

Bei seifenhaltigen Fetten ist die Bestimmung der Dichte im allgemeinen von geringerer Bedeutung; da sie außerdem unsicher ist, wird von ihrer Festlegung abgesehen.

Für die Verwendbarkeit der Öle und Fette ist die Dichte wenig von Bedeutung. Auch der Ursprung des Rohmaterials kann in der Regel nach ihr nicht bestimmt werden. Im Zusammenhang mit anderen Kennwerten dient sie zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit von Lieferungen.

⁶¹ Die Notwendigkeit der Vorbehandlung wird jeweils unter III. angegeben.

Bestimmung nach I(a) erfolgt im Pyknometer mit eingeschliffenem Thermometer und kapillarem Ansatz (Steigrohr), welches auf Wasser von 20° C. geeicht sein muß.

Meßgenauigkeit: Das Meßergebnis ist in der dritten Dezimalstelle genau.

Probemenge: 100 cm³.

Vorversuch: nicht notwendig.

Arbeitsvorgang:

I. Bestimmung durch Pyknometer. (Bild 1.)

- a) Zunächst ist das Leergewicht des Pyknometers abzüglich der darin befindlichen Luft (10 cm³ = 12 mg) zu bestimmen. Dann wird das Pyknometer mit destilliertem und ausgekochtem Wasser gefüllt und gewogen. Das Leergewicht des Pyknometers ist vom Gewicht des mit Wasser gefüllten Pyknometers abzuziehen; diese Differenz ergibt das Gewicht des Wasserinhaltes, mithin das Volumen des Pyknometers bei Zimmertemperatur (V_z). Dieses Volumen ist nach der Beziehung

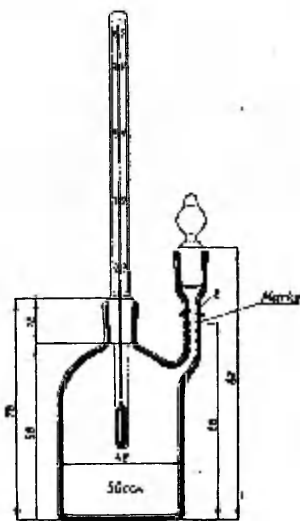


Bild 1 (12).

$$V_d = \frac{V_z}{1 + \alpha (t_z - t_d)}$$

auf das Volumen bei 4° C (V_d) zurückzuführen. Hierbei bedeutet (t_z) die Zimmertemperatur, t_d = 4° C (Temperatur der größten Dichte des Wassers) und α den kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Glases. (Für Jenaer Normalglas = 0,00025.)

- b) Das Pyknometer ist mit dem zu untersuchenden Öl vollständig zu füllen. Der Stöpsel mit dem Thermometer ist fest einzusetzen, nachdem das Pyknometer in einem mit Wasser von Zimmertemperatur gefüllten Becherglas diese Temperatur angenommen hat. Nötigenfalls ist das Steigrohr durch Eintropfen von Öl vollständig aufzufüllen. Hierauf wird jeder Ölüberschuß vom Steigrohr bis zur Marke entfernt und der Glasstöpsel in dieses eingesetzt.
- c) Nachdem das gefüllte Pyknometer bei sorgfältig dicht abgeschlossenem Glasstöpsel durch Abspritzen mit Benzol und Abreiben mittels eines faserfreien Lappens gereinigt wurde, wird das Instrument gewogen und die Dichte des Öles durch Umrechnen auf die Normaltemperatur (20°C) ermittelt. Wenn man das Wasserbad auf 20°C hält, so entfällt die Umrechnung, was besonders bei Ölen mit unbekannter Ausdehnungsziffer von Vorteil ist.
- d) Salbenartige Öle werden vor dem Einfüllen erwärmt und im Wasserbad in gleichbleibender Wärme zwischen 22° und 25°C gehalten. Bei Temperaturen von 30° und darüber ist die Ausdehnung des Pyknometergefäßes zu berücksichtigen. Das Volumen des Gefäßes bei einer Temperatur von t₂° ist

$$v = \frac{p_1}{d_1} \cdot [1 + \alpha (t_2 - t_1)].$$

Hiebei bedeutet p_1 das absolute Gewicht, d_1 die Dichte der Wasserfüllung bei t_1 und α den kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Glases.

- e) Luftblasen im Öl läßt man an der Oberfläche ansammeln und beseitigt sie durch Annäherung eines erwärmten Glasstabes. Steigen die Luftblasen nicht oder nur sehr langsam auf, so erwärmt man das Gefäß eine halbe Stunde lang im Trockenschrank auf 50°C und kühlt nach Entfernung der aufgestiegenen Blasen unter Nachfüllen von etwas Öl wieder auf den gewünschten Wärmegrad ab.

Bestimmung nach I (b) erfolgt mit der Ölspindel (Aräometer), welche amtlich geeicht sein muß, und zwar sind für Mineralöle mit einem Meßbereich von 850—950, für Stein- und Braunkohlenteeröle mit einem Meßbereich von 940—1050 zu verwenden. Teilung in Tausendstel, Teilstrichabstand 2 mm, daher Skalenslänge mindestens 220 mm. Gesamtlänge der Spindel 400 mm.

Meßgenauigkeit: ± 2 Einheiten der dritten Stelle.

Probemenge: 500 cm^3 .

Vorversuch nicht notwendig.

Arbeitsvorgang:

- a) Das durch längere Zeit im Versuchsraum gehaltene Öl wird in ein 4,5 cm weites, 45 cm hohes zylindrisches Glasgefäß gefüllt, welches auf ein mit Stellschrauben versehenes Brett gestellt wird. Das Gefäß ist so aufzustellen, daß die Flüssigkeitsoberfläche und die Ringmarke (A) gleichgerichtet liegen. (Bild 2.)
- b) Vor dem Einführen ist die Spindel mit einem reinen, faserfreien, weichen Tuch oder mit einem Stück sauberen Filtrierpapieres abzuwischen. Das Instrument ist bei der Einführung an seinem äußersten oberen Ende zu fassen, um zu vermeiden, daß die Ablesung durch Handfeuchtigkeit oder Fett beeinflußt wird. Sodann läßt man die Spindel durch ihr eigenes Gewicht langsam in das Öl gleiten. Nachdem das Instrument ins Gleichgewicht gekommen ist, taucht man es durch leisen Fingerdruck ungefähr 2 mm tiefer ein und läßt es abermals zur Ruhe kommen. Dieser Vorgang hat den Zweck, die Bildung eines gleichmäßigen Ölwalstes rund um die Spindel zu erleichtern.
- c) Die Ablesung erfolgt am oberen Wulstrand. (Bei von deutschen Eichanstalten geeichten Ölaräometern ist die Ablesung bei durchsichtigen Ölen derart vorzunehmen, daß sich das Auge des Beobachters

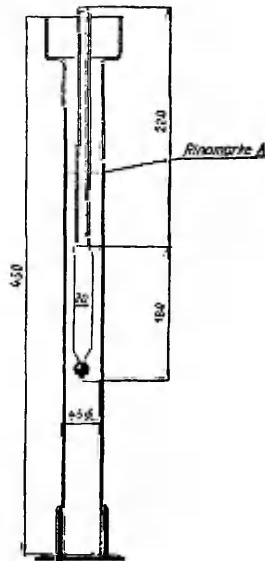


Bild 2 (13).

anfänglich unterhalb der Höhe des Ölspiegels befindet und dann so lange nach aufwärts bewegt wird, bis sich die Ellipse, als welche die Oberfläche des Ölens ursprünglich erscheint, in eine gerade Linie verwandelt hat. Der Punkt, an welchem diese Linie die Spindelteilung schneidet, bezeichnet die gesuchte Ablesung. Bei undurchsichtigen Ölen erfolgt die Ablesung am oberen Wulstrand; in diesem Falle ist zu der durch Ablesung gefundenen Zahl 0,001 zu addieren.)

- d) Wird eine Spindel ohne eingebautes Thermometer für die Untersuchung verwendet, so ist gleichzeitig ein geeichtes Thermometer einzuführen. Vor dem Ablesen der Temperatur und des Spindelstandes muß in jedem Fall eine genügende Zeit — ungefähr eine Viertelstunde — verstreichen, damit die Spindel und der Wärmemesser die Temperatur des zu untersuchenden Öles annehmen können. Die Ablesung muß jeweils auf 20°C umgerechnet werden.

2. Flamm punkt (fp).

Der Flammpunkt ist derjenige Wärmegrad, bei welchem im vorgeschriebenen Arbeitsvorgang die ersten an einer offenen Flamme entzündlichen Dämpfe aus dem Öl entwickelt werden.

Meßeinheit: °C.

Bestimmung nach I (a) im Flammpunktsprüfer mit offenem Tiegel mit waagrechter Flammenführung nach Marcusson. (Bild 3.)

Vorbehandlung nach II.

Ein zylindrischer Porzellantiegel von 4 cm Durchmesser und 4 cm Höhe, welcher 10 und 15 mm von seinem oberen Rande entfernte Strichmarken besitzt, wird bei über 220° C flammendem Öl (Dampfzylinderöl usw.) bis zur unteren, bei Ölen mit tieferem Flammpunkt bis zur oberen Marke gefüllt. Der Tiegel steht auf einer 2 mm hohen Sandschicht und ist bis zur Marke in Sand eingebettet.

Der gefundene Flammpunkt ist jeweils mit und ohne Fadenverbesserung anzugeben.

Meßgenauigkeit: Bei Ölen bis 220° C Flammpunkt $\pm 3^\circ$, bei Ölen über 220° C Flammpunkt $\pm 5^\circ$.

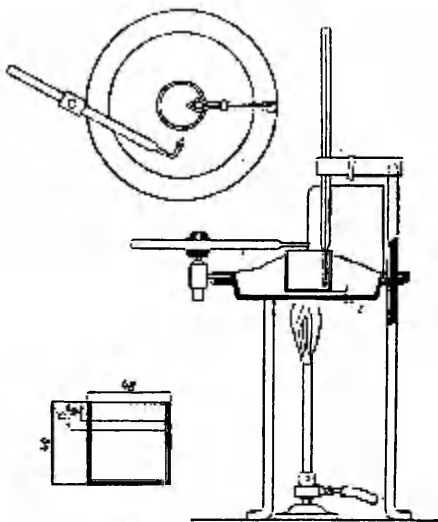


Bild 3 (14).

Probemenge: $2 \times 50 \text{ cm}^3$.

Vorversuch notwendig.

Arbeitsvorgang:

- a) Die Untersuchung ist in einem Raum vorzunehmen, der vor Zugluft geschützt ist; auch soll das Anhauchen der Öberfläche vermieden werden. Der Raum soll sich genügend verdunkeln lassen, damit das Entzünden der Öldämpfe mit Sicherheit beobachtet werden kann.
- b) Das Thermometer ist mit Hilfe des Halters in genau senkrechte Lage zu bringen. Der tiefste Punkt der Quecksilberkugel soll 6 mm vom Boden des Tiegels entfernt sein; die Kugel selbst soll mit ihrem Mittelpunkt 10 mm von der hinteren Wand entfernt liegen.
- c) Der Porzellantiegel ist mit dem zu untersuchenden Öl zu füllen. Die Oberfläche des Ölspiegels soll bei Raumtemperatur genau bis zu der entsprechenden Strichmarke reichen. Die Strichmarke selbst soll sichtbar sein.
- d) Vor Beginn der Untersuchung sind alle Luftblasen von der Oberfläche des Öles durch einen reinen, trockenen Glasstab zu entfernen. Es ist ferner genau darauf zu achten, daß oberhalb der Strichmarke oder auf der Außenseite des Tiegels keinerlei Ölsuren vorhanden sind.
- e) Als Prüf Flamme ist eine wagerechte Gasflamme von 10 mm Länge (Länge des sichtbaren Flammenkegels von Brennermündung an gemessen) zu verwenden.
- f) Die Erwärmung des zu untersuchenden Öles soll bis zu einer Temperatur, die ungefähr 60°C unter dem zu erwartenden Flammpunkt liegt, in der Weise vorgenommen werden, daß die Temperaturzunahme des Öles 6°C in der Minute nicht übersteigt. Hierauf muß eine langsamere Temperatursteigerung erfolgen; sie soll — zum mindesten bei den letzten 30°C vor dem zu erwartenden Flammpunkt — nicht weniger als 3°C und nicht mehr als 4°C per Minute betragen.
- g) Die Prüf flamme ist, angefangen bei einer Wärme, die etwa 30°C vor dem zu erwartenden Flammpunkt liegt, nach je 3°C , die an dem in das Öl tauchenden Thermometer abgelesen werden, der Oberfläche des Öles zu nähern. Beim Hauptversuch ist die Flamme 6°C vor dem zu erwartenden Flammpunkt bei jedem Grad Temperatursteigerung einmal über das Öl zu führen. Hierbei soll die Flamme im rechten Winkel zu dem Tiegeldurchmesser, welcher durch das Thermometer führt, bewegt werden. Die Prüf flamme soll, während sie über die Oberfläche bewegt wird, in derselben Höhe liegen wie der Rand des Tiegels. Man führt die Flamme gleichmäßig je einmal hin und her, so daß sie sich jedesmal insgesamt 4 Sekunden über dem Tiegel befindet.
- h) Als Flammpunkt gilt dann jene Temperatur, bei welcher eine Flamme an irgendeinem Punkt der Öberfläche sichtbar wird. Diese Flamme darf mit dem bläulichen Schein, der manchmal die Prüf flamme umgibt, nicht verwechselt werden. Dieser Schein ist nur ein Zeichen, daß das Entflammen nahe bevorsteht.

Bestimmung nach I (b) wie vorstehend, nur mit verbessertem Flammpunktthermometer.

3. Brennpunkt (bp).

Der Brennpunkt ist diejenige Temperatur, bei welcher bei Fortsetzung des unter 2 beschriebenen Arbeitsvorganges ein dauerndes Brennen der Öberfläche beginnt.

Bestimmung nach I (a) und I (b) wie bei der Flammpunktbestimmung.
Vorbehandlung nach II.

Meßgenauigkeit: Bei Ölen bis 220°C Flammpunkt $\pm 4^\circ\text{C}$, bei Ölen über 220°C Flammpunkt $\pm 6^\circ\text{C}$. Vorversuch notwendig.

Arbeitsvorgang:

Von a bis h wie bei 2 (Flammpunktsbestimmung).

- i) Die Temperatur des zu untersuchenden Öles ist nach Erreichung des Flammpunktes weiter zu steigern, und zwar in der Weise, daß die Temperaturerhöhung pro Minute 3°C nicht unter- bzw. 4°C nicht überschreitet. Die Temperatur ist so lange zu steigern, bis sich das Öl durch die in gleicher Weise wie bei 2 g darüber geführte Prüf Flamme entzündet und mindestens durch 5 Sekunden weiterbrennt.
- k) Als Brennpunkt gilt dann jene Temperatur, bei welcher das im Tiegel befindliche Öl bei Annäherung der Prüf Flamme zu brennen beginnt und mindestens 5 Sekunden nach Entfernung der Prüf Flamme weiterbrennt.

4. Stockpunkt (stp).

Der Stockpunkt ist derjenige Wärmegrad, bei welchem das Öl, im nachstehenden Verfahren behandelt, sein Fließvermögen eben verloren hat.

Meßeinheit: $^\circ\text{C}$.

Bestimmung I (a) und I (b) nach dem Reagenzglasverfahren. (Bild 4.)
Vorbehandlung nach II.

Meßgenauigkeit: 3°C .

Probemenge: 50 cm³.

Vorversuch notwendig.

Arbeitsvorgang:

- a) Das zu prüfende Öl wird gut durchgeschüttelt und über ein Trichtersieb von $\frac{1}{8}$ mm Maschenweite abfiltriert.
- b) Das Öl soll vor dem Versuch nicht erwärmt werden. Ist eine vorübergehende Erwärmung unvermeidlich, dann müssen zwei durch 10 Minuten auf 50°C im Wasserbad gehaltene und sodann $\frac{1}{2}$ Stunde bei 20°C belassene Proben sowie zwei nicht erhitze Proben untersucht werden. In solchen Fällen sind bei Bestimmungen nach I(a) die Ergebnisse beider Untersuchungsarten, bei Bestimmungen nach I(b) die Mittelwerte anzugeben.
- c) Das Öl wird mittels Pipette in das Reagenzglas (A) bis zur Marke so eingefüllt, daß kein Öl an der Innenwand herabfließt.
- d) Das Reagenzglas (A) wird in ein weites Reagenzglas (B) eingesetzt und das Ganze in eine Kältemischung gestellt. Bei Abkühlung bis in die

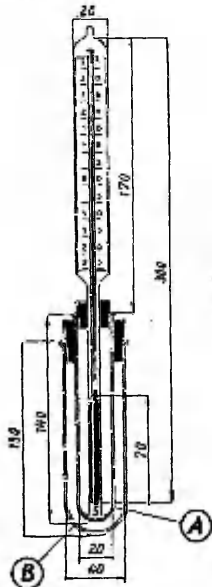


Bild 4 (15).

Nähe des Stockpunktes wird nach je 1°C das Ganze aus der Kältemischung herausgehoben und geneigt.

- e) Die Temperatur, bei welcher sich bei der Neigung kein Wulst mehr bildet und sich keine sichtbare Bewegung des Ölspiegels innerhalb von 10 Sekunden zeigt, gilt als Stockpunkt.

5. Fließ- und Tropfpunkt (tp).

Der Fließpunkt ist derjenige Wärmegrad, bei welchem salbenartige Öle und Fette in einem bestimmten Gefäß zu fließen beginnen; der Tropfpunkt ist diejenige Temperatur, bei welcher diese Öle und Fette aus einem bestimmten Gefäß ausfließen.

Meßeinheit: °C.

Bestimmung nach I (a) und I (b) im Apparat nach Ubbelohde. (Bild 5.)

Meßgenauigkeit: Bis $100^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$,
über $100^{\circ} \pm 5^{\circ}$.

Probemenge: 20 g.

Vorversuch notwendig.

Arbeitsvorgang:

- a) Das zu prüfende salbenartige Öl oder Fett wird durch Einstreichen und Eindrücken mittels eines flachen Spachtels in das trockene Tropfpunktgläschen A gefüllt.
- b) Luftblasen müssen durch Kneten und Drücken entfernt werden.
- c) Das Fett wird oben und unten mittels Glasscheibe abgestreift und das Gläschen parallel zur Achse soweit als möglich in die Metallhülse B eingeführt.
- d) Sodann wird nochmals unten abgestreift.
- e) Das Thermometer wird dann in die Mitte des Reagenzglas C eingesetzt und das Ganze in einem Glycerinbad von 1 l Inhalt so erwärmt, daß, von etwa 10° C unterhalb des zu erwartenden Fließpunktes angefangen, die Wärme um 1° C pro Minute steigt.
- f) Der Fließpunkt ist erreicht, wenn das Fett in einer deutlichen halbkugelförmigen Kuppe aus dem Gläschen getreten ist.
- g) Der Tropfpunkt ist erreicht, wenn der erste Tropfen den Boden des Reagenzglas berührt.

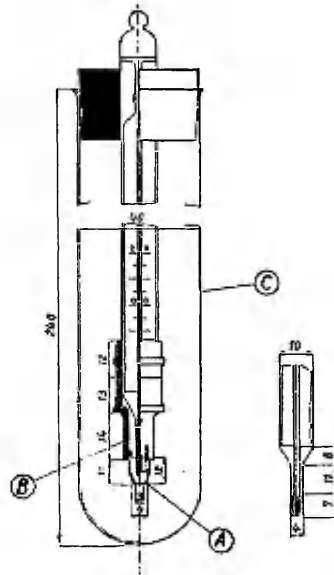


Bild 5 (16).

6. Zähigkeit (Viskosität) (E).

Die Zähigkeit nach Engler ist eine Zahl, welche, im nachstehend beschriebenen Verfahren bestimmt, das Verhältnis des Fließvermögens der untersuchten Flüssigkeit zum Fließvermögen von Wasser angibt.

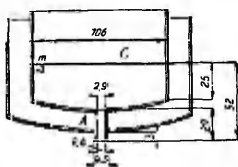


Bild 6 (17).

Meßeinheit: Engler (Viskosität) =
Auslaufzeit des Öles in Sekunden.
(Viskosimeterkonstante.)

Bestimmung nach I (a) und I (b) mittels des
Englerschen Zähigkeitsmessers. (Bild 6.)

a) Für das innen vergoldete Gefäß G:

		Fehler- grenze.
Weite (innerer Durchmesser)	106 mm	—1,0 mm
Höhe des zylindr. Teils unterhalb der Markenspitzen m	25 "	—1,0 "
Höhe der Markenspitzen über der unter. Röhrenmündung	25 "	—0,5 "

b) Für das aus Platin bestehende Ausflußröhrchen A.

		Fehlergrenze
Länge	20 mm	—0,1 mm
Weite (innerer Durchmesser) oben	2,9 "	—0,02 "
" " " unten	2,8 "	—0,02 "
Der aus dem äußeren Gefäß unten hervorragende Teil des Röhrchens:		
Höhe	3,0 "	—0,3 "
Breite	4,5 "	—0,2 "

Das Ausflußröhrchen kann entweder ganz aus Platin hergestellt oder bloß mit einer genügend starken Platinlage versehen sein.

Vorbereitung nach II.

Meßgenauigkeit: Bei Bestimmungen in ein- und derselben Prüfstelle mit Zähigkeitsmesser laut Bild 6: $\pm 2\%$ der gefundenen Engler-Zähigkeit. Die Werte sind auf Zehntel aufzurunden.

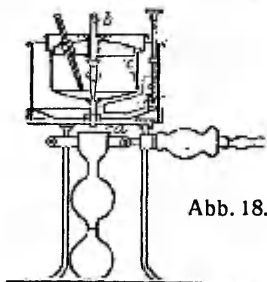


Abb. 18.

Bei Bestimmung nach I (a) müssen sowohl die Prüfgeräte als auch die Wärmemesser amtlich geeicht sein. Der Kolben ist auf Einguß zu eichen. Auch bei Bestimmung nach I (a) müssen zumindest die Wärmemesser amtlich geeicht sein.

Bei Zähigkeitsmessungen nach I (a) ist auf besonderes Verlangen der Verlauf der Zähigkeit als Kurve (mindestens 5 Bestimmungen von je 10° Mindestabstand als Kurvenpunkte) darzustellen, bei welcher als Ordinaten die Zähigkeiten nach Engler und als Abszissen die Temperaturen in ° C erscheinen.

Die Zähigkeit wird, wenn nicht anders verlangt, bei Ölen mit einem Flammpunkt bis zu 200° C bei 20° C und 50° C bestimmt, bei Ölen mit höher liegendem Flammpunkt bei 50° C und 100° C.

Die Zähigkeit nach Engler kann nur dann genau bestimmt werden, wenn während des Versuchsvorganges das Öl in ununterbrochenem Strom aus der Kapillare fließt. Unter Bedingungen, bei welchen ein tropfenweises Austreten

des Öles nicht vermieden werden kann, sind genaue Zähigkeitsmessungen nach Engler nicht auszuführen. Dies bezieht sich im allgemeinen auf Zähigkeiten über 15° E. Genau können solche Zähigkeiten nur in eichfähigen Zähigkeitsmessern zur direkten Ermittlung der absoluten Zähigkeit bestimmt und auf $^{\circ}$ E umgerechnet werden. In solchen Fällen ist anzugeben, auf welche Art die angegebene Englerzähigkeit bestimmt wurde. (Nur für Bestimmung nach I(a).)

Probemenge: 500 cm^3 . — Vorversuch notwendig.

Arbeitsvorgang:

- a) Die Bestimmung der Zähigkeit (Viskosität) hat in einem Raum stattzufinden, welcher gegen Zug und plötzlichen Temperaturwechsel geschützt ist.
- b) Der Zähigkeitsmesser ist auf dem Arbeitstisch mit Hilfe der Fußstellschraube wagerecht aufzustellen. Das Auffanggefäß ist in die Mitte unter die Auslauföffnung zu setzen. Um Abkühlung und dadurch verursachte Verschiedenheiten der Ausflußmenge zu vermeiden, ist der Meßkolben bei einer Raumtemperatur unter 18° C mit einem umgestülpten Becherglas mit einer Öffnung für den Kolbenhals zu umgeben.
- c) Das innere Gefäß und das Ausflußröhrchen sind vor Benützung mit Petroläther (Siedeendpunkt 90° C) sorgfältig auszuwaschen.
- d) Als Badfüllung ist bei Zähigkeitsbestimmungen bis zu 90° C Wasser, darüber Glyzerin zu verwenden.
- e) Vor dem Einfüllen sind die Öle für Bestimmungen bei 50° C auf nahezu 51° C, für Bestimmungen bei 100° C auf nahezu 102° C vorzuwärmen.
- f) Das Öl wird bis etwas über die Markenspitzen in den gereinigten Behälter eingefüllt und durch Auslaufenlassen des Überschusses so eingestellt, daß die Spitzen der Markenkegel eben noch sichtbar sind. Alle Öle müssen beim Einfüllen durch ein Sieb von $0,3 \text{ mm}$ Maschenweite filtriert werden.
- g) Das Anheizen des Bades ist für Bestimmungen über 40° C vor Einfüllen des Öles vorzunehmen. Das Heizbad ist so zu erwärmen, daß die gewünschte Öltemperatur durch 5 Minuten vor Versuchsbeginn gleich bleibt. Die Temperatur, die das Thermometer des Heizbades vor Versuchsbeginn aufweist, muß während der ganzen Versuchsdauer gleich erhalten werden, unbekümmert darum, ob das Innenthermometer gegen Ende des Versuches seine Anzeige ändert. Erfahrungsgemäß soll die Temperatur des Heizbades bei der Versuchstemperatur von 50° C je nach Art des Öles 50 bis $50,3^{\circ}$ C, bei der Versuchstemperatur von 100° C etwa 101° C betragen. Die Temperatur wird durch Rühren des Öles mit dem Thermometer, Drehen des Deckels und des Luftrührers, durch Lüften des Deckels sowie Zugabe von kaltem oder warmem Wasser oder Glyzerin zur Badflüssigkeit geregelt. Hat das Innenthermometer durch mindestens 5 Minuten die gewünschte Meßtemperatur gleichbleibend angezeigt, dann lüftet man den Verschluß der Kapillare, unter gleichzeitigem Ingangsetzen der Stoppuhr und läßt das Öl in den Meßkolben auslaufen. Sobald die 200-cm^3 -Marke des Meßkolbens von der Öloberfläche ohne Berücksichtigung der Schaumkrone erreicht ist, wird die Uhr neuerdings gestoppt.

7. Fließvermögen in der Kälte.

Der noch vor wenigen Jahren für unerlässlich gehaltenen Prüfung, dem sogen. U-Rohr-Verfahren der Preußischen Bahnverwaltung, kommt im Hinblick auf weniger umständliche Arbeitsweisen eine nebensächliche Bedeutung zu. Ausführungsvorschriften im Holde und Dammer-Peters ⁶².

8. Zeitdurchdringungsverfahren nach E. Dreves ⁶³.

Dem Zeitdurchdringungsverfahren liegt die Fettfleckprobe zu Grunde. Beide zeigen nur grösste Verunreinigungen an; feinere Unterschiede kommen nicht zur Geltung. Grobe Verunreinigungen lassen sich auch ohne Zuhilfenahme kostspieliger Vorrichtungen feststellen.

Lieferungsbedingungen in Estland für Heereszwecke.

Flüssige Heizmittel ⁶⁴.

Unterschieden werden natürliche, aus Naphthaquellen geschöpfte Öle und künstlich hergestelltes „Teeröl“ aus Stein- und Braunkohle, Kuckersit, bei verhältnismäßig niedriger Wärme (550° C) abgeschieden.

Künstlich gewonnene Naphtha unterscheidet sich von der natürlichen durch ihre größere Dichte; die künstliche besitzt eine Dichte von 0,95—1,06, die natürliche 0,82—0,93.

Steinkohlennaphtha wird mit der mittleren Anzahl von 9000 Kal. angenommen, natürliche zu 10.500 Kal. In Steinkohlennaphtha finden sich stets Kohlenwasserstoffe, sog. Phenole zu 15%—50%, welche die Eigenschaften des Heizmittels herabsetzen, indem sie sich an der Luft verdicken.

Naphtha enthält auch Paraffin, das unter 5° C teilweise erstarrt und mit der Zeit sich absetzt. In russischer Naphtha schwankt der Gehalt zwischen 0,2—0,5%; in anderen Sorten bis zu 11%.

Als schädlicher Bestandteil wird Asphalt angesehen, dessen Menge mit der Aufbewahrungsdauer bis zu 10% und mehr anwächst.

⁶² Kohlenwasserstofföle 1924 S. 231; Chemische Technologie d. Neuzeit I. Bd. 1925 S. 353—355; auch Lunge-Berl, III. Bd. 1923 S. 71.

⁶³ Holde, Kohlenwasserstofföle S. 208—209 u. 281; Erläuterungen zu der Ölprüfung mittels des Zeitdurchdringens-Verfahrens, C. Schleicher & Schüll-Düren. Etwa seit 1927 im Handel.

⁶⁴ Vom Sachverständigenrat der Heeresleitung am 5. Juli 1921, Tageb. 23 festgelegt.

Verwendungszweck

	Für Dieselantrieb	Zum Beheizen v. Schiffskesseln
1. Dichtegrenzen	0,82—0,96	0,82—1,0
2. Flammpunkt (M.—P)	60°	nicht unter 80°
3. Erstarrungspunkt	nicht unter 5°	wie links
4. Zähigkeit n. Engler b. 50° C	unter 6	"
5. In Xylol unlösl. nicht über	0,5%	"
6. Schwefelgehalt, nicht über	1%	"
7. Mineralsäuren	0	"
8. Paraffin	beim Abkühlen bis auf 5° C dürfen innerhalb 1/3 St. keine Schuppen bemerkbar sein	"
9. Wassergehalt	über 2% bedingt Preisnachlaß	"
10. Wärmeeinheiten	10400 Kal. Untere Grenze 9700 Kal. gegen Preisnachlaß	"
11. Verkokungsrest	nicht über 6%	nicht über 25%
12. Flüchtigkeit (Engl. - Ubbel.)	bis 300° 60%	

Schmieröle ⁶⁵.

Das Schmieröl soll nicht enthalten wägbare Nebenbestandteile, Schwefel- oder andere Säuren, Laugen, Harz, Tier- und Pflanzenfette. Für Flugzeuge bestimmte Schmiermittel dürfen nicht vor —20° C erstarren. Faulige Gerüche dürfen ihnen nicht anhaften.

Maschinenöl Zylinderöl Spindelöl

1. Feuchtigkeit	0,1%	wie links	Spuren
2. Dichte	0,884—0,923	"	0,78--0,90
3. Flammpunkt (M.—P.)	über 190°	über 210°	150—180°
4. Zähigkeit n. Engler	4,5—9	20—30	2—3
5. Organ. Säuren, ber. a. SO ₃	unter 0,1%	unter 0,2%	Spuren
6. Löslichkeit in Normal-Benzin	nicht lösl. unter 0,1%	wie links	vollkommen
7. Durchsichtigkeit	nicht verlangt	wie links	"

Außer den in Punkt 1—16 für Benzine genannten Bestimmungen sollen die Schmieröle nachstehenden Anforderungen entsprechen:

⁶⁵ 12. Juli 1921, Tageb. 27.

	Maschinenöl	Zylinderöl	Spindelöl
17. Feuchtigkeit	es soll hoch erhitzt nicht schäumen oder eine feine Emulsion absetzen	wie links	wie links
18. Naphthensäuren sind mit $\frac{1}{2}$ alkoh. Normallauge zu prüfen, nach Punkt 16 (S. 104)	6cm ³	12cm ³	0,2cm ³
19. Tierfette und Harze sind durch Kochen mit Lauge v. 1,02 Dichte im Probierrohr festzustellen.	Die Lauge muß bei 70°–80° zu Boden sinken und durchsichtig bleiben, höchstens schwach opalisieren. Das Filtrat darf sich auch nicht nach Übersättigen mit Säuren trüben.		

Automobilöle ⁶⁶.

Automobilöle werden in ihren Eigenschaften zwischen Maschinen- und Zylinderölen stehend betrachtet. Bei der Wahl zu Automobilölen ist zu beachten, daß sie im Betriebe innerhalb des Arbeitszylinders mitverbrennen und keine Asche hinterlassen. Um Rußbildung auszuschalten, wird ein Flammpunkt nicht über 240° C verlangt.

Das für Automobile oder deren bewegte Teile bestimmte Öl hat den Bedingungen für Maschinenöle zu entsprechen, abgesehen von der Zähigkeit, die zwischen 8–15 (bei 50° C) zulässig ist und dem Flammpunkt, der zwischen 200°–240° C schwanken darf.

Vom Luftministerium als vorläufige Anweisung fürs Beurteilen mineralischer Schmieröle erlassen.

Begriffsbestimmung:

Unter mineralischen Schmiermitteln sind aufs beste gereinigte Petroleumöle zu verstehen, frei von allen Nebenbestandteilen (adulterants).

Äußeres:

Das Öl sei klar und frei von Wasser und Schmutz.

Zähigkeit:

Als absolute Zähigkeit wird verlangt, für

bei 100° F (37,8° C) nicht über 2,9; bei 100° F nicht über 1,75
 „ 200° F (93,3° C) „ „ 0,183–9,207; „ 200° F „ „ 0,133–0,159.

Flammpunkt:

Nicht unter 39° F (199° C); wagrechtes Bewegen der Zündflamme.

Freie Säuren:

Nicht über 0,05 g KOH; 50 g Öl sind mit heißem Wasser zu schütteln und nach Zugabe von Methylorange bis zum Farbumschlag abzusättigen. Auf organische Säuren sind 25 g Öl mit 50 g unwirksam gemachtem Alkohol bei 60° C mit n/100 NaOH unter gutem Rühren gegen Phenolphthalein ⁶⁷ abzusättigen.

⁶⁶ 11. Oktober 1921, Tageb. 60.

⁶⁷ Zum Bestimmen des Säuregehaltes in Ölen ist Alkaliblau B6 dem Phenolphthalein vorzuziehen.

Asche:

Nicht über 0,025%; 10 g Öl sind in der Platinschale zu veraschen.

Aufnahmefähigkeit für Sauerstoff:

Nach 12-stündigem Durchblasen von Luft (bei 100° F) darf die Zähigkeit nicht größer wie 2-mal der anfänglichen sein.

Kokszahl:

Nicht über 0,65%; im Silikatrohr bei 550° C mit 5 g Öl durchzuführen.

Erstarrungspunkt:

Für Sommeröle nicht vor 0° C; Winteröl nicht vor -5°.

Außerdem bestehen Vorschriften für die Beschaffenheit von Vaseline, Geschütz- und Geschoß-Salbe, Tavot, alkalische Reinigungsöle, Wagenfett, Firnis und Ölanstriche durch Farböle, Öllacke u. s. f.

D. PECH UND ASPHALT.

Vorbemerkung.

Wird von eingewurzelten, irrigen Vorstellungen und Gewohnheiten abgesehen, nach denen Teer, Pech, Bitumen und Asphalt durcheinander geworfen werden, dann dürfte fürderhin Steinkohlenteer nicht mehr als Asphalt bezeichnet werden und Erdölasphalt nicht mehr als Pech. Als *P e c h* sollte, ohne erklärendes Beiwort, nur der Rückstand vom Teer zu verstehen sein, wie er nach dem Abtreiben leichtflüchtiger Bestandteile aus Steinkohlen, Schieferarten, Holz, Torf u. s. w. erhalten wird.

Asphalte kommen in der Natur fertig gebildet vor oder gehen durch mehr oder weniger leichte innere Umlagerungen in Kunst-Asphalt über. Die Ähnlichkeit mit dem Naturstoff ist entscheidend. Lassen sich Erdarten durch gelindes Erhitzen in asphaltähnliche Körper überführen, zählen auch ihre Umwandlungskörper zu den Asphalten. Für den Kuckersit trifft dieses besonders zu; bei etwa 340° C geht er in Kuckersit-Asphalt über. Ebenso müßten asphaltähnliche Rückstände des Erdöles zu den Erdölasphalten gerechnet werden.

Infolge ihrer Zugehörigkeit zur aromatischen Reihe lassen sich die löslichen Anteile des Steinkohlenteerpeches durch Erwärmen mit starker Schwefelsäure in völlig wasserlösliche Sulfosäuren. Naturasphalte werden dagegen bei der gleichen Behandlung in wasserlösliche, in sich gehäufte Verbindungen umgelagert. Auf Grund dieses Verhaltens gelingt es nicht nur Naturasphalt scharf von Steinkohlenpech zu unterscheiden, sondern ihn auch in Mischungen, wie

sie namentlich zu Straßenbauten viel verwandt werden, größen- gemäß und stofflich nachzuweisen⁶⁸.

Der Ausdruck *Bitumen* umfaßt flüssige oder feste, schmelzbare und lösliche Kohlenwasserstoffgemische. Sie sind nicht mit aromatischen, sondern mit hydroaromatischen Kohlenwasserstoffen verwandt. Da der Kuckersit keine bei gewöhnlicher Luft- oder Stubenwärme löslichen Anteile besitzt, hat sein stofflicher Aufbau mit dem der Bitumina nichts gemeinsames⁶⁹.

Auf die ganz unsicheren Begriffsbestimmungen: Kerogen nach Grum-Brown⁷⁰, Pyro- bzw. Polybitumen nach Engler-Höfer⁷¹ kann hier nicht eingegangen werden.

Begriff⁷².

I. *Naturasphalte* sind natürlich vorkommende, in Schwefelkohlenstoff mehr oder weniger lösliche amorphe, schwarze Massen, mit mehr oder weniger anorganischen Anteilen durchdrungen, in ihren festen Formen schmelzbar, bestehend aus nicht aromatischen gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen, meist unbekannter Natur und deren Sauerstoff- und Schwefelverbindungen. Nach der Löslichkeit der verschiedenen Teilstücke werden unterschieden Maltene, Asphaltene und Karbene. Zum Unterscheiden dient die Löslichkeit in Petroläther (bis 75° C), kalter Tetrachlorkohlenstoff und kalter Schwefelkohlenstoff.

II. *Erdölasphalte* stammen aus Erdölsorten, die reich an gelösten natürlichen Asphaltin sind. Ihre Gewinnung erfolgt durch schonende Destillation, so daß die natürlichen asphaltischen Bestandteile nicht zerstört oder möglichst wenig verändert werden und aus den übrigen Erdölbestandteilen nur wenige Zersetzungsstoffe in den als Rückstand verbleibenden Asphalt gelangen. Er kann daher so gut als paraffinfrei oder arm und dem Naturasphalt nahekommend bezeichnet werden. Solche Asphaltin sind stets als Erdölasphalte unter Vorsetzung der Herkunft zu bezeichnen.

⁶⁸ J. Marcusson, Die natürlichen und künstlichen Asphaltin 1921 S. 106; H. Mallison, Teer, Pech, Bitumen und Asphalt 1926 S. 23—24.

⁶⁹ Pictet, A., Recherches sur la houille, *Inn. chim.*, ser. 9. 1918.

⁷⁰ Mc Kee, *Shale Oil* 1925 New-York. S. 74.

⁷¹ Das Erdöl I. Bd. 1913 S. 36.

⁷² Nach dem Entwurf „Naturasphalte und Erdölasphalte“ des Österreichischen Normenausschusses für Industrie und Gewerbe.

Während im ersten Entwurf vom Okt. 1926 eine Einteilung nach der Zähigkeit getroffen war, Natur- und Erdölasphalte gemeinsam aufgezählt wurden, ist die Einteilung nun getrennt für beide Gruppen aufgestellt und in erweitertem Umfange nach wissenschaftlichen Merkmalen durchgeführt. *Zeitschrift Petroleum* 25. Bd. 1929 S. 404—410, gekürzt.

Einteilung nach der Herkunft.

I. Naturasphalte.

1. Asphalte oder Erdpeche:
 - Bejucal (Kuba),
 - Bermudez (Venezuela),
 - Trinidad, Land- und See- (land-lakepitch),
gereinigt: épuré usw.
2. Asphaltite oder Glanzpeche:
 - Albertit (Kuba, Mexiko),
 - Gilsonit (Utah, Colorado),
 - Syrischer Asphalt usw.
3. Asphaltkalke und Asphaltssande:
 - Brazza (Dalmatien),
 - Limmer (Hannover),
 - Lobsann (Elsaß),
 - Sizilien (Ragusa),
 - Pechelbronn (Elsaß) usw.

II. Erdölasphalte:

Mexiko (z. B. Ebena, Panuco),
Texas,
Kalifornien,
Rumänien (nur aus asphaltreichen Ölen),
Venezuela,
Estland (Kochtel u. s. f.)⁷⁸.

Eigenschaften.

I. Naturasphalte,

Zu unterscheiden sind Eigenschaften des gesamten Naturasphaltes, des darin enthaltenen bituminösen Stoffes und der Mineralmasse.

Die in der Natur vorkommenden Asphalte enthalten stets mehr oder weniger fremdartige Bestandteile mineralischer oder pflanzlicher Art; die Asphalte (Erdpeche) bis 50%, die Asphaltite meist nur wenige Teile vom Hundert, bei Asphaltgesteinen dagegen ist der mineralische Anteil Hauptbestandteil. An bituminösen Stoffen sind hier durchschnittlich nur 10% vorhanden. Der Dichtezustand ist verschieden, von fest über salbenartig bis flüssig. Der Geruch ist schwach, bei flüssigen Asphaltten zuweilen durchdringend und unangenehm. Die Asphalte sind schmelzbar, elastisch, besitzen nur geringes Leitungsvermögen für Wärme, Schall und Elektrizität, sie sind in Wasser unlöslich, dagegen ganz oder teilweise löslich in Schwefelkohlenstoff und Benzol. Die Löslichkeit kann durch Belichten herabgesetzt werden. Sie enthalten je nach Herkunft und Vorbehandlung geringe Teile Wasser, Schwefel in gebundener Form bis 10%, Paraffin nur in geringfügigen Mengen. Die Säurezahl liegt zwischen 2,8 und 15,4, die Verseifungszahl zwischen 29 und 37. Die bituminösen Anteile der Naturasphalte sind gegen saure und alkalische Flüssigkeiten außerordentlich beständig. Beim

⁷⁸ Zusatz des Herausgebers.

Erhitzen auf höhere Wärmen verlieren die Asphalte wechselnde Mengen leicht flüchtiger Anteile und werden in ihrem Zurückschnellen und ihrer Bildsamkeit verändert.

II. Erdölasphalte.

Die Erdölasphalte sind den vorerwähnten Naturasphalten sehr ähnlich, unterscheiden sich von diesen häufig durch den geringen Gehalt an Schwefel, dem mitunter höheren Gehalt an Paraffin. Der Gehalt an öligen Anteilen liegt im allgemeinen höher (25 bis 59%), sie sind im allgemeinen fest. Erdölasphalte haben eine niedrigere Säurezahl (unter 1) und Verseifungszahl zwischen 8 und 14.

Prüfung.

I. Probeentnahme und Probeprobereitung.

Aus der handelsüblichen Packung (Faß, Trommel) erfolgt die Probeentnahme in der Weise, daß das Faß halbiert wird und aus der Mitte heraus der Asphalt in einer Menge von ungefähr 2 kg mit einer nur mit Wasser befeuchteten Hacke herausgeschlagen wird. Ein Erwärmen des Faßes oder des Werkzeuges oder ein Benetzen mit anderen Flüssigkeiten als Wasser ist nicht gestattet. Die Verpackung der gezogenen Proben hat in einem sauberen Blechgefäß zu erfolgen. Bestehen Zweifel über die Gleichförmigkeit des Faßinhaltes, so ist es zulässig, auch eine zweite und dritte Probe aus dem oberen und unteren Teil des Faßes zu ziehen.

Erfolgt die Lieferung im Kesselwagen, so ist darauf zu achten, daß die Erwärmung des Inhaltes an keiner Stelle 120° C überschreitet. Das gilt auch bei der Probenahme. Die Probe ist erst zu ziehen, wenn der ganze Kesselinhalt aufgeschmolzen ist. Die Entnahme erfolgt durch den Dom oder ein Mannloch mit einem Heber, der offen bis zum Boden des Kessels eingesenkt wird, in der Menge von mindestens 1 kg. Bei in Brocken, Broten oder lose verladene Hartasphalten oder Asphaltsteinen wird aus der Lieferungseinheit ein Durchschnittsmuster zusammengestellt.

Für alle Prüfungen an so gezogenen Proben, bei welchen ein Aufschmelzen notwendig ist, wird dieses in folgender Weise vorgenommen: Das Aufschmelzen hat durch Erwärmen in einem Ölbad bei einer 75 bis 100° C über dem Erweichungspunkt des Asphalttes liegenden Wärme (im Ölbad gemessen) innerhalb möglichst kurzer Zeit zu erfolgen, da ein zu langes Erhitzen Veränderungen des zu untersuchenden Körpers bewirken kann.

II. Körperliche Prüfung.

1. Dichte (d).

Die spezifische Dichte wird grundsätzlich nur auf zwei Zehnerstellen genau ermittelt.

Erforderliche Probemenge: 250 g.

Meßgenauigkeit: Eine Einheit der zweiten Zehnerstelle.

- a) bei flüssigen und zähflüssigen Asphalten (gravimetrisch). Für Asphalte, die bei 25° C flüssig oder zähflüssig sind, verwendet man nach Lunge⁷⁴ ein

⁷⁴ Zeitschr. f. angew. Ch. 7. Jahrg. 1894 S. 449 und Lunge-Berl, III. Bd. 1923 S. 195.

Wägegläschen mit Glasstopfen (s. d. Abb. 1). Der Stopfen besitzt am Rande einen von oben nach unten durchgehenden 2 mm tiefen Kerb. Man bestimmt ein für allemal das Leergewicht des Gläschens samt Stopfen (a), sodann das Gewicht nach Füllung mit Wasser von 25° C (b), dann trocknet man aus, läßt beliebig viel Asphalt einfließen, etwa bis zu zwei Drittel der Höhe, stellt das Glas eine Stunde in heißes Wasser, damit alle Luftblasen aus dem dann dünnflüssigen Asphalt entweichen können, läßt erkalten und wägt das Glas und den Asphalt (c). Nun füllt man mit Wasser von 25° C auf, setzt den Glasstopfen auf, entfernt dabei das aus dem Kerb des Stopfens austretende Wasser, läßt in einem Wasserbad von 25° C stehen, trocknet ab und wägt wieder (d). Die Dichte ergibt sich dann aus

$$g = \frac{c - a}{b + c - (a + d)}$$

Gewicht des Asphaltes
geteilt durch das
Volumen des Asphaltes.



Abb. 1 (19).

- b) Bei festen Asphalten (Schwimmprobe). Man bereitet ein Bad, in dem ein durchaus einheitliches, von Luftbläschen befreites Asphaltstück eben noch schwebt. Die mit einer Senkspindel ermittelte Dichte der Badflüssigkeit ist gleich der Dichte des untersuchten Asphaltes. Ablesungen und Schwebeproben sind bei einer Wärme von 25° C durchzuführen. Je nach dem zu erwartenden spezifischen Gewicht wird die Badflüssigkeit mit Alkohol verdünnt oder mit Salzlösung verdichtet.

2. Brechpunkt nach Church.

Ein Asphaltstück wird auf einem glatten, ebenen Kupferblech von 1 mm Dicke auf dem Wasserbade erwärmt, bis sich eine Asphaltschicht von etwa 1 mm Dicke bildet. Nach dem Erkalten legt man das Kupferblech in eine mit Salzlösung gefüllte Blechwanne. Die Eigenwärme der Lösung soll etwa 10° höher sein als der zu erwartende Brechpunkt. Durch Einstellen der Blechwanne in ein Kühlbad läßt man die Wärme um 1° je Minute sinken. Von Zeit zu Zeit versucht man die Asphaltschicht mit einer seitlich eingeführten flachen Messerklinge von dem Kupferblech abzuheben. Die Ränder der Asphaltschicht werden sich zunächst abheben lassen, ohne zu brechen. Der Wärmegrad, bei dem beim Einführen der Messerklinge zwischen Asphalt und Kupferblech ein Abbrechen des Asphaltes stattfindet, bezeichnet den Brechpunkt.

Erforderliche Probemenge: 50 g.

Meßgenauigkeit: $\pm 1^\circ \text{C}$.

3. Erweichungspunkt (Ring- und Kugelprobe).

a) Hilfsgerät: Messingring, Stahlkugel, Gestell und Becherglas (s. Abb.2), Thermometer. Für Asphalte mit einem Erweichungspunkt bis zu 80° C verwendet man das Thermometer I und für Asphalte mit höherem Erweichungspunkt das Thermometer II.

	Thermometer I	Thermometer II
Bauart	Geätztes Stabthermometer	Geätztes Stabthermometer
Flüssigkeit	Quecksilber	Quecksilber
Füllung	—	Stickstoff
Einteilung	Von -2 bis -80° in $0,2^{\circ}$	Von -30 bis -160° in $0,5^{\circ}$
Gesamtlänge	ungefähr 380 mm	ungefähr 380 mm
Stabdurchmesser	6 bis 7 mm	6,5 bis 7,5 mm
Länge des Quecksilbergefäßes	9 bis 14 mm	9 bis 14 mm
Durchmesser des Quecksilbergefäßes	4,5 bis 5,5 mm	4,5 bis 5,5 mm
Abstand vom Boden des Quecksilbergefäßes bis Nullpunkt	75 bis 90 mm	—
Bis 30° -Punkt	—	mindest 75 mm
Bis 80° -Punkt	335 bis 355 mm	—
Abstand des 30° -Punktes bis 160° -Punktes	—	230 bis 275 mm
Unterteilung	Die gradzahligen Grade	Die Zehnergrade sollen beziffert sein
Eintauchtiefe	Der Fehler darf auf keinem Punkt der Teilung mehr betragen als	vollkommen
Genauigkeit	$0,2^{\circ}$	$0,5^{\circ}$
Anwendungsbereich	Muß Erhitzen bis 150° zulassen	—

b) Durchführung: Der geschmolzene Asphalt wird in den Ring gegossen und ein Überschuß nach dem Erkalten mit einem leicht erwärmtem Messer sau-

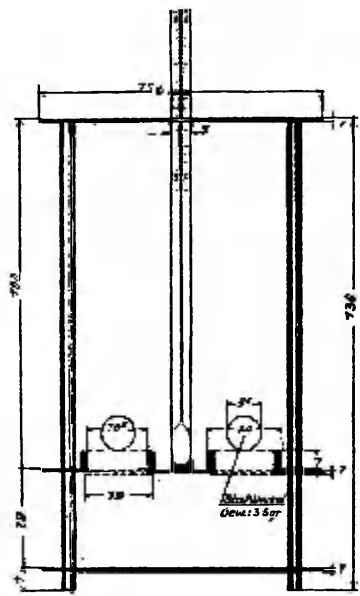


Abb. 2 (20).

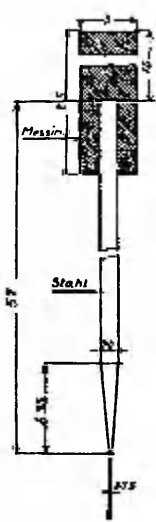


Abb. 3 (21).

ber abgeschnitten. Das Becherglas wird mit frisch gekochtem destilliertem Wasser von 5° C bis 5 cm über den Ring gefüllt. Das Thermometer ist so zu befestigen, daß der Boden der Quecksilberkugel in der Ebene der Unterseite, der die Ringe tragende Platte liegt. Nun soll bis zur Vornahme der Wärmersteigerung 15 Min. gewartet werden. Die Kugel wird erst unmittelbar vor der Wärmersteigerung in der Mitte des Ringes ohne Druck aufgesetzt. Dann wird das Wasser erwärmt, wobei der Wärmeanstieg 5° C je Min. betragen soll. Die Erwärmung wird so lange fortgesetzt, bis der aus dem Ring infolge der Kugelbelastung durchhängende Asphaltsack die untere Platte berührt. Diese Temperatur wird als Erweichungspunkt angegeben. Ein Versuch mit wechselndem Wärmeanstieg ist als mißglückt anzusehen. Es wird keine Korrektion für den herausragenden Faden angebracht. Bei höher schmelzenden Asphalten wird als Bad Glycerin und das Thermometer II verwendet.

Erforderliche Probemenge: 50 g.

Meßgenauigkeit: $\pm 1,5^\circ \text{C}$.

4. Eindringungstiefe (Penetration).

Die Bestimmung erfolgt mit dem Penetrometer von Richardson. Abmessungen der Nadel s. Abb. 3. Die Nadel muß samt dem Belastungsgewicht (50 g) 100 g wiegen. Der Asphalt wird in zwei Blechdosen in mindestens 30 mm dicker Schicht (Gewicht ungefähr 50 g) eingeschmolzen (Blechdosen Durchmesser 55 mm, Höhe 35 mm, nahtlos). Die gefüllten Dosen werden in genau wagrechtlicher Stellung durch eine Stunde im Trockenschrank bei Aufschmelztemperatur aufbewahrt. Dann mindestens drei Stunden bei Zimmerwärme stehen gelassen. Das Prüfgut wird dann mindestens eine Stunde vor dem Versuch in einem Wasserbad von Versuchstemperatur gehalten. Die Prüfstanze der Nadel muß leicht gleiten und darf nicht geschmiert sein.

Bei Ausführung der Prüfung wird die Nadel genau auf die Oberfläche des Asphaltes eingestellt, durch Aufheben der Hemmung die Nadel während genau 5 Sek. eindringen gelassen. Nach Beendigung des Versuches wird die Nadel sorgfältig gereinigt oder gewechselt, die Dose wieder in das Wasserbad gebracht und der Versuch mit Dose 2 durchgeführt. Der Eindringungsversuch wird mit dem Prüfgut jeder Dose mindestens dreimal und an Punkten der Oberfläche, die mindestens 1 cm vom Rande der Dose und von früheren Einstechpunkten entfernt liegen, ausgeführt. Der Mittelwert wird als Eindringungsgrad (Penetration) in Zehntelmillimetern angegeben. Der Eindringungsversuch ist in der Regel zur Ermittlung der Eindringungskurve bei 45°, 35°, 25°, 15° und unter Umständen bei 0° und -15° durchzuführen.

Erforderliche Probemenge: 250 g.

Meßgenauigkeit: $\pm 10\%$ des Eindringungswertes.

5. Dehnbarkeit (Duktilität).

Die Bestimmung erfolgt mit dem Dehnbarkeitsmesser (Duktilometer) nach Dow-Smiths. Abmessungen des Versuchskörpers bzw. der Eingußformen, s. Abb. 4. Das Prüfgut wird in die mit einem Gummiband zusammengehaltene Form gegossen. Dabei ruht die Form auf einer Glasplatte, die zur Vermeidung des Anklebens des Prüfgutes ebenso wie die Form mit einer Seifenlösung be-

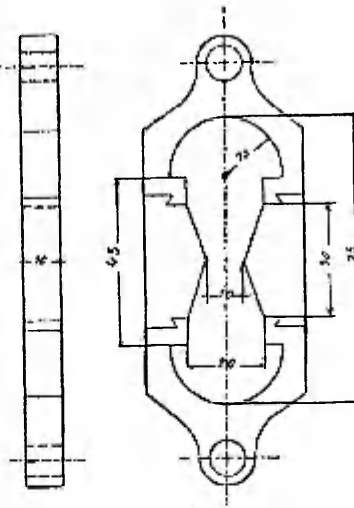


Abb. 4 (22).

strichen wird. Die Form muß gleichmäßig und vollkommen mit dem Prüfgut gefüllt werden. Nach dem Erkalten wird der Überschub durch Abschneiden mit einem erwärmten flachen Messer entfernt. Die Glasplatte wird mit der gefüllten Form in ein Wasserbad von Versuchswärme gesetzt und mindestens eine Stunde darin belassen. Dann löst man die Form vorsichtig von der Unterlagsplatte ab, entfernt die Seitenteile und befestigt die Probe an dem Dehnungsmesser, der mit Wasser von Versuchswärme erfüllt ist. Während des Versuches muß die Probe vom Badewasser bedeckt sein. Bei spezifisch schweren Asphalten empfiehlt sich der Zusatz einer Salzlösung, um ein Durchhängen des Fadens auf den Boden des Bades zu vermeiden. Durch ein gleichmäßiges Drehen des Handrades zieht man das Prüfgut mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 cm je Minute auseinander und mißt den Abstand von der Anfangsstellung bis zur Reißstellung, der als Dehnungsgrad (Duktilität) angegeben wird. Um die Dehnbarkeit verschiedener Proben miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig, die Proben bei jener Wärme durchzuführen, bei welcher die Asphalte gleiche Eindringungstiefe zeigen. Die Dehnbarkeit wird in der Regel bei Wärmen von 0°, 15°, 25° und 35° bestimmt.

Erforderliche Probemenge: 250 g.

Meßgenauigkeit: $\pm 15\%$ des gefundenen Wertes.

6. Flammpunkt (F p).

Der Flammpunkt ist derjenige Wärmegrad, bei dem im vorgeschriebenen Arbeitsvorgange die ersten an einer offenen Flamme entzündlichen Dämpfe aus dem Prüfgut entwickelt werden. Die Bestimmung erfolgt im Flammpunktprüfer (offenem Tiegel) mit wagerechter Flammenführung nach Marcussen.

Arbeitsvorschrift — gleichlautend mit der für Öle und Fette S. 112 gegebenen Fassung.

III. Stoffliche Prüfung.

1. Gehalt an bituminösen Anteilen.

5 bis 10 g der zu untersuchenden Probe werden mit 300 cm³ Chloroform am Rückflußkühler in einem Erlenmeyerkolben gelöst. Nach dem Lösen wird je nach der zu erwartenden Menge mineralischer bzw. unlöslicher Anteile der Kolben einen halben bis zwei Tage im Dunkeln stehen gelassen. Hierauf wird durch zwei übereinander gelegte Filter (Schleicher & Schüll, 589 Weißband), die bei 105° C getrocknet und gewogen werden, filtriert. Der unlösliche Rückstand wird zuletzt auf das Filter gebracht und so lange gewaschen, bis die Waschlüssigkeit farblos abläuft. Die Filter samt Rückstand werden bei 105° C im Wägegöläschen getrocknet und gewogen.

Der bei 105° C getrocknete Rückstand enthält die mineralischen Bestandteile des Asphaltens und etwa unlösliche organische Anteile, die man, sei es aus der Farbe des Rückstandes (kohlige Stoffe), sei es durch mikroskopische Betrachtung (pflanzliche Stoffe) erkennen kann!

Erforderliche Probemenge: 50 g.

Meßgenauigkeit: Fehlergrenze bleibt vorläufig offen.

2. Wassergehalt.

Die Bestimmung erfolgt nach der amerikanischen Standart-Testing-Methode.

Die zu verwendende Vorrichtung ist durch Bild 5 gekennzeichnet (S. 130).

Das Auffangglas soll aus gutem Glas, Wandstärke 2—3 mm, und von 0 bis 10 cm³ in Zehntelkubikzentimeter eingeteilt sein.

Zum Wegkochen des Wassers wird wassergesättigtes Xylol verwendet.

Arbeitsweise.

Die Probe wird eingewogen. Die Größe der Einwaage richtet sich nach dem zu erwartenden Wassergehalt, darf aber keineswegs so groß sein, daß das abgeschiedene Wasser über den mit Teilung versehenen Abschnitt des Auffanggefäßes reicht. Die Menge des zum Wegkochen verwandten Mittels soll mindestens 300% der Einwaage betragen. Das Erwärmen ist so zu regeln, daß 2 bis 5 Tropfen je Sekunde vom Rückflußkühler in das Auffanggefäß fallen. Das Wegkochen wird mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit so lange fortgesetzt, bis in keinem Teile der Vorrichtung Wasser zu sehen ist, ausgenommen am Boden des Auffangglases.

Gewöhnliche Dauer des Versuches eine Stunde. Ein hartnäckig im Kühlrohr verbleibender Ring von niedergeschlagenem Wasser kann am Ende des Versuches durch erhöhte Kochgeschwindigkeit in kurzer Zeit entfernt werden.

Die Raumgröße des im Auffanggefäß festgehaltenen Wassers ist bei Zimmerwärme abzulesen, und das Ergebnis in Gewichtsteilen vom Hundert anzugeben.

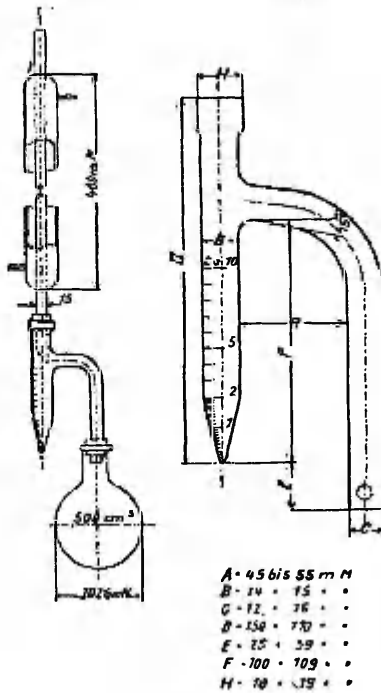


Abb. 5 (23).

3. Aschengehalt.

10 g Asphalt werden in einem ausgekühlten und gewogenen Porzellantiegel vorsichtig verascht und dann geglüht. Vor Beendigung des Erhitzens ist noch 5 Min. über dem Gebläse zu glühen.

Erforderliche Probemenge: 50 g.

Meßgenauigkeit: $\pm 0,01$ % der Einwage.

4. Schwefelgehalt (Bestimmung nach Heslinger).

Der vom österreichischen Normenausschuß befürwortete Gedanke: die Asphaltprobe zwangsläufig im Luftstrom zu verbrennen, die Verbrennungsgase in Wasserstoffoxydlösung aufzufangen und in der Vorlage den Säurezuwachs maßanalytisch festzustellen, ist auf Kuckersitabkömmlinge nicht anwendbar. Viele aus Kuckersit hergestellte Stoffe, einschließlich Asphalte und Schweröle, würden neben dem Schwefel auch Stickstoffsäuren abgeben, die eine maßanalytische Bestimmung erschweren. Infolgedessen ist die gewichtsanalytische Bestimmung vorzuziehen.

Das vom Normenausschuß befürwortete Arbeitsgerät ist aus der beigefügten Zeichnung zu ersehen s. Abb. 6. AB stellt ein durchsichtiges Quarzrohr, Innendurchmesser 1 cm vor, Länge 40 cm. Das Absorptionsgefäß C wird mit 3% Wasserstoffsuperoxyd-Lösung beschickt.

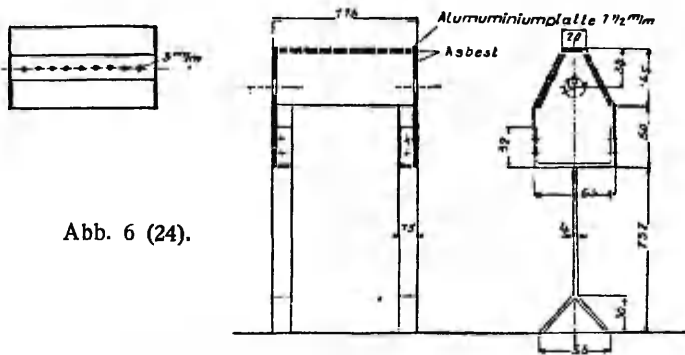
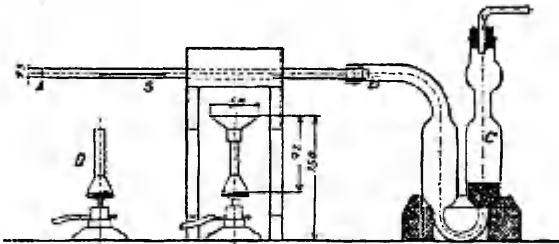


Abb. 6 (24).



Die Abmessungen des Ofens und der Brenner sind ebenfalls aus der Skizze zu erkennen. Der Rohransatz oberhalb des Absorptionsgefäßes C wird an eine Saugpumpe angeschlossen. Bei A wird ein Waschflasche mit alkalischer Wasserstofflösung vorgeschaltet.

Das Quarzrohr ist in einer Länge von 2 cm in seinem erhitzten Teil mit Quarzscherben von etwa $5 \times 5 \times 2$ mm zu versehen, um eine genügende Mischung und Verbrennung der Gase zu erzielen.

In das Schiffchen S werden 60 bis 100 mg, bei schwefelarmen Stoffen bis 400 mg, eingewogen.

Arbeitsweise, s. a. R. Lant und E. Lant-Ekl.⁷⁵

Das Absorptionsgefäß ist an die Saugpumpe anzuschließen und die Luft mit einer Geschwindigkeit von 1,5 Liter in der Minute durchzusaugen. Nun wird der Brenner angezündet und, wenn das Rohr im Ofen rotglühend geworden ist, die im Schiffchen untergebrachte Probe langsam verdampft. Entzündet sich die Masse im Schiffchen, ist der Brenner zu entfernen und erst nach dem Erlöschen der Flamme wieder unterzustellen, wobei der Luftstrom zu verstärken ist, damit kein Russen eintritt.

Im allgemeinen ist die Entzündung anzustreben. Geringe Rußbildung beeinträchtigt nicht das Ergebnis.

⁷⁵ In Strache-Lant, Kohlenchemie 1924 S. 467.

Weißer Dämpfe im linken Schenkel des Absorptionsgefäßes deuten auf zu schnelles Verdampfen und zu langsamen Luftstrom.

Erforderliche Probemenge: 10 g.

Genauigkeit: $\pm 5\%$ vom gefundenen Wert.

5. Ölige Anteile, nach Marcusson und Eickmann.

20 g Asphalt werden in einem Kölbchen in 30 cm³ Benzol am Rückflußkühler gelöst und die Lösung unter Umschütteln in 400 cm³ Normalbenzin (Kahlbaum oder Merck) eingegossen. Das Kölbchen ist mit 40 cm³ Normalbenzin nachzuspülen. Nach dem Abstellenlassen werden die ausgefallenen Anteile abgesaugt und auf dem Saugfilter dreimal mit je 30 cm³ Normalbenzin gewaschen. Das Filtrat wird dreimal mit je 30 cm³ starker Schwefelsäure im Scheidetrichter geschüttelt und die harzige Säure jedesmal abgezogen. Die mit alkoholischer (50% Alkohol), normaler Natronlauge und einigemal mit Wasser gewaschene Benzinlösung ist auf dem Wasserbade einzudampfen, der Rückstand zu wägen.

Probemenge: 100 g.

Genauigkeit: $\pm 10\%$ des gefundenen Wertes.

6. Paraffinzahl.

Von den nach 5 dargestellten öligen Anteilen wird der größte Teil in ein gewogenes 10 cm³-Kölbchen gebracht und dieses wieder genau gewogen. Dann wird bis auf Koks abgetrieben. Im Destillat wird die Paraffinbestimmung nach Holde durchgeführt. Der Gehalt an öligen Anteilen im Paraffin ist auf die ursprünglich zur Prüfung (5) verwendete Asphaltmenge zu beziehen. Der so gefundene Wert ist als Paraffinzahl zu bezeichnen.

Meßgenauigkeit: $\pm 20\%$ des gefundenen Wertes bei Gehalten unter 1%; bei Gehalten über 1% $\pm 12\%$.

7. Säurezahl.

5 g der Probe werden in 25 cm³ Benzol am Rückflußkühler gelöst. Nach dem Erkalten versetzt man zum Abscheiden der dunkel färbenden Stoffe mit 100 cm³ neutralisiertem Alkohol (96%) und läßt zweckmäßig über Nacht stehen. Dann trennt man Flüssigkeit vom Niederschlag, der noch mit etwas Benzolalkohol nachgespült wird. Die vereinigten Lösungen, welche die Gesamtmenge der in der Probe vorhandenen Säuren enthalten, werden bei Gegenwart von Alkaliblauf mit 1/10 normaler alkoholischer Lauge titriert.

Probemenge: 50 g.

Meßgenauigkeit: 10% vom Ergebnis.

8. Verseifungszahl.

5 g der Probe werden in 25 cm³ Benzol am Rückflußkühler gelöst und dann mit 25 cm³ alkoholischer normaler KOH 30 Minuten in der Siedehitze verseift. Dann versetzt man mit 100 cm³ neutralisiertem Alkohol und titriert unter Zusatz von Phenolphthalein-Alkaliblauf. Nach Eintritt des Farbumschlags erwärmt man zum Sieden weiter und rührt mit einem Glasstab, wodurch etwa von dem bituminösen Stoff eingeschlossenes Alkali zur Wirkung kommt. Tritt

erneute Rotfärbung ein, so titriert man mit n/HCl weiter und wiederholt das so lange, bis der Farbumschlag in Blau bestehen bleibt. Dabei empfiehlt es sich, nach jedem Erwärmen, noch $0,5 \text{ cm}^3$ Alkaliblaulösung hinzuzusetzen, weil diese in der Hitze zersetzt wird.

Menge: 50 g.

Genauigkeit: $\pm 10\%$ des Ergebnisses.

9. Beständigkeitsprobe.

Diese Probe wird im Anschluß an den Eindringungsversuch durchgeführt. Der mit Prüfstoff gefüllte Tiegel wird in einem elektrisch heizbaren Heraeus-Luftbad (Ausmaße etwa 6 l Inhalt) fünf Stunden auf 163° C gehalten und dann wieder gewogen. Der sich ergebende Gewichtsverlust wird in % der Einwage angegeben. Nach der Erhitzung sind die Eindringungstiefe, der Erweichungs- und Brechpunkt neu zu bestimmen. Die eingetretenen Veränderungen geben das Maß für die Beständigkeit des untersuchten Körpers. In dem Luftbad darf gleichzeitig nur eine Probe erhitzt werden.

Menge: 100 g.

Genauigkeit: 10% des Gewichtsverlustes.

10. Nachweis von Verfälschungen.

Zum Unterscheiden von Erdölpech, Steinkohlenteer, bzw. Steinkohlenteerpech, Braunkohlenteerpech, Fettpech, Holzteer und Holzteerpech wird auf das einschlägige Schrifttum verwiesen, insbesondere „Die natürlichen und künstlichen Asphalte“ von I. Marcussen.

Über das Unterscheiden natürlicher Asphalte von Kunstasphalten liegen mehrere Arbeiten vor, so von H. Loebell⁷⁶, G. Halphen und I. Spieß⁷⁷, E. C. Paillet⁷⁸, I. Marcussen⁷⁹, R. Bratter⁸⁰, Hutin⁸¹, A. Dubosc⁸², E. Graefe⁸³, O. Hackl⁸⁴ und E. Fischer⁸⁵, dessen Ausführungen wir folgen.

Halphen und Spieß lösen die Asphalte oder Peche in Schwefelkohlenstoff und überlassen dann die Lösung der freiwilligen Verdunstung. Aus dem Aussehen des Rückstandes soll auf den Ursprung der Probe geschlossen werden können. Die Naturasphalte

⁷⁶ Asphalt- und Teerindustrie-Ztg. 14. Bd. 1914 S. 310, 355.

⁷⁷ Zeitschr. Petroleum 9. Bd. 1913/14 S. 552.

⁷⁸ The Journal of Industrial and Engineering Chemistry 6. Bd. 1914 S. 286.

⁷⁹ Mitteilungen a. d. Material-Prüfungsamt Berlin-Dahlem 32. Bd. 1914 Heft 6/7.

⁸⁰ Mitt. Techn. Versuchsanst. Wien 1915 Heft 3.

⁸¹ Journ. Soc. Chem. Ind. 35. Bd. 1916 S. 917.

⁸² Caoutchouc et Guttapercha 16. Bd. 1919 S. 9860.

⁸³ Zeitschr. f. angew. Ch. 29. Bd. 1916 S. 21.

⁸⁴ Chemiker-Ztg. (Köthen) 46. Bd. 1922 S. 1156.

⁸⁵ Die natürlichen und künstlichen Asphalte und Peche, 1928 S. 41—42.

liefern schwarze Rückstände mit glänzender und glatter Oberfläche, mit häufig deutlich sichtbaren Rissen in der Durchsicht. Bei Petroleumasphalten ist der Rückstand elastisch, geschmeidiger, weniger gleichförmig.

Bratter zieht zum Unterscheiden von Natur- und Kunstasphalten die Löslichkeit dieser Stoffe in Azeton in Verbindung mit der Diazoprobe von Graefe heran. Man schmilzt 1 g des zu untersuchenden Bitumens im Wasserbade und zerkleinert es nach dem Erkalten durch Ritzen mit einer Feile. Die zerkleinerte Probe wird mit 15 cm³ Azeton in der Kälte geschüttelt, 5 Minuten stehen gelassen und dann die Fluoreszenz der Lösung beobachtet. Dann dampft man die Azetonlösung ein, nimmt den Rückstand mit 5 cm³ n/2-Natronlauge auf, filtriert erforderlichenfalls und versetzt das Filtrat mit einigen Tropfen frisch bereiteter Diazolösung.

Reine Naturasphalte geben hierbei Braunfärbung des Azetons ohne Fluoreszenz, und Verneinung der Diazoprobe; Petroleumasphalte geben gelbe bis gelbgrüne Färbung mit stark grüner Fluoreszenz und sind unwirksam gegenüber Diazolösung; Braunkohlen- und Steinkohlenteerpeche liefern eine gelbe Färbung mit stark dunkelgrüner Fluoreszenz bei deutlich erkennbarer Wirkung auf Diazolösung⁸⁶.

Nach Hutin werden Naturasphalte von Pechen aller Art dadurch unterschieden, daß die Naturasphalte in flüssigem Bakelit A unlöslich, alle Teerpeche und sonstigen Peche dagegen beim kurzen Erhitzen damit auf dem Wasserbade in allen Verhältnissen löslich sind.

Ein von Graefe vorgeschlagenes Unterscheidungsmerkmal, aus Pech bei 200—250° entwickelte Dämpfe auf Bleipapier einwirken zu lassen, führt nicht zum Ziel, weil nicht alle, aber viele aus Kuckersit hergestellte Pecharten Bleilösungen dunkel färben.

Eine für das Bewerten von rohen Erdölen, Masut und Goudron geeignete Asphaltbestimmung, die sog. Akzismetode, wird von Gurwitsch⁸⁷ kurz beschrieben. Es werden 50 cm³ Versuchskörper mit 100³ cm Benzin verdünnt und mit 10 cm³ reiner Schwefelsäure von 1,84 Dichte 3 Minuten lang geschüttelt. Nach einstündigem Stehen sind die abgeschiedenen Asphaltstoffe abzulesen, deren Rauminhalt, doppelt genommen, den Anteil Asphalt in 100 Raumteilen der Probe ergibt.

⁸⁶ Durch Bildung von Farbkörpern aus Phenol und Diazobenzolchlorid.

⁸⁷ Zeitschr. Petroleum 9. Bd. 1913/14 S. 1303.

Zum stofflichen Nachweise von Asphaltene löst Holde⁸⁸ 0,5 cm³ Öl in 20 cm³ Normalbenzin. Ist benzinunlöslicher Asphalt zugegen, zeigen sich sofort oder längstens nach 24 Stunden dunkle Flocken, die beim Abfiltrieren auf dem Filter asphaltartiges Aussehen haben und nach dem Abdampfen des Lösungsmittels auf dem Wasserbade nicht schmelzen. — Wird dagegen 0,5 cm³ Öl in 13 cm³ Äthyläther gelöst und 7 cm³ 96 gew. % Alkohol zugegeben, so fallen in Benzin unlösliche harte Asphaltene nebst Harzen als flockiger, in Benzol löslicher Niederschlag aus, der in der Regel zu einer zähen, an den Gefäßwandungen anhaftenden Masse zusammenballt und auf dem Wasserbade schmilzt.

Unter „freiem Kohlenstoff“ versteht man zumeist den in Benzol unlöslichen Bestandteil des Straßenteeres. Er wird fälschlich als toter Füllstoff angesehen. In Wahrheit stellt er ein Gemisch von Kohlenstoff mit asphaltartigen, in Teeröl löslichen, in Benzol unlöslichen Stoffen vor, denen eine gewisse Bindekraft nicht abgesprochen werden darf. Einen besseren Maßstab gibt der in Pyridin-Anilin unlösliche Anteil, wobei „freier Kohlenstoff“ von graphitähnlichem Flugstaub zu unterscheiden wäre. Zum Unterscheiden wäre die Leitfähigkeitsbestimmung anzuziehen.

E. RÜCKSTÄNDE DER ÖLZUBEREITUNG.

1. Phenole.

Zum Erkennen der Phenole genügt meist Zusatz von Bromwasser, wodurch milchige Trübung, dann ein Niederschlag von gelblich-weißen Nadeln oder Flocken entsteht. Stark verdünnte Eisenchloridlösung färbt sich violett. Auch der Geruch und Geschmack (Vorsicht!) sind ausschlaggebend.

Auf die Trennung der Karbonsäuren von Phenolen bezügliche Hinweise finden sich im Abschnitt B II 1 dieses Kapitels; gleicht der Rückstand mehr oder weniger einem fast fertigen Öl, ist auch B I 1—2 und B II 3 nachzukommen.

Genauere Prüfverfahren, insbesondere von Kreosotölen, finden sich bei J. T h o t⁸⁹.

Das Phenol ist ein ausgesprochenes Nervengift. Auf Schleimhäute gebracht, ätzt es diese zu einem weißen Schorf.

⁸⁸ Kohlenwasserstofföle 1924, S. 106; daselbst auch gewichtsmäßige Bestimmungen.

⁸⁹ Zeitschr. f. angew. Ch. 25. Bd. 1886 S. 160.

2. Säure- und Laugenabfall.

Aus dem Herstellungsverfahren und der Bearbeitung von Ölen anfallende Rückstände sind vorwiegend flüssiger Art. Wasser dient in großen Mengen zum Kühlen oder Verdichten von Gasen und Öldämpfen; mit Wasser werden die Zwischenöle von Säuren, die Fertigöle von Laugenresten befreit. Es liegt nahe, die Wässer in Gräben zu sammeln, dem nächsten Flußlaufe und schließlich dem Meere zuzuführen, wo sie, wie man meinte, bis zur Unschädlichkeit verdünnt würden.

Nun enthält das Gaswasser neben Ammoniak viel Schwefelwasserstoff; nehmen die sauren Waschwässer harz- und asphaltähnliche Verunreinigungen mit, die Laugen Karbolsäuren und Karbonsäuren.

Jeder dieser Stoffe ist ein Zellgift. Von den mitgeführten organischen Säuren wirken Karbolsäure und Phenol noch in 850-facher Verdünnung lebenshemmend.

Diese Häufung der pflanzen- und tierschädlichen Ölabfälle gefährdet nicht nur die Umgebung der Ölsäureanlage, sondern verdammt auch das Ufer der Abwasserableitung zur Unfruchtbarkeit.

Geraten Ölsuren auf ein ruhendes Wasser, überzieht es dessen Oberfläche mit einer hauchdünnen Ölhaut und versperrt der Luft den Zutritt zum Wasser. Zwar werden dadurch im Wasser schwimmende Mückenlarven vernichtet, zugleich aber alle Träger des Lebens erstickt.

Dringen noch so verdünnte Karbonsäuren in Fischgewässer ein, ist auf eine anderenorts gemachte Erfahrung hinzuweisen.

1927 beklagte sich die holländische Regierung bei der deutschen über die Verunreinigung des Rheinwassers. Unterhalb Duisburg gefangene Lachse schmeckten deutlich nach Karbol und erwiesen sich als schwer verkäuflich⁹⁰. Das Ölgewerbe in Duisburg beeinträchtigt das Fischereigewerbe in Holland!

Aus den vorangestellten Ausführungen ergibt sich die Untersuchung des Abwassers auf:

- a. Ölsuren;
- b. Säure-, bezw. Laugenüberschuß;
- c. Anwesenheit von Zellgiften.

Über die Zulässigkeit tatsächlich unschädlicher Grenzgehalte liegen somit keine Erfahrungen vor, dürften auch von örtlichen Verhältnissen abhängen.

⁹⁰ F. Rasching, Zeitschrift f. angew. Ch. 40. Bd. 1927 S. 897—898.

Handelt es sich um das Feststellen von Spuren irgend eines der hier genannten Giftstoffe, ist die Wasserstoffionenkonzentration aus dem Umschlage gewisser Farbstoffe zu ermitteln. Anweisungen bei Kolthof⁹¹, L. Michaelis⁹² u. a.

3. Feste Reinigungsmasse.

Wird zum Schönen von Ölen Fullererde, Bleicherde, „gewachsene“ Tonerde, „wirksame“ Kohle, Asbestmehl oder Kieselgur verwendet, bleiben harz- und asphaltähnliche Verunreinigungen an ihnen haften. Nach der Benutzung verlieren die Erden ihre Wirksamkeit meist auf die Dauer; eine Wiederbelebung durch vorsichtiges Erhitzen ist nicht ausgeschlossen.

Kommen zum Abscheiden des Schwefelwasserstoffes im Gase Eisenverbindungen, etwa Raseneisenerze, in Anwendung, sind diese nach den allgemeinen Regeln zu prüfen, wie sie in Anstalten zur Erzeugung von Leuchtgas üblich sind.

Über die Wärmetönung bei der Aufnahme von Schwefelwasserstoff und der Wiederbelebung durch den Sauerstoff der Luft, ist das auf S. 169 gesagte einzusehen.

⁹¹ Gebrauch von Farbindikatoren, 2. Afl. 1923; 3. Afl. 1926.

⁹² Die Wasserstoffionenkonzentration, 2. Afl. 1922, Neudruck 1927.

Besonders hinzuweisen ist auf E. Mislowitzer, Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten, 1928.

9. Untersuchung des Heiz- und Schwelrückstandes.

1. ASCHE.

Werden feste Brennstoffe auf dem Roste einer Heizungsanlage verbrannt, dann entstehen Rückstände, die unter dem Namen *A s c h e* zusammengefaßt, einen oft lästigen Abfall bilden.

Nicht immer verbrennen die Heizstoffe restlos, sei es, daß undicht gestellte Feuerungsroste einen Teil der Beschickung durchfallen lassen, oder daß brennende Anteile des Heizgutes die Verbrennungszone zu schnell durchlaufen. In beiden Fällen enthält der Rückstand unverbrannte Stoffe, deren stofflicher Nachweis keine Schwierigkeiten bereitet und mit den im Abschnitt 7 2—4 genannten Ausführungen zusammenfällt.

Anhaltspunkte für die Beurteilung der Kuckersitasche gibt ihr Aussehen. Gut durchgebrannt bildet die Asche ein rein graues Pulver, untermengt mit weißen oder grauweißen Silikatknollen. Schwarze Stücke zeigen unverbrannten Kohlenstoff an.

Wichtiger wie alle stofflichen Nachweise ist das größenmäßige Verhältnis des Unverbrannten zum Heizmittelaufwande.

Um den wirtschaftlichen Schaden, der durch Nichtausnutzen des Brennstoffes entsteht, ermessen zu können, ist eine gewogene Menge Asche zu mahlen und, wie oben genannt, zu untersuchen.

Bspw. enthielten Jahre hindurch die aus den Lokomotiven der estländischen Staatsbahnen anfallenden Verbrennungsrückstände 11%—16% unverbrannten Kuckersit. Dagegen wies die Asche des städt. Elektrizitätswerkes zu Reval unter 0,3% unverbrannte Kohlenwasserstoffe auf, meist in Form von Graphit.

Erweisen sich gröbere Aschenanteile als Halbkoks oder backt die Asche zu unförmlichen Klumpen zusammen, dann ist die Verbrennungsanlage nicht dem Brennstoff angepaßt oder liegt Überlastung des Heizroste vor oder Nachlässigkeit des Heizers.

Für die Auswahl der zum Ausmauern von Feuerungszügen benutzten Gewölbesteine ist die Schmelzbarkeit der Asche maßgeblich.

Von amerikanischen Forschern¹ werden Kohlenaschen in 3 Klassen gefaßt: 1. schwerschmelzbar, über 1430° C; 2. mittelschwer schmelzend, zwischen 1205° und 1430° C und 3. leicht schmelzend, unter 1205° C. Die Kuckersitasche gehört zu den mittelschwer schmelzenden.

Eine viel Staub liefernde Beheizungsart knüpft sich an die Innenbeheizung der Drehöfen im Zementgewerbe. Der Kuckersit wird in feingemahlenem Zustande eingeblasen, wobei die Rauchgase staubbeladen in der Esse hochgehen. So viel bekannt, sind in den hier bestehenden Zementwerken keine Staub-Untersuchungen angestellt worden, aus denen hervorginge, daß sich an gewissen Stellen des Fuchses eine Anreicherung von Kaliumverbindungen bemerkbar macht. Sie ließen sich zur Ackerverbesserung ausnutzen².

Bestehen Verwendungsmöglichkeiten für den oft die Hälfte (36%—65%) des Brennstoffes ausmachenden Aschenbestand, dann ist auf Anwesenheit freien Ätzkalkes, auf kohlen-sauren Kalk und auf Tonerde zu prüfen.

Für die erstgenannten Stoffe findet sich ein gutes Ermittlungsverfahren im Chemiker-Kalender³. Auf dem ebenso schönen wie empfindlichen Nachweis von Tonerde nach Rathgen⁴ sei besonders hingewiesen.

2. HALBKOKS UND GANZKOKS.

Unter Halbkoks ist ein im Schwel- oder Spaltvorgange*entstandener völlig abgeschwelter oder gargebrannter Kuckersit zu verstehen.

Gargebrannt nimmt der Kuckersit eine rein grauschwarze Farbe an. Selbst mehrere cm lange Stücke sind gute Leiter des elektrischen Stromes. Messung nach Graefe⁵. Mit einem Kohlenwasserstoffgehalt über 3% hört die Leitfähigkeit auf. Nicht erhitzter

¹ Aus „Fuel“ 4. Bd. 1925, einem Bericht der Brennstoff-Chemie, 7. Bd. 1926 S. 178 zufolge.

² Eine diesbezügliche Anfrage blieb unbeantwortet; eine andere gibt zu, daß Prüfungen bisher nicht ausgeführt sind.

³ 1924 II. Bd. S. 587; 1926 II. Bd. S. 568—569.

⁴ Tonindustrie-Ztg. 1914 30, 31, entnommen aus Lunge-Berl II. Bd. 1922 S. 787.

⁵ Laboratoriumsbuch für die Braunkohlen-Industrie. 1. Aufl. 1908 S. 62; 2. Aufl. 1923.

oder halbgar gebrannter Kuckersit leitet weder den Wechselstrom noch den Lichtstrom von 100—200 Volt, selbst dann nicht, wenn er mit Pyrit durchsprengt ist; dazu gehört auch der im Drehofen erhaltene, nodulisierte Koks.

Es versteht sich, daß die Leitfähigkeitsmessung nur für trockene Stücke gilt.

Auch Flugasche kann auf leitfähige Koksteilchen untersucht werden, wenn dem Vorschlage von K. Arndt⁹ gefolgt wird; Arndt schließt das Pulver in ein Porzellanrohr zwischen Messingstempeln ein, preßt und mißt bei 100 Atm. Bei niedrigerem Druck stören schwankende Übergangswiderstände.

Ein anderer Vorschlag beruht auf der Auslese des Koksstaubes durch leichtere und schwerere Flüssigkeiten wie Wasser, bspw. Benzol und Chloroform in wäßriger Aufschwemmung, durch Schütteln mit Farblösungen u. s. f. Wasserfliehende Körper reichern sich im Öl an und trennen sich von den wasserbenetzten. Es dürfte sich das Benetzungs- und Verdrängungsverfahren auch für den Kuckersit eignen.

⁹ Zeitschr. f. Elektrochem. 23. Bd. 1917 S. 176 aus Peters-Dammer I. Bd. 1925 S. 258.

II. Teil:

Gewinnung und Verwertung.

10 (1). Ausbeutung des Kuckersitfeldes.

Die Fläche, auf der sich in Estland abbaufähige Kuckersitflöze erstrecken, beträgt, einer Aufstellung des Handelsministeriums nach, **2470 km²**. Die verfügbare Menge ist auf 1,5 Millionen t je km² geschätzt, wonach das gesamte Lager 3,7 Milliarden t ausmachen müßte¹.

Nicht zu vergessen ist, daß außer dem Kuckersit in Estland auch der Diktyograptusschiefer vorkommt, ein erdgeschichtlich älterer Brennschiefer, schwach gerechnet mit 800 Millionen t, dessen wirtschaftliche Werte, wohl zu Unrecht angezweifelt, sich mit der Zeit ausweisen dürften².

Daß derartige Mengen eines vielseitiger Anwendung fähigen Bodenschatzes nicht vom ersten Tage an zweckmäßig genützt werden, liegt auf der Hand. Auch hier erfüllt sich das allzumenschliche Gesetz: Erst Raubbau, dann Sparbetrieb, dann Ausnutzung bisher zum Abfall gezählter Nebenstoffe, zuletzt Ausnutzung verlegener Halden. Unsere schnellebige Zeit hat in bezug auf den Kuckersit bereits alle diese Entwicklungsstufen erreicht, selbst die niedrigste Stufe verlassen, wenn auch der Sparbetrieb noch nicht überall zufriedenstellend durchgreift. Dieses gilt sowohl für die bisherige Ausbeutung des Kuckersits, wie die heutige Verwendung.

Erfahrungen über die gewinnbaren Kuckersitvorkommen können nur in Reichweite der bisherigen Ausbeutungsorte wiedergegeben werden; weitere Vorstellungen entziehen sich im Schoße der Erde dem Auge.

¹ „Revaler Bote“ 11. Jahrg. 1929 v. 26. Februar.

² Wittlich-Rägo, Acta et commentationes universitatis Dorpatensis A XIII, 1928 S. 13. Vergl. dazu die Ausführungen des Herausgebers in Mitteilungen a. d. Geologischen Institut d. Universität Greifswald Nr. III 1920 S. 21—23; ferner Eestimaa geoloogia 1922 S. 40—43 und S. 46—48; schließlich O. v. Linstow, Braunkohle 25. Jahrg. 1927. S. 1—4 insbesondere den Schlußsatz.

Den Ausführungen von A. Ö p i k ³ im Abschnitt 3 zufolge, darf aus den bekannten Gewinnungsstätten nur auf das nächste Abbau-feld, nicht aber auf größere Entfernungen geschlossen werden.

Der Schichtenverband des Kuckersits beträgt etwa 3,3 m abzüglich 0,7 m dazwischenliegender Kalksteinschichten. Im SO nimmt das Schichtenpaket des Schiefers zu, nach SW zu ab.

Zurzeit gehen die Arbeiten sowohl „über“, als auch „unter Tage“ zuwege. Die Arbeitsbedingungen beider Gewinnungsarten haben ihre Licht- und Schattenseiten.

Zur nachfolgenden Aufzählung der Brennschieferflöze mit ihrer stofflichen Eigenart, ist zu bemerken, daß noch nicht alle durch Tiefbohrungen festgestellten Flöze untersucht sind. Über die mehr oder weniger erforschten Vorkommen finden sich zahlreiche Veröffentlichungen, doch geben die allerwenigsten ein vollständiges Bild.

Obgleich einer der ersten Erforscher des estländischen Brennschiefers, C a r l S c h m i d t ⁴, die Proben getrennt entnimmt und getrennt nach Flözen untersuchen läßt, wobei sich sehr wesentliche Unterschiede von einem Brennschieferflöz zum anderen herausstellen, wird diese Tatsache von zahlreichen Nachuntersuchern außer acht gelassen, so daß Zweifel entstehen, auf welche Höhenlage, welches Flöz die Nachprüfung zu beziehen ist.

Abgesehen davon, daß die Mitteilungen über die stoffliche Eigenart den Brennschiefer zu allgemein behandeln, ohne Bezeichnung der Entnahmetiefe, oft ohne das Verfahren zu nennen, nach dem untersucht wurde, fehlen fast durchweg Hinweise über die zwischen der Entnahme und dem Beginn der Prüfung verstrichene Zeit. Der verlegene Brennschiefer ist aber ein ganz anderes Gestein wie das frisch aus dem Berg stammende ⁵.

Schließlich hat es sich mit dem Fortschreiten der Kenntnisse über den Kuckersit als vollkommen unzulässig erwiesen, den zum Untersuchen bestimmten Anteil einer Wärmeeinwirkung zu unterziehen. Bei Wärmegraden über 40 C findet bereits ein künstliches, wenn auch ungewolltes Altern des Schiefers statt. Beabsichtigt war den unveränderten Schiefer zu prüfen, nicht aber den

³ Hier S. 23 und Beiträge III Acta et comm. univ. Dorpatensis A. XIII. 1928. S. 11.

⁴ A. S c h a m a r i n, Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kuckers, Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands 5. Bd. 1870 S. 25—26.

⁵ H. v. Winkler, Tägl. Berichte über die Petroleumindustrie 20. Jahrg. 1926 S. 5 und Zeitschr. Petroleum 22. Jahrg. 1926 S. 1341—1342.

Zustand einer beginnenden Zersetzung. Solange ein und dieselbe Prüfung, bspw. die Feuchtigkeitsbestimmung auf verschiedenen Untersuchungsstellen nach verschiedenen Grundsätzen ausgeführt wird, so lange ist, bei einem so empfindlichen Körper wie der Kuckersit ihm vorstellt, nicht annähernd auf das Übereinstimmen der Ergebnisse getrennter Prüfstellen zu rechnen.

Zugleich um die Unterschiede zu zeigen, die sich aus dem verwitterten Zustand des Kuckersits ergeben gegenüber dem frischen, sind nach Möglichkeit Prüfergebnisse aus beiden Zustandsgrößen nebeneinandergestellt⁶. Dabei ist der angetroffene Verwitterungsgrad aus der Menge des Schwel- oder Zustandswassers (ZW) abzulesen.

Flöz α

Das bisher an tiefster Stelle ermittelte Flöz weist eine Stärke von etwa 20 cm auf; es enthält 67% Reinasche nebst Kohlendioxyd.

Flöz A.

Eine geraume Zeit ist dieses Flöz für das zu unterstgelegene gehalten worden. Nachträglich unter ihm entdeckte dünne Brennschieferlagen gehören zu α .

Die Mächtigkeit des Flözes schwankt zwischen 20—25 cm; stellenweise ist es tonig oder verunreinigt durch Toneinschwemmungen.

Farbe: braun, dunkler wie das höherliegende Flöz B.

Dichte: nahe 1,5.

Bergfeuchte: 18,8%, im Mittel aus 15 in Kochtel entnommenen Proben.

Kohlendioxyd: 8,9%.

Reinasche: 38,1%.

Karbonatasche: 45—55%.

Ölausbeute: 55—67%.

Stoffliche Aufteilung von Einzelproben.

Rohstein:

	Verwittert.	Verwittert.	Stark verwittert.
Kohlendioxyd	9,8%	12,8%	9,1%
Reinasche	37,9%	48,1%	40,3%
Organische Anteile	52,3%	39,1%	50,6%

Nach Fischer:

Öle	28,9% (0,924)	21,8% (0,928)	25,5% (0,934)
Schwelwasser (ZW)	4,3%	4,0%	5,5%
Koks	58,4%	68,2%	60,3%
Gas, als Rest zu 100	8,4%	6,0%	8,7%

⁶ Prüfstelle Kochtel, jedoch nur zu einem Teil veröffentlicht, in der Festschrift: Riigi Põlevkivitööstus. 1918—1928 S. 41—42 und durch O. Cyrén, Den estländska oljeskiffern och dess användning, Svensk kemisk tidskrift 24. Jahrg. 1924 S. 62.

	Verwittert.	Verwittert.	Stark verwittert.
Phenole	27,3%	29,2%	31,1%
Ungesättigte Anteile . .	75,5%	76,3%	70,0%

Flöz B.

Von hellbrauner Farbe, stark durchflochten mit einem Netzwerk weiß versteinerner Moosrasen, die im Schnitt als weiße Punkte auffallen. Außerdem durchziehen das Flöz Kalkspatschnüre von 5—10 mm Stärke und Pyritschmitzen von geringerer Mächtigkeit. Bricht in großen Blöcken. Klebt beim Schwelen leicht zusammen; gilt im übrigen als eins der ertragreichsten Flöze, ist jedoch schwefelreich. Die Mächtigkeit schwankt um 0,5 m.

Farbe: liches Braungelb.

Dichte: nahe 1,5.

Kohlendioxyd: 11,62%, im Mittel aus 14 in Kochtel entnommenen Proben.

Reinasche: 35,58%.

Karbonatasche: 45—55%.

Stoffliche Aufteilung von Einzelproben ⁷.

	Rohstein:				Verwittert.
Kohlendioxyd . 13,0%	12,6%	12,4%	12,6%	12,6%	6,6%
Reinasche ⁸ . . 35,9%	38,9%	38,6%	38,9%	38,9%	46,8%
Organische Masse 51,1%	48,5%	49,0%	48,5%	48,5%	46,6%
	Nach Fischer:				
Öle 35,5% (0,926)	34,1% (0,923)	33,3% (0,916)	33,0% (0,912)	33,0% (0,912)	21,3% (0,922)
Schwel- wasser (ZW) 2,0%	2,2%	2,5%	3,5%	3,5%	5,0%
Koks 55,7%	55,7%	58,0%	56,4%	56,4%	65,2%
Gasrest zu 100 7,8%	8,0%	6,2%	7,4%	7,4%	8,5%
Phenole 27,1%			26,1%	26,1%	21,0%
Ungesättigte Anteile 85,7%			83,0%	83,0%	69,0%

Flöz C.

Seine unter dem Doppelkalk belegene Oberseite ist mit einer weißlichen Aderung (Pferdehaut, estnisch hobuse nahk, genannt) versehen. Die Schichtdicke beträgt etwa 35 cm; eingesprengte Kalkknollen erfordern durch Ausklauben Mehrarbeit.

Farbe: braungelb.

Dichte: nahe 1,5; nach Wittlich-Weshnjakow 1,6.

⁷ P. Kogerman, The oil shale of Estonia 1927 S. 18.

⁸ Nähere Zusammensetzung S. 189.

Stoffliche Aufteilung von Einzelproben.

		Rohstein:	Stark verwittert.
Kohlendioxyd	10,2%		1,1%
Reinasche	41,0%	Wie	50,3%
Organische Masse	48,8%	vorhergehend.	48,6%
		Nach Fischer:	Verwittert.
Öle	32,3% (0,927)	32,4%	16,1% (0,909)
Schwelwasser (ZW)	1,8%	1,8%	4,9%
Koks	57,9%	58,5%	67,6%
Gasrest zu 100	8,0%	7,3%	11,4%
Phenole	31,2%	29,5%	14,3%
Ungesättigte Anteile	76,2%	78,0%	75,6%

Flöz D.

In Kochtel 15—20 cm stark, in Wanamöis mächtiger; örtlich geteilt durch Kalkzwischenlagen, zeigt Fehlstellen.

Farbe: ein grünliches Braun.

Dichte: im Mittel 1,8.

Kohlendioxyd: 10—12%

Karbonatasche: 61—65%, in Kochtel; stellenweise nur 55% in Wanamöis.

Ölausbeute: 55—66%. Im Werk aus aschenreichen Flözen 11—12%.

Stoffliche Aufteilung von Einzelproben.

		Rohstein:	
Kohlendioxyd	12,4%		6,2%
Reinasche	53,5%	Wie	64,1%
Organische Masse	34,2%	vorhergehend.	29,7%
		Nach Fischer:	Verwittert.
Öle	19,5% (0,919)	18,4% (0,901)	10,0% (0,865)
Schwelwasser (ZW)	1,2%	2,0%	3,7%
Koks	73,5%	74,1%	80,0%
Gasrest zu 100	5,8%	5,5%	6,3%
Phenole	29,0%	28,9%	14,6%
Ungesättigte Anteile	76,9%	70,0%	69,2%

Flöz E.

Obleich das Flöz nur wenige, weiß färbende Versteinerungen aufweist, zeichnet es sich durch einen hellen braunen Ton aus, der stellenweise in ein rotbraun umschlägt.

Beim Schwelen backt es leicht zusammen; im ausgewitterten Zustande ist diese Eigenschaft gemildert. Es gilt als die reichste Ölausbeuten gebende Schicht.

Mächtigkeit: 30—40 cm in Kochtel; 40—60 cm in Wanamöis.

Farbe: helles Gelbbraun.

Dichte: 1,3 im Mittel; nach Wittlich-Weshnjakow 1,54.

Kohlendioxyd: 6—8% in Kochtel; 11% im Port-Kunda-Bruch; 0,6% in Wanamöis.

Ölausbeute: 65%; 40—50% Wanamöis.

Stoffliche Aufteilung von Einzelproben.

Rohstein.

	Verwittert.	Stark verwittert.
Kohlendioxyd	10,1%	0,7%
Reinasche ⁹	35,8%	55,7%
Organische Masse	54,1%	43,6%

Nach Fischer:

Öle	36,5% (0,935)	13,5% (0,924)
Schwelwasser (ZW)	2,8%	5,4%
Koks	53,2%	70,7%
Gasrest zu 100	7,5%	10,4%
Phenole	30,2%	17,5%
Ungesättigte Anteile	70,7%	71,6%

Flöz F

stellt ein Gemenge aus armen, organische Masse haltenden Kalken mit Kuckersit vor, verlangt daher Arbeit durch Ausklauben tauber Felsstücke. Wird in oberirdischen Brüchen der staatlichen Betriebe genutzt, unter Tag im First belassen.

Farbe: gelbbraun.

Dichte: 1,65.

Öle: 24% (0,93); Schwelwasser (ZW): 2,3.

Organische Masse des luftgetrockneten Steins: 47,5%.

Flöze G und H.

Wesentlich höher belegen, wie die gewerblich genutzten Flöze, werden sie der starken Steinschichten wegen, zwischen denen sie stecken, selten in Arbeit genommen.

Farbe: braun.

Karbonatasche: 50—58%.

Ölausbeute: etwa 66% der organischen Masse.

Flöze XX—XXII,

etwa 12—13 m über A belegen, im SO durch Bohrungen aufgedeckt. Analysen fehlen.

⁹ Nähere Zusammensetzung S. 189.

Eine Zusammenfassung der Flöze nach ihrem Gehalt an eingeschwemmten Beimengungen gibt A. Ö p i k ¹⁰.

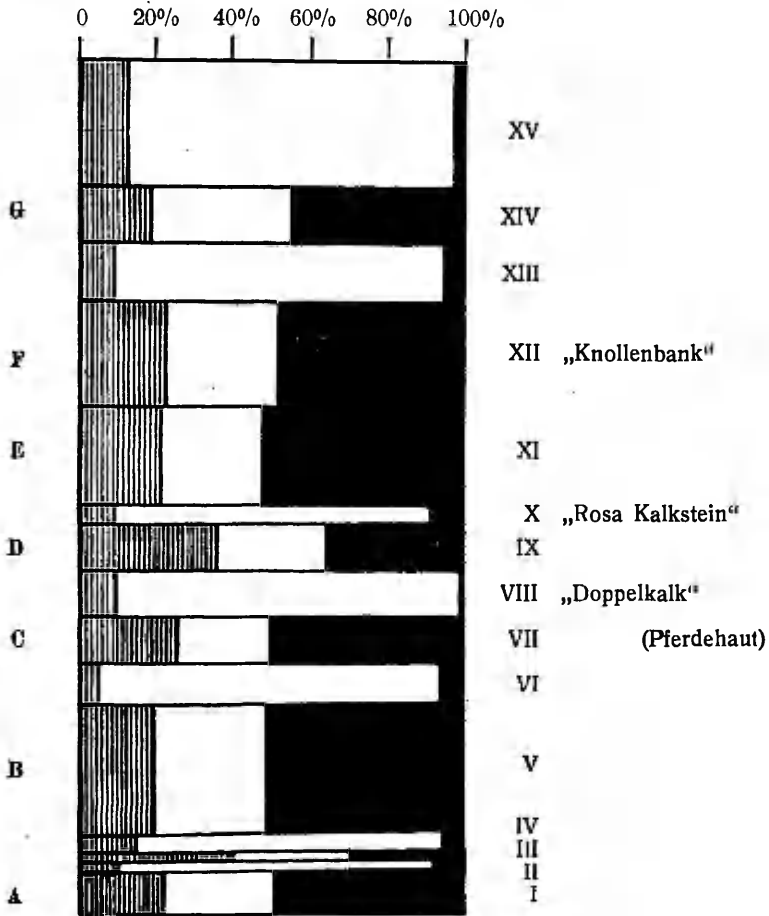


Abb. 25. Beziehungen von Ton (Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , K_2 , Na_2O , gestrichelt) und Kalkbestandteilen ($CaCO_3$, $MgCO_3$, weiß) zur Menge der organischen Stoffe (Kuckersit, schwarz).

Mächtigkeiten aus H. Bekker ¹¹). Schnitt „Järve 11“; etwa 1:45 im Lotrechten.

Die Größe der einzelnen schwarzen Felder kann als Maß der Abbauwürdigkeit der entsprechenden Flöze dienen.

¹⁰ Beiträge zur Kenntnis der Kukruse- (C_2-C_3) -Stufe in Eesti III. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A XIII¹¹¹ S. 12.

¹¹ Strat. and Pal. Supplements on the Kukruse Stage, Dorpat 1924 S. 7

11 (2). Abbauverfahren.

Das unmittelbare Gewinnen nutzbarer Bodenschätze im oberirdischen Abbau wird Tagebau genannt¹. Die Eröffnung eines Tagebaues geschieht durch den „Einschnitt“. Für die Wahl des Angriffspunktes ist in erster Linie das Verhältnis der Mächtigkeit der Decke zu der des zu fördernden Gutes, hier des Schiefers, maßgeblich. Nach Möglichkeit ist eine Stelle auszuwählen, wo der Schiefer im Verhältnis zur Decke am mächtigsten vorliegt. Dadurch stellt sich das Abräumen des Zwischenmittels, des tauben Kalksteines, wohlfeiler. Die taube Gangart kann in den verlassenen Tagebau zurückgeworfen werden.

Beim Fertigstellen des Einschnittes muß das Deckgebirge und anschließend daran auch das Schieferpaket, im Bereich des Einschnittes entwässert werden. Im Kuckersittfelde ist in der Regel mit Wasserandrang zu rechnen, doch läßt sich dieser Schwierigkeit oft leicht begegnen. Meist finden sich in der näheren Umgebung natürliche Spalten und Risse im Untergrunde, in denen sich das Wasser verliert (wasserschluckende Brunnen) oder Flußläufe, denen das Wasser zugeleitet werden kann. Im schlimmsten Falle wäre ein Ableitungsgraben bis zur Meeresküste herzustellen.

Die Vorteile des Tagebaues gegenüber dem Grubenbetriebe bestehen in der leichteren Gewinnung der Lagerstätte, z. T. mittels Bagger, Ersparung des Ausbaues, Verwendung in der Hauptsache ungelerner Arbeiter, einfache Beaufsichtigung. Durch die Entwicklung der Baggervorrichtung ist diese Betriebsart wesentlich gefördert. Einzelheiten sind aus den Abb. 26, 27, 28, 29 und 30 zu erkennen. Zu beachten ist die eingezeichnete Stoßbreite.

Die Abbauweise richtet sich nach der Härte der angetroffenen Deckschicht, dem Einfallen und der Mächtigkeit der Brennschiefer-

¹ Siehe F. Kögler, Taschenbuch für Berg- und Hüttenleute, Berlin 1924 S. 190; 257; 450—451.

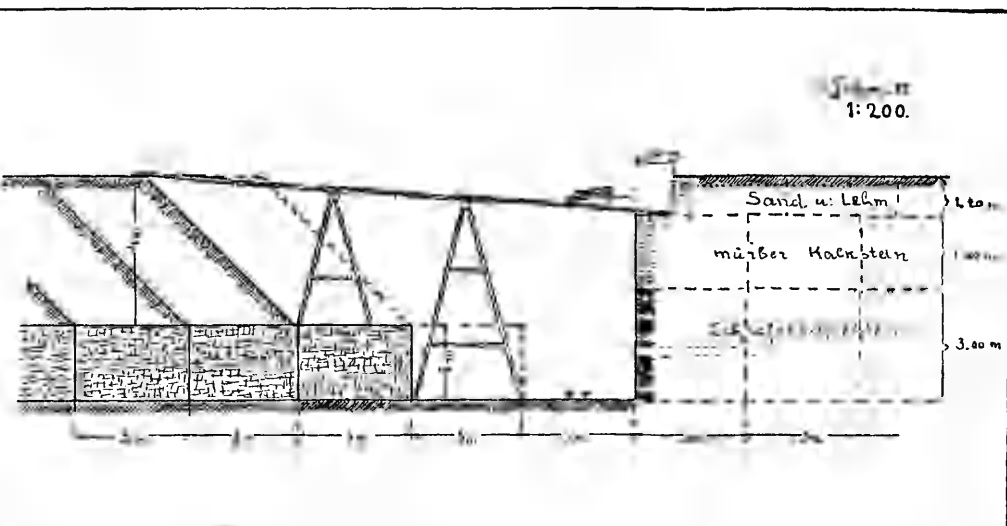


Abb. 26. Schnitt durch den von Hand betriebenen Tagebau.

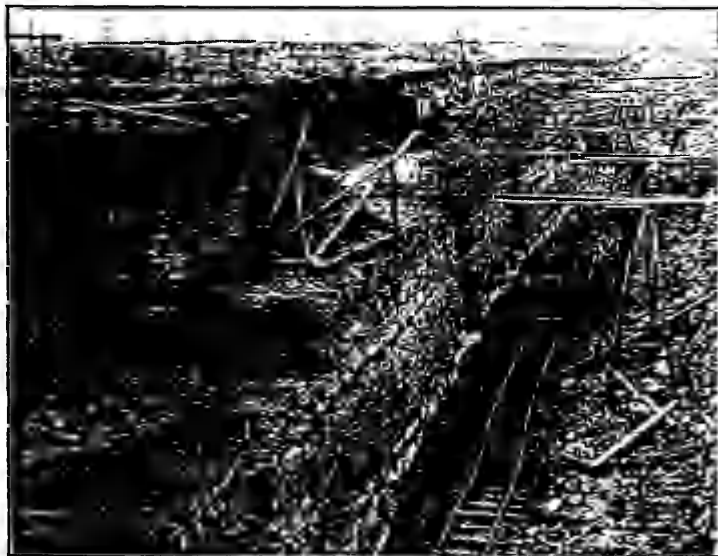


Abb. 27. Offener Tagebau in Kochtel.

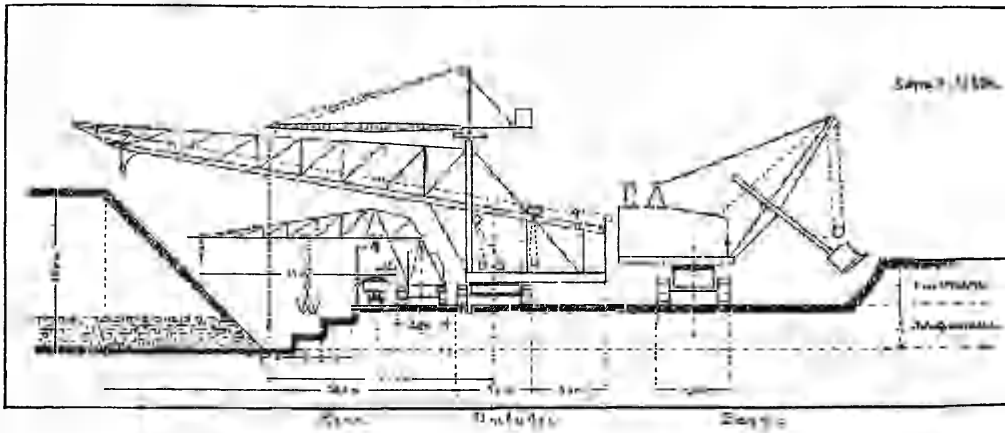


Abb. 28. **Baggerausrüstung.**



Abb. 29. **Bagger der Grubenverwaltung Küttejoud².**

² Aus Scheel's Review Nr. 2 (9) 1928 S. 14.

flöze. Durch den harten Winter, dem Regenzeiten vorausgehen und nachfolgen, macht sich der Einfluß der Witterung auf die Arbeitsleistung nachteilig bemerkbar.

Vom Wechsel der Witterung so gut wie unabhängig ist der Abbau in Form von Schächten, Stollen und Strecken. Nach dem Verwendungszweck sind diese einzuteilen in Förder-schächte, Wetterschächte, Anfahrstrecken und Tagesstrecken, welche in der Lagerstätte selbst hergestellt werden. Bei starker Decke wird der seigere Schacht wegen der besseren Förderungs-



Abb. 30. Tiefbau in Kuckers.

möglichkeit und der geringeren Unterhaltungskosten dem geneigten vorgezogen.

Der Bestimmung des Schachtansatzpunktes hat eine sorgfältige Untersuchung des Grubenfeldes voranzugehen, wobei in der Hauptsache erdkundliche Verhältnisse, dann aber auch betriebliche Erwägungen, stärkere oder schwächere Besiedelung der Tagesoberfläche, die Möglichkeit des Grunderwerbs und der Anschluß an die Eisenbahn oder einen Wasserweg mitsprechen.

Für jeden Grubenbetrieb sind 2 fahrbare Tagesausgänge vorgeschrieben. Der Abbau erfolgt in wagerechten Scheiben.

Die bisherigen Tiefbaue (Stollen) haben ausschließlich Handbetrieb mit Pferdeförderung auf den Hauptstrecken. In der Hauptsache wird eine Art vereinigter Pfeiler und Strebbau, in Kuckers

auch eine Art Stoßbau mit einer Stoßlänge bis zu 50 m betrieben. Die Sprenglöcher werden von Hand mit Drehbohrmaschinen hergestellt. Elektrische Bohrmaschinen haben sich wegen der wechselnden Härte des Gesteins nicht bewährt.

Die Flöze werden vom Hangenden zum Liegenden abgebaut. Der Stollen-Querschnitt ist rechtwinklig; das Auszimmern oder Abstützen durch Grubenholz vorgeschrieben. Die anfänglich eingehaltene Stollenbreite von 3—4 m läßt sich an gegebenen Stellen gefahrlos überschreiten. Es ist selbstverständlich, daß die Schächte dauernd nachgesehen werden müssen, abgesehen davon, daß auch die Bergbehörde dieses verlangt.

In oberirdischen, bis 5 m tiefen Einschnitten steht die Förderleistung der des Tiefbaues nicht nach, fällt aber mit zunehmender Tiefe und sinkt insbesondere in der kühleren Jahreszeit; sie beträgt dann höchstens 1—1,3 t in 8-stündiger Schicht⁸. Im Abbau unter Tage erreicht die Leistung eines Arbeiters 1,4—3 t, wozu das Einführen von Bohrmaschinen, Verwenden von Sprengstoffen (s. d. folg. Abschnitt), Beleuchten mit Azetylenlicht statt des früher benutzten Leuchtöles und das Verrechnen der Arbeiter im Stücklohn beigetragen hat. Auf den m² Abbaufäche ist durchschnittlich mit 2 t Schiefer zu rechnen.

Die ersten Grubenbauten im Kuckersitfelde entstanden Ende des Jahres 1916, nahe demselben Angriffspunkt, auf dem später die staatlichen Betriebe Fuß faßten. 1920 wurde der von den Russen begonnene Abbau von der estländischen Regierung übernommen, anfänglich in kleinem Maßstabe fortgesetzt, dann aber erfolgreich fortentwickelt. Nach 8-jähriger Betriebszeit war die Weglänge der Arbeitsstrecken auf 20 km, die Länge der Schienengeleise auf 15 km gewachsen. In wenigen Jahren war das Werk zu einem verzweigten bergbaulichen Großbetriebe vorgeschritten, mit über 400 Bergarbeitern, allen übrigen, dem gleichen Zweck dienenden estländischen Unternehmen in Größe, Umfang und Bedeutung vorauseilend. Im Jahre 1918 sind 164 t Brennschiefer gefördert worden, woran das staatliche Unternehmen allein Teil hatte; 1927 förderten die Staatsbetriebe in Kochtel und Kuckers 255.747 t, die privaten Gesellschaften 142.000 t. Im Zeitraum 1918—1928 gehoben und Sonderzwecken zugeführt sind im Ganzen an 1,8 Mill. t.

⁸ Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928 S. 60; 70; C. Gäbert, Der estnische Ölschiefer (Kuckersit) 1928 S. 30.

12 (3). Sprengstoffe im Brennschieferabbau.

Wird von verhältnismäßig flächenarmen Gebieten abgesehen, in denen der Brennschiefer mit Brechhebewerkzeugen gewonnen werden kann, dann kommen für den Massenabbau, sowohl in offenen Gruben als auch unter Tag, nur Sprengstoffe in Frage.

In der nördlichen Zone des Kuckersitausstreichens wird der Schiefer in offenen Gruben gehoben; diese Zone ist kaum 5 km breit. In den sich nach S zu erstreckenden Lagern muß durchweg mit Untertag-Arbeit gerechnet werden.

Die Wahl des Sprengstoffes richtet sich nach den gegebenen Arbeits- und Arbeiterverhältnissen. In der offenen Grube liegt meist verhältnismäßig trockenes Gestein vor. Bei unbegrenzter Luftzufuhr braucht auf Nachschwaden im Schuß keine Rücksicht genommen zu werden. Im Winter ist mit niedriger Luftwärme, mit Kälte und Frost, ausnahmsweise mit 30° unter Null zu rechnen. In den Stollen tritt oft Grundwasser auf. Die Luftwärme ist hier das Jahr über gleichbleibend, meist unter $+8^{\circ}$ C. Mit Rücksicht auf den begrenzten Luftumsatz soll der Sprengstoff wenig und nach Möglichkeit unschädliche Gase entwickeln. Auf heiße Stichflammen braucht infolge Fehlens von explosivem Staub nicht geachtet zu werden.

Vorläufig geht 92%—93% der gesamten Förderung an Brennschiefer auf das Erzeugen von Wärme, ein kleiner Teil wird zum Gewinnen von Öl verbraucht. Dieses Verhältnis kann sich ändern und in wenigen Jahren umkehren. Jede dieser Verbrauchsarten stellt ihre Ansprüche an die Größe und Gleichmäßigkeit der beim Sprengen anfallenden Stücke. Da die Brennschieferflöze zwischen Kalkstein eingeschlossen liegen, muß das Sprengen so vor sich gehen, daß der Brennschiefer in gleichmäßige Stücke zerfällt; ohne sich mit dem Kalkstein zu mischen. Durchschnittlich werden aus 1 m^3 Sprenggut rund 760 kg Schiefer erhalten, das übrige ist Kalkstein und Feinzeug. Somit beträgt die Ausbeute rund 50%.

Da sich auf rechnerischem Wege nicht bestimmen läßt, welcher Sprengstoff unter jeweilig gegebenen Verhältnissen der zweckdienlichste ist, sind am Gestehungsorte Zweckprüfungen vorgenommen worden. Geschossen wurde sowohl in offener Grube wie im Stollen und in letzteren sowohl bei breitem als schmalem Abbau.

Die Versuche ergaben, daß Dynamite unter $+10^{\circ}$ C. einfrieren und daher für den ständigen Untertag-Abbau auszuschließen sind; nur bei außerordentlich nasser Arbeit wären sie nicht zu umgehen.

Den günstigsten Ausfall an Stücken erster Nachfrage geben Defensit¹, Astralit², Chloratit und Lignosit.

Wegen ihrer festen Rückstände, die sich später mit dem Gestein vermischen und wegen des Nachschwadens, der die Atmungsorgane belastigt, scheiden aus: Ammonit und Chloratit.

In einzelnen Fällen zeigt das Defensit mit etwa 8% Ngl.³ bereits im Bohrloch ein Gefrieren. In anderen Fällen erweist sich Astralit, der etwas schwachen Packung wegen, als wasseranziehend.

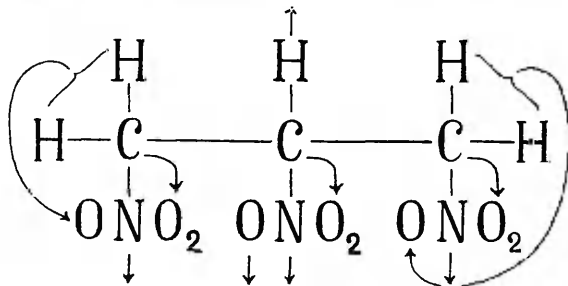
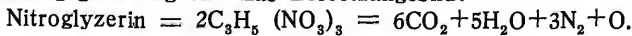
In letzter Zeit sind noch Versuche mit Tauchsprengstoffen hinzugekommen, einem fast ausschließlich aus Kaliumchlorat bestehen-

^{1, 2} Astralit und Defensit werden meist in folgender Zusammensetzung geliefert:

	Astralit.	Defensit.
Ammonsalpeter	80%	76%
Nitroglycerin	4%	7,5%
Trinitrotoluol	14%	14,5%
Holzmehl	2%	—
Ferrosilizium	—	2%

Beide gehören zur Klasse der „handhabungssicheren“ Ammonsalpeter-Sprengstoffe.

³ Ngl. = Nitroglycerin Nobel von 75% Nitroglycerin neben 25% Gur und Talkum. Einen Einblick in die Leistung des Sprengmittels gewähren die Zersetzungsgleichung und das Zersetzungsbild:



den Sprengkörper, der in ein Öl, etwa Nitrobenzol, getaucht wird. Diese Zweiteilung bietet den Vorteil, daß der Unterhalt eines, allen gesetzlichen Forderungen entsprechenden Sprengstofflagers fortfällt, weil die getrennt aufbewahrten Anteile erst nach gegenseitiger Durchdringung den Sprengstoff ergeben. — Dem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, daß dieses Sprengmittel unangenehme Nachschwaden entwickelt und daher im Untertag-Abbau unwendbar ist; ferner fallen die Schüsse, dem nicht immer gleichmäßigen Durchtränken zufolge, auch ungleich aus; endlich aber zählen Unglücksfälle bei dem reibungsempfindlichen Chlorat-Tauchsprengkörper nicht zu den Seltenheiten. Sie sind mehr als 1,5mal so groß, wie beim Anwenden von Ammonsalpetersprengstoffen und stehen nur hinter denjenigen des Schwarzpulvers zurück⁴.

Zahlgemäß entfallen von 205 Unglücksfällen 51 aufs Arbeiten mit verschiedenen Chloratiten, 38 auf verschiedene Ammonite, von denen sich wiederum 17 beim Laden und Besetzen des Bohrloches gegen 3 bei Ammoniten ereigneten und 4 Fälle auf Sprengstoffreste von Ammoniten im Abraum verteilten. — Es ist daher anzunehmen, daß in Zukunft Chlorat-Tauchsprengstoffe außer Gebrauch kommen werden!

Tauchsprengstoffe in Verbindung mit flüssiger Luft bedingen eine Luftverflüssigungsanlage nahe dem Verbrauchsorte. Der Gedanke: Kuckersitmehl mit flüssiger Luft getränkt zum Sprengen zu benutzen, erscheint schon deswegen aussichtslos, weil 60—70% feste Rückstände des verbrennenden Kuckersits eine Rauchbelästigung nach sich ziehen würden.

Mithin beschränkt sich die Anwendung flüssiger Luft + Kuckersitmehl auf Aufräumarbeiten im offenen Gelände und aufs Steinsprengen. Erprobt ist das Gemisch nicht. Nach anderenorts gemachten Erfahrungen werden die Feuergefährlichkeit der flüssigen Luft, das Abdunsten der getränkten Schußhülse und die dadurch bedingte Ungleichmäßigkeit des Schusses nachteilig empfunden. Den Vorzug der Gefährlosigkeit vergessener Abschüsse teilen sie mit noch anderen „Sicherheitsprengstoffen“.

Somit weisen sich im Kuckersitfelde diejenigen Sprengstoffe als zweckdienlich aus, die im Trauzl-Block eine Ausbauchung

⁴ Schießunfälle und ihre Verhütung, in „Nobelheften“, Zeitschrift f. Schießwesen und Technik, April 1928.

von 300—400 cm³ ergeben, in ihrer Verwendungsform kein Wasser anziehen, keinen Nachschwaden hinterlassen und nicht einfrieren.

Diesen Anforderungen entsprechen: das deutsche Astralit mit 4% Ngl. im weicherem Gestein und das schwedische Defensit im härteren Gestein. Die gerügten Eigenschaften beider Sprengstoffe lassen sich beim Astralit durch sorgfältige doppelte Packung und stärkeres Paraffinieren beseitigen.

Im Anschluß an das Vorhergehende wäre noch die wirtschaftliche Seite zu untersuchen. Die z. Z. arbeitenden Brennschiefergruben geben an, daß zum Sprengen von 1 m³ Gestein, je nach den waltenden Verhältnissen, durchschnittlich 0,185—0,335 kg Ammonsalpeter-Sprengstoffe, 0,7—1,3 Sprengkapseln und 0,3—0,9 m Zündschnur aufgehen. Der Verbrauch schwankt, außer in Abhängigkeit von der Härte des Gesteins, auch je nachdem, ob es sich um einen Abbau in offener Grube oder in schmalen oder breiten Stollen handelt. Endlich spielt die Art der Verrechnung mit dem Arbeiter für den verbrauchten Sprengstoff eine Rolle.

Es ist ein Unterschied, ob der Arbeiter den Sprengstoff frei erhält und nur Arbeitslohn verrechnet, oder ob er für den gewonnenen Brennschiefer bezahlt wird, und der Sprengstoff zu seinen Lasten geht. Werden die Selbstkosten des Sprengmittels frei Arbeitsstelle in betracht gezogen, sowie diejenigen des gewonnenen Brennschiefers frei Bahnwagen ohne weitere Unkosten, so sind die Kosten des verbrauchten Sprengmittels nebst Zubehör auf etwa 20—28% der Gestehungsunkosten des Schiefers einzuschätzen. Die für allgemeine Ausgaben, Abschreibungen u. s. w. anfallenden Unkosten richten sich nach dem Widerstand des angeschnittenen Schichtenverbandes, sind aber örtlich wenig unterschieden. Das Verhältnis zu den Gesamtunkosten läßt sich nur von Fall zu Fall errechnen. In großen Zügen festgehalten, betragen die Selbstkosten an Sprengstoffen mit Nebenkosten etwa 6%—7% vom Marktpreise des Schiefers.

13 (4). Aufbereitung.

Aus dem Abbau aus dem Schoße der Erde geht der eigenartige Bodenschatz noch nicht gebrauchsfertig hervor. Für nicht wenige Sonderzwecke muß der Schiefer besonders zugerichtet werden. Der Schmelofen verlangt eine gewisse Stückgröße, der Planrost eine andere Stückgröße wie der Treppenrost, die Staubfeuerung ein Vermahlen bis zur Feinkörnigkeit. Allen diesen Ansprüchen kann im Bergwerk nicht nachgekommen werden, jedoch wird versucht, durch den Vertrieb von 4 Sorten den verschiedenen Verbrauchern entgegenzukommen.

Zur Verfügung des Käufers stehen ab Bahnhaltepunkt Schieferblöcke ausgelesen, in Blöcken unausgelesen, kleinstückig und mittelfein. Eine in wallnußgröße ausgesiebte Sorte des Staatsbetriebes trägt die Bezeichnung I-b und wird vielfach gefragt. Beim Sprengen und Brechen geraten Steintrümmer in das Fördergut, viel taubes Gestein stammt auch aus dem Flöze selbst. Die Hauptmenge Verunreinigungen, Kalk- und Kieselknollen, wird auf dem Arbeitsstoß entfernt und zum Versatz zurückgelassen; beim Sieben und Verladen ausgelesener Abfall muß zurückgefördert werden. So besitzt die A.-G. Kütte-Jöud eine eigene Verladeanlage, zeitgemäße Sichtanlagen und Trockenschuppen zur Vorratstrocknung für den Winterversand. Auch die staatlichen Gruben verfügen über leistungsfähige Aufbereitungsvorrichtungen und Lagerräume.

Feuchter Schiefer gefriert im Winter zu großen Klumpen, deren Entladung aus den Eisenbahnwagen schwierig und kostspielig ist¹. Durch Regen oder Schnee naß gewordener Schiefer wird zum mindesten für Heizzwecke in seinem Wert beeinträchtigt. Daher eignen sich zu seinem Versand nur geschlossen überdachte Wagen.

Versuche, den im Schmelbetriebe lästigen Pyrit aus dem Schiefer zu entfernen, haben zu keinem nennenswerten Erfolge geführt.

¹ C. Gäbert, Der estnische Ölschiefer (Kuckersit) 1928 S. 27.

Einen von der Beschaffenheit des angeschnittenen Flözes abhängigen Abfall bildet das Kleinzeug, das in der Größe eines Staubkornes bis zum Durchmesser 1 cm beim Sieben und Umladen des Kuckersits zurückbleibt. Feinzeug in dieser Form eignet sich weder zum Verheizen noch zum Verschwelen².

Häuft sich der Abfall, wird er entweder in Walzenpressen zu eiförmigen, 50—100 g schweren Stücken gepreßt (Steinöl A/G) oder in Trommeln nach Zusatz von wenig Wasser so lange um und um geschüttelt, bis die Masse zu Kugeln verhärtet, somit nodulisiert ist (Sillamägi). Aus dem Nodulisieren zu klein ausgefallene Körner können in die Trommel zurückgegeben werden, damit sie nach Zugabe von mehr Staub zur gewünschten Größe anwachsen.

² Bei ungleicher Korngröße der Schwelmasse erklärt es sich, „daß ein in Deutschland unternommener Versuch, im Heller generator den Estlandschiefer zu verschwelen, trotz der dabei aufgewandten Sorgfalt keine Befriedigung gezeitigt hat.“ A. Spiegel, Über Schieferöle, Zeitschr. f. angew. Chemie 34. Jahrg. 1921 S. 322 u. 326.

14 (5). Unmittelbares Verwerten des Rohsteines.

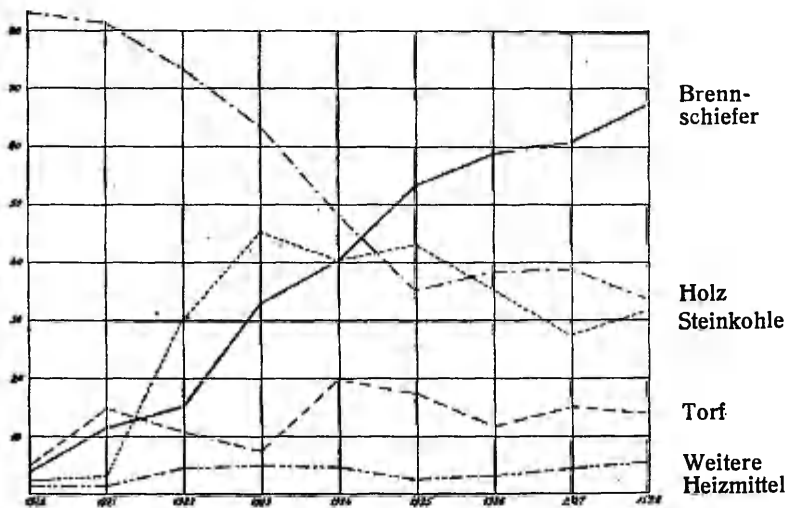


Abb. 31. Estlands Brennstoffverbrauch 1918—1928.

Nach Angabe des staatlichen Zählamtes in 1000 Kubikfaden zu 9,71 m³ Brennholz umgerechnet.

Wie in der geschichtlichen Einführung ausgeführt, gab den ersten Anstoß zum Ausbeuten des Kuckersits der Heizstoffmangel in Kriegszeiten. Diese, das wirtschaftliche Leben von Land und Stadt einengende Not ist mit der Zeit weniger drückend geworden, rief aber in den Kriegs- und Nachkriegsjahren einen hemmungslos betriebenen Raubbau des Waldbestandes hervor, dem Einhalt geboten werden mußte. Zufuhren von Stein- oder Braunkohlen kamen nicht in Betracht, da die vormaligen Bezugsländer, England durch

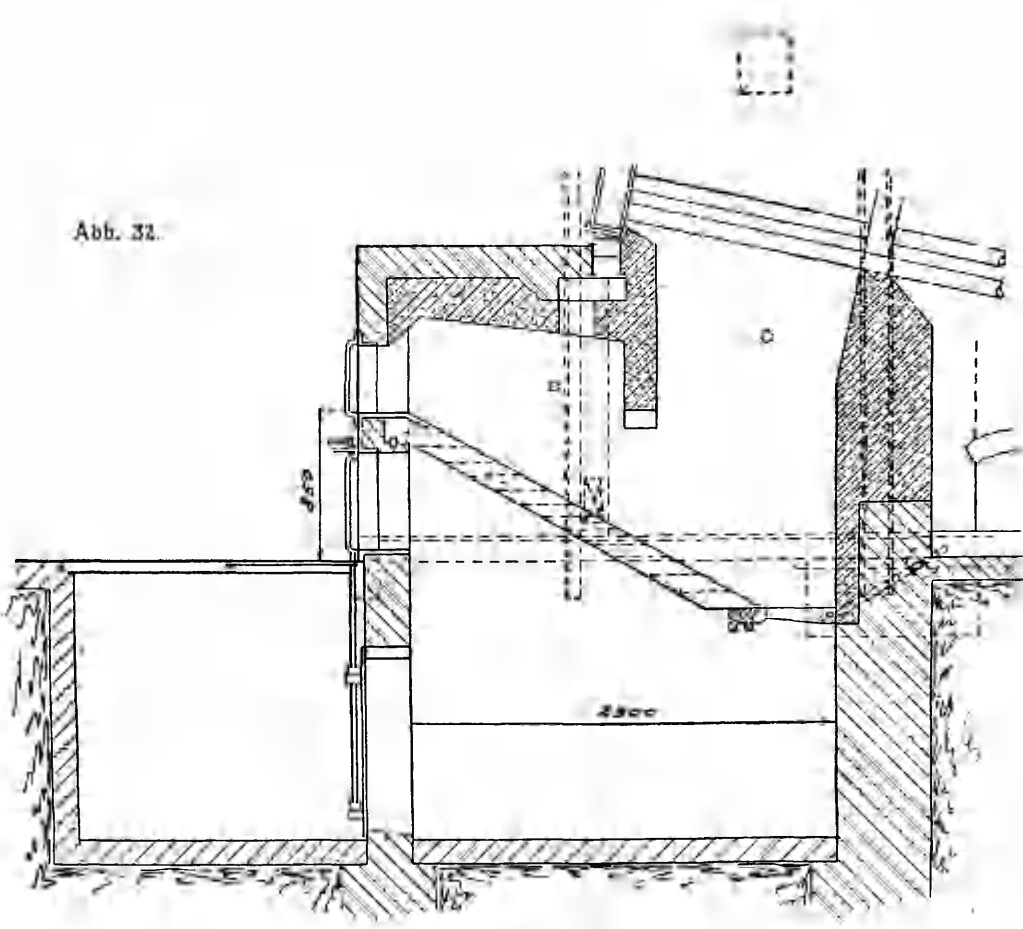
Arbeitseinstellung, Rußland durch Wirren geschwächt, keine Hilfe bringen konnten. In dieser Zwangslage richtete sich die Aufmerksamkeit der estländischen Regierung auf den Bodenschatz im eigenen Lande.

Anfangs waren die Vorurteile gegen einen „Ersatz“ zu bekämpfen, später galt es auch das Ausbeuten des „brennenden Steines“, „pölevkivi“, wie er bald volkstümlich genannt wurde, sicher zu stellen. Durch die regsame Werbetätigkeit angezogen, fanden sich schließlich Verbraucher in allen Bevölkerungsschichten. Auf die Dauer hielten aber nur Großabnehmer am neuen Behelfe fest. Die Eigenheiten des Kuckersits: in Stichflammen zu brennen, bei nicht ausreichender Luftzufuhr viel Ruß abzuscheiden, die ungewohnten Aschenmengen, ließen ihn für Stubenöfen und Kochherde ungeeignet erscheinen. Sein Verbrennungsvorgang verlangt mehr Luft wie gewöhnliche Feuerstellen hergeben. Auch die Heizroste der Großverbraucher erforderten, um sich dem Brennschiefer anzupassen, Umbauten. Schließlich fehlte der Entscheid, ob der Brennstoff in Stücken oder in Mehlform verwendet werden sollte. Erst nachdem die Bahnverwaltungen von der anfangs bevorzugten Staubfeuerung abgegangen waren, und sich entschlossen hatten das Brennmittel in Stücken zu verbrauchen, gewann der Brennschiefer die Vorhand. Aus Vergleichen mit dem früheren Holzaufwand war die Überlegenheit des Brennschiefers, auch Torf und Steinkohle gegenüber, zu erkennen. Seither sind alle Lokomotiven der Klein- und Großbahnen Estlands mit Plan- oder Schüttelrosten für Schieferheizung versehen.

In folgerichtiger Weiterentwicklung hinzugekommen sind jüngst mit Brennschieferöl angetriebene Schnellzugslokomotiven; am Ölpreise scheitert die allgemeine Einführung.

Dem Beispiel der Bahnverwaltung folgten Großbetriebe. Ortsfeste, für Steinkohle oder Holz eingerichtete Dampfkesselanlagen wurden zu Wanderrost-Feuerungen umgebaut. Diese Maßnahme erwies sich aber als wenig geeignet, weil der Brennschiefer rollen oder fallen muß; damit seine Einzelstücke von allen Seiten Feuer fassen. Mehr Erfolg brachte die Treppenrost-Feuerung, in der die Beschickung mechanisch bewegt ins Rollen kommt. Ein gesiebter Schiefer im Stückdurchmesser zwischen 10 und 50 mm eignet sich am besten für diese Beschickungsart. Weitere Einzelheiten ergeben sich aus den eingefügten Zeichnungen: 32, 33, 34.

Abb. 32.



Von Hand beschickte Brennschieferfeuerung der städtischen Waschanstalt. Maßst.: 1:42.

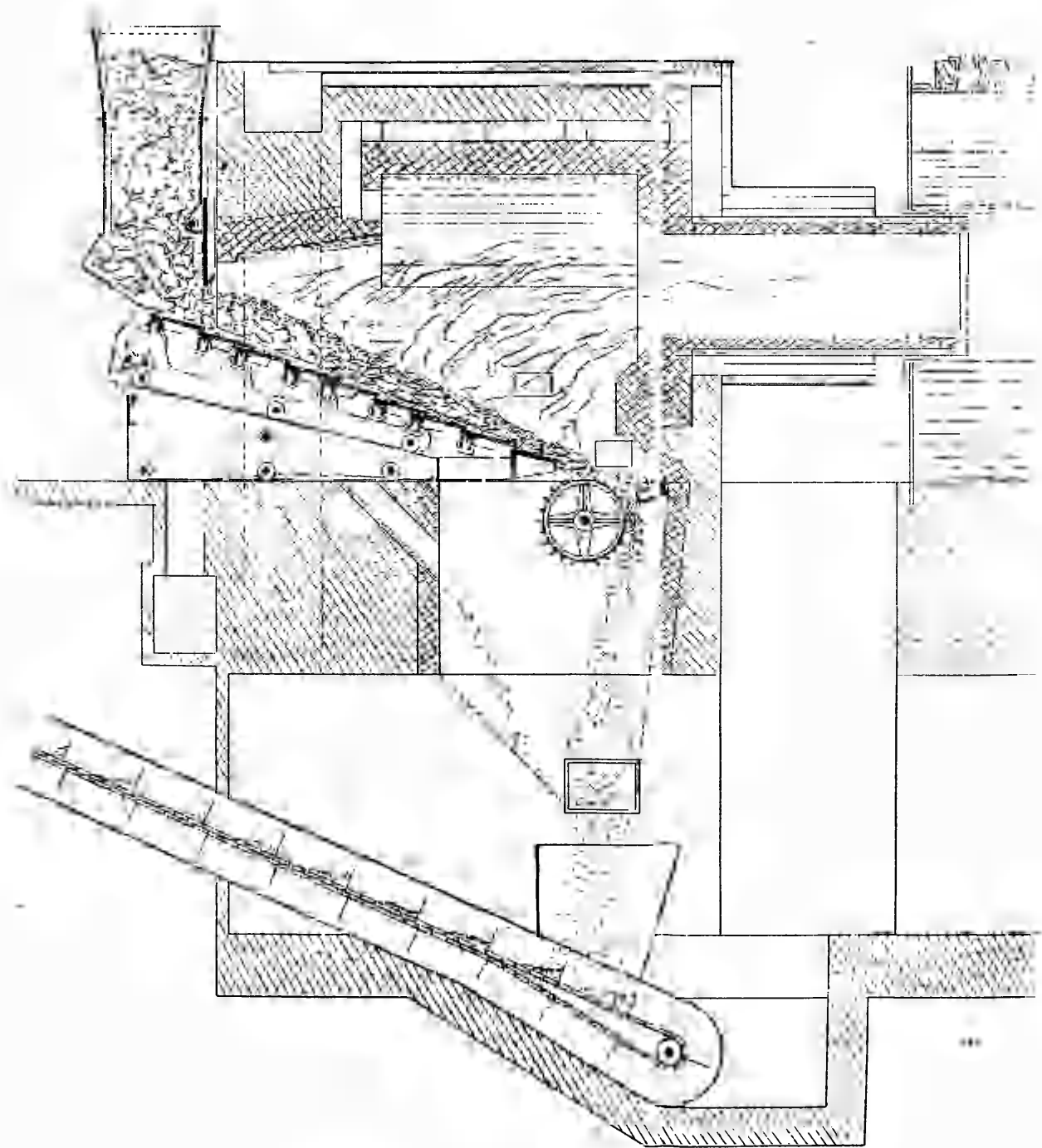


Abb. 33. Die Brennschieferfeuerung der Baltischen Baumwollspinnerei zu Reval 1927
(zu Seite 162/163)

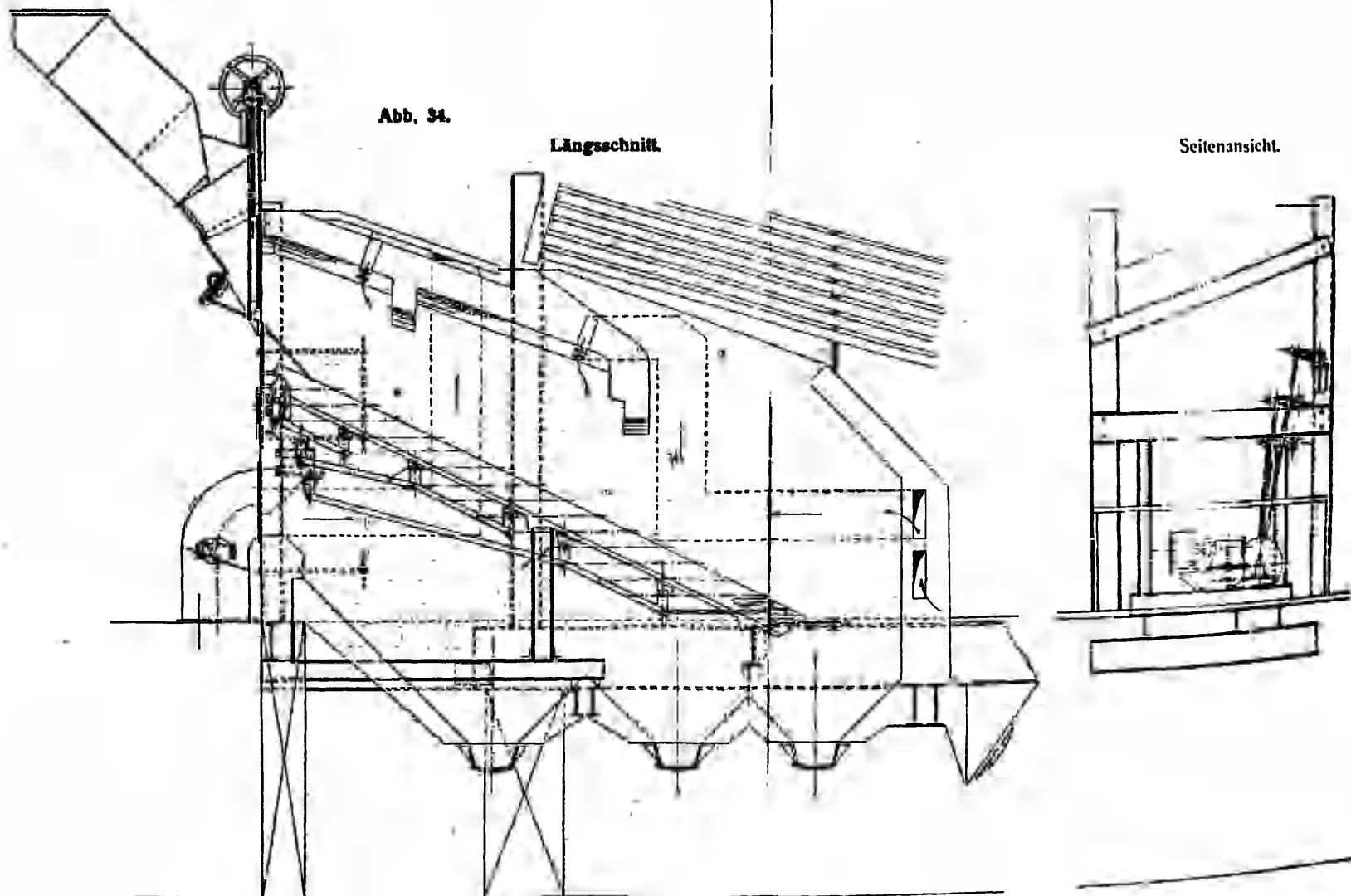


Abb. 34.

Längsschnitt.

Seitenansicht.

Schnitt durch die selbsttätig beschickte Brennschieferfeuerung des städtischen Kraftwerkes zu Reval. Maßst.: 1:60.
 Heizfläche: 363 m²; Rostfläche: 12,96 m² Hersteller Maschinenbauanstalt „Ilmarine“.

Der untere Heizwert des Schiefers schwankt zwischen 3560 WE bis hinab zu 2200 WE, in Abhängigkeit von seinem Gehalt an Asche und Feuchtigkeit und dem Verwitterungszustande¹.

Der Luftbedarf wird mit 8—10 kg auf je 1 kg Kuckersit angegeben. Bei der Luftüberschußzahl von 1,3 sind bestenfalls 13,4% Kohlendioxyd im Fuchs zu erwarten. Bewirkt die auf dem Heizrost aufgestaute Hitze von 800° bis 1250° C ansteigend ein Abtrennen des Kohlendioxydes aus dem nie fehlenden Kalziumkarbonat, dann steigt auf Kosten des Heizerfolges der Kohlendioxydgehalt im Rauchgase. 10% Feuchtigkeit (H₂O) setzen die Leistung um 6 WE herab, 10% Karbonat (CaCO₃) um 4,3 WE.

In Steinmüller-Wasserrohrkesseln mit eingebautem Wärmefang (Economiser) und Dampfüberhitzer für 15 Atm. und 350° C kann die Rostbelastung bis auf 325 kg/m²/Stunde getrieben werden, wobei sich 30 kg Dampf je m² und Stunde erzeugen lassen.

Durch niedrige Schütthöhe des Brennstoffes wird örtliches Verschlacken vermieden, so daß in seinem gesamten Querschnitt eine gleichmäßig wirkende Brennstoffoberfläche erhalten wird.

Als Höchstwärme ist unter der mit Brennschiefer beheizten Kesselwand 1100°—1350° C gemessen worden. Diese von Stichflammen begleitete Hitze verlangt viel Sorgfalt beim Ausmauern des Ofengewölbes. In den vom Feuer bestrichenen Feuerzonen halten allein hochfeuerfeste Baustoffe stand. Die alkalische Asche verträgt sich nur mit tonigen Ziegeln, denen besonders wenig Quarz beigegeben ist. Je mehr Kieselsäure der Stein enthält, um so eher verbindet er sich mit der Asche, wird von ihr angefressen, sogar aufgelöst.

Bewährt haben sich dänische Steine der Marke $\frac{DChF}{A}$ und gewisse Marken der Stettiner Schamottefabrik, vorm. Didier, die einen auf Jahre hinaus ohne Erneuerung vorhaltenden Baustein abgeben.

Während der stärksten Beanspruchung eines Kraftwerkes wurden feuerfeste Steine verschiedener Art und Herkunft dem zum Heizen verwendeten Schiefer mitgegeben. Die Steine unterlagen 2—3 Stunden lang der Einwirkung von 950°—1300° C. Zwischen Einwurf und Entnahme aus dem Aschenfänger verstrichen nicht unter 4 Stunden, längstens 6½ Stunden Zeit. Nach Verlassen

¹ In Zurechtstellung der von D. Hold e, Kohlenwasserstofföle 6. Aufl. 1924 S. 396 gegebenen Zahlenwerte.

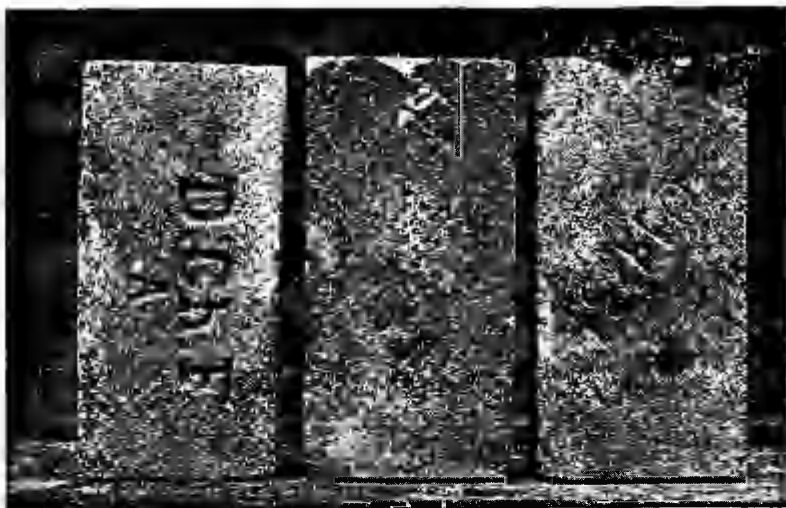


Abb. 35. Im Kuckersitfeuer gelegene Gewölbesteine.

Lichtbildaufnahme von Carl Schneider.

Maßstab 1:4,2.

- Mitte: Von 18 Rissen durchsetzter Stein, klingt beim Anschlagen wie ein zerbrochener Topf.
- Links: Von 6 behandelten Steinen wies einer einen kurzen Riß auf. Alle Steine klingen beim Anschlagen voll.
- Rechts: Rissig, klingt wie ein zerbrochener Topf. Schlacke an- und eingeschmolzen.

des Heizrostes kühlte plötzlich einströmende Luft die Steine bis auf Außenwärme ab. In 12 Versuchen zeigten saure Steine eine Verringerung des ursprünglichen Rauminhaltes, basische einen geringen Raumzuwachs.

Ebenfalls zu den Großverbrauchern zählen die einheimischen Zementwerke. Der Brennschiefer wird in gemahlenem und vorge-trocknetem Zustande der Feuerung zugeblasen. Die bequeme Bedienung, leichte Regelbarkeit der Flamme gibt bei geringstem Luftüberschuß eine vorzügliche Brennstoffausnutzung.

Über die Art des Vermahlens, die zweckdienlichste Art das Mahlgut vorzutrocknen, ist wenig an die Öffentlichkeit gedrungen. Nur soviel steht fest, daß die Zerkleinerung nicht so weit getrieben zu werden braucht, wie bei der Verwendung von Steinkohlen; sie kann sogar gröber ausfallen wie sie in der Braunkohlenstaubfeuerung üblich ist. Beim Trocknen zu hoch getriebenes Erhitzen hat durch

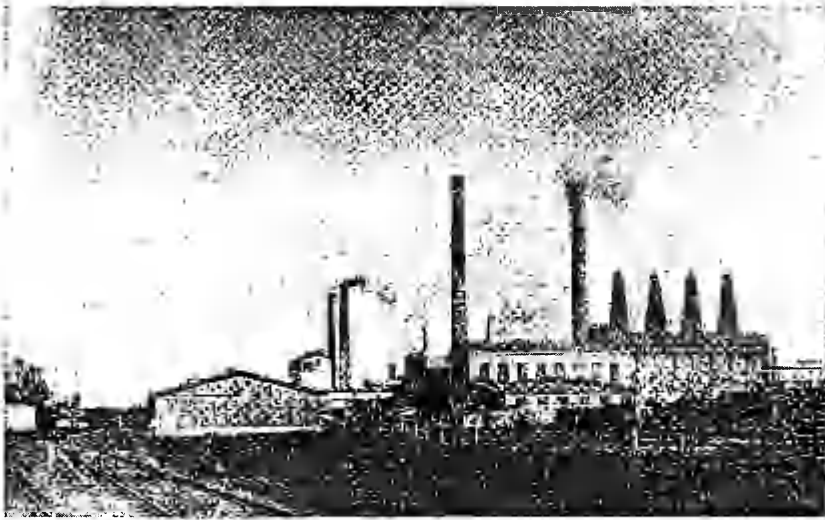


Abb. 36. Zementfabrik Kunda.

Infreiheitsetzen entzündlicher Öldämpfe wiederholt folgenschwere Explosionen hervorgerufen.

In eigenartiger Weise ist, von verschiedenen Seiten gleichzeitig (s. 226) der Versuch gemacht worden, den Kukkersit durch Anwärmen in unmittelbar asphaltähnliche Körper überzuführen. Dazu genügt 2-stündiges Erhitzen auf 370° oder ein 30-stündiges Halten bei 330° — 340° C. Die unter verschiedenen Bedingungen erhaltenen Massen zeigen zwischen 38° — 79° C liegende Erweichungsgrade und erweisen sich in ihren Eigenschaften zusammenfallend mit natürlichen Asphalten. Neben dem, beim Fertigstellen von Leicht- und Schwerölen überreichlich anfallenden Kunst-Asphalt dürfte gerade diesem Erzeugnis die Gleichberechtigung schwer fallen.

¹ H. W. Klever und K. Mauch, Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit“ 1927 S. 14, 15 u. 25. S. a. Estl. Pat. 471 und 617. Nähere Angaben daselbst.

15 (6). Verwendung des Rohsteins.

1. IM GASWERK.

Aus Not in Kriegszeiten, als Ersatz für Steinkohlen verwandt, hat sich der Kuckersit innerhalb weniger Jahre seine Berechtigung zu den besten gasliefernden Stoffen gezählt zu werden, erworben. Anfänglich brachte ihm seine vorstechende Eigenschaft 10—15mal mehr Asche zu hinterlassen wie Steinkohle, Gegner; die schlechte Eignung seines Koks für gewerbliche Zwecke, Feinde. Erst nachdem die Güte des aus ihm gewinnbaren Gases erkannt war, fand der Kuckersit Abnehmer und Verbraucher.

Die ersten Großversuche zur Herstellung von Leuchtgas aus Kuckersit fallen in das von Krieg und Unruhen erfüllte Jahr 1917. Die Gewerbe-Hochschule in St. Petersburg ersetzt in ihrer Gasanstalt die immer schwieriger zu beschaffenden Steinkohlen durch Kuckersit. Der Erfolg ist vielversprechend. Monatlang werden weitausgedehnte Räume, Hörsäle, Wohn- und Nebengebäude mit Heiz- und Leuchtgas versorgt, mit einem Wärmewert von 4900—5000 Kalorien. Zum Vergasen des Kuckersits dient eine Holzfeuerung, nachdem der für Koks bestimmte Feuerraum umgebaut und erweitert worden war; auf den Kuckersit als Hitzequelle überzugehen, wagte man noch nicht. Die beim Vergasen des Kuckersits erzielte Ausbeute beträgt nur 220 m³ je t.

Bessere Ausbeuten, 276—311 m³/t, erreicht das Revaler Gaswerk in den Jahren 1920—1928, das umschichtig englische und russische Kohlen, deutsche Kohlen und Kuckersit vergast. In gleicher Weise behandelt geben selbst beste Gaskohlen weder so hohe Ausbeuten, noch so hochwertiges Gas wie der Kuckersit. Umänderungen bestehender Einrichtungen sind nicht nötig; das aus ihm gewonnene Gas läßt sich in jeder für Gaskohlen geeigneten Vorrichtung waschen und trocknen, messen und aufbewahren. Weil

es nur wenig Schwefel mit sich führt, halten Reinigungskästen, einmal mit Raseneisenerz beschickt, monatelang vor. Es enthält reichlich Benzoldampf, der nicht nur frühere, aus Kohlengas stammende Naphthalinverstopfungen löst, sondern das Rohrnetz von neu entstehenden Naphthalinausscheidungen frei hält.

Trotz aller Vorzüge haften dem Kuckersit gewisse Eigenheiten an, die der Steinkohle fremd sind. Unbequem ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit des unveränderten Steines. Größere, etwa 18—20 cm im Durchmesser haltende Stücke schwelen nicht in der üblichen Schmelzeit ab, was im Rückstand am braunen, kaum veränderten Kern zu erkennen ist. Auch backt aus den Flözen B und E stammender Kuckersit leicht zusammen und behindert das Entgasen. (In stehenden oder stark geneigten Retorten würde sich dieser Vorgang besonders geltend machen!) Dagegen schwelen passend klein gewählte Brocken, in nicht zu hoher Schicht gehäuft, restlos aus, d. h. bis auf einen Rest von 6—12% Kohlenwasserstoffen, den richtig garen Kuckersitkoks, der genau wie garer Steinkohlenkoks den elektrischen Strom leitet.

Wird der ausgeschwelte Stein warm aus der Retorte gezogen, fängt er, an die Luft gebracht, alsbald Feuer und verhält sich in dieser Beziehung dem Steinkohlenkoks ähnlich, hinterläßt jedoch nicht wie dieser einen geringen Aschenrest, sondern 52% bis 70% Rückstand. Statt nun den Rest organischer Anteile außerhalb der Retorte verbrennen zu lassen, müßte vor dem Ziehen, nach dem Goffinverfahren¹, überhitzter Wasserdampf in den glühenden Ofeninhalt eingeleitet werden, wodurch sich Wassergas und eine beträchtlich gesteigerte Gasausbeute ergeben würden. In Laboratoriumsgroßversuchen erhielt L. R ü b e n b e r g² auf diesem Wege aus Retorten mit 25 kg-Füllung, abgesehen vom Schwelgase, 62 Raumteile H₂ neben 6 CH₄, 16 CO und ebensoviel CO₂, also richtiges Wassergas in ungeahnten Mengen. Selbstverständlich wäre das Kohlendioxyd nachträglich auszuwaschen gewesen.

Den Ablauf der Entgasung zeigen nachstehende, von R. v. W e i s s e³ ermittelten Werte.

¹ Das Gas- und Wasserfach 62. Jahrg. 1919 S. 253, 729; Jahrg. 1922 S. 74; 66. Jahrg. 1923 S. 180.

² H. v. Winkler, ebenda 70. Jahrg. 1927 S. 368—371.

³ H. v. Winkler, Eestimaa geologia 1922 S. 85.

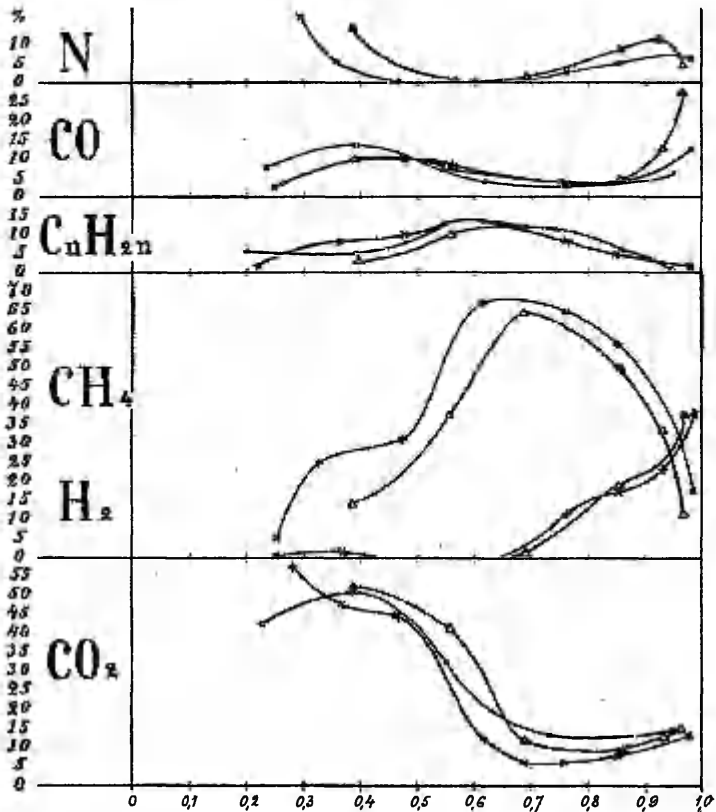


Abb. 37. Der Entgasungsvorgang im Kuckersit.

Die Wärmezufuhr stieg allmählich innerhalb 5 Stunden auf 600° C.

Von allen Erscheinungen, die sich im Betriebe mit Kuckersit geltend machen, ist die Erhöhung des Gasgewichtes gegenüber dem Steinkohlengas am auffallendsten und gibt sich beim Zumischen von Kuckersitgas zum Kohlengas sofort zu erkennen. Auf Luft bezogen, führt die Erhöhung bis auf das 1½fache des Kohlengases.

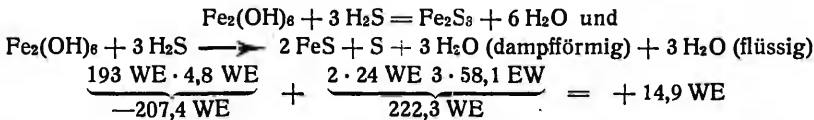
Der aus dem Vergasen anfallende Kuckersitteer beträgt 4—5,5%, hält sich also in den Grenzen des aus Steinkohlen gewonnenen. Was ihn aber auszeichnet, ist seine Eignung zum Wetterfestmachen von Dachdeckungen. Zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ seines Gewichtes dem Steinkohlenteer beigemischt, deckt er, in erwärmtem Zustande aufgetragen, besser wie schwedischer Dachlack und trocknet schneller wie dieser.

Eine Veredelung des Teeres durch Aufarbeiten in Feinöle, Farbkörper, Säuren oder Hanze würde erst dann in Betracht kommen, wenn Überschüsse zur Verfügung ständen. Bisher reicht die hergestellte Menge nicht aus, um der Nachfrage im eignen Lande zu genügen.

Ammoniak ist in so geringen Mengen im Rohgase enthalten, daß sich ein gewerbsmäßiges Aufarbeiten kaum lohnt. Dagegen könnten sich die beim Gasreinigen ergebenden Schwefelrückstände, $\frac{1}{2}$ der ausgebrauchten Reinigungsmasse, gut bezahlt machen.

Um das Kuckersitgas vom Schwefelwasserstoff zu befreien, wird es gleich dem Steinkohlengas in Betrieben älterer Art durch Reinigerkästen geschickt, in denen, auf Hülden ausgebreitet, alkalisiertes Raseneisenerz in mehreren Lagen übereinandergeschichtet, den Schwefel an sich reißt. Über die Aufnahme des Schwefels und die dabei einsetzende Wärmetönung geben nachfolgende Gleichungen⁴ ein Bild:

Absättigung.

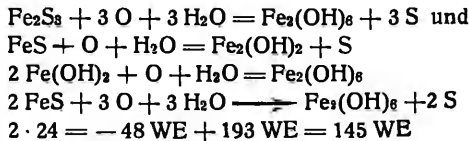


Beim Spalten von $3 \times \text{H}_2\text{S} = 102,2 \text{ g H}_2\text{S}$ werden demnach $14,9 \text{ WE}$ entwickelt; $1 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{S} = 1520 \text{ g}$ gibt somit $14,9 \times 1520 : 102,2 = 222 \text{ WE}$ ab.

Die Sättigung des Eisenerzes mit Schwefel findet nicht auf einmal statt, sondern erfolgt stufenweise. Nach dem Anlagern des Schwefels ist das Eisenerz merklich träge geworden, kann aber durch Zufuhr von Sauerstoff 10—12 Mal bis zur endgültigen Absättigung neu belebt werden.

Zu diesem Zweck ist es aus dem Reinigerkasten herauszuholen und an freier Luft auszubreiten; im Laufe weniger Stunden tritt dann unter starker Wärmeentwicklung die Wiederbelebung ein. Wird jedoch dem zu reinigenden Gase bis $2\frac{1}{2}\%$ Luft zugeführt, sättigt und belebt sich das Erz auf der Hürde des geschlossenen Reinigerkastens, wodurch Arbeit gespart wird und der Gasverlust beim Öffnen der Kästen fortfällt.

Wiederbelebung.



Aus 1 m^3 ($=1520 \text{ g}$) Schwefelwasserstoff entstandenes Schwefeleisen entwickelt bei der Wiederbelebung $145 \times 1520 : 102,2 = 2160 \text{ WE}$, also 10 Mal mehr Wärme wie bei der Schwefelung.

Im städtischen Gaswerk zu Reval enthielt die ausgebrauchte Reinigermasse 49%—52,6% Schwefel, bezogen auf wasserfreies Erz. Da der Erzverbrauch

⁴ Zumeist nach O. Pfeiffer, Heft 3 d. Vereinsschriften 3. Afl. 1916 S. 10.

nicht klein war, wären aus der ausgebrauchten Masse mehrere t Schwefel zu gewinnen gewesen.

Der Schwefelwasserstoff tritt nicht während der ganzen Dauer des Entgasens auf. Die Hauptmenge teilt sich dem Gase nach der beginnenden Hitzeeinwirkung auf den Kuckersit mit, um dann vorzeitig aufzuhören. Den im Mischgase angetroffenen Schwefel gibt P. Kogerman⁵ mit 12,95 g in 100 m³ an. Seine Menge reichte für den Schwefelbedarf beim Reinigen von Rohöl mit H₂SO₄ (Mündl. Mitt. v. B. Wehm).

2. IM HALBGASERZEUGER.

Von Vorversuchen⁶ abgesehen, in denen der Kuckersit in wenigen kg zur Anwendung kam, arbeitete die erste etwa 1 t Rohstein fassende Retorte unter der Leitung von M. Raud, zuerst in Reval, dann in K o c h t e l. Das senkrecht aufgestellte Gefäß wurde von außen erhitzt und gleichzeitig durchspült mit überhitztem Wasserdampf. Die Ausbeute erreichte etwa 10 vom Hundert Rohstein mit 0,96 Dichte des erhaltenen Rohöles.

Ebenfalls in K o c h t e l entstand der zweite Versuchsofen, dessen Ausbau Fortschritte gegenüber seinem Vorgänger aufwies, doch in der Leistung wenig befriedigte. Die von der A.-G. J. P i n t s c h - Berlin aufgestellte Vorrichtung verarbeitete 7—8 t Schiefer in 24 Stunden mit der Ausbeute von 11%—19%. Hergestellt wurden im Zeitraum 1921—1924 genau 1000 t Rohöl. Durch mangelhaftes Abfangen waren im Abgase 2—3 Teile Leichtöle auf 100 Teile Rohstein verloren gegangen, oder 10—15%⁷ des gewinnbaren Rohöls⁷. Diesem und noch anderen Mängeln sollten vervollkommnete Benzinwäscher einer Neuanlage, der jüngsten auf staatlichem Gebiet, abhelfen.

Beim Übergange zum verbesserten Großbetriebe wird der ausgediente Versuchsofen stillgelegt und abgerissen; die freiwerdenden Räume dienen erweiterten Aufgaben, — dem Veredeln von Ölen. Teile der alten Einrichtung kommen dem neuen Ölwerk zugute, das im Dezember 1921 zu arbeiten beginnt.

Diese gleichfalls von der A.-G. J. P i n t s c h - Berlin gelieferte Anlage besteht aus 6 stehenden Halbgaserzeugern (Generatoren),

⁵ Acta et comment. Universitatis Dorpat. A. III, 1922 S. 8.

⁶ Menell-Lukk 1921, Hafenerwerkstätten 1919 und verschiedenen anderen im In- und Auslande. S. Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928 S. 71.

K. Luts, Loodus (Die Natur), 3. Jahrg. 1924 5. 363 und P. Kogerman, The oil-shale industry of Estonia 1927 S. 21—23.

⁷ K. Luts, Loodus (Die Natur) 3. Jahrg. 1924 S. 363.

von je 48 m³ Inhalt und 12 m Höhe. Förderanlagen schaffen das Schwelgut in einen Turm, von wo es selbsttätig in den Empfangsraum gleitet und auf die Öfen verteilt wird. Aus dem Fülltrichter strebt das Schwelgut, der eigenen Schwere folgend, heißen Spülgasen zu. Bei etwa 400° C setzt die beschleunigte Ölabscheidung ein. Von Luftsaugern angezogen, mischt sich der Öldampf den Wasserdämpfen aus der Bergfeuchte und den Verbrennungsgasen aus der

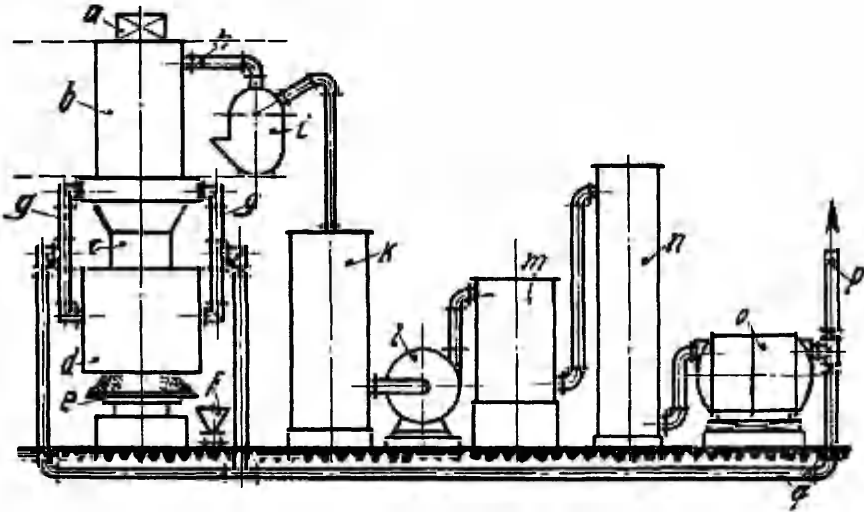


Abb. 33. Anordnung des Schwelverfahrens in Kochtel.

a. Aufschüttvorrichtung; b. Schwelschacht; c. Zwischenschacht; d. Halbgaserzeuger; e. Aschenschüssel; f. Aschenwagen; g. Umgangleitung; h. Schwelgas-Ausgang; i. Schwelgas-Sammelleitung; k. Vorkühler; l. Schwelgas-Gebläse; m. Teerscheider; n. Nachkühler; o. Wäscher; p. Ausblaseleitung; q. Kaltgasleitung.

unteren Zone des Halbgaserzeugers zu und streicht ölbeladen durch einen Vorkühler.

Etwa 500° warm fällt der ausgeschwelte Stein in den unteren Teil des Ofens, den eigentlichen Gaserzeuger, in dem der Halbkoks mit noch 15—20% brennbaren Anteilen Feuer faßt und die zum Schwelen nötige Wärme hergibt. Da die Verbrennungsgase die Brennzona zu heiß verlassen, wird ihnen Kaltgas unterwegs zugeblasen.

Die im Vorkühler verdichteten Öldämpfe fließen, vereint mit dem Öl, das sich in allen folgenden Kühlern abscheidet, in einen Was-

serabscheider. von dort in den Ölbehälter, während das Gas⁸, nachhaltig gekühlt und zwangsläufig geteilt, teils in die Schwelkammer zurückkehrt, teils zum Beheizen von Kesseln verwandt wird und der Überschuß in die freie Luft entweicht. Auch die letzten, zum Schluß erhaltenen Gase führen noch etwa 20 g/m³ Benzine; künftig sollen auch diese festgehalten und nutzbar gemacht werden. Öl-wäschen, Laugen- und Säurebottiche vollenden die Reinigung des



Abb. 39. Halbgaserzeuger, Kochtel.

Öles bis zur gewünschten Feinheit. Siedekessel, Prüf- und Lager-räume stehen nach Bedarf zur Verfügung.

Der Durchlaß beträgt 200 t je Tag, die Ausbeute durchschnittlich 16,4% des bergfeuchten Rohsteins. Der Wasserverbrauch schwankt zwischen 40—50 m³ in der Stunde, der Kraftaufwand erreicht 2400 Kilowattstunden.

Was den Staatsbetrieb unter allen ähnlichen heraushebt und für das Wirtschaftsleben Estlands zu unschätzbaren Werten prägt, ist die Zugänglichkeit des Unternehmens. Bereitwillig wird es einheimischen und zugereisten Fachleuten gezeigt; Hochschüler, Schüler und Lehrer finden Zutritt und sachkundige Führung. Zudem halten in Bild und Wort auskunftreiche Veröffentlichungen den Werdegang des in der Welt einzig dastehenden Gewerbes fest.

⁸ 740 m³/t mit 1242 Kal/m³, demnach stark verdünnt erhalten wird. In einer früheren Veröffentlichung berichtet K. Luts über die Beimengung von 18—19% CO₂, 70% N₂ und 0,2—0,6% O₂. Loodus, ebenda S. 364.

Besonders genannt zu werden verdient die, anlässlich des 10jährigen Bestehens der Staatlichen Schieferwerke entstandene, in estnischer Sprache herausgegebene Schrift: Rügi Pölevkivitööstus 1918—1928.

Hergestellt und vertrieben werden 17 gefragte Marktwaren. Die mittlere Zusammensetzung des Rohöles wird bei 16,4% Ausbeute aus bergfeuchtem Stein wie nachstehend beschrieben:



Abb. 40. Ansicht des staatlichen Betriebes.

Farbe: dunkel Rotbraun, mit grüner Fluoreszens
 Dichte: 0,990—1,066
 Flammpunkt: 83° C
 Zähigkeit: 20—40 E/20° C; 5,7 E/50° C
 Wassergehalt: 0,7—1,8%
 Reaktion: neutral
 Benzolunlöslicher Anteil: 0,3%
 Ungesättigte Anteile: 75—90%
 Phenole: 35—25%
 Schwefel: \approx 1%
 WE: 9457 kal/kg

Elementarzusammensetzung:

C	81,26%	. . . . .	83,17%
H	10,15%	. . . . .	9,74%

O	7,26%	. . . . .	. . . . .
N + O . . . . .		. . . . .	6,09%
N	0,25%	. . . . .	. . . . .
S	1,08%	. . . . .	0,92%
Cl . . . . .		. . . . .	0,08%

Da der Rohstein im Aluminiumklotz verschwelt 24,1%¹ Ölanteile ergeben hatte, betrug die Werkausbeute 68% des Schwelwertes nach Fischer. Das Öl wird zu Heizzwecken in den Handel gebracht, ein Teil jedoch durch Wegsieden in flüchtige und schwerer flüchtige Anteile zerlegt.

Beim stückweisen Sieden (der fraktionierten Destillation) erweisen sich bis 100° C übergehende Anteile als farblos; bis 160° fortgesetzt stellt sich beim Sieden (nicht immer) ein leichtes Rot ein, das durch Säurebehandlung des Öles schwindet; über 160° tritt eine strohgelbe bis gelbe, sehr haftende Farbe auf, die beim Stehenlassen des Öles nachdunkelt. In noch höheren Wärmegraden übergehende Anteile sind, in engen Grenzen aufgefangen, grasgrün. Wird das Öl ohne Zeitverlust luftdicht eingeschmolzen, behält es die Färbung bei. Der Luft und dem Tageslicht ausgesetzt, nimmt das Öl Sauerstoff auf, wird braun, dann braunrot, zuletzt schwarzbraun. Gleichzeitig finden innere Umlagerungen statt, es wird dickflüssig, bis es schließlich zu einem springend harten Lack eintrocknet.

Ein sprunghaftes Umlagern kommt auch in der Wärme zustande, was sich durch plötzliches Wasserausscheiden bei etwa 172° C zu erkennen gibt.

Die Dichte übergehender Anteile steigt gleichlaufend mit den Siedegrenzen:

bis 100° C	unter	0,6/20° C
„ 200° C	„	0,7/20° C
„ 300° C	„	0,8/20° C
„ 400° C	„	0,9/20° C

Von dieser Regel abweichend weisen Teilstücke des in Kochtel gewonnenen Öles bereits bei 100° C die Dichte von 0,71/20° C; bei 200° die Dichte von 0,806—0,855/20° C auf, werden also von Stufe zu Stufe um ein Zehntel schwerer.

Das Ölwerk in Kochtel war längere Zeit die einzige Anlage, die Rohöl betriebsmäßig verarbeitet. Erhalten werden 50% Destillate neben Schmierölen und um 35% Pech. In Verlust gerät 10—15%¹ des Ausgangsöles.

¹ Nach Riigi Pölevkivitööstus 1918—1928 S 51 und 83 und P. Kogerma n, The oil-shale industry of Estonia 1927 S. 27 und Loodus 1924 S. 336, 346.

Zum Übertreiben dient eine 1,2 t fassende Blase.

Außer einem „Zweimal aufbereiteten Treiböl“ (kaks korda destilleeritud mootornafta) mit nachstehenden Eigenschaften:

Dichte: 0,86—0,90.

Flammpunkt: 57°—60° C.

Phenolgehalt: 5—8%.

Ungesättigte Anteile: 50%.

WE: 10290 kal/kg.

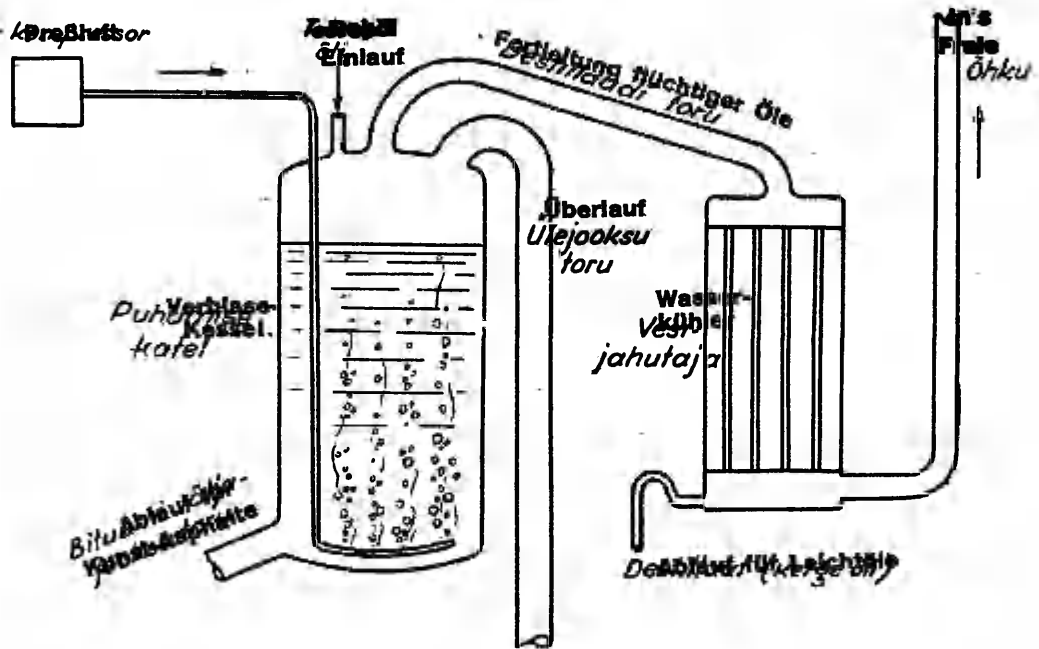
Beim Sieden gehen über zwischen:

150°—200° C . . . 15—30%

200°—250° C . . . 35—45%

250°—300° C . . . 35—20%

Eindicken durch Verblasen. *Bituumi puhumise skeem.*



werden **geblasene Schweröle** und Estobitumen, **Kunst-Asphalte**, in mehreren Marken hergestellt. Techn. Blatt zur Abb. 41 auf S. 175

Das Verblasen geschieht in einem stehenden, mit 8—10 t Rohöl beschickten Kessel, durch den Preßluft gedrückt wird, wobei der Kesselinhalt nur zu Anfang erwärmt zu werden braucht; späterhin reicht die Vereinigungswärme aus der Sauerstoffaufnahme aus, um 8—10 Teile vom Hundert des behandelten Öles abzutreiben. Diese werden von Kühlern festgehalten dem Betriebe wieder zugeführt. 80% gehen in Weichasphalt über. Verluste entstehen durch Gas-

Zum Übertreiben dient eine 1,2 t fassende Blase.

Außer einem „Zweimal aufbereiteten Treiböl“ (kaks korda destilleeritud mootornafta) mit nachstehenden Eigenschaften:

Dichte: 0,86—0,90.

Flammpunkt: 57°—60° C.

Phenolgehalt: 5—8%.

Ungesättigte Anteile: 50%.

WE: 10290 kal/kg.

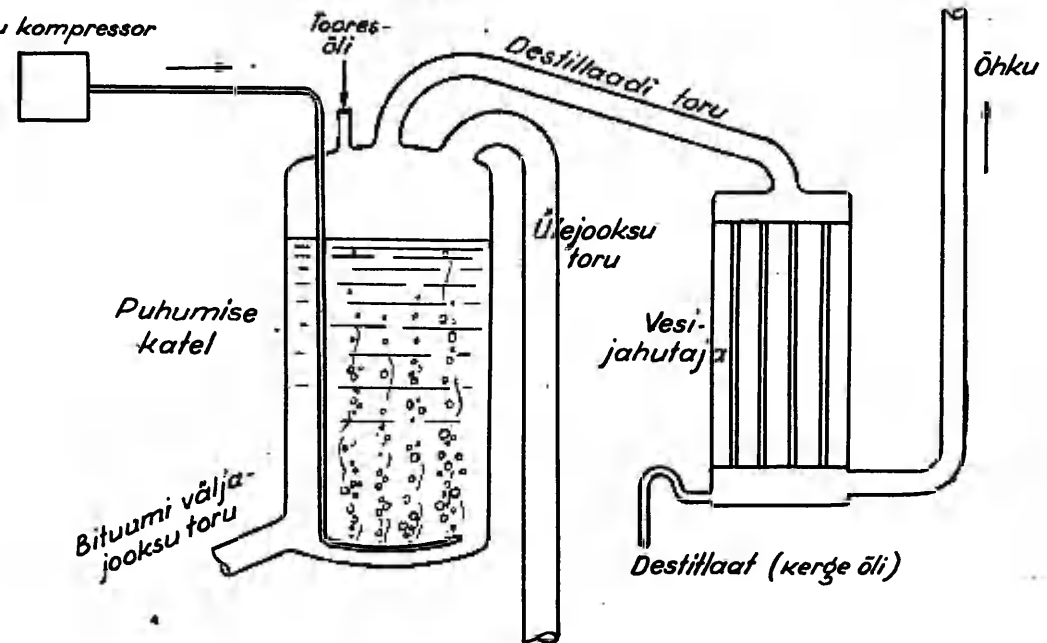
Beim Sieden gehen über zwischen:

150°—200° C . . . 15—30%

200°—250° C . . . 35—45%

250°—300° C . . . 35—20%

Bituumi puhumise skeem.



werden **geblasene Schweröle** und **Estobitumen**, **Kunst-Asphalte**, in mehreren Marken hergestellt.

Das Verblasen geschieht in einem stehenden, mit 8—10 t Rohöl beschickten Kessel, durch den Preßluft gedrückt wird, wobei der Kesselinhalt nur zu Anfang erwärmt zu werden braucht; späterhin reicht die Vereinigungswärme aus der Sauerstoffaufnahme aus, um 8—10 Teile vom Hundert des behandelten Öles abzutreiben. Diese werden von Kühlern festgehalten dem Betriebe wieder zugeführt. 80% gehen in Weichasphalt über. Verluste entstehen durch Gas-

und Wasserabspaltung. Je längere Zeit das Verblasen fortgesetzt wird, um so härter wird der Asphalt, um so höhere Schmelzpunkte stellen sich ein; zugleich wachsen die Verluste.

Zusammenfassend lassen sich die Grenzzahlen der Asphaltmarken wie folgt wiedergeben:

Erweichungspunkt nach Kraemer-Sarnow . . .	18°—65°—79° C
Dichte	1,07—1,09
Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff	98,5—99,5%
Schwefel	0,9%
Asche	0,3—0,5%
Flammpunkt, dem Erweichungsgrade entsprechend . . .	180°—220° C

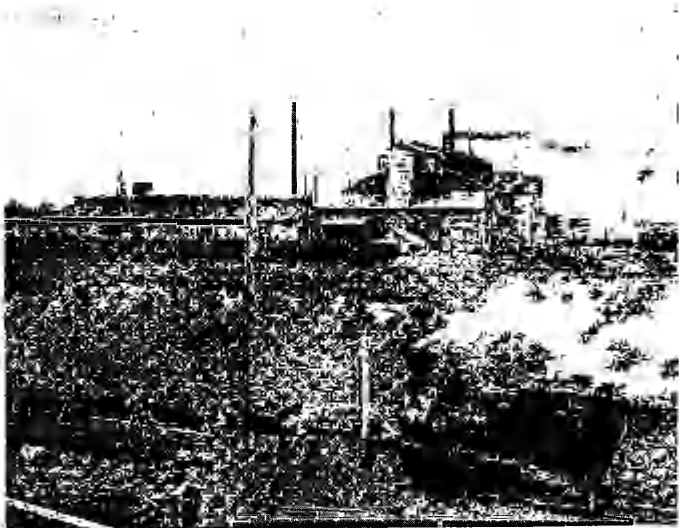


Abb. 42. Versuchsanlage Wanamöis.

Die leichter schmelzenden finden Absatz zur Straßenbedeckung, die härteren zum Herstellen von Dachpappe.

Steigende Verwendung zum Tränken von Bahnschwellen, Grubenhölzern u. dergl. mehr finden die beim Behandeln von Roh- und Zwischenölen mit verdünnter Natronlauge anfallenden **Phenolate**. Das 20—30% Phenolat zählt zu den gefragten Ausfuhrwaren.

Mit einem liegenden, außen beheizten Drehofen eröffnete 1924—25 die **Estonian Oil Development Syndicate, Ltd.** in Wanamöis ihren Betrieb. Aus ihrer für den eigenen Bedarf eingerichteten Grube standen die besten zum Schwelen geeigneten Flöze zur Auswahl.



Abb. 43. **Estländische Steinöl A.-G.** 1926.

Das Schwelgut wurde von der Drehung des Ofenmantels mitgenommen und umgestürzt, wobei ein „hopper“ die Innenwände vom backenden Brennschiefer freihalten sollte. Sich häufende Verklebungen und die kleine Durchlaßkraft gestatteten keine sichere Führung des Betriebes. Zudem wurde die beabsichtigte Tagesleistung von 24 t nicht erreicht. Zwar befriedigte das erhaltene Öl in bezug auf seine Beschaffenheit, doch genügte die Ausbeute so wenig, daß der Ofen stillgelegt werden mußte⁸).

Mit sicherer Zielsetzung arbeitet seit 1922 die **Estländische Steinöl A.-G.**, nahe dem Eisenbahnhaltepunkt Isenhof, mit eigenem,



Abb. 44. **Estl. Steinöl A.-G.**



Abb. 45. **Wanderrost.**

⁸ Abbildungen des Drehofens und der Reinigungsanlage geben K. Luts, Loodus 1924 S. 360 und P. Kogerman, The Oil Shale . . . 1927 S. 29.

ausgedehntem Grubenbetrieb, eigenem Verladebahnhof und einem Versuchsofen, der alle früheren an Leistung übertrifft. Er besteht aus 2 wagerecht angeordneten Wanderrosten mit dem Durchlaß von 50—75 t. Auf dem höher gelegenen schwelt die Beschickung ab, auf dem tieferen geht das Verbrennen des Schwelkokes vor sich.

Schwierigkeiten, die sich aus den backenden Eigenschaften des Brennschiefers ergaben, nötigten zur Aufgabe auch dieser Schwel-einrichtung.

1928 entsteht eine Neuanlage in Form eines Kanalofens mit dem Durchsatz von 75 t je Tag. Mit Brennschiefer beladene Wagen werden heißen Spülgasen entgegengeschickt. Die Gase erhalten durch zwischengeschaltete Überhitzer die zum Schwelen nötige Hitze. Das überhitzte Gas überträgt seine Wärme auf das Schwelgut. Das ölbeladene Gas gibt Öle und Benzine an Kühler ab. Das Spülgas darf die Wärme von 500° C nicht überschreiten; höhere Wärmegrade werden durch Verteilung auf ansteigende Mengen Gas ausgeglichen. Durch stückweises Verdichten gelingt es Leichtöle von Schwerölen getrennt aufzufangen. Der die Kühlvorrichtungen verlassende Gasüberschuß, etwa 50 m³ je t Schiefer, dient zum Beheizen der Überhitzer. Zum Anlassen des Ofens kommen Ölbrenner in Anwendung, die nach und nach durch Gasbrenner ersetzt werden.

Zu rechnen ist mit folgenden Ausbeuten für Schiefer mit 42—45% organischer Masse:

1. Benzine bis 200° (0,78/20° C)	5%
2. Mittelöle (0,95—0,97/20° C)	15%
3. Weichasphalt (30°—40° C nach Kraemer-Sarnow . . .	5%
	25%

Das Gesamtöl weist eine Dichte von 0,93—0,95 auf neben 2—3% Benzinunlöslichem und nicht über 0,02% Verunreinigungen an Benzolunlöslichem.

Das hier hergestellte Mittelöl und Schwerbenzin hat bereits seinen Weg auf den Weltmarkt gefunden. Sie sind unmittelbar verwendungsfähig zu Trieb- oder Heizzwecken oder können zum Vergällen von Alkohol benutzt werden, der dann als Triebstoff für Kraftfahrzeuge Verwendung findet. Der Endzweck des Mittelöles beruht auf der Eignung zu Spaltvorgängen. Kaum ein anderes Öl eignet sich so gut zum Herstellen von Spaltbenzinen. Vorversuche

ergaben 40—50% Benzine, von anderer Seite werden noch höhere Ausbeuten gemeldet.

Abgesehen von dem anfallenden Kraftgase würde sich die Schlußausbeute wie folgt stellen:

Benzin, gereinigt	12,0%
Weichasphalt	7,5%

Sämtliche Kuckersitbenzine lassen sich ohne Weiteres zu wasserhellen, nicht nachdunkelnden, markfähigen Ölen mit hoher Klopfestigkeit umwandeln⁹.



Aufbereitung u.
Werkstätten

Schmelofen u.
Ölverdichtung

Benzin-
anlage

Veredelungsanlage für Öle

Tank-
anlage

Abb. 46. Estländisches Ölschieferkonsortium Sillamägi.

Die 1929 im Strandorte Sillamägi in Betrieb gekommene Schwelanlage des schwedischen **Ölschieferkonsortiums**, ist auf demselben Grundgedanken wie die vorherbeschriebene, aufgebaut. Der Ofen ist größer, die Durchlaßfähigkeit reicht an 300 t, der Tagesertrag an 40 t Benzine.

In öffentlichen Zapfstellen für Kraftwagen vertriebenes Benzin weist nachstehende Merkmale auf¹⁰:

⁹ Bandte, Erdöl und Teer 1927 S. 601; E. H. Riesenfeld, Auto-Technik 1926 Nr. 22 v. Okt.

¹⁰ Angabe der Prüfstelle Kochtel, Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928 S. 87—88.

Farbe: hell gelblich.
 Farbe: hell gelblich.
 Dichte: 0,76.
 Doktor-test: süß.
 Schwefel: 0,43%.
 WE: 10955.

Siedebeginn: 62° C.

Siedeanalyse:

62°—80°	5,2 cm ³
80°—100°	29,0 „
100°—120°	28,8 „
120°—140°	23,2 „
140°—160°	12,8 „

99,0 cm³



Abb. 47. Eisenfaß in Walzenform.

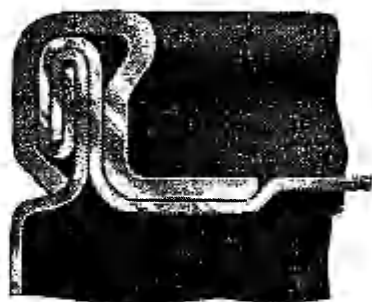


Abb. 48. Befestigung der Böden
im Kopf-Querschnitt 1:1.

Von anderer Seite untersucht ¹¹, ergab sich die Dichte von 0,750, Abwesenheit von Mineralsäuren, restloses Abdunsten auf Filterpapier, ohne einen Fettfleck zu hinterlassen. Gerühmt wird das stoßfreie Verbrennen im Antrieb von Kraftfahrzeugen, die dadurch gesteigerte Mehrleistung im Lastenfördern und Bewältigen von Wegstrecken ¹².

Außer dem vorgenannten Erzeugnis geht, unter dem Namen Fraktorbenzin, ein Schwerbenzin mit den Siedegrenzen 135°—220° C in Handel.

Schließlich ist das Rohöl zu erwähnen, das im Wettbewerb mit dem Kochtel'schen Rohöl im Schnellzugsverkehr der estländischen Bahnen zum Antriebe ölbeheizter Triebwerke dient.

¹¹ E. Lubi, Auto, 1. Jahrg. 1928 S. 168.

¹² Vergl. A. Puksov, ebenda S. 126—127.

In bezug auf das Herstellen von Asphalt und Nebenerzeugnissen sind alle die beschriebenen, im Betriebe stehenden Werke einander gleichgestellt; jedoch ist der Ertrag abhängig von der Marktlage und beherrscht von den eigenen Selbstkosten.

Das kleine Hinterland ist bald versorgt. Auf die Dauer bestehen können die Werkanlagen nur, wenn sich die Güte ihrer Erzeugnisse den Weltmarkt erobert.

Zum Versenden größerer Ölmengen sind Tankwagen, Tankschiffe, Metallbehälter und eiserne Fässer gebräuchlich. Eine Rohrleitung vom Werk aufs Schiff war in Sillamägi in den nahbelegenen Hafen vorgesehen.

Fässer mit gefalzten Böden besitzen vor den geschweißten den Vorzug besserer Handlichkeit und Sicherheit gegen das Zusammendrücken. Asphalte werden in Brotform oder in Holzbütten vergossen verschickt. Das Ölschieferkonsortium in Sillamägi zieht Behälter aus Eisenblech vor, die in eigenen Werkstätten hergestellt werden.

Zum Vergleiche des Rauminhaltes von Ölfässern in Litern, amerikanischen und englischen Gallonen, können die nachstehenden Ziffern dienen:

180 Liter	=	48	american gallons	=	40	imperial gallons
190	„	=	50	„	=	42
200	„	=	53	„	=	44

3. Bezeichnung der verschiedenen Erzeugnisse in Einzelländern.¹

Deutsch	Estland Eesti estnisch	Lettland Latvija lettisch	Finnland Suomi finnisch	Schweden Sverige schwedisch	Dänemark Denmark dänisch	Russland SSSR russisch	Polen Polska polnisch	Tschechoslo- vakei Českoslo- venska CSR tschechisch	Rumänien Romania rumänisch	Frankreich France französisch	England Great Britain englisch	Amerika USA englisch	Süd-Amerika spanisch
Erdöl, Rohöl (Steinöl)	maaõli, nafta	jelnafta	maaõlju	bergolja	stenolja raasolja	neft	ropa, ropianka	surovy olej, zemni olej	lîteiu, păcură	pétrole brut	petroleum, crude oil	crude oil, petroleum	petróleo bruto, crudo
Heizöl	kütteõli	kurinama eļļa		bränolja, fotogen	brandselsolja	masut, ostatki	masut	zbytek, masut	păcură, reziduu, combustibil	résidus, masut	Fuel oil, residue	Fuel oil residue	petróleo, combustible
Leuchtöl Petroleum	lampiõli, petrooleum	petroleja	lampu õlju petrooleum	fotogen petroleum	petroleum	kerosin	nafta	petrolej	petroleu	huile lampant pétrole	kerosene, burning oil, refined petroleum, (paraffin)	kerosene, standart white prime white water white	petróleo, kerosene
Schmieröl	määrdeõli, masinaõli	smēreļļa	voitelu õlju	smõrjolja	smõreolja, maskinolja	smasotsch- noe maslo	olej maszi- nowe	strojni olej	uleiu	huile de grai- sage, huile lubrifiante	lubricants, lubricating oils	lubricants	material de engrasede de lubrification
Benzin (Gasolin)	bensiin	bencins	benssiini	bensin, gasolin	benzin	benzin	benzyna	benzin	benzină	essence	benzine, motor, whil spirit	gasoline, naphtha, benzine	bencina essencia gasolina
Benzol	bensool	benzols	bensoolia	benzol	benzol	bensol			benzol		benzene		
Gasöl (Treiböl)	mootornafta	gazeseļa	kaasuõlju	gasolja	gasolja	soljarowoe maslo	olej gazowe	solarový olej	motorină	huile solaire	gas oil	gas oil	aceite solar
Paraffin	paraffiin	parafins	paraffiinea	paraffin	paraffin	paralin	paralin	paralin	parafină	paraffin	paraffin wax	scale wax paraffin wax	parafina
Asphalt	asfalt	asfalts	asfaltia	asfalt	asfalt	asfalt	goudron	asfalt	smoală asfalt	asphalte, goudron	asphalt	asphalt	asfalto
Vaseline	vasellin	vazellins	vasellinia	vaselin	vaselin	vaselin	vaselin	vaselin	vaselină	vaseline	petroleum jelly, vaseline	vaseline	vaselina

¹ Z. T. nach den Veröffentlichungen von „St.“ in d. Zeitschrift Petroleum 22. Jahrg. 1924

S. 429—430 und R. Schwarz ebenda 25. Jahrg. 1929 S. 11—12.

16 (7). Verwendung oder Vernichtung der Asche.

Gelegentlich der Aschenbestimmung im Rohstein wurde behauptet, daß unter dem Ausdruck *Asche* ein Rückstand verstanden werden kann, der in sachgemäß geleiteten Heizanlagen keine Verbrennungswärme mehr abzugeben vermag. — In einer Beziehung ist der Sachverhalt zu eng umschrieben. Jede Verbrennungsasche ist unmittelbar nach ihrer Entstehung, in übertragenem Sinne, überhitzt. Kurz ausgedrückt, stellen angemessene Mengen Wasser und Asche mit einander gemischt, *Benetzungswärme* und *Bildungswärme* zur Verfügung.

Enthält der Heizstoff Kalkanteile, die auf dem Heizrost ganz oder größtenteils in Ätzkalk übergehen, dann eignet sich die Asche besonders zum Wasserbinden und Wärmeabgeben. Bei reinem Ätzkalk steigt die Wärme so hoch, daß Wasser ins Sieden gerät. Von der Kuckersitasche ist, durch zahlreiche Nebenbestandteile verdünnt, kein so starker Wärmeanstieg zu erwarten; immerhin brauchte auch dieser Betrag nicht verloren zu gehen.

Die vollkommene Ausnutzung eines Brennstoffes verlangt das Vorwärmen der Verbrennungsluft; zwangsläufig streicht die Luft so lange durch den Aschenrückstand bis dieser auf die herrschende Luftwärme ausgekühlt ist. Sollte es nicht möglich sein, der vorhin genannten Eigenart der Kuckersitasche nachzugehen und die Benetzungswärme und Bildungswärme zum Vorwärmen von Luft oder Wasser auszunutzen?

Beachtliche Wärmeverluste entstehen beim Ziehen vergaster, bis auf Glühhitze gebrachter Kuckersitrückstände aus Retorten von Gasanstalten oder der Aschengrube im Halbgaserzeuger. Rund 3% des ursprünglichen Heizwertes stecken in der noch heißen Masse,

die meist durch Löschen mit Wasser vernichtet werden. Auf die Koks menge umgerechnet, ergibt sich über 5% Verlust¹.

Im erkalteten Zustande sind diese Abfälle eine tatsächlich nirgend wie verwertbare tote Last. Vorteilhafter wäre es, den Koks in noch glühendem Zustande mit Wasserdampf nach S. 167 bis zur Erschöpfung des „wirksamen“ Kohlenstoffs zu behandeln und den nachbleibenden Kohlenstoffrest unter Luftzutritt zu richtiger Asche ausbrennen zu lassen.

Wird der Aschenabfall aus Heiz- und Schwelvorrichtungen für Kuckersit auch nur zur Hälfte des Rohsteingewichts angenommen, ist zu überlegen, wie und wo der Ofenabfall unterzubringen wäre; nicht planlos, wie der Zufall es will, sondern nach vorausschauenden Grundsätzen.

Im Boden Estlands stecken 3,7 Milliarden t Kuckersit, aus denen mit der Zeit Asche entsteht. Wird der Jahresbedarf an Schiefer, abzüglich der in Zement übergehenden Mengen, auf nur 250.000 t geschätzt, dann ergibt sich eine Last von 125.000 t, die sich auf wenige gewerbetreibende Ortschaften verteilt, in denen Kuckersit verbraucht wird. An Raum beansprucht dieser Rückstand in Berücksichtigung seiner Dichte von 1,1 : 114000 m³, in 10 cm dicker Schicht ausgelegt, über 1 km² Fläche jährlich.

Mit Kuckersitasche belegte Flächen entziehen sich der Bewirtschaftung, sie werden zur Wüste.

Auf Feldern und Wiesen aufgebrachte Asche tötet vorhandenes Leben. Der hohe Gehalt an Ätzkalk bedingt Jahre Zeit, um sich aus dem Kohlendioxidvorrat der Luft abzusättigen. In Fischgewässern untergebracht, ruft die Kuckersitasche Fischsterben hervor. Durch hohe Essen in die Luft geschickt, trägt sie zur Nebelbildung bei und dringt, so feinschuppig wie sie ist, durch Fugen und Spalten in die Häuser des Menschen.

Ein ungewolltes Beispiel bot das städtische Elektrizitätswerk zu Reval, das 1923 bis zu 90 t Kuckersit täglich verheizte. In Erweiterungsbauten begriffen, wies sich der Auspuffschlot des Betriebes als zu kurz aus, die Entstaubungsanlage als unzureichend. Infolgedessen ergoß sich ein schwarzer Rauchschwaden auf den nächstgelegenen Stadtteil. Nach anhaltenden Winden gab sich der Aschenregen auf einem eiförmigen Ausschnitt des Stadtbildes von nachweislich 660 m Länge und fast 500 m Breite zu erkennen², je gröber und dichter, je

¹ Nach L. Litinsky, Wärmewirtschaftsfragen, Leipzig 1923 S. 166.

² Der Nachweis wäre im Sommer an unverletzten Baum- und Strauchblättern durchzuführen, die mit wenig Wasser in eine weiße Porzellanschale abgespült werden. Enthält das Spülwasser Ätzkalk, gibt Phenolphthalein sofort

näher zum Ausgangspunkt. Bloß im Windschatten hoher Gebäude fehlte der ätzende Staub, gleichzeitig ein Beweis, daß im nächsten Umkreise kein Brennschiefer verwandt worden war.

Aus den mit fortschreitender Verwertung des Schiefers wachsenden Unzuträglichkeiten, erhebt sich immer dringlicher die Entscheidung: Verwendung, oder Vernichtung der Asche.

1. Als Versatz im Bergbau.

Seiner lockeren Beschaffenheit wegen eignet sich der Kuckersitabfall schlecht zum Versatz der im Tagebau und unterirdisch geschaffenen Hohlstellen. Wenn er trotzdem zum Ausfüllen verwandt wird, ist diese Beseitigungsart als Notbehelf berechtigt. Wo Tagewässer hinzutreten, entziehen sie der Asche Kalk und führen dem Grundwasser viel Laugenbestandteile zu.

2. Zum Landgewinnen am Meeresufer.

An 2 Stellen der Meeresküste Estlands durchgeführt, ergaben sich Schwierigkeiten, einmal aus der geringen Dichte leichterer Aschenanteile, die von Wind und vom Wasser erfaßt, weg getragen wurden; zum anderen aus der Vergiftung des den Abladeplatz einrahmenden Wasserstreifens. Ob sich diese Art des Unterbringens auf die Dauer ohne wirtschaftliche Schäden durchführen lassen wird, bleibt abzuwarten. Immerhin hat die Stadt Reval durch Auffüllen eines Uferstreifens mit Asche mehrere ha Landzuwachs erhalten.

3. Im Baugewerbe.

Das Ascheverwerten bringt doppelte Vorteile: Umwandlung lästiger Abfälle in Nutzstoffe und Freihalten von Landflächen für Siedlungszwecke. Aus diesem volkswirtschaftlichen Gedanken heraus entstanden mit Beginn des Kuckersitgewerbes in Kochtel, gleichzeitig mit dem Ölgewinnen, auch Versuche die Bindefähigkeit der Asche festzustellen. Zu Ende 1923 erreichten die Versuche bereits

eine lebhafte Rotfärbung. Kalkstaub aus dem Straßenschotter färbt erst nach Sekunden oder Minuten.

Deckt frisch gefallener Schnee den Boden, genügt das Auftropfen des Prüfmittels auf den weißen Untergrund.

das erste Tausend³. Zusammenfassend läßt sich berichten, daß mit Kohlenstoffresten beladene Asche keine Bindekraft besitzt; restlos ausgebrannte bindet, und zwar je besser je feiner die Mahlung, um so schneller wächst die Festigkeit. Die Bindezeit liegt zwischen der des Kalkes und des Portlandzementes. Der Zerreißwiderstand betrug

	nach 28 Tagen:	nach 3 Monaten:
An der Luft erhärtet . . .	12—17 kg/cm ²	25—29 kg/cm ²
Unter Wasser erhärtet . .	12—20 kg/cm ²	27—30 kg/cm ²

Daraufhin entschloß sich die Werkleitung zu einem größeren Versuche und nun bezeugen mehrere, ausschließlich mit Brennschieferasche als Bindemittel vermauerte, wohlerhaltene Steingebäude die Anwendbarkeit des Aschenmörtels. Gegenüber den überhaupt zur Verfügung stehenden Aschenmengen fallen die geringen, zum Herstellen von Mörtel verwertbaren, nicht ins Gewicht. Sie sind als kleinster Beitrag in der Vernichtungsfrage hinzunehmen. Nur wenn es gelingen sollte den ganzen Abfall in Waren allgemeinen Bedarfs zu verwandeln, nur dann erwüchse dem Brennschiefergewerbe der Nutzen ohne Nachteil.

Es besagt wenig, wenn in einer neueren Veröffentlichung der Zerreißwiderstand mit nur 8—15 kg/cm² angegeben und bemerkt wird, daß Probekörper aus der Mörtel zur Ribbildung neigen⁴. Gewisse Fehler ließen sich beseitigen, entweder durch Entfernen des Pyrits aus der Asche, vor deren Zubereiten, oder durch Anmachen mit Salzlösungen (wodurch Verbindungen mit Schwermetallen ausgeschlossen werden), oder durch Tränken mit Chlorkalzium u. a. m.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die seit 50 Jahren bekannte allgemeine Eigenschaft des Ätzkalkes: mit Sand und wenig Wasser angerührt, in feuchter Hitze zu Kalkhydrosilikaten zu erstarren⁵. Diese Eigenschaft des Kalkes ist seit 1899 gewerbmäßig zur Ausnutzung brachliegender Sanddünen zum Herstellen von Bausteinen und Formstücken verwandt worden. 1914 gelang es gargebrannten Straßen- und Hausmüll, auch Rückstände württembergischer Ölschiefer mit Hilfe von Kalk in Bausteine zu verarbeiten.

³ Riigi Põlevkivitööstus (Staatliche Brennschieferwerke) 25. Nov. 1918—25. Nov. 1923, Sonderdruck des Tageblattes „Päevaleht“ 18. Jahrg. v. 25. November 1923 Nr. 316 S. 15; z. T. auch in „Eesti“ (Estland), Dorpat 1925 S. 526—546.

⁴ Festschrift: Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928 S. 97.

⁵ B. Krieger, Die Herstellung des Kalksandsteines, Berlin 1925 S. 3.

Alle diese Kunststeine enthalten: Kieselsäure, Kalk und Wasser als Grundstoffe. Von diesen Grundstoffen sind Kalk und Kieselsäure in der Kuckersitasche vorhanden; somit war die Härtungsfähigkeit der Asche im voraus entschieden. Außer Wasser kam kein Zusatz in Betracht. Noch zu entscheiden blieb das Maß der Vorarbeiten und die Menge des Wassers, um die Asche zum Hartwerden zu bringen.

Um auch diesem Entscheid näher zu treten, fanden Anfang des Jahres 1927 Härtungsversuche am Revaler, mit Kuckersit beheizten städtischen Kraftwerk statt, die indessen nichts Abweichendes zu Tage förderten, wohl aber die Eignung der Asche zum Herstellen von Bausteinen bestätigten. Erzielt wurden frostsichere Steine in der gewöhnlichen zum Bauen verwandten Größe und der Dichte von 1,479. Fast zu gleicher Zeit hatte die Maschinenbauanstalt Gaspary b/Markranstädt Steine von geringerer Dichte, 1,401 und 1,364, aus demselben Ausgangsstoff fertiggestellt und einer vorläufigen Prüfung unterziehen lassen. Die Druckfestigkeit übertraf die gewöhnlicher Bauziegel und ging über 150 kg/cm² hinaus.

Die Rückstände, aus denen die Steine angefertigt waren, gaben, in der Reinasche ihres Mittels, aus etwa 600 t Mischkuckersit verschiedener Flöze, bezogen auf

Schiefer:	Reinasche:
23,56% Kieselsäure usw.	
(SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃ > K ₂ O, Na ₂ O > H ₂ O)	55,32%
17,70% Kalk (CaO)	41,56%
1,33% Magnesia (MgO)	3,12%
15,34% Kohlendioxyd (CO ₂)	—
42,07% Organische Masse (Kuckersit)	—
100,00%	100,00%

In einem anderen Zusammenhang untersucht, gab der unverbrennliche Kuckersitanteil im Mittel aus 400 Wagonladungen zu 16 t in Kochtel ⁶:

	aus Mischkuckersit	
	in Blöcken:	im Feinzeug:
Kieselsäure (SiO ₂), lösl. in Salzsäure 18,0% } 38,4%	17,7% }	50,7%
unlösl. in Salzsäure 20,4% }	33,0% }	
Kalk (CaO)	39,6%	28,8%
Aluminiumoxyd (Al ₂ O ₃)	6,5%	6,5%

⁶ Festschrift: Riigi Pölevkivitööstus 1918—1929 S. 45.

Eisenoxyd (Fe_2O_3)	6,3%	6,8%
Schwefeltrioxyd (SO_3)	6,0%	3,5%
Magnesiumoxyd (MgO)	1,1%	1,0%
Kalium, Natriumoxyd ($\text{K}_2, \text{Na}_2\text{O}$)	2,1%	2,7%
	100,0%	100,0%

Gegenüber dem im Tagebau gewonnenen Mischschiefer weichen die Flöze E und B, unter Tage entnommen, vielleicht am stärksten ab ⁷.

	Flöz E (XI).	Flöz B (V).
SiO_2	30,8%	28,8%
CaO	40,1%	42,9%
Al_2O_3	10,7%	6,8%
Fe_2O_3	5,5%	7,2%
SO_3	7,9%	9,3%
MgO	1,5%	1,8%
$\text{K}_2, \text{Na}_2\text{O}$	3,7%	3,6%
	100,2%	100,4%

Der Erfinder der Schnellhärtung, W. Michaelis—Berlin, verlangte zu seinem Verfahren neben Sand 10—40 Gewichtsteile vom Hundert Ätzkalk ⁸. Wie man sieht, bewegen sich auch außergewöhnliche Schwankungen des Kuckersits im Rahmen der zum Entstehen von Kalkhydrosilikaten unumgänglichen Grundstoffe.

Es dauerte mehr als 15 Jahre bis der Gedanke des Berliner Erfinders verstanden und verwirklicht wurde; der Gedanke Kuckersitasche zu härten, hat seine Bundesgenossen in den raumfressenden Eigenschaften des Abfalls. Wohin mit ihm, wenn kein Platz vorhanden ist. 1929 ist bereits die erste, eigens für Schnellhärtung bestimmte Anlage, die Steinfabrik der Baltischen Baumwollspinnerei zu Reval mit der Tagesleistung bis 20.000 Bausteinen betriebsfertig. Den Forderungen des Tages nachkommend, müßte sich jeder Großverbraucher des Kuckersits angelegen sein lassen, den Aschenabfall durch nutzbringendes Verwerten zu vernichten!

⁷ Ebenda S. 45, nach M. Wittlich — Dorpat.

⁸ B. Krieger, Vom Werdegang des Kalksandsteins, Berlin 1928 S. 9.

17 (8). Veredelungsverfahren.

Von der in Anfängen steckenden Bewirtschaftung des estländischen Schiefers abgesehen, bedeutet jedes unmittelbare Erzeugen von Kraft und Wärme aus einem Rohgestein eine unzweckmäßige Stoffvergeudung; vorzeitig verwendet, gehen unwiederbringliche Werte in schlecht verzinslicher Form verloren. Im Schiefer bildet $\frac{3}{5}$ seines Gewichtes eine nutzlose Last, die bspw. einem Kraftwerk zu Heizzwecken zugeführt wird oder auf den beweglichen Krafterzeugern, den Lokomotiven der Eisenbahnen, mitrollt. Im Rohstoff verfügbar sind nicht mehr wie 3550 WE bis hinab zu 2200 WE gegenüber dem Schieferöl mit 9000 WE, Steinkohlen mit 7200 WE, Birkenholz mit 3700 WE, Torf mit 3000 WE. Je geringwertiger der Brennstoff, um so größer die Heizfläche, um so schwerfälliger fällt die gesamte, zum Erzeugen von Wärme und Kraft dienende Anlage aus. Dadurch wächst die tote Last auf Kosten der Nutzlast an. Kraftquellen müssen aber, um Kräfte zusammenzuhalten, im Hauptstrom abgefangen werden.

Der estländische Schiefer gibt im Hauptstrom seiner Kräfte 26%—35% des trockenen Rohsteines ab in gasförmigem, in flüssigem oder halbfestem Zustande; 11%—3% verbleiben im Koks als graphitähnlicher, aus Kohlenwasserstoffen bestehender Überzug — Tropfen aus dem Strom der fließenden Kohlenstoffquelle. Der Rest ist Asche, wenn der Koks verbrannt würde.

Demnach wäre die Menge des im Schwelgange gewinnbaren Öles fest umrissen. Fast unerkant ist aber das Gewicht der an verschiedenen Stellen im Betriebe versickernden Gasmenge, schätzungsweise nicht unter 10 vom Hundert des Schwelgutes. Würden die beim Schwelen, beim Spalten und Fertigstellen der Öle anfallenden Abgase gesammelt, ergäbe sich ein greifbarer Überschuß, trotz umlaufender Spülgase, trotz teilweisem Verwenden zum

Beheizen von Dampferzeugern und Dampfüberhitzern. Die überschießenden Gase kämen dem Errichten eines Kraftsammlerwerkes zugute, wenn nicht vorgezogen wird, das Gas in Fernleitungen anderweitigen Betrieben und Aufgaben zuzuführen. Beispiele für Ferngasleitungen bieten die Zechen des Ruhrkohlengebietes, wo Gichtgase aus Hochöfen vielseitigsten Zwecken dienen¹.

Außer Licht und Kraft geben die überschießenden Abgase Verbindungen her, die durch Verdichten kleiner Gasmoleküle zu größeren, in flüssigem, sogar in festem Zustande zu erhalten sind.

Vor wenigen Jahren erregte das von F r. F i s c h e r und Mitarbeitern ausgearbeitete Verfahren: Methylalkohol aus Abgasen zu gewinnen, mithin an sich wertlose Nebenstoffe in gefragte Ware zu verwandeln, berechtigtes Aufsehen. Dieser, unter dem Namen Methanolverfahren bekannt gewordene Arbeitsvorgang errang sich eine Welten umspannende Bedeutung. Der künstlich aufgebaute Methylalkohol entzog dem, aus der Holzverschmelzung erhaltenen den Markt, nicht nur im Herstellungslande, in Deutschland, sondern darüber hinaus bis in den fernsten Erdteil.

Beim Methanolverfahren werden CO , CO_2 und C mit überwiegenden Mengen H_2 zur Wirkung gebracht, unterstützt durch einen oder mehrere Zwischenträger von hoher Wärmeleitfähigkeit. In kurzer Berührungsschicht kommen vorwiegend Alkohole und wenig Öle zustande; bei größerer Überträgerlänge entstehen aus Alkoholen Öle. Bei der Ölbildung ist Rubidium am wirksamsten, Kalium und Cäsium geben die meisten Alkohole². Wichtig ist das Fernhalten von SH_2 . Bei Drucken von 150 Atm. sind 410°C einzuhalten.

Ähnliche Vorgänge lassen sich auch in anders zusammengestellten Gasgemischen hervorrufen, z. B. in Wassergas. Während das Wassergas, in der Hauptmasse aus CO und H_2 bestehend, im Synthol- und Synthilverfahren, sauerstoffreiche Verbindungen lie-

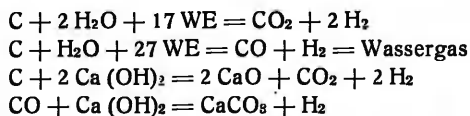
¹ Nach Fertigstellung der Ferngasleitung von Hamm bis Hannover, die im Jahre 1930 erwartet wird, steht fast 1 Milliarde m^3 Gas mehr zur Verfügung der Verbraucher wie bisher. Angesichts des derzeitigen Jahresverbrauches in Deutschland von rund 3,2 Milliarden m^3 würde die Aufnahme der Gasfernversorgung vom Ruhrgebiet bis nach Mitteldeutschland einer Steigerung um mehr als $\frac{1}{4}$ gleichkommen. Die fast stürmisch zu nennende Entwicklung der Gasbenutzung zeigt, daß trotz Vordringens der Elektrizität auf manchen Gebieten, die früher dem Gase vorbehalten waren, das Gasgewerbe nicht zu den absterbenden, sondern vielmehr zu den lebenskräftigsten Gewerben Deutschlands zählt. Nach H. G r o ß m a n n, in Forschungen und Fortschritte, 5. Jahrg. 1929 S. 247—248.

² Brennstoff-Chemie 6. Bd. 1925 S. 265—271.

fert, gelingt es Fischer und Tropsch, aus denselben Gasen leichteste Benzine, ja weißkristallisierende Paraffine herzustellen. Der neue Arbeitsvorgang erscheint gegenüber dem Syntholverfahren unvergleichlich vereinfacht. Es fanden sich Zwischenträger, welche das Wassergas zu Kohlenwasserstoffen umformten, nicht nur ohne Druck, sondern auch bei der unerwartet niedrigen Wärme von 200° — 270° C³. Als geeignete Zwischenträger erweisen sich Gemenge aus Eisen-Zinnoxid oder auch Kobalt-Chromoxydgemische⁴, möglicherweise in Gestalt von Metallkarbiden⁵.

Das Ruhrgebiet, das Geburtsland dieser Aufbaustoffe, verfügt nur über Kohlen oder Koks aus Kohlen hergestellt, beides Körper von dichtem, festem Gefüge. Das Schmelzgewerbe des Kuckersits verfügt über einen bisher unbekanntem Abfall, den porigen Kuckersitkoks, dessen Kohleteilchen, in unendlicher Verdünnung von anorganischen Erden getragen, sich mit Wasserdampf besonders leicht umsetzen. Diese Umsetzung ist im Kuckersitkoks bei 547° C bereits merklich, bei 625° — 660° vorgeschritten. In welchem Maße Beigaben von Zwischenträgern das Umlagern beschleunigen, die Umsetzungswärme herabsetzen und damit die gewerbliche Nutzung des Kokses sichern würden, wäre einer dankbaren Forscherarbeit vorbehalten.

Eine störende Beeinflussung durch Abspalten von Kohlendioxyd aus dem stets anwesenden Kalziumkarbonat ist nicht anzunehmen, da Kohle, mit Ätzkalk geglüht, Wasserstoff in Freiheit setzt und Wassergas bei 400° C über Kalk geleitet, wiederum H_2 frei gibt (Grießheimer Verfahren)⁶. Ein Teil dieser nebeneinanderlaufenden Umsetzungen wäre (bedingungsweise) wie folgt aufzufassen:



Somit steht fest, daß beim Behandeln des Kuckersitkokses durch Wasserdampf ein Gasgemenge mit viel Wasserstoff entsteht. Damit ergibt sich die

³ Handbuch d. Kaiser Wilhelm-Gesellschaft 1928 S. 58—59; R. Drawe, Aufgaben der Kohlenveredelung, Rektoratsrede v. 1. Juli 1929, Forschungen und Fortschritte 5. Jahrg. 1929 S. 297.

⁴ M. Naphtali, Leichte Kohlenwasserstofföle und Fette 1928 S. 348 u. vorherg.

⁵ F. Fischer und H. Tropsch, Ber. d. Deutschen Chem. Gesellsch. 59. Bd. 1926 S. 830.

⁶ K. A. Hofmann, Lehrb. d. Chemie III. Afl. 1920 S. 33. Nickel und Mangan führen hier bis zu 45% H_2 in Methan über. Zeitschr. f. angew. Chemie 40. Jahrg. 1927 S. 282.

Möglichkeit, ihn rein darzustellen, über ihn zu verfügen und da anzuwenden, wo er am nötigsten erscheint — zum Veredeln von Kohlenwasserstoffen.

Über das Aussondern des Wasserstoffs aus Wassergas finden sich Angaben im D a m m e r - P e t e r s ⁷, über das Anreichern aus Schwel- und Spaltgasen Hinweise von F r. F i s c h e r, H. S c h r a d e r und A. J a e g e r ⁸, desgl. kürzer gefaßt in der Chemie der Kohle ⁹.

Nach dem Wärmewert der Verbrennung gerechnet, erweist sich der Wasserstoff mit 34200 WE dem Kohlenstoff mit etwa 8000 verfügbaren WE, auch flüssigen Kohlenwasserstoffen mit rund 12000 WE so sehr überlegen, daß ein Nichtbeachten dieses Nebenerzeugnisses aus dem Kuckersitgewerbe einem Raubbau gleichkommt.

In welchem Ausmaße das Hochziel des Ölgewerbes erreicht werden kann, den Hunger der Menschheit nach Wärme, Kraft und Licht zu sättigen, hängt weniger ab von der Menge des verfügbaren Kohlenstoffs, wie von der des Wasserstoffs. Wasserstoff allein veredelt den Kohlenstoff.

Der Kohlenstoff an sich gibt die Verbrennungswärme von 7832—7869 WE je kg als Diamant oder Graphit; im Azetylen an Wasserstoff gekettet 11914 WE/kg; im Methan 13318 WE/kg.

57 cm³ Wasserstoff, einem Liter Treiböl eingefügt, verlängert die Fahrlänge eines 20 PS Kraftfahrzeuges auf die doppelte Wegstrecke ¹⁰.

Durch eine bessere Ausnutzung wäre den Gewinnungsstätten des Kohlenstoffs, den Ölquellen, Kohlenbergwerken, nicht zuletzt den Kuckersitgruben Estlands, eine längere Lebensdauer beschieden. Aus dieser Erkenntnis heraus bildet das Angliedern des Wasserstoffs an Erzeugnisse des Ölgewerbes den Kernpunkt des Veredelns. Die Verfahren lassen sich einordnen

1. in Anreicherungsverfahren durch unmittelbares Einfügen von Wasserstoff. Hierher gehört das restlose Umwandeln der Kohle durch Zusammenschweißen kleiner Gasmoleküle zu größeren;
2. im Austauschverfahren, in denen lästige oder unerwünschte Aufbausteine entfernt, dafür aber Wasserstoff an deren Stelle gesetzt wird; im Gaszustande leichter durchzuführen wie im flüssigen!

⁷ Chemische Technologie der Neuzeit 2. Aufl. I. Bd. 1925 S. 730—733, Verfahren von L i n d e - F r a n k - C a r o.

⁸ Brennstoff-Chemie 4. Bd. 1923 S. 289.

⁹ F r. F i s c h e r, Chemie d. Kohle II. Bd. 1924 S. 176—177; Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle VIII. Bd. 1929 S. 729—746.

¹⁰ E. S e d l a c z e k, Die Automobiltreibmittel des In- und Auslandes 1927 S. 101.

3. in ein Aufteilen schwerer, aus irgend einem Grunde unhandlicher Moleküle in wasserstoffreiche und wasserstoffarme Teilstücke, das dem viel geübten Behandeln mit Säuren und Laugen zugrunde liegt;
4. in ein Entfernen unerwünschter Beimengungen durch Reinigen und Schönen, mithilfe von Bleicherden, Silicagel, kurz adsorbierenden Körpern.

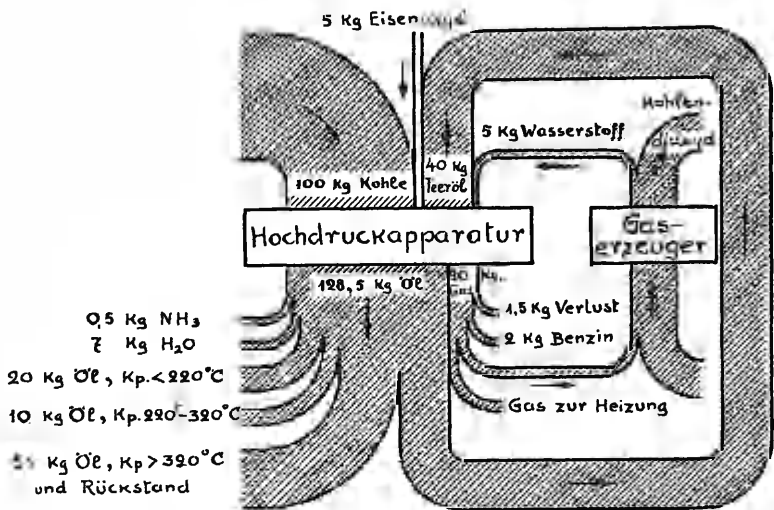


Abb. 49. Schaubild des Bergius-Verfahrens für Kohlenverflüssigung ¹¹.

Es versteht sich, daß auch mehrere Verfahren gleichzeitig in ein und demselben Veredlungsgange vereint werden können. Dieses kann sogar die Regel bilden. So plant das staatliche Ölwerk Kocitel ein Austauschverfahren (nach 2) einer Spaltanlage (nach 3) so eng anzuschließen, daß die Spaltgase vor ihrem Verdichten zu Öl von lästigen Aufbaustoffen befreit, nur einmalig erhitzt werden (Oktober 1929).

Außer Deutschland beschäftigen sich auch Frankreich, England und Amerika mit dem Kohleverflüssigen.

¹¹ Nach Ind. Engin. Chem. 18. Bd. 1926 S. 1013 aus A. Sulfrian, Lehrbuch d. chemisch-techn. Wirtschaftslehre 1927 S. 267—268.

Zu den aussichtsreichsten, z. T. bereits großzügig ausgeübten Verfahren zählen: das genannte Methanolverfahren der Badischen Anilin- & Sodafabrik, die gleichfalls erwähnten Syntholverfahren von Franz Fischer und das Anlagern von Wasserstoff nach Friedrich Bergius. Während die erstgenannten den Weg über den Koks und dessen Vergasungsstoffen wählen, sucht Bergius den Wasserstoff unmittelbar unter Hochdruck und Hitze in die wasserstoffarmen Moleküle der festen Kohle einzufügen. Der von ihm erzielte Stoffausgleich und Stoffaufbau gestaltet sich etwa wie folgt.

Die Menge der erzielten Öle schwankt bei den verwendeten Kohlesorten zwischen 40% und 75% des Rohstoffgewichtes; jüngere Kohlen nehmen mehr Wasserstoff auf wie erdgeschichtlich ältere. Auf den estländischen Kuckersit angewendet ergibt das Berginisieren bei 400°—410° C die Ausbeute von 30,5% bis 270° C siedender Öle bezogen auf Schiefer; 64,4% auf organische Masse zurückgeführt¹². Rohöl anstelle von Schiefer gebraucht, erhöht die Ausbeute nicht merklich.

Ohne näher auf die zahlreichen Vorschriften fürs Spalten in flüssigem oder gasförmigem Zustande, mit oder ohne Druck eingehen zu können, ist über diese „wertvollste und wichtigste Erfindung auf dem Gebiete der Kohlenveredelung“¹³ zu bemerken, „daß sich in der Praxis nur diejenigen Verfahren durchgesetzt haben, die sich durch größte Einfachheit auszeichnen“¹⁴. Auf diesen Umstand ist immer wieder zurückzukommen! Wenn ein an sich schlichter Grundgedanke zu seiner Durchführung umständlicher Vorkehrungen bedarf, dann steckt seine Verwirklichung in den Anfängen; je vollkommener die Einrichtung, um so gedrängter die Ausführungsform.

In zeitgemäßen Spaltbetrieben wird das auf etwa 380° C vorgewärmte Öl zunächst in eisernen Röhren auf die Spaltwärme von beiläufig 400°—460° C gebracht und so lange mit Spaltbeschleunigern und Spaltvollendern in Berührung gehalten, wie das Umsetzen der betreffenden Ölsorte Zeit nimmt. Häufig erübrigt sich das Ein-

¹² J. K o p w i l l e m, Beitrag zur Untersuchung der estländischen Schieferöle, Inaug. Dissert. Zürich 1927 S. 39.

¹³ M. D u n k e l und M. H e y n in Die Naturwissenschaften 13. Jahrg. 1925 S. 1024, auch S. 1068.

¹⁴ G. B a n d t e, ebenda 14. Jahrg. 1926 S. 732; 17. Jahrg. 1929 S. 714. Sperrdruck des Herausgebers.

fügen von Beschleunigern. Die Wärme lockert die Moleküle, die eigene Rauigkeit der eisernen Innenwand zerschlägt sie. Schwierigkeiten bei allen diesen Vornahmen entstehen aus dem Verkohlen der Ausgangskörper. Ohne Einbuße in der Ausbeute läßt sich die Zersetzungswärme selten herabsetzen; Drucksteigerung verringert den Gehalt an ungesättigten Kohlenwasserstoffen.

Im **Cross**-Verfahren vollzieht sich der Spaltvorgang zwischen 450°—480° C unter 40—55 Atm. Druck **im flüssigen Zustande**. Das Frischöl kühlt und erwärmt sich gleichzeitig. Der unangegriffene Rest ist zu Heizzwecken brauchbar. Die den Verdampfer verlassenden Dämpfe werden beim Verdichten so herausgeschnitten, daß sich ein stückweises Wegkochen (Redestillieren) erübrigt.

Ebenfalls vorgewärmt wird das Öl beim Verarbeiten nach **Dubbs**. Noch vor wenigen Jahren dienten dafür 50 Röhren von 10 cm Durchmesser, heute, mit besserem Erfolge, 135 Röhren mit 12,7 cm Innenmaß. Aus den Röhren gelangt das Öl in zwei gleich große Umsetzungsräume von 3 m Durchmesser und 12 m Höhe, die gegeneinander ausgetauscht werden. Während aus dem einen der unzersetzte Ölrest abgezogen wird, arbeitet der andere. Die Öldämpfe gelangen in den Teilkühler, der sie ins Zwischenöl und Rücklauföl scheidet. Das Zwischenöl fließt dem Vorratsbehälter unmittelbar zu, von wo aus es auf Benzin und Gasöl verarbeitet wird. In neueren Betrieben werden die Rückstände aus dem Umsetzungsraum in eine Hilfskammer eingespritzt, wo sie unter Druckentlastung eindampfen. Hierdurch steht der Spaltraum in ununterbrochenem Betriebe, vermindert sich die Koksbildung, erhöht sich die Benzin- ausbeute.

Das **Holmes-Manley**-, das **Jenkigi**- und **Blümnner**-Verfahren beruht auf ähnlichen Vorgängen wie die vorgenannten. Das **Blümnner**-Verfahren weicht insofern ab, als das Öl einem mit flüssigem Blei und Verteilungskörpern, **Raschigringen**, gefüllten, unter 50 Atm. Druck stehenden Dämpfraum zufließt und von da aus in den sogenannten Spaltraum gerät. Die Vorteile derartiger Druckkessel sind ein schnelles Durchwärmen ohne örtliches Überhitzen. Dem Grundgedanken nach gehören auch die **Bergius**-Verfahren hierzu. Inwieweit die **I. G. Farbenindustrie** an diesen teilhat und sie anwendet, entzieht sich der allgemeinen Kenntnis.

Arbeiten die vorgenannten mit Druck, so vollziehen sich mehrere gut durchgebildete Umsetzungen **ohne Druck mithilfe von Be-**

schleunigern. Vorbildlich ist das **McAfee**-Verfahren, das darin besteht, daß das Öl bei mittlerer Wärme mit Aluminiumchlorid innig vermenget wird. Der Verbrauch an Aluminiumchlorid ist der wirtschaftlichen Ausbreitung des an sich einfachen Verfahrens hinderlich. Hinzugefügt sei, daß gewerbliches, durch Wasser und Eisen verunreinigtes Aluminiumchlorid stärker auf die Ölmoleküle einwirkt wie stofflich reines.

Eine weitere Arbeitsweise stellt das **Spalten im Dampfzustande** vor. Bezeichnend sind hohe Verluste durch Gasbildung, da hier höhere, bis 600° C hinaufgehende Wärmegrade erforderlich sind. Der Druck ist gering, die Koksbildung unterbleibt fast ganz.

Über die wirtschaftliche Seite der verschiedenen Gesteigungsarten lassen sich vorläufig keine Belege beibringen. Sowohl auf dem einen, wie nach dem anderen Veredelungsgange entstandene Benzine enthalten ungesättigte Verbindungen, vertragen starke Pressungen und arbeiten daher im Kraftgetriebe stoßfrei. Auf ihren Siedeverlauf untersucht, weisen sie einen verhältnismäßig hohen Siedeschwanz auf, wesensgleich dem estländischen Benzin. Welche Spaltverfahren sich im Einzelnen fürs Kuckersitgewerbe eignen könnten, ist nur soweit vorauszusagen, als es jedenfalls die einfachsten sein dürften.

Unter Ölen amerikanischer Herkunft waren Schweröle im **Dubbs**-Vorgange leichter aufzuspalten, während die **Cross**-Behandlung für Mittelöle die günstigere zu sein scheint. Zurzeit wird die überwiegende Menge Spaltbenzin unter Druck in flüssigem Zustande gewonnen. Die alten **Burton**-Blasen verarbeiteten nur Gasöl befriedigend und lieferten bei einem Tagesdurchsatz von 20 m³ etwa 30 Gewichtsteile vom Hundert an Benzin. Neuzeitliche Anlagen mit Tagesdurchsätzen von 120—400 m³ verarbeiten Leicht- und Schweröle gleich gut und geben bis zu 50 Gewichtsteile vom Hundert Benzine. Die gegen früher vereinfachte, dafür vergrößerte Werkeinrichtung gewährleistet nun mit $\frac{1}{4}$ des vormaligen Geldeinsatzes um vieles vermehrte Erträge¹⁵.

Zu den bisher unerfreulichsten Aufgaben gehört das Veredeln der im Ölgewerbe beim Verarbeiten des Schwelgutes auf Rohöl oder aus dem Spalten und Reinigen von Rohölen anfallenden **sauren Verbindungen**. Im Kuckersitgewerbe handelt es sich nach **N. Weiderrpass** vorzugsweise um m-Kresol im Gemisch mit o- und p-

¹⁵ Meist nach G. Bandte, Die Naturwissenschaften 17. Jahrgang 1929 S. 740—743.

Kresol und verwickelt zusammengesetzten Phenolen¹⁶. Diese sauerstoffressenden Verbindungen eignen sich zum Abtöten gewisser, nicht aller Spaltpflanzarten, werden vielfach auch zum Haltbarmachen von Eisenbahnschwellen und Holzbauten verwandt, z. T. sogar verheizt; ihre Hauptmenge bleibt aber als unverwendbar zurück. Dieser, dem örtlichen Bedarf nicht angepaßte Überschuß verlangt nicht nur in Estland eine Umwandlung in nutzbringende Stoffe; seine überreichliche Menge droht jeden Herstellungsort durch Platzwegnahme zu ersticken.

Zwar behelfen sich manche Werke mit dem Eindampfen des von Leichtölen befreiten sauren Rohöles und stellen dadurch Kunst-Asphalte her, andere Unternehmer kuppeln Phenole des Rohöles mit Formaldehyd zu Kunst-Harzen und Kunst-Lacken; wiederum andere benutzen das sehr mäßige Aufsaugungsvermögen des Kresol- und Phenol-Gemisches für flüchtige Stoffe, um Benzin und Benzol, Alkohol und Äther, Schwefelkohlenstoff und dampfförmige Azetate nebeneinander oder getrennt aus verschiedenen zusammengesetzten Gasen abzufangen und gewinnen auf diese Weise dem sauren Abfall eine nützliche Seite ab¹⁷. Alle die Verfahren verbrauchen zusammengenommen nur kleine Mengen. Denkbar wäre es schließlich, den Abfall einem Oberflächenwasser zuzuleiten oder im Erdboden verschwinden zu lassen, oder auch unmittelbar zu verbrennen. Der Nachteil überwiegt alsbald den Vorteil. Seitdem geeignete Stoffe zum Licht- und Kräfteerzeugen zur Verfügung stehen, wird das saure Öl ungern verheizt. Durch jede dieser Maßnahmen wäre die Überschwemmung mit dem Abfallrest aufzuhalten, keineswegs aber auf lange Sicht zu beseitigen.

Ogleich die Unzuverlässigkeiten früh erkannt worden sind, ist es bis heute nicht gelungen Abhilfe durch willige Verbraucher zu beschaffen¹⁸. Werden trotzdem einzelne Veredelungsvorschläge aus dem Lager des Kohlegewerbes aufgeführt¹⁹, so geschieht es mehr um das erstrebte Ziel abzustecken, als um Erfolge zu buchen.

¹⁶ Bestimmt nach einem vom Untersucher als unbefriedigend bezeichneten Verfahren. S. *Pharmacia*, Reval 1924 Heft 2 S. 30—31; *Zeitschrift Eesti arst (Estlands Arzt)* 1923 Nr. 10 S. 277—282.

¹⁷ Werbeblatt der Cheminova Gesellschaft zur Verwertung chemischer Verfahren, Berlin/Wien, etwa um 1924.

¹⁸ M. N a p h t a l i, *Zeitschr. f. angew. Chemie* 42. Jahrg. 1929 S. 508.

¹⁹ M. N a p h t a l i, *Kohlenwasserstofföle und Fette* I. Bd. 1928 S. 369, 376, 377, 384, 411, 426, 470; Vergl. auch die *Zeitschr. Das Gas- und Wasserfach* 1922 S. 531 u. 633.

Veredelungsverfahren für Phenole.

D. R. P. N. 403 192,
ausgef. 25. IX. 24.

C. H. B o r r m a n n behandelt Urteerphenole mit Wasserstoff bei genau 745—755° C in außen beheizten Schlangentröhen. Entstehen sollen mehr oder weniger abgesättigte Öle.

D. R. P. Nr. 422 035,
angem. 23. XI. 15.

Die Oberschlesischen Kokswerke & Chemischen Fabriken A/G & Dr. A. Supan, Hindenburg (Oberschlesien) bringen Urteerphenole mit Eisendrehspänen in Gegenwart von Wasserdampf zur Berührung. Z. B. werden 100 T. Urteerphenole mit überhitztem Wasserdampf über Eisendrehspänen bei 650° C abgetrieben. Die Ausbeute ergibt 60—65% Sattöle mit nicht mehr als 7% unzerlegter Karbonsäure.

Engl. P. Nr. 225 885,
angem. 4. II. 26,
D. R. P. v. 7. XII. 23.

G. L. S t a d n i k o w, Moskau, wandelt Kresole u. dergl. m. im Wasserstoffstrom durch Beschleuniger in Öle um. Bspw. wird Kresol in einem Wasserstoffstrom übergetrieben und die Mischung von Gas und Dampf durch ein Eisenrohr mit metallisierter Kohle geleitet. Der Zwischenträger läßt sich durch Niederschlagen von Kohlenstoff auf gepulvertes Eisen bei 430° C gewinnen. Nach anderen Verfahren hinterlassen Metalloxyde, mit Kohle gemischt, auf der Kohle einen Überzug oder führen Metallsalze mit organischen Säuren verkohlt zu dem gleichen Ergebnis. Das aufgefangene Öl ist Toluol.

D. R. P. Nr. 431 479,
v. 21. VII. 22 und
8. VII. 26.

F. r. F i s c h e r verwendet 3 m lange, geschwefelte Eisenrohre von 28 cm Durchmesser, durch welche 1,8 kg Trikresol im Laufe von 30 Min. bei 750° C hindurchgeleitet wird. Das Verfahren ergibt 82% der möglichen Ausbeute als reines Benzol, ohne freien Kohlenstoff zu hinterlassen. Ungeschwefelte Rohre geben bloß 30% Ausbeute. Zum Vergrößern der wirksamen Oberfläche dienen eingebrachte Zwischenträger. Gearbeitet werden kann mit Unterdruck oder Überdruck.

Im Einzelfall dürfte sich das Abscheiden der Reinphenole, oft 20% und mehr vom Rohöl, nützlich erweisen. F. r. F i s c h e r und H. S c h r a d e r gelingt das Reindarstellen durch Verwenden überhitzten Wassers als Lösungsmittel. Bei 220° C erweist sich Wasser als gutes Trennungsmittel; im Abkühlen fallen die Phenole aus²⁰. Das gleiche Verfahren auf Kuckersitöle ausgedehnt würde aus dem Ölrest (bei 175—200° C und 8 mm Quecksilberdruck flüchtige) Schweröle geben, denen eine gewisse S c h m i e r fähigkeit nicht abzuspren-

²⁰ Zeitschr. f. angew. Chemie 40. Jahrg. 1927 S. 163.

chen wäre. In Kleinversuchen mit überhitztem Dampf bei 240°—280° C erhalten, zeigt das Öl die Dichte von 0,996/20° C; Englergrade 35,6/20° C; 5,0/50° C; die Oberflächenspannung $\alpha = 3,15$ und vollkommene Löslichkeit in Anilin.

Echte Paraffine sind im Kuckersitöl nur in verschwindenden Mengen ausgebildet, mithin ist die Vorbedingung für „reibunglose Gleitschichten“ unvollkommen erfüllt. Aus der Erkenntnis, daß im Schmiermittel blättchenähnliche Schichten vorhanden sind, die aneinander vorbeigleiten, hat sich die Vorstellung der Schmierwirkung weiter entwickelt. Für das Abschätzen des Gleitvermögens ist es wichtig, daß Paraffine sich, unter Druck gesetzt, senkrecht zu der Blättchenebene einstellen, während die Fettsäuren eine schräge Stellung bevorzugen. Die Stellung der Moleküle bleibt nicht ohne Einfluß auf die Reibung im inneren Schichtengefüge.

Das im Ölgewerbe am häufigsten verwendete Veredelungsverfahren besteht im Reinigen leichter Zwischen- und Fertigöle mithilfe von (Schwefel-) **Säure** und (Natron-) **Lauge**. Im Kuckersitöl werden davon vorzugsweise ungesättigte Verbindungen betroffen. Die ungesättigten Verbindungen der Zwischenöle bestehen vorherrschend aus Olefinen und Diolefinen, neben denen nicht wenige Schwefel- und Stickstoffverbindungen vorkommen²¹.

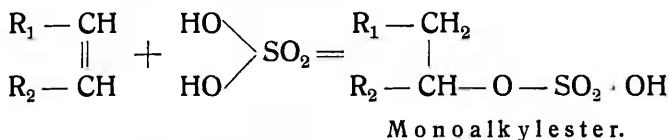
Während die Olefine geruchlose und farblose Flüssigkeiten, den Paraffinen oder Naphthenen entsprechend, vorstellen, zeigen die Diolefine mit Doppelbindungen einen scharfen, unangenehmen Geruch, der sich beim Stehen durch Sauerstoffanlagerung meist steigert. Auch die Schwefelbindungen tragen zum Geruch der Spaltbenzine bei.

Beim Behandeln von Spaltölen mit Schwefelsäure bleiben paraffinähnliche Kohlenwasserstoffe so gut wie unangetastet. Olefine mit Doppelbindung zeigen dagegen nach Untersuchungen von Brooks und Humphreys²² das folgende bemerkenswerte Verhalten:

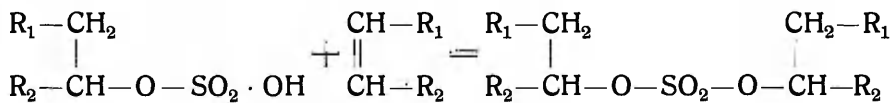
²¹ P. Kogerman faßt die Sachlage ein wenig anders auf. Er schreibt: „The composition of crude low-temperature kukersite tar is not so simple as the earlier investigators assumed. It contains a great number of olefines, unsaturated cyclic hydrocarbons and unsaturated acids. The paraffin content is very low.“ Acta et comment. universitatis Dorpatensis A III, S. 24 Punkt 8.

²² I. of Amer. chem. Soc. 40. Bd. S. 848 nach Angabe von Naphthalin, Leichte Kohlenwasserstoffe und Fette I. Bd. 1928 S. 450.

Es bilden sich Mono- und Dialkylester der Schwefelsäure



Die Monoalkylester sind löslich in Wasser, aber unlöslich in Petroleumdestillaten. Mit einem weiteren Molekül Olefin entstehen Dialkylester:



Diese Dialkylester sind in mittelschweren Ölen löslich, lassen sich auch durch die Alkalibehandlung nicht fortschaffen. Säureteer entsteht aber in der Hauptsache aus Diolefinen. Werden diese unvollständig aus dem zu reinigenden Öl beseitigt, bilden sie gummiartige, hellbraune Bodenbeläge, was erst nach längerem Aufbewahren bemerkbar wird.

Als Ursache der Verfärbungen und Niederschläge erkennt J. T a u ß ²³ cyclische Verbindungen, und zwar ungesättigte Fünfringe wie Zyklopentadien, Furane, Pyrrole und deren Abkömmlinge. Die Braunfärbung wird vorzugsweise bedingt durch Furan und dessen Verwandten. Die lebhafte Rotfärbung rührt hauptsächlich her vom Pyrrol und dessen Abkömmlingen. Den unangenehmen Geruch verursachen schwefel- und stickstoffhaltige olefinische Körper.

Abfälle der Säurebehandlung geben, wie das Beispiel aus russischen Ölen zeigt, mit rauchender Schwefelsäure Sulfonsäuren, die sich in 15%—50% Alkohol aufnehmen und zu einem dicken Sirup einkochen lassen. Alkalische Salze dieser Sulfonsäuren werden im Fettgewerbe und auf Webereien verwendet, können zu Seifen aufgearbeitet und zum Glätten der Spinnfäden benutzt werden ²⁴.

Die aus dem Säure- und Laugenbehälter abgezogenen Öle bedürfen außer dem Waschen mit Wasser zumeist einer **Nachbehand-**

²³ Chemiker-Ztg. Cöthen, 50. Jahrg. 1926 S. 421; Zeitschr. f. angew. Chemie 39. Jahrg. 1926 S. 685. Die auf Steinkohlen bezüglichen Ermittlungen bedürfen im Einzelnen der Bestätigung.

²⁴ L. G u r w i t s c h, Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarb. 2. Aufl. 1924 S. 323.

lung durch Entfernen des Schwefels, sofern dieser nicht während des Ölentstehens entfernt werden konnte, durch Aufhellen und Entfärben, oft auch einer Geruchsverbesserung.

Das Entschwefeln mit Metalloxyden, ursprünglich als Behandlung nach *Frash* eingeführt, hat sich im Kuckersitgewerbe als bestes Entfärbungsmittel — auf die Dauer — bewährt. Zugleich wird der α -Schwefel herausgeholt, der sich im Doktor-Test zu erkennen gibt. Mit dem Verwenden von Bleicherden, einschließlich Silica-gel, sind bisher keine guten Erfahrungen gemacht worden. Gerügt wird der Aufwand an Bleichmitteln und der Ölverlust. Möglicherweise ließe sich an Bleichmitteln sparen durch Zugabe von Zinntetrahalogeniden ²⁵.

Die Wirkung der Bleicherde beruht auf dem verschiedenen Durchdringungsvermögen verschiedener Ölmoleküle. Die leichten Kohlenwasserstoffe schicken ihre kleineren Einheiten den schweren Ölteilen voraneilend hindurch durch die Klärschicht. In den feinsporigen Zwischenräumen des Bleichmittels bewegen sich die ungleich großen Kohlenwasserstoffe ungleich schnell vorwärts, werden auch ungleichmäßig angezogen (adsorbiert). Sinkende Wärme begünstigt sowohl die Anziehung wie die auswählende Auslese.

Eingeschaltet oder zum Schluß durchgeführt, reiht sich an das Behandeln mit Säuren, Laugen oder Metallsalzen, das **Nachwaschen mit Wasser** an. Kalkhaltiges Wasser ist zu vermeiden. Die wasserreichen Flüsse und Seen Estlands führen meist weiches Wasser, dessen Härte selten 5° übersteigt. Quellen und Brunnen enthalten dagegen nicht unter 30° hartes Wasser. Gut verrohrte Tiefbrunnen mit der Wasserentnahme auf dem Gneis des Untergrundes geben unter 3° harte Wässer. Zum Waschen des Öles dienen nach Möglichkeit geräumige Mischbehälter; ihre einmalige Füllung wird durch Rührwerke mit dem Waschmittel in Berührung gebracht. Nach der Benutzung ist das Gefäß zu entleeren und neu zu füllen, da es sonst rostet. Im Sinne der Vereinfachung kämen für Neueinrichtungen ständig arbeitende Rieselanlagen in Betracht, die wenig Platz beanspruchen, leicht zu übersehen sind und keinen Mehrverbrauch an chemischen Mitteln bedingen ²⁶.

²⁵ H. Stinnes, D.R.P. Nr. 421 858 nach d. Zeitschr. *Petroleum* 22. Jahrg. 1926 S. 762. Das Zinn wäre wiedergewinnbar.

²⁶ Nach A. Sulfrian, Lehrb. d. chem.-techn. Wirtschaftslehre 1927 S. 139—141 liefert K. Pfisterer, Zuffenhausen derartige Vorrichtungen.

Ohne die Schwierigkeiten zu verkennen, welche das Einführen eines wenig erprobten Verfahrens anstelle bewährter, alt gewohnter mit sich bringt, sei auf das Bestreben hingewiesen, die Säure- und Laugenbehandlung der Rohöle durch die Behandlung mit Alkohol zu vereinfachen. Es ist nicht gleichgültig, ob Äthylalkohol oder Methylalkohol dazu ersehen wird; da die auswählende Kraft beider Alkohole verschieden ausfallen dürfte. Andererseits steht der Methylalkohol aus seiner Massenherstellung mit ein wenig Azeton behaftet und nun unter dem Namen Methanol gehandelt, weit wohlfeiler zur Verfügung wie der Äthylalkohol.

Vor Jahrzehnten hat Aisinman²⁷, und Daeschner²⁸ vor dem Weltkriege, die Möglichkeit erwiesen gesättigte Ölanteile von ungesättigten durch Zufügen von Alkohol zu trennen, doch sind unwirtschaftliche Mengen in Anwendung gekommen, wodurch die Einführung in das Großgewerbe aufgehalten worden ist. Später führten die Riebeck-Montanwerke Alkohol ein zum gemeinsamen Abscheiden von Phenolen und ungesättigten Verbindungen aus Braunkohlen-Rohöl²⁹. Wirtschaftlich sichert das Verwenden von Alkohol die Unabhängigkeit vom Schwefelsäuremarkt. Außer der erstmaligen Anschaffung bedarf der Alkohol nur der Ergänzung, nicht eines Neukaufes. Nach der Einwirkung aufs Rohöl tropft das Reinigungsmittel beim Wegsieden aus dem Gemisch von Wasser, Öl und Alkohol zurück in unbehandeltes Öl, wird also im ständigen Kreislauf erhalten. Beim Verwenden von Alkohol geht vom Rohöl nichts verloren; beim Behandeln mit Schwefelsäure verbrennt ein Teil des Öles und geht mitsamt der Säure in Verlust. Im ersten Fall gibt es überhaupt keinen Abfall, der beseitigt werden muß, weil er sich zum Vergasen, Verbrennen oder unmittelbar als Gebrauchsstoff³⁰ eignet; im zweiten bilden die sauren Waschwässer eine Belästigung des Werkgeländes bis in weite Umkreise.

Dem Anschaffungswerte nach dem Alkohol etwa gleichgestellt, hat sich in älteren Ölbetrieben das flüssige Schwefeldioxyd zum

²⁷ Döngler's Journ. 297, 44 nach L. Gurwitsch, Wirtschaftl. Grundlagen der Erdölverarbeitung 2. Aufl. 1924 S. 331.

²⁸ D. R. P. 121 690.

²⁹ D. R. P. 232 657; s. a. Schmitz-Follmann, Die flüssigen Brennstoffe 3. Aufl. 1923 S. 99; Zeitschr. Petroleum 22. Jahrg. 1924 S. 2012; Peters-Dammer, Chem. Technologie der Neuzeit I. Bd. 1925 S. 285.

³⁰ „Fresol“ der Riebeck-Montanwerke.

Reinigen von Rohölen eingebürgert. Die Vorteile dieses von E d e l e a n u ausgebildeten Verfahrens sollen so groß sein, daß sich auch Mehrkosten bezahlt machen, welche jedem Arbeiten unter Druck und Kälte anhaften.

Wird Erdöl mit flüssigem Schwefeldioxyd gemischt, so bilden sich in der Ruhe 2 Schichten, deren untere vorwiegend wasserstoffreiche Kohlenwasserstoffe in der Säure gelöst enthält, in deren oberem Teil sich die gesättigten Kohlenwasserstoffe, darunter Naphthene, ansammeln. Da die Trennung in niedrigen Wärmegraden vollständiger vor sich geht, muß sie bei -5°C bis -10°C durchgeführt werden.

Außer ihrer auswählenden Eigenschaft kommt der schwefligen Säure eine Bleichwirkung zu, indem sie sich an die Farbstoffe des Rohöles anlagert, wodurch deren Farbe verschwindet und lösliche, durch Wasser abwaschbare Verbindungen entstehen. Neben der Bleichwirkung ist in stofflicher Hinsicht die hervorstechendste Eigenschaft der schwefligen Säure ihre Fähigkeit abbauend (reduzierend) und zugleich sauerstoffanlagernd (oxydierend) zu wirken. Stark sauerstoffhaltigen Körpern wird Sauerstoff entzogen, Wasserstoff aus schwachen Bindungen gelockert, sogar Schwefelwasserstoff in Gegenwart von Wasser bis auf den in Freiheit gesetzten Schwefel zurückgeführt ($\text{SO}_2 + 2\text{H}_2 = 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$).

Die wie vorstehend geschilderten Eigenschaften des Schwefeldioxydes, seine Bewährung auf den Ölfeldern Rumäniens, Galiziens und Polens, zeitigten den Versuch, dieses Veredelungsmittel auch auf Kuckersitöle in Vorschlag zu bringen. So untersuchte A. W ä h n e r ³¹ die Einwirkung des Schwefeldioxydes auf Anteile, die zwischen 230° und 270°C sieden. Kuckersit-Urteer und Dioxyd mischen sich in jedem Verhältnis. Erst nachdem mit dem 5fachen Überschuß = dem $7\frac{1}{2}$ Gewicht flüssiger Säure gemischt wurde, setzte eine Ausflockung von Harzstoffen ein. Im großen Ganzen erwiesen sich die Lösungsverhältnisse als so ungünstig, daß die Einführung des Dioxydes ins Kuckersitgewerbe fraglich erscheint. Auch J. K o p w i l l e m ³² erhielt keine reinen Scheidungen.

Für das im Aufstiege begriffene Ölgewerbe Estlands bedeutet die z. T. unbeabsichtigte, große Ausbeute an Ölpech eine Stütze. Das aus dem Herstellen des Brennschieferöles anfallende Pech, auch der Schiefer selbst, läßt sich in vollkommener Weise zu **Kunst-**

³¹ Die Anwendung einiger Methoden der Trennung von gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen, Magisterarbeit Dorpat, Mai 1925, handschriftlich.

³² Beitrag zur Untersuchung der estländ. Schieferöle, Inaug. Diss. Zürich 1927 S. 19—25; 46—48.

Asphalt umarbeiten, der nicht nur Vergleiche mit den natürlichen Marken (Trinidad-Asphalt, Mexiko-Asphalt usw.) aushält, sondern diese in mancher Hinsicht übertrifft³³. Hinzu kommt, daß mit der Ausbreitung des Verkehrs die Anforderungen an die Wegsamkeit der Straßen steigen. Statt eisenbeschlagener Räder befahren nun von Gummireifen getragene Fahrzeuge die Wege. 1914 gab es in Reval 179 gummibereifte Wagen und 2311 Fahrräder. Ende 1928 gab es in Reval 2666 gummibereifte Wagen und etwa 10.500 Fahrräder. In langsamerem Zuwachs begriffen steigt die Anzahl der Kraftwagen im ganzen Lande, dafür nehmen aber die vom Personenomnibus befahrenen Strecken zu. Die Inanspruchnahme des schweren Personenomnibus ist, wie die Lastenförderung im Kraftwagen, nur möglich durch ein gefahrenloses Benutzen der Straße in voller Wegbreite. Die Schotterwege und Kopfsteinpflaster halten der Belastung nicht mehr stand, werden uneben und grubig und versetzen durch ihre Nachgiebigkeit den Benutzer in Gefahr.

Nicht viel besser wie die Landstraße aus alter Zeit ist die Straßenbefestigung aus Mörtelguß (Beton), weil deren feuchte Steinmasse unter dem Einfluß der Witterung einreißt. Gilt es bei erschwinglichen Unterhaltungskosten eine Straßendecke zu beschaffen, die weitgehenden Ansprüchen genügen soll, dann gehört die Straße der Zukunft dem Asphalt.

Die neue Straßendecke muß nicht nur dicht und fest vorliegen, ein erschütterungsloses und geräuschloses Befahren ermöglichen, sie muß auch ohne Schwierigkeit herzustellen und im Bedarfsfalle auszubessern sein. In einer Beziehung entspricht das heutige Straßenherstellen noch nicht dem zu fordernden geringsten Kraftaufwande. Um eine Straße für Triebwagen fahrbar zu machen, ist erst das Straßenbett herzurichten, dann der Schotter aufzutragen und einzuwalzen, ist das Bindemittel auf Fließwärme zu bringen, auszubreiten und zu glätten, ein zeitraubendes, Kräfte zehrendes Unternehmen. Immerhin hängt das Herstellen einer Asphalt-Straße nicht so sehr von den zur Verfügung stehenden Mitteln ab, wie von der Kunst des Erbauers. Über diese Kunst verfügen wenige, besonders geschulte Kräfte.

³³ O. Maddison und F. Dreyer, Ergebnisse der Festigkeitsprüfung einiger aus Kuckersit hergestellter Asphalte. Mitteilungen d. staatl. Materialprüfungsamtes am Revaler Polytechnikum 1925 Nr. 1 S. 1—8, insbesondere S. 8 oben.

18 (9). Grundzüge des Kuckersits.

Wollte man sich aus den vielseitigen Anwendungen oder den mannigfaltigen Abbaustoffen des Kuckersits das Wesen der ihn aufbauenden Teilkörper deuten, so versagen alle bisherigen Deutungsversuche. Noch ist die innere Zusammensetzung der Kuckersitmasse nicht aufgedeckt; die bisherigen Feststellungen reichen an die Schale, das Kerninnere bleibt verschlossen. Selbst die Auswirkungen der im Kuckersit ruhenden Kräfte sind mit Zweifeln belastet.

Im Gegensatz zu allen Kohlsorten und fast allen Brennstoffen weist der Kuckersit keine bei Zimmerwärme in organischen Lösungsmitteln löslichen Bausteine auf. Nichtsdestoweniger reißt seine Neigung in der Wärme, d. h. nach Aufnahme von außen zugeführter Triebkräfte in immer kleinere Spaltstoffe zu zerfallen, die begierig Sauerstoff aufnehmen, bis zuletzt nur noch Kohlendioxyd und Wasser übrig bleiben, den Kuckersit ein in die Klasse der Brennstoffe. Seine beim Zerfall erhaltbaren Zwischenstufen: Gas, Teeröl, Wasser und Asche sind die Teilstücke eines jeden Schwelstoffes, als deren Vertreter die Holzarten gelten. Somit gehört die Eigenschaft nach Aufnahme einer gewissen Menge Wärme bei unbehinderter Sauerstoffaufnahme mit oder ohne sichtbare Flamme zu verbrennen und bei behinderter Sauerstoffaufnahme zu verschwelten und dabei Teilstücke abzugeben, zu den Grundzügen des Kuckersits.

Aus dem Gewerbe des Holzschwelens ist bekannt, daß die in Gang gebrachte Verkohlung unter beträchtlicher Wärmeentwicklung von selbst weiter läuft. Je mehr Sauerstoff bis zu einem gewissen Grade im Brennstoffe zur Verfügung steht, um so leichter schreitet die Selbstverzehrung fort. Die Grenze scheint bei 12% Sauerstoff zu liegen. Verlangen Graphite, Anthrazite und Stein-

kohlen eine unaufhörliche Wärmezufuhr zum Zerfall, sind endotherm, geben Braunkohlenarten geringe Wärmemengen ab, sind also exotherm¹; im Lignit stehen über 100 WE, in Holzarten über 200 WE zur Verfügung. Auch der Kuckersit gehört in diese Reihe und kommt wahrscheinlich zwischen Lignit und hochwertige Braunkohle zu stehen. Dafür spricht, daß er, der Umwandlung von Holz in Kohle entsprechend, bis etwa 270° C stetig Wärme verbraucht, dann kurze Zeit ohne äußere Wärmezufuhr fortschwelt und nach Verbrauch des „verfügbaren Sauerstoffs“ von neuem Wärme aufnehmen muß, um weiter auseinanderzufallen.

Aus dem Gewerbe der Stein- und Braunkohlen mehren sich oder hören Warnungen² nicht auf Kohlenarten Wind und Wetter ausgesetzt zu lagern, weil die Kohle verwittert und an Heizkraft einbüßt. Innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit stellen sich Wertverminderungen ein. Nach K. A. Hofmann, K. Schumpelt und K. Ritter³ geht die Sauerstoffzunahme weiter, solange ungesättigte Verbindungen vorhanden sind. Ähnliches gilt vom Kuckersit. Auch er verwittert schutzlos aufbewahrt schnell, nachher weit langsamer, dem Ablauf einer umgekehrten Wurflinie vergleichbar. Die von Uhlmann⁴ gebrachte Meldung: ein Verlust des Ölschiefers an Bitumen durch Lagerung im Freien tritt nicht ein, so daß in dieser Beziehung keine Bedenken vorliegen, trifft keineswegs zu.

Allem Dafürhalten nach findet beim ersten Verwittern des Kuckersits kein Verflüchtigen des Kohlenstoffs, dann jedenfalls ohne sichtbare Flamme statt oder in belanglosem Maße nebenher laufend. Die Hupterscheinung des Verwitterns besteht im Ansaugen von Sauerstoff; dadurch werden Wasserstoffmoleküle mit Beschlag belegt und der gewerblichen Nutzung entzogen durch Bildung wertlosen Wassers im Schwel- und Spaltvorgange.

¹ Unter Wärmeentwicklung verlaufende, innere Umlagerung, in erster Annäherung die Reaktions- oder Umsetzungswärme.

² Z. B. Strache-Ullmann, Leitfaden der Technologie der Brennstoffe, 1927 S. 154, a. a. O.

³ Berl. Ber. 46. Bd. 1913 S. 2854—2864 nach Zeitschr. f. angew. Chemie 27. Jahrg. 1914 S. 387.

⁴ Der estnische Ölschiefer und seine wirtschaftliche Bedeutung, Chemikerztg. Cöthen, 51. Jahrg. 1927 S. 746.

Alle sauerstoffhaltigen Heiz- und Schwelstoffe sondern beim Schwelen Zersetzungswasser ab, unabhängig vom angetroffenen Feuchtigkeitsgehalt. Je verwitterter der Stoff, um so höher steigt die Menge des Zersetzungswassers; um den gleichen Betrag fällt die Ausbeute⁵⁾. Über den verwitterten Kuckersit gilt allgemein im Gegensatz zum unverwitterten, daß die Mineralasche und der Koks zunehmen, daß die organische Masse abnimmt, das erhaltbare Zersetzungswasser anwächst. Gleichzeitig nimmt die Menge der gewinnbaren Öle ab, und sichtlich auch die Menge der übrigen flüchtigen Bestandteile. Belege dafür finden sich auf verschiedenen Seiten dieses Buches und ungewollt bei jedem Untersucher, der auf niedrige Ausbeuten, dafür aber vermehrtes Schwel- oder Zersetzungs- oder Konstitutionswasser stößt. Da aus der Menge dieses Wassers auf den Verwitterungszustand geschlossen werden kann, verdient es mit Recht die Bezeichnung „Zustandswasser“.

Neben der mehr natürlichen Verwitterung spielt das künstliche, absichtslos herbeigeführte Altern der zum Prüfen bestimmten Heiz- und Schwelstoffe keine kleine Rolle. Um die Feuchtigkeit eines zerkleinerten Durchschnittes, sei es Steinkohlen-, Braunkohlen-, Torfmusters zu bestimmen, ist es oft noch üblich das Trocknen in der Wärme bei 80°—100° C vorzunehmen. Handelt es sich um ein bewußtes Zugeständnis: auf Kosten der Genauigkeit die Feuchtigkeit zu ermitteln, so müßte mindestens der übernommene Fehler genannt sein; aber auch der ändert sich von Fall zu Fall, von Stoff zu Stoff; Voraussagen sind nicht möglich. Dabei verlangt die Häufigkeit der zum Bewerten von Brennstoffen angeforderten Prüfungen ein einheitliches, ohne Zeitverlust durchzuführendes Verfahren⁶⁾. Die Schwierigkeit wächst, da aus den Verhandlungen zwischenvölkischer Tagungen hervorgeht⁷⁾, daß sich ausnahmslos für alle sauer-

⁵⁾ Anscheinend aus demselben Grunde finden G. Agde und G. Götz, daß grubenfeuchte Rohbraunkohle bessere Ausbeuten liefert, wie vorgetrocknete. Ztschr. f. angew. Chemie 37. Jahrg. 1924 S. 399.

Auf die gleiche Tatsache machen F. Fischer, Schneider und Schellenberg aufmerksam. Ges. Abhandlungen z. Kenntnis d. Kohle 5. Bd. 1922 S. 76.

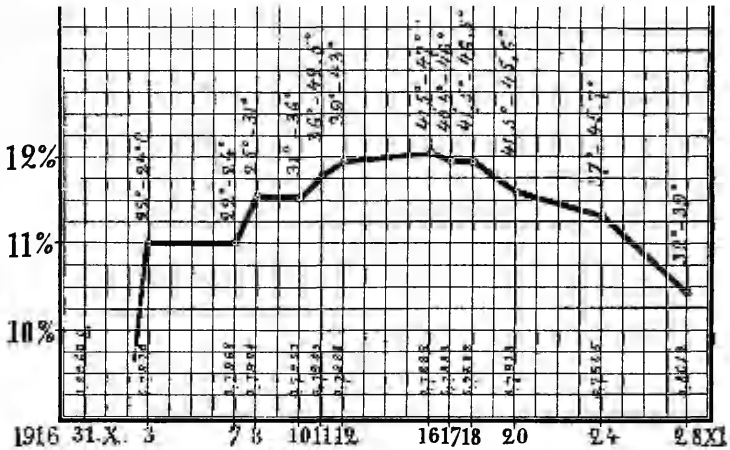
⁶⁾ P. Schläpfer auf der Tagung in Amsterdam im Nov. 1927. Ztschr. f. angew. Chemie 40. Jahrg. 1927 S. 1195.

⁷⁾ Carlo Padovani und C. Sirinamed auf der Tagung in Paris im Okt. 1927. Zeitschr. f. angew. Chemie 40. Jahrg. 1927 S. 1552; vergl. dazu N. Schorl, ebenda 37. Jahrg. 1924 S. 983—986.

R. Jannsen empfiehlt den zerriebenen Kuckersit bei 40°—50° C bis zur

stoffhaltigen Kohlen das Trocknen bei 60°—65° C verbietet, selbst bei Ausschluß von Sauerstoff im Trockenraum.

Über die Wärmeempfindlichkeit des Kuckersits gibt nachstehende, vom Herausgeber im Jahre 1916 ausgeführte Bestimmung eine Vorstellung. Verwendet wurde frischer Kuckersit, der über starker Schwefelsäure aufbewahrt 11% Bergfeuchte zeigte. Bei wenig über Zimmerwärme hinausgehendem Warmhalten fand keine weitere Gewichtsänderung statt, bis nach 4 Tagen, der trockenem



Prüfungen unterzogen würde. Die Reinmasse müßte von aller Erdschwere befreit nackt vorliegen, unverhüllt durch Kieselsäure, Kalk und Ton, die von Einzelnen sogar für deren Schutzkörper erklärt worden sind⁹.

Der einfachste, für viele Kohlensorten gangbare Weg, wäre das Auslösen der organischen Anteile durch ein flüchtiges Lösungsmittel. Nach Verdunsten des Auszuges bliebe dann der gesuchte Stoff zurück. Da dieses nicht angeht, wie überzeugende Versuche von Fökin¹⁰, Kogerman¹¹, Lebedorff¹², Lindenbein¹³ und Schneider¹⁴ dartun, ist dem Umwege: Entfernung aller nicht zur organischen Masse gehörenden Beimengungen zu folgen. Die obengenannten erhielten nicht mehr als Spuren Fettsäuren (?), ganz gleich welch' ein Lösungsmittel verwendet wurde. (Nur bei Zimmerwärme ausgeführte Versuche zählen, weil in wenig höherer Wärme die Schiefermasse spaltet!).

Der Erste, der anorganische Anteile des Kuckersits von den organischen zu trennen suchte, war A. Schamarin¹⁵. Es gelang ihm durch Einwirkenlassen von verdünnter Salzsäure die Erden bis auf einen Rest von 0,25—0,63% zu beseitigen. Bis jetzt hat keiner seiner Nachfolger ihn auf ähnlichen Wegen überholt.

Über Versuche an württembergischen Ölschiefen mit gleicher Zielsetzung berichten F. Gaiber und H. Bader¹⁶. Durchweg wird versucht die anorganischen Bestandteile durch gewaltsame Stofftrennungen zu entfernen. Und doch sollte man meinen, daß die Eigenart der organischen Bestandteile darunter litte. In einem von Libner¹⁷ und J. v. Narbut¹⁸ befolgten Arbeitsgange werden rauchende Flußsäure, starke Salzsäure, heißes Wasser und Trocken-

⁹ Unter anderen: E. Hentze, Zeitschr. f. angew. Chemie 35. Jahrg. 1922 S. 330—331.

¹⁰ Bergjournal 89. Bd. 1913 S. 120—121 oben, russisch.

¹¹ Sitzungsberichte d. Naturforscher-Gesellschaft b. d. Universität Dorpat 34. Bd. 1927 S. 167. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A. III. 1922 S. 12—13.

¹² Eesti Tehnika Seltsi ajakiri 4. Jahrg. 1922 S. 115, estnisch (Zeitschr. d. Estnischen Techn. Gesellschaft).

¹³ Archives des sciences physiques et naturelles 5 Période 3. Bd. 1921 S. 396.

¹⁴ Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle 5. Bd. 1922 S. 49—50.

¹⁵ Archiv für Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands 5. Bd. 1870 S. 28 u. f.

¹⁶ Chemiker-Ztg., Cöthen 50. Jahrg. 1926 S. 277—280.

¹⁷ Ebenda 34. Jahrg. 1910 S. 5.

¹⁸ Zeitschr. f. angew. Chemie 35. Jahrg. 1922 S. 238.

hitze von über 100° C zur Wirkung gebracht, in einem anderen, von E. H e n t z e ¹⁹ befolgten Verfahren verdünnte Salzsäure und Flußsäure zur Hilfe genommen.

Im Gegensatz zu dem Aufschluß mit mehr oder weniger starken Säuren befürwortet F. G a i ß e r ²⁰ Eintragen des Rohschiefers in geschmolzenes Ätzkali oder Ätznatron oder Erhitzen „mit ziemlich konzentrierter Lauge unter hohem Druck bis zu 80 Atm.“ ²¹, nach Bedarf vorhergehendes Entkalken mit starker Salzsäure u. s. w.

Schonend können alle diese Behandlungsweisen nicht genannt werden. Nicht nur der Kuckersit ist auf diese Weise mißhandelt worden, ohne Rücksicht auf den zarten Aufbau seiner organischen Teilkörper, sondern auch Kohlen und Schieferarten verschiedener Herkunft. Im Staubzustande, in dem sie untersucht werden müssen, vertragen sie eine derartige grobe Behandlung nicht.

Einen Ausweg scheint, wenn er auch Zeit beansprucht, das Anwenden wenig dissoziierter Salze zu bieten. So gibt Max Gary im Lunge-Berl ²² unter Benutzung eines Schriftsatzes von K. Schoch bekannt, daß sich Salmiak, ammoniakalisches Ammonazetat, Ammonnitrat, Chlormagnesium zum Zerlegen von Kalziumkarbonat und Silikaten eigne. Chlorammon bringe sogar Tonerde und Eisenoxyd in Lösung. Magnesiumkarbonat werde schwer zersetzt, desgl. Kalziumkarbonat, das längere Zeit an der Luft gelegen habe schwieriger wie grubenfeuchtes.

Diese Angaben sind auch auf den Kuckersit zu bestätigen. Nach monatelangem Lagern in 20% Salmiaklösung, die 12 mal gewechselt wurde, nachher in Ammonazetat von etwa derselben Stärke und 7maligem Wechsel wurde aus 300 g feingepulvertem Kuckersit des Flözes E 95 g Rein-(?)Masse von einem köstlichen Rotbraun erhalten, leuchtend, tiefsatt in der Farbe auch in trockenem Zustande. Halbfeucht, offen der Sonne ausgesetzt, bleichte sie in der Zeitspanne bis zum Trockenwerden zu einer gelbgrauen Schmutzfarbe aus. Kalk und Magnesia waren in der Lösung nicht mehr aufzufinden, wohl aber Spuren Kieselsäure, Chlor, Eisen und Phosphorsäure. Sollte die Reinmasse auf Chlor untersucht werden, dürfte sie nicht vorher mit chlorhaltigen Reinigungsmitteln in Berührung kommen.

Durch die Behandlung mit 20% Salzlösungen von beiläufig 1,055 Dichte reichert sich die Reinmasse am Boden an, gelbgrün gequollener Ton oben. Er läßt sich restlos abspritzen. In verschiedenen Höhenlagen sich bildende Schnüre von Pyrit und Markasit sind dagegen nicht so leicht zu entfernen.

Den besten Vorschlag die Verunreinigungen, insbesondere den Pyrit, fortzuschaffen, bringt K. L u t s aus der Prüfstelle Kochtel. Durch Ausschleudern bei 3000 Umdrehungen in der Minute trennen sich die schweren Anteile von den leichteren der Reinmasse. Das Aufschwemmungsmittel müßte dem Zweck der Untersuchung zuge-

¹⁹ Ebenda S. 330.

²⁰ Brennstoff-Chemie 5. Bd. 1924 S. 253—255.

²¹ Siehe 16.

²² II. Bd. 1922 S. 775.

paßt werden. Nach L u t s ergibt das Mittel aus mehreren Grundstoffprüfungen ²³

76,802% Kohlenstoff,
9,210% Wasserstoff,
1,892% Schwefel,
11,498% Sauerstoff + Stickstoff (0,1—0,2%).

Trotz der greifbaren Unsicherheit haben seine Angaben als die bisher wahrscheinlichsten zu gelten. Ältere Analysen mit rund 20% Sauerstoff und nur 70% Kohlenstoff beziehen sich auf schwach bis stark verwitterte Ausgangskörper.

Da sich in der Schieferasche nur Spuren Schwefel einfinden, ist dessen Hauptmenge der organischen Masse zuzuzählen.

Über den Geruch des Kuckersits bestanden von Anfang an Meinungsverschiedenheiten, obgleich die Geruchlosigkeit aus seinem Freisein von Ölen, Harzen und Wachsen herzuleiten wäre.

„Den ganz besonders geringen Stickstoffgehalt des Kuckersits bringt L. R ü g e r ²⁴ mit der Tatsache in Verbindung, daß diesem Gestein... der bezeichnende Geruch fehlt, den so viele bituminöse Gesteine beim Anschlagen oder Reiben entwickeln“ ²⁵. Auch C. G ä b e r t schreibt: „Trotz seines außergewöhnlich hohen, bis 52% steigenden Bitumengehaltes (gemeint ist organische Masse) fehlt ihm der bezeichnende Geruch, den bituminöse Gesteine beim Anschlagen entwickeln“ ²⁶.

Im Gegensatz zu den Vorgenannten hält A. Ö p i k daran fest, daß sich beim heftigen Schlagen des Kuckersits ein schwacher, nicht unangenehmer Geruch bemerkbar mache, den die organisch durchtränkten Kalksteine noch deutlicher zeigen ²⁷.

Nach Ansicht des Herausgebers dürfte es sich um die gleichen Geruchsempfindungen handeln, die harter Stahl beim Auftreffen auf quarzhaltigen Ton in Verbindung mit Pyrit auslöst. Demnach ist die Kuckersitmasse an sich geruchlos.

Die riechenden Stoffe entstehen erst nach der Wärmeeinwirkung im Schwel- und Spaltvorgange, mithin nach eingetretener Zersetzung des Rohsteins.

²³ Brennstoff-Chemie 9. Jahrg. 1928 S. 217—218 mit Auslassung von 0,598% Chlor. Auch die Asche dürfte mit 3,19%—7,77% zu hoch ausgefallen sein.

²⁴ Geologische Rundschau 17. Bd. 1926 S. 23.

²⁵ Nach R. P o t o n i é, Allgemeine Petrographie 1928 S. 159.

²⁶ Der estnische Ölschiefer (Kuckersit). Die Kriegsschauplätze 1914—1918 Heft 10 II. Teil 1928 S. 23.

²⁷ Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-)Stufe in Eesti (Estland). Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A. XII, 1927 S. 4.

Auch für den Beginn der Zersetzung werden von verschiedenen Forschern verschiedene Wärmebereiche angegeben. Hier, wie in anderen Fällen, mag es sich um grobsinnliche Wahrnehmungen handeln.

Fest steht, daß ein Vergasen bei wenigen Graden über 200° C beginnt; von 320° C ab das Abstoßen von Schwerölen früher einsetzt wie das Freiwerden von Leichtölen. Die Leichtöle erschöpfen sich zeitiger wie die Schweröle. Das Entgasen überdauert beide Vorgänge, auch wenn die zuletzt zugegebene Hitze nicht höher als auf 580° C steigt.

Das Hervorrufen aller der genannten Umsetzungen erfordert nicht über 181 Kilogrammkalorien. Einwirkenlassen niedriger Hitzegrade ist aber dasselbe wie ein Trockenverfahren, bei dem über die eigentliche Trocknung hinausgegangen wird. Infolgedessen kommt es zu einer künstlichen Inkohlung; der Wasserstoffgehalt verarmt, weil der Wasserstoff, dem geringsten Zwange gehorchend, sich mit dem Sauerstoff des Kuckersits zu Wasser umsetzt. Inzwischen führt Sauerstoffanlagerung teils zur Bildung hochmolekularer Verbindungen, teils zum Entstehen weiterer Mengen Zersetzungswasser. Der Kuckersit wandelt sich in Kuckersit-Asphalt um und muß von neuem vergast und entölt werden. Durch Verdrängen des Sauerstoffs aus der Schwelkammer läßt sich das an der zweiten Stelle genannte Zersetzungswasser verringern, durch eine kurze Vergasungs- und Entölungszeit das Entstehen von Asphalt vermindern.

K. L u t s ²⁸ berichtet über Versuche, in denen Schiefer in Gegenwart von Luft, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlendioxyd und Wasserdampf, sonst aber auf gleiche Weise verschwelt wurde.

Vergleichende Schwelversuche.

	Trocken %	H ₂ %	N ₂ %	CO ₂ %	H ₂ O %
In Öl umgewandelte organ. Masse	62,6	64,6	64,5	65,3	76,1
In Wasser	7,2	6,2	6,4	8,0	—?
In Kohlenstoff	17,0	16,4	14,7	12,4	6,1
Zu Gas	13,0	16,7	14,4	14,1	17,8
Ungesättigte Anteile	74,4	85,5	78,3	89,6	94,3
Phenole	27,7	31,9	32,8	41,9	48,6
Gesättigte Anteile	24,7	24,0	23,6	20,7	21,4
Ölausbeute überhaupt	34,1	35,2	35,1	35,6	41,5

²⁸ Zeitschr. Loodus (Die Natur) 3. Jahrg. 1924 S. 371, aus dem estnischen gekürzt.

Aus dem Ansteigen der Phenole auf zunehmende Minderwertigkeit des Öles schließen zu wollen, geht nicht an, solange ungesättigte Anteile, Benzine usw. verlangt werden. Im Vergleich zu den wenig gefragten Phenolen fällt die Ausbeute an gesättigten Ölen langsam, obwohl die Behandlung mit Wasserdampf den größten Ölertrag bietet.

Offensichtlich werden Anteile des in Zersetzung begriffenen Schiefers durch das übergeleitete Mitnehmer-Gas einer zu langen Hitzeeinwirkung entzogen. Andauernde Hitze zersplittert das Ölmolekül zum schwer-verdichtbarem Gase.

Nicht weniger bedeutsam hebt sich die verkürzte Hitzewirkung im Großversuch heraus; beweisgebend ist kein für den Einzelfall gültiger Wert, wohl aber dessen Größenordnung in der angezogenen Ausbeutenfolge.

	Schmeldauer in Stunden	Rohteer, bezogen auf trockenen Schiefer
Gasanstalten	4—6	4—5%
Halbgaserzeuger . . .	$\frac{3}{4}$ —3	14—20%
Drehofen, nach Wahl	$\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{2}$	21—23%
Kanalofen	$\frac{1}{240}$ — $\frac{1}{60}$	24—26%
Hitzekammer	$\frac{1}{4800}$	28—32%

Ist es ein Zufall, daß mit der verkürzten Schmelzeit die Ausbeuten steigen? Ausnahmen fehlen. Von den Betriebsweisen sind die 4 erstgenannten im entscheidenden Grundgedanken zur Ausführung gekommen, haben sich auch in monatelangen Versuchen recht und schlecht bewährt. In vielen Einzelheiten ließen sich Verbesserungen einfügen. Niemand wird aber leugnen dürfen, daß die bisherigen Betriebe schwierig zu handhaben, umständlich zu errichten sind. Nur größte Geldaufwendungen für Schmelleinrichtung, Ölreinigung und Veredelung machen sich bezahlt²⁹. Kleine Anlagen können sich wirtschaftlich nicht halten.

Über das an letzter Stelle genannte Verfahren geben wenige Vorversuche und ein angemeldeter Schutzanspruch³⁰ eine Vorstellung. Aus den Trocknungsverfahren für wäßrige Lösungen, aus dem Herstellen von Trockenmilch bekannt geworden, auch eingeführt worden zum Eindicken von Schwefelsäure, zum Herstellen von Leim-

²⁹ Im Staatsbetriebe sind allein 3,5 Mill. Kronen festgelegt.

³⁰ Estl. P. Anm. 1479 v. 2. XI. 1928. S. S. 239 oben.

kügelchen und anderen Bedarfsstoffen, ist die kurzzeitige Hitzebehandlung seit 1919 von englischen und amerikanischen Unternehmern zum Schwelen und Aufarbeiten von Kohlenstaub aufgenommen³¹. Im Vergleich mit einem Kanalofen ist der Betrieb einfacher. Die Ölausbeuten sind befriedigend. In gleicher Richtung entwickelt sich das neuzeitliche Erzeugen von Schwefelsäure, Ammoniak und Salpetersäure aus Grundstoffen, das Zusammenschweißen großer Moleküle aus Atomen, das Verdichten flüssiger Endstoffe aus gasförmigen, indem der gewünschte Körper auf kurzen Wegen der Gefahr auseinanderzufallen entzogen wird. Möge es gelingen, dem schlichten Grundgedanken Geltung zu verschaffen, durch sinngemäßes Eingehen auf die Eigenart des Kuckersits.

³¹ S. McEwen, Carbonisation of Pulverised Fuel at Low Temperatures McEwen-Runge System, Combustion XIV Bd. 1926 S. 107—110. Liefert die Beschreibung zweier übereinander angeordneter Türme 40 Fuß hoch, 6 Fuß 9 Zoll im Durchmesser von 9 t Stunden-Leistung.

W. Runge, The McEwen-Runge System for the Low Temperature Distillation of Coal, ebenda XVI. Bd. 1927 S. 29—31 u. 50.

R. M. Crawford, Accomplishments in Low Temperature Carbonization in Coal, ebenda S. 223 u. 228.

19 (10). Gewerblicher Rechtsschutz in Estland.

Der Patentschutz bildet, mit dem Schutz der Warenbezeichnungen, das Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes in Estland. Im Jahre 1921 fand die Neuregelung¹ statt durch Abänderung und Ergänzung früher geltender russischer Gesetze².

1. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN.

Das „Patentgesetz“ sieht die Erteilung von Schutzrechten in Form von Schutzbriefen für die Höchstdauer bis zu 15 Jahren vor, gerechnet vom Tage der Anmeldung. Das Recht, Patente zu erwerben und zu besitzen, genießen nicht nur Bürger des estländischen Staates, sondern auch Angehörige fremder Staaten; das Gleiche gilt für den Erfinder wie dessen Rechtsnachfolger.

Der Schutz wird auf Erfindungen erteilt, die eine wesentliche Neuerung vorstellen und bezieht sich entweder auf deren vollen Bestand, auf einen oder mehrere Teile der Erfindung oder aber auf eine eigenartige Zusammenstellung von Teilen, wenn auch ein jeder von ihnen im Einzelnen bekannt sein mag. Gegenstand eines und desselben Schutzanspruches können auch mehrere Einzelerfindungen sein, falls diese ein bestimmtes Herstellungsverfahren ausmachen und einzeln nicht angewandt werden können.

Nichterteilt werden Schutzansprüche auf Erfindungen, die rein wirtschaftliche Entdeckungen vorstellen, oder die auf allgemeine Lehrmeinungen ausgehen, den guten Sitten zuwider laufen, in Estland bereits geschützt sind oder schutzlos angewandt werden oder

¹ Riigi Teataja (Staatsanzeiger) v. 15. April und 21. Mai 1921.

² Ges.-Kod., Bd. XI. Teil 2. Ausg. 1913; Gewerbeordnung Hptst. IV. § 69—123.

in öffentlichen Druckschriften genau beschrieben, im Auslande bekannt und dort ungeschützt oder geschützt, dem betr. estländischen Anmelder aber nicht zur ausschließlichen Nutzung abgetreten sind und endlich keine wesentliche Neuerung, sondern nur nebensächliche Abänderungen bereits bekannter Erfindungen vorstellen. Außerdem sind nicht schutzfähig chemische Stoffe, Nahrungs- und Genußmittel und zusammengesetzte Arzneien, sowie Verfahren und Vorrichtungen zu deren Herstellung.

Ein Schutzanspruch kann nur von in Estland wohnhaften Personen angemeldet werden; für auswärts wohnende Anmelder besteht Vertretung.

Da Estland seit dem Februar 1924 der Internationalen Konvention (Pariser Übereinkunft v. 20. März 1883) beigetreten ist, so kann ein, durch diese gewährtes Erstrecht beansprucht werden; der Antrag hat bei der Anmeldung zu geschehen, der Nachweis innerhalb 3 Monate.

Bei der Anmeldung sind nachstehende Unterlagen vorzustellen:

- 1) Eine Vertretervollmacht; sie gilt, einmal ausgestellt, für alle weiteren Anmeldungen. Die Unterschrift des Vollmachtgebers ist notariell zu beglaubigen, eine konsularische Bestätigung ist nicht erforderlich.
- 2) Eine Beschreibung der Erfindung, die soweit eindeutig gefaßt sein soll, daß es möglich ist, die Erfindung ohne Mutmaßungen und zufälliges Erraten auszuführen. Zum Schlusse der Erläuterung sind die Schutzansprüche zu umgrenzen. Die Beschreibung soll im Estnischen vorgestellt werden, doch darf sie vorläufig auch im Deutschen, Französischen, Englischen oder Russischen eingereicht werden; in Monatsfrist ist der allein gültige estnische Wortlaut nachzureichen.
- 3) Zeichnungen, falls unumgänglich, in 3 auf Pausleinewand ausgeführten Entwürfen. Zulässige Abmessungen sind 33×21 cm oder 33×42 cm oder 33×63 cm. An den Seiten ist ein Rand von 1,5 cm Breite frei zu halten. Zeichnungen sollen in schwarzer Tusche ausgeführt sein; Abbildungen sind auch in schwarzem Druck statthaft. Irgend welche längere Aufschriften sollen nicht vorkommen; Bezeichnungsworte sind estnisch einzutragen; als Bezugszeichen können sowohl lateinische Buchstaben wie auch Zahlen benutzt werden.

- 4) Der Nachweis der Neuheit, falls ein solcher beansprucht wird, bedarf, wenn er vom Rechtsschutzamt des Heimatlandes ausgestellt ist, keiner Beglaubigung; lautet die Anmeldung auf einen anderen Namen, dann ist eine konsularisch bestätigte Rechtsfolgeerklärung beizubringen.

Erfindungen dürfen vor ihrer Anmeldung nicht öffentlich angewandt sein oder beschrieben vorliegen. Schutzfähig sind keine stofflichen Erzeugnisse, bspw. ein an sich neues Brennschieferöl, wohl aber das zu seiner Herstellung dienende Verfahren.

Bei der Anmeldung wird seitens des Rechtsschutzamtes ein Schutzschein (kaitsetunnistus) ausgestellt. Durch diesen erhält der Anmelder das Recht, Mitteilungen über seine Erfindung zu veröffentlichen, eine öffentliche Prüfung zu veranlassen, die Erfindung zur Ausführung zu bringen, seine Rechte auf den Schutzbrief anderen abzutreten und die, seine Rechte Verletzenden auf privatem oder notariellem Wege zu verwarnen, daß nach Erhalt des Rechtsschutzes eine gerichtliche Belangung droht.

Vom Ausstellungstage des Schutzscheines an hat der Anmelder während 3 Monate das Recht, geringfügige Änderungen vorzunehmen. Nach 3 Monaten gelangen die Unterlagen zur Durchsicht an den Leiter des Rechtsschutzamtes, dann nebst dessen Gutachten an den Rechtsschutzausschuß zur Beschlußfassung. Die Durchsicht ist Formsache; eine Neuheitsprüfung findet nicht statt. Der Entscheid des Rechtsschutzausschusses über die Möglichkeit der Schutzerteilung wird im Riigi Teataja (Staatsanzeiger) unter Angabe des Anmelders, des Titels und des Anmeldetages bekannt gegeben; von da ab beginnt die dreimonatliche Auslegefrist. Während dieser Zeit kann jeder, den es angeht, sich mit den Unterlagen bekannt machen und gegen die Schutzerteilung Einspruch erheben. Zum Widerlegen eines Einspruches wird dem Anmelder eine Frist von 3 Monaten gewährt. Einrede und Widerlegung kommen vor den Rechtsausschuß, der endgiltig über Erteilung oder Ablehnung entscheidet.

Liegt keine Einrede vor, dann ist die 1. Jahresgebühr, gerechnet vom Anmeldetage, am Schlusse der Auslegefrist zu begleichen. Der Schutzbrief besagt, unter Anderem, daß staatlicherseits keine Gewähr übernommen wird, daß die Erfindung wirklich Eigentum des Anmelders ist, daß sie nützlich, neu, richtig und genau beschrieben ist.

Vom Tage der Anmeldung bis zur Erteilung des Schutzbriefes vergehen somit etwa 7—9 Monate.

Die folgenden Gebühren sind im voraus am Jahrestage der Anmeldung fällig. Eine verspätete Nachzahlung ist unter steigendem Zuschlag innerhalb von 3 Monaten zulässig. Ist der fällige Jahresatz auch im Laufe dieser Frist nicht beglichen, so verfällt der Schutzanspruch unwiderruflich.

Innerhalb 3 Jahre, gerechnet vom Erteilungstage des Schutzbriefes an, muß die Erfindung in Anwendung gekommen sein, widrigenfalls der Schutz auf Ansuchen Dritter zwangsweise gelöscht werden kann. Die Anwendung kann sich auch darauf beschränken, daß die Erfindung den Bürgern des estländischen Staates durch Veröffentlichung zur Verfügung gestellt wird.

Im Verlaufe der ganzen Gültigkeitsdauer darf der Schutzbrief gerichtlich angefochten werden.

Zum Besten der Staatswohlfahrt ist die Zwangsenteignung geschützter Verfahren gegen Entschädigung des Schutzbriefinhabers vorgesehen.

Außer Haupturkunden können noch Zusatz- und Abhängigkeitsurkunden ausgefolgt werden. Die Übertragung eines Schutzbriefes auf einen anderen Inhaber ist jederzeit statthaft. Der Übertragungsbeleg muß im Inlande notariell, im Auslande außerdem noch konsularisch beglaubigt werden.

Eine verbindliche Verordnung, geschützte Erzeugnisse kenntlich zu machen, besteht nicht. Ebenso besteht kein Zwang, das Schutzamt über erteilte Nutzerläubnisse zu benachrichtigen.

Das **Warenzeichengesetz** sieht das Erteilen von Bild- und Wortzeichen vor, doch sind diese nur auf den Namen von Kaufleuten oder Herstellern zulässig.

Ausländische Warenzeichen werden in Estland in der Gestalt bestätigt, wie sie im Heimatlande eingetragen worden sind; eine Erweiterung des ursprünglichen Warenverzeichnisses ist nicht erlaubt.

Auf Wappen oder andere Kennzeichen einheimischer oder ausländischer Staaten, Städte oder auch auf Bezeichnungen der Abbildungen irgendwelcher Personen wird, ohne diesbezügliche Erlaubnis, das ausschließliche Nutzungsrecht nicht erteilt; ebenso dürfen auch solche Worte nicht eingetragen werden, die als Warenbezeichnung gebräuchlich sind.

Dagegen steht Herstellern und Kaufleuten, ohne Eingabe an das Schutzamt, das Nutzungsrecht auf solche Warenzeichen zu, die allein Vornamen oder Familiennamen des Besitzers oder den Namen des Herstellungsortes nennen, wenn diese nicht besonders ausgeführt sind, in Form von Namenszügen, Handelszeichen, Zierschriften u. dergl. m.

In der Warenzeichenrolle werden die Warenzeichen nach Klassen, dem Vorbilde des Deutschen Rechtsschutzamtes ähnlich, geführt. Die Anmeldung erfolgt allgemein, ohne Nennung der beanspruchten Klasse. Ein Schwarz auf Weiß angemeldetes Warenzeichen gibt den Schutz auch in allen anderen Farbenzusammenstellungen.

Den Satzungen der internationalen Konvention nach kann ein durch diese gewährtes Erstrecht beansprucht werden. Da aber Estland der Madrider Übereinkunft vom 14. April 1891 nicht beigetreten ist, gelten hier zwischenstaatlich eingetragene Warenzeichen nicht; sie müssen für sich angemeldet werden.

Ein Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb fehlt. Da das frühere russische Medizinalgesetz nicht aufgehoben ist, entsteht ein Zwiespalt zwischen diesem und dem neuen estländischen Warenzeichen-gesetz, indem Ausländern verbrieft Wortzeichen des Arzneigewerbes seitens inländischer Apotheken und pharmazeutischen Unternehmen durch Hinzufügen ihres Namens mißbraucht werden können.

Bei der Anmeldung eines Wortzeichens oder Bildzeichens sind folgende Unterlagen vorzustellen:

Eine Vertretervollmacht, hinsichtlich derer das für den Erfinderschutz Gesagte gilt; ein Heimatsausweis bei ausländischen Anmeldungen; dieser bedarf keiner Beglaubigung; bei inländischen Anmeldungen ist eine Bescheinigung der Handels- und Industriekammer vorzustellen; 1 Druckstock, nicht über 10×15 cm nebst 10 Abbildungen des Zeichens.

Bei der Anmeldung wird eine Empfangsbescheinigung nicht ausgefolgt. Nach Durchsicht und Neuheitsprüfung seitens des Vorstandes vom Schutzamt wird der Ausweis der vollzogenen Eintragung in etwa 3—6 Wochen erteilt. Die Schutzdauer beträgt bis zu 10 Jahren, wonach der Schutz wieder auf 10 Jahre u. s. f. verlängert werden kann.

Innerhalb dreier Jahre von der Veröffentlichung des eingetragenen Zeichens im Riigi Teataja (Staatsanzeiger) kann das Zeichen gerichtlich angefochten werden.

Das Warenzeichen kann nur mit dem Unternehmen oder dem Teile, zu dem es gehört, veräußert werden; die entsprechende Mitteilung ist dem Schutzamt binnen 6 Monaten zuzustellen. Übertragungsurkunden müssen bei inländischen Inhabern notariell beglaubigt, bei ausländischen Inhabern außerdem noch konsularisch bestätigt werden.

Nach Erlöschen eines Warenzeichens darf es während dreier Jahre, gerechnet vom Tage der Veröffentlichung, niemandem weiter erteilt werden, mit Ausnahme des vorherigen Inhabers. Ein gerichtlich gelöschttes Warenzeichen ist sofort auf den Namen des anerkannten neuen Inhabers übertragbar.

Ein Zwang, das Warenzeichen anderen kenntlich zu machen, besteht nicht.

Der Schutz von Patenten und Warenzeichen wird im Falle böswilliger Verletzung, genau genommen, nur durch die zuständigen Gerichte erreicht. Dem Gerichte vorzustellende Vollmachten und Urkunden müssen, wenn sie aus dem Auslande stammen, konsularisch beglaubigt sein. Vorgegangen werden kann sowohl strafrechtlich wie auch bürgerlich-rechtlich; auch kann auf Schadenersatz geklagt werden.

Das bisherige Strafgesetz³ sieht vor, für Patentverletzung: Schadenersatz und Sühne von 100 bis 300 Kronen⁴; für Warenzeichenverletzungen: Schadenersatz, Entziehung bürgerlicher Rechte und Inhaftsetzen.

2. ERFINDERGEDANKEN IN BRENNSCHIEFERFRAGEN.

Die vom estländischen Rechtsschutzamt im Laufe der Jahre erteilten Schutzurkunden weisen die Wege, auf denen das Erschließen der Brennschiefervorräte erstrebt wird⁵. Von einer Wertung der geschützten Verfahren und Vorkehrungen ist abzusehen: zeigt doch die Erfahrung, daß nicht die Güte einer Erfindung ihren Gebrauchswert bestimmt, sondern daß persönliche Eigenschaften des ausbeutenden Unternehmers, geldliche und gewerbliche Voraussetzungen ausschlaggebender sind. Das Wirtschaftsleben bringt die Erfüllung oder Ablehnung des Erfindergedankens.

³ Z. Z. in Neuregelung begriffen.

⁴ Nach dem z. Z. gültigen Umrechnungssatz des russischen Rubels.

⁵ Aus rechtlichen Gründen finden nur erteilte Schutzbriefe Erwähnung.

Zahlengemäß betrogen die auf das Brennschiefergewerbe bezüglichen Schutzerteilungen in den Jahren 1922 bis einschließlich 1927 4,2% im ersten bis 15,1% im letztgenannten Jahr, im Durchschnitt 10,8% der Gesamtzahl aller verbrieften Schutzansprüche in Estland. Im Zusammenhange mit dem Brennschiefer beziehen sich rund 65% auf neue Verfahren oder Vorrichtungen zum Verarbeiten des Schiefers und nur rund 35% erstreben das Herstellen von Erzeugnissen aus oder mithilfe von Brennschiefer, dessen Abkömmlingen oder Rückständen.

In erster Linie beachtenswert sind die Verfahren zum Ölgewinnen; denn mit der gewerblichen und wirtschaftlichen Lösung dieser Frage steigt und fällt der Preis des Öles auf dem Ölmarkt. Dieser Umstand erklärt das Überwiegen dahinzielender Schutzansprüche. Ihren äußeren Merkmalen nach lassen sich die Verfahren einteilen in senkrechte und in wagerechte Vorkehrungen. Fast ausnahmslos wird ein trockenes Schwelen bevorzugt, in wenigen Fällen zum Verarbeiten in verflüssigtem Zustande aufgefördert.

Ein senkrecht angeordnetes Verarbeiten sehen vor:

Estl. P. Nr.

- 508 L. M o u r g e o n, Paris, durch einen stangenförmig gebauten Turm, in dem das Brenngut durch Schaufelarme gerührt, von Stufe zu Stufe gleitet. Verfallen.
- 600 O. V u h t, Reval, durch einen senkrecht stehenden Halb-gaserzeuger zur Gewinnung von Öl. Verf.
- 606 B. v. H a r p e & M. K u l s h i n s k y, Estland, durch einen senkrecht gestellten Ofen, in dem das abzutreibende Gut in dünner Schicht längs beliebig geheizten Flächen herabrieselt und hierbei Öle abgibt. Verf.
- 706 M e t a l l b a n k & M e t a l l u r g i s c h e G e s e l l s c h a f t, Frankf. a/M., durch eine senkrecht gestellte Vorrichtung oder mehrere mit einander verbundene Vorkehrungen mit Innenheizung, ausgestattet für Tieftemperaturverschwe- lung.
- 883 H. M. R i d g e, London, durch eine senkrecht gestellte mit Rundschabern versehene Retorte in Stufenausführung.
- 896 G. M e n e l l, London, durch eine senkrechtstehende, so- wohl durch Innen- als Außenheizung wirkende Retorte mit gegeneinander abfallend gestellten Platten und unter

den Platten angeordneten Heizungs-, bzw. Extraktionsansätzen.

- 959 Metallbank & Metallurgische Gesellschaft, Frankf. a/M., durch eine aus Schwelschacht mit Schwelzone, Reaktionszone und Rückstandskühlzone nebst Zu- und Abführungskanälen bestehende, senkrecht angeordnete Vorrichtung; geeignet für aschereiche Schwelstoffe.

Die Gruppe, die das Verarbeiten in wagerechter Anordnung vorsieht, ist reichhaltiger vertreten. Genannt seien:

- 565 American Shale Reduction Company, New-York, eine liegende Retorte von verschiedenem Durchmesser, in der das Schwelgut bei ansteigender Wärme bearbeitet wird.
- 584 R. Zeidler, Reval, eine Horizontalretorte mit eingebautem Wanderrost; fortlaufend arbeitend. Außenbeheizung.
- 614 O. Vuht & H. Jaanus, Reval, eine unbewegliche Horizontalretorte mit bewegter Schneckenwelle im Inneren, die außer Flügeln noch Schneiden und Mischer aufweist. Der Schiefer wird langsam vorgeschoben, der Schwelraum außen beheizt. Sich bildende Gase und Dämpfe leiten entsprechend angeordnete Abzugsrohre fort. Verfallen.
- 654 A. M. A. Strubes, England, eine Retorte mit schaufelartigen Schabern, die an einer Längswelle federnd, in einer Richtung wirkend, angeordnet sind.
- 821 R. Zeidler, Reval, ein Schwelraum für Innenheizung, in dem die Heizgase durch die Beschickung hindurchgesogen werden, wodurch Trocknen, Schwelen und Spalten in einem Zuge ermöglicht wird. Verf.
- 870 A. Meiro, Belgien, eine festliegende Retorte mit bewegter innerer Schnecke, um das Schwelgut bei mäßiger Wärme in flüssiger Zustandsform zu verarbeiten. Verfallen.
- 890 G. Menell, London, ein Drehofen, versehen mit fester Führung des Schwelgutes, zwischen Flügeln angeordneten Platten fürs zwangläufige Überkippen des Schwel-

gutes. Innenrohre dienen zum Abzug der sich bildenden Dämpfe und Gase. Der Ofen ist für Innenheizung wie für Außenheizung eingerichtet. Vorzugsweise bestimmt für Brennschiefer, Diktyonemaschiefer, Kohle, Torf.

- 946 Estnische Patent-A/G, Reval, ein Verfahren, nach welchem der Brennschiefer in gasdurchlässiger Schichtstärke wagerecht fortbewegt wird. Seitlich angeordnete Heizelemente und endständig angebrachte Sauggebläse treiben erhitzte Spülgase in Quer- und Längsrichtung durch das Schwelgut. Die Spülgase beladen sich mit Öl, werden abgefangen und kehren vom Öl befreit in den Betrieb zurück.
- 947 A. B. Gröndal-Ramén, Stockholm, ein Kanalen mit Trockenraum und Schwelraum, durch welchen sich der Brennschiefer auf durchbrochenen Böden eines Wanderrostes fortbewegt, wobei unter dem Roste angebrachte Heizelemente und entsprechend angeordnete Kanäle den Kreislauf der Schwelgase durch das Röstgut zwangsläufig bewirken.
- 948 Patentaktiebolaget A. B. Gröndal-Ramén, Stockholm, ein Kanalen wie im Schutzanspruch 947. Zusatzpatent. Ein Wanderrost in Form einer endlosen, um Trommeln oder Räder laufenden und mit Öffnungen für Luftströme versehenen Bahn, nimmt das Schwelgut auf.

Im letzten Jahre sind verschiedene, das Bearbeiten des Brennschiefers in wagerechter Richtung durchführende Ansprüche gemeldet worden. Der unter Nr. 947 aufgeführte, schwedische Anspruch fällt auf denselben Tag, an dem in Estland Ing. M. Kulshinsky einen Kanalen schützen ließ. Beide Antragsteller sehen ein Durchstreichen von Schwelgasen durch gasdurchlässige Schichten des auf Wanderrosten bewegten Schiefers vor; beide verlangen Zugregler für die zwangsläufige Führung der Spülgase.

Gegen das Zusammenbacken des Schiefers im Drehofen werden durch den Schutzanspruch 565 der American Shale Reduction Company Innenrippen in Vorschlag gebracht. Der Schutzbrief 890 von G. Menell, London, verlegt kleine Platten

zwischen die Flügel eines Schneckenganges, über welche der Schiefer längs den Innenwänden rieselt und sich um und um schüttet. Vuht & H. Jaanus bestücken die sich drehende Schneckenwelle mit Mischern. Nach anderen Arbeitsverfahren schwelt der Brennschiefer nur in dünnster Schicht gar, oder benötigt Schaber oder Reiniger, um nicht festzusitzen. In vielen Fällen beseitigen die Reiniger den sich auf Innenwänden absetzenden kohlenstoffhaltigen Niederschlag. Den gleichen Zweck verfolgt in neuartiger Weise ein Schutzanspruch von G. Menell-London, s. S. 237.

Da das nachträgliche Entschwefeln des estländischen Brennschieferöles beim Fertigstellen Schwierigkeiten bereitet, so befassen sich einzelne Erfindergedanken auch mit dieser Frage. So schlägt H. Plauson, Hamburg, im Anspruch 165 vor, das Übertreiben über Zusatzkörper, in Gegenwart eines Gemisches von Metallsalzen und Oxyden zu bewerkstelligen. Das Patent 974 von P. G. Grené, Paris, führt einen katalytischen Vorgang herbei, indem vorhandene Schwefelverbindungen in Schwefelwasserstoff umgewandelt werden, um hernach sogar in Gegenwart von Wasserdampf zurückgehalten zu werden. Weitere Ansprüche sind in gleicher Richtung angemeldet.

Eine Reihe Schutzanträge befaßt sich mit dem Herstellen gewerblich zu nutzender Stoffe oder dem Verwerten des Brennschiefers selbst oder dessen Abkömmlingen. Um auch hier Beispiele zu geben, ist auf den Anspruch 617 von H. W. Kiever, Karlsruhe, hinzuweisen. Asphaltkörper werden aus bituminösen Stoffen unter milder Erhitzung, mit oder ohne Druck hergestellt. Ähnlich lauten die Ansprüche 558 von E. v. Pezold und 570 von E. Trampedach & Chemische Fabrik R. Mayer, die in ihrer Art demselben Gedanken nachgehen.

Das Herstellen eines elektrisch nicht leitenden Mittels aus Brennschiefer unter Zusatz von Phenol und Formaldehyd betrifft den Anspruch 431 von W. Schütze, Pernaü. Auch das Herstellen von unlöslichen Lacken für Isolierzwecke soll möglich sein.

Der Schutzanspruch 406 von E. Tomingas, Walk, macht ein Verfahren zum Herstellen eines Holztränkmittels aus Brennschieferöl unter Zusatz einer schwachen Seifensteinlösung bekannt.

Nach A. Margus & Chem. Fabrik R. Mayer, Reval, soll Leder nach dem üblichen Kalken und Beizen mit einem Überschuß von Brennschieferöl fertig gegorben werden.

Die bindenden Eigenschaften der Brennschieferasche sind wiederholt zum Anfertigen von Bausteinen in Vorschlag gebracht, obgleich das Härten von Asche oder Schlacke ohne Zusatz von Bindemitteln seit mehr als 16 Jahren bekannt ist.

In einem anderen Zusammenhange ist bereits auf weitere, ins Brennschieferfach schlagende Erfindergedanken eingegangen s. S. 189 u. s. f.

20 (11). Aufzählung der ins Brennschieferfach schlagenden, in Estland zum Patentschutz vorgestellten Erfindungen¹.

1. Erteilte Schutzbriefe.

Estl. P. Nr.:	Erteilungstag:	
4.	1. IX. 22.	Nikolai Grohs, Reval: Brennschiefer-Ofenfeuerung. Verfallen.
11.	1. IX. 22.	Ed. Tomingas, Reval: Herstellungsverfahren und Emulsator für Brennschieferöl und Holzteer. Verfallen.
62.	21. XII. 22	Julius Pintsch A/G, Berlin: Schwelverfahren für Brennschiefer und ähnliche Bitumen haltende Brennstoffe.
76.	26. II. 23.	Stettiner Chamottefabrik A/G, vorm. Didier, Stettin: Gasgewinnen zum Brennen und weiteren Zwecken aus kleinstückigen aschehaltigen Brennstoffen.
96.	17. III. 23.	Robert Maclaurin, England: Umarbeiten bitumenhaltiger Brennstoffe zu Gasöl und Ammoniak. Verfallen.
103.	14. IV. 23.	F. Schlosser & J. Schindelmeier, Dorpat: Ausbringen von Säuren aus Ölschieferteer. Verfallen.
123.	16. IV. 23.	S. W. Bergh & K. S. Larsson, Schweden: Verwendung von Brennschiefer und anderen aschehaltigen Brennstoffen.
132.	16. IV. 23.	A. Tirman, Reval: Schwelvorrichtung zum Vergasen von Brennschiefer. Verfallen.

¹ Einschließlich der Veröffentlichungen im Riigi Teataja (Staatsanzeiger) Nr. 49 vom 26. Juni 1929.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
162/163.	13. VI. 23.	H. P l a u s o n, Hamburg: Vorrichtung zum Gewin- nen von Öl, Bitumen, Teer, Harz u. s. w. aus Ölschiefer, Isand, Bleicherde, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Holz.
164.	13. VI. 23.	H. P l a u s o n, Hamburg: Spaltverfahren für Öle unter gleichzeitiger Läuterung. Verfallen.
165.	13. VI. 23.	H. P l a u s o n, Hamburg: Gewinnen leichtsieden- der Kohlenwasserstoffe aus Teer-, Urteer-, Schiefer- und Mineralölen, bei gleichzeitigem Entschwefeln und Läutern. Verfallen.
168.	13. VI. 23.	K. P e t e r s e n, Kopenhagen: Ofen für verschie- dene Heizmittel mit zwangläufiger Zugregelung und Vorrichtung zum Beseitigen von Asche und Schlacke.
172.	13. VI. 23.	H. P l a u s o n. Hamburg: Herstellen von Zement aus Ölschiefer mit gleichzeitiger Gewinnung von Schie- feröl. Verfallen.
178/179.	27. VII. 23.	H. F r e e m a n n, London: Vervollkommnungen an Schwelvorrichtungen. Verfallen.
181.	27. VII. 23.	T. W. S. H u t c h i n s, Davenham: Vervollkomm- nungen an Schwelvorrichtungen für Kohlenstoff haltende Stoffe. Verfallen.
196.	27. VII. 23.	M. M e l a m i d, Freiburg: Verarbeiten von Teer- und Mineralölen und anderen Kohlenwasserstoffträgern.
214.	21. IX. 23.	R. Z e i d l e r, Reval: Schwelvorrichtung zum Ver- gasen von Brennschiefer und anderen Brennstoffen.
219.	26. XI. 23.	Gewerkschaft C. d. G r o ß e, Bochum: Be- schickungsverfahren für Schwelöfen. Verfallen.
241.	30. XI. 23.	S y n d i k a t f ü r G a s f o r s c h u n g, Berlin und E s t n i s c h e S t e i n ö l A / G, Reval: Verfahren und Öfen zum Schwelen bitumenhaltiger Brennstoffe unter Zuhilfenahme eines Kettenrotes. D. R. P. 62040 v. 4. II. 1926.
247.	20. XII. 23.	S t a a t l i c h e B r e n n s c h i e f e r w e r k e, Est- land: Herstellung hellbrauner Farben aus Brennschiefer. Verfallen.
248.	20. XII. 23.	S t a a t l i c h e B r e n n s c h i e f e r w e r k e, Est- land Verfahren, um beim Schwelen des Kuckersits ent- stehende Säuren außer Wirkung zu setzen mit gleichzei- tigem Verdichten und Waschen des Rohöles, um diese Säuren zu beseitigen. Verfallen.
256.	14. I. 24.	S. E. C o m p a n y, St. Francisco: Verbesserungen beim Schwelen im Ölgewinnen aus Schiefer oder ähnl- lichen Stoffen.
274.	11. II. 24.	T. W. H u t c h i n s, England: Vorrichtung zum Ent- laden von körnigen und ähnlichen Schwelstoffen aus Schwelbehältern. Verfallen.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
296.	26. III. 24.	American Shale Reduction Company, New-York: Einrichtung zum Ausbringen von flüchtigen Stoffen aus Ölschiefer und anderen Waren.
314.	30. V. 24.	R. Zeidler, Reval: Schwelvorrichtung für Brennschiefer und andere Brennstoffe mit Hilfe innerer Wärme. Verfallen.
317.	30. V. 24.	S. E. Company, St. Francisco: Vorrichtung zum Ölgewinnen aus ölhaltigem Schiefergestein.
329.	26. VI. 24.	G. Gröndal & L. Carlsson, Stockholm: Verfahren und Vorrichtung zum Ölgewinnen aus Brennschiefer, Holzkohle usw.
332.	26. VI. 24.	R. Zeidler, Reval: Vorrichtung zum Trockenschwelen von Brennschiefer und anderen Brennstoffen.
337.	14. VIII. 24.	S. E. Company, St. Francisco: Verbesserungen des Karbonisierungsvorganges.
348.	30. VIII. 24.	S. W. Bergh, Schweden: Ofen zum Verarbeiten von bituminösen, insbesondere aschehaltigen Stoffen, wie Brennschiefer, Steinkohle usw. durch eine voraus bestimmte Reihenfolge im Verschwelen. Verbrennen oder Vergasen.
357.	16. IX. 24.	H. Trenkler, Berlin & K. v. Middendorff, Reval: Verfahren zum Aufarbeiten von Ölschiefer. S. Feuerungstechnik 13. Jahrg. 1925 S. 205—208.
364.	16. IX. 24.	F. Eglon, Reval: Verfahren, um aus Brennschiefer gewonnenes Öl mit Wasser mischbar zu machen. Verfallen.
395.	12. XII. 24.	H. Wolf, Deutschland: Umwandeln von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen mit hohem Siedepunkt in solche mit niedrigem Siedepunkt.
406.	12. XII. 24.	E. Tomingas, Walk: S. S. 226. Verfallen.
407.	12. XII. 24.	R. H. Crozier, London: Verfahren und Vorrichtung zum stückweisen Abtreiben des Öles aus Schieferen und Ähnlichem.
426.	31. I. 25.	G. Gröndal & L. Carlsson, Schweden: Schwelvorrichtung für Brennschiefer u. dergl.
431.	31. I. 25.	W. Schütze, Pernau: Nichtleitende Masse. S. S. 226. Verfallen.
438.	9. III. 25.	H. Nielsen, London: Verfahren zum Herstellen hochwertiger Brenngase aus feuchten, minderwertigen Brennstoffen.
439.	9. III. 25.	H. Nielsen, London: Verfahren zum Umarbeiten von harten, Kohlenstoff haltenden Brennschieferarten in Retorten, Drehtrommeln usw.
444.	9. III. 25.	C. Hold, Carnap: Erstluftzufuhr in Kohlenstaub-feuerungen.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
445.	9. III. 25.	C. Hold, Carnap: Kohlenstaubfeuerung.
447.	9. III. 25.	J. Tauss, Karlsruhe: Reinigen von Kohlenwasserstoffölen.
455.	24. IV. 25.	T. Rebane, Perna: Selbsttätige Vorrichtung für Kesselheizungen mit Brennschiefer. Verfallen.
458.	24. IV. 25.	C. Hold, Carnap: Kohlenstaubfeuerung.
471.	7. V. 25.	Chem. Fabrik Richard Mayer, Reval: Herstellung asphaltartigen Körper aus bituminösem Schiefer. Verfallen.
478.	13. V. 25.	G. Gröndal & L. Carlsson, Stockholm: Verfahren und Vorrichtung zum Trockenschwelen von Brennschiefer, Steinkohle, Holz u. dergl. m.
479.	13. V. 25.	P. M. Salerni, London & E. M. Salerni, Paris: Verfahren und Vorrichtung zum Schwelen und Verarbeiten von kohlenstoffhaltigen und ähnlichen Stoffen.
481.	30. VI. 25.	Griffiths Retord Ltd., Transvaal: Vorrichtung zum Schwelen kohlenstoffhaltender Stoffe.
482.	30. VI. 25.	W. Guy-Pell, London: Anordnung an Schwelvorrichtungen zum Behandeln von Schiefer, Kohlen u. dergl. m.
498.	30. VI. 25.	Jackson Research Corporation, New-York: Ölgewinnen aus ölhaltigen Stoffen. Verfallen.
500.	9. VII. 25.	Russisch-Baltische Werft, Reval: Rost mit Luftlöchern für kleinstückige Heizstoffe. Verfallen.
508.	13. VIII. 25.	L. Mourgeon, Paris: S. S. 223.
511.	13. VIII. 25.	Rekord-Zement Industrie G. m. b. H., Frankfurt a/M.: Dampferzeugung beim Verwenden von Brennschiefer.
535.	21. VIII. 25.	Universal Oil Products Company, Chicago: Umwandlung schwerer Kohlenwasserstoffe.
538.	31. VIII. 25.	E. A. Prudhomme, Frankreich: Herstellungsverfahren für eine Petroleum ähnliche, Kohlenstoff haltende Flüssigkeit.
558.	16. IX. 25.	E. v. Pezold, Reval: Überführen des im Brennschiefer und anderen bituminösen Stoffen enthaltenen Bitumens in zersetzbaren Zustand; zugleich wird Urteer erhalten.
562.	16. IX. 25.	A. Margus & Chem. Fabrik Rich. Mayer, Reval: S. S. 226. Verfallen.
565.	29. IX. 25.	American Shale Reduction Company, New-York: S. S. 224.
570.	6. XI. 25.	E. Trampedach & A.-G. Rich. Mayer, Reval: Verfahren zum Herstellen von Benzin, Asphalt und Urteer aus bituminösen Schiefen.
583.	6. XI. 25.	E. Tomingas, Walk: Tränkmittel für Heizstoffe. Verfallen.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
584.	6. XI. 25.	R. Zeidler, Reval: S. S. 224.
589.	16. XI. 25.	J. Langenbraun, Reval: Luftvorwärmung in Heizanlagen für Brennschiefer und andere minderwertige Brennstoffe.
600.	20. XI. 25.	O. Vuht, Reval: S. S. 223. Verfallen
606.	23. XII. 25.	B. v. Harpe & M. Kulshinsky, Estland: S. S. Verfallen.
614.	23. XII. 25.	O. Vuht & H. Jaanus, Reval: S. S. 224. Verfallen.
617.	23. XII. 25.	H. W. Klever, Karlsruhe: Herstellungsverfahren für Asphalte und Verbesserung von deren Eigenschaften. DRP. 418 222 v. 3. V. 1924. Bituminöse Stoffe, bspw. Ölschiefer, Kohle usw. werden mit oder ohne Druck mäßigem Erhitzen unterworfen, sodaß vernachlässigende Mengen Öl und Teer, in der Hauptsache aber Asphalt entsteht. Die Erzeugnisse werden durch Zufügen niedrig siedender Öle verbessert. J. Soc. Ind. 1925 B. 874; Petroleum 22. Bd. 1926 S. 620.
627.	8. II. 26.	Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm: Vorrichtung zum Füllen und Entleeren der beim Trockenschwelen von bituminösen Stoffen verwendeten Kästen.
641.	25. II. 26.	Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, Luxemburg: Brennschacht für Halbgaserzeuger. Verfallen.
652.	27. II. 26.	E. v. Pezold, Reval: Verfahren zum Herstellen von Treibmitteln aus Äthylalkohol und leichten und mittleren Ölen, die aus Brennschiefer oder ähnlichen Stoffen zu gewinnen sind.
654.	27. II. 26.	A. M. A. Strubes, England: Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten von kohlenstoffhaltigen Stoffen. S. S. 224.
655.	5. III. 26.	Naamloze Vennootschap Machine-rienen Apparaten Fabrieken, Holland: Schwelvorrichtung mit Innenbeheizung.
673	23. IV. 26.	E. M. Flores, Buenos-Aires: Herstellen flüssiger Brennstoffe.
680.	7. V. 26.	Universal Oil Products Company, Chicago: Umwandeln schwerer Kohlenwasserstoffe in leichtere.
706.	20. V. 26.	Metallbank & Metallurgische Gesellschaft, A.-G., Frankfurt a/M.: S. S. 223.
709/710.	20. V. 26.	C. Hold, Carnap: Brennstaubfeuerung.
711.	20. V. 26.	C. Hold, Carnap: Vereinigte Brennstaub- und Rostfeuerung.
717.	31. V. 26.	R. H. Crozier, London: Läuterung von Kohlenwasserstoffen und ähnlichen Flüssigkeiten.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
726.	31. V. 26.	H. Wolf, Deutschland: Ununterbrochenes Verschwelen von Kohlenwasserstoffträgern mit gleichzeitigem Überführen von Kohlenwasserstoffen mit hohem Siedepunkt.
739.	5. VI. 26.	E. Schwarze, Eydtkuhnen: Widerstandsfähigmachen von Teerschichten. Verfallen.
740.	5. VI. 26.	W. E. Edwards, Estland: Verbrennen bituminöser Stoffe in wagerechten Schwelbehältern bei niedriger Wärme. Verfallen.
748.	3. VIII. 26.	A. Kuddu, Estland: Brennverfahren für Heizstoffe. Verfallen.
752.	3. VIII. 26.	Estländische Patent A/G., Reval: Schwelofen für Brennschiefer und andere Brennstoffe.
760.	17. VIII. 26.	J. A. Aarts, Holland: Verfahren zum Herstellen von Farbpulvern. Verfallen.
765.	18. IX. 26.	J. Langebraun, Reval: Brennschiefer-Feuerung.
777.	21. IX. 26.	H. de Meijer, Brüssel: Vorrichtung zum Bearbeiten von Torf, Braunkohle und ähnlichen Stoffen. Verfallen.
780.	21. IX. 26.	J. Beaudequin, Paris: Überführen kohlenstoffhaltender Stoffe in Kohle. Verfallen.
793.	15. XII. 26.	The Burmah Oil Co., Ltd., England: Veredlen von Mineralölen und deren Abkömmlingen. Verfallen.
797.	15. XII. 26.	G. S. Hay, London: Verfahren zum Herstellen wässriger, haltbarer Aufschwemmungen aus hochmolekularem Kohlenwachs, Zeresin und Ähnlichem, sowie auch Mineralölen.
816.	10. I. 27.	W. Rhoades, Californien: Verarbeiten kohlenstoffhaltiger Körper.
821.	10. I. 27.	R. Zeidler, Reval: Schwelofen für Innenbeheizung, gleichzeitigem Trocknen und Vergasen. S. S. 224. Verfallen.
828.	18. I. 27.	H. Wolf, Deutschland: Herstellen leichtsiedender Kohlenwasserstoffe aus schwersiedenden.
829.	18. I. 27.	A/G. C. Siegel & A. Ricke, Reval: Brennschieferheizung. Verfallen.
832.	18. I. 27.	A. J. Kling & J. M. D. Florentin, Paris: Gewinnen leichter Kohlenwasserstoffe durch Zersetzen schwerer organischer Verbindungen.
837.	18. I. 27.	Laplough & Ratoczyn Extenied Oilfields Ltd., London: Verfahren, um leichte Kohlenwasserstofföle aus schweren, insbesondere Spiritus zu erhalten.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
863.	23. V. 27.	E. P. Cranwill Girouard, England: Vorrichtung zum Sintern, Rösten oder Kalzinieren kalkhaltiger, tonhaltender Rohstoffe in Pulverform, um Zement, Kalk oder dergl. zu erhalten.
870.	31. V. 27.	A. Meiro, Belgien: S. S. 224. Verfallen.
875.	31. V. 27.	R. Lindblad, Stockholm: Verfahren, um Kohwasserstoffe zu erhalten, aus denen Brennöl gewonnen werden könnten. Verfallen.
882.	31. V. 27.	Northstrand Trust Ltd., London: Verfahren zum Herstellen von bituminösem Beton.
883.	31. V. 27.	H. M. Ridge, London: Schwefelverfahren: S. S. 223.
890.	31. V. 27.	G. Menell, London: Schwelvorrichtung für feste Schwelkörper, vorzugsweise für Kuckersit, Dictyonemaschiefer u. s. f. S. S. 224.
896.	27. VI. 27.	G. Menell, London: Senkrecht stehende Plattenretorte. S. S. 223.
906.	1. VII. 27.	K. N. Wannebo, Schweden: Verfahren zum Gewinnen von Gas aus Öl oder Teer nach dem Spaltverfahren.
907.	1. VII. 27.	M. J. Trumble, Californien: Verarbeiten kohlenstoffhaltiger Stoffe.
912.	1. VII. 27.	The Burmah Oil Company Limited, England: Veredeln von Mineralölen und deren Abkömmlingen. Verfallen.
917.	5. VIII. 27.	P. Roosmann, Pernaу: Heizrost für Brennschiefer.
920.	5. VIII. 27.	R. E. Goldsbrough, England: Vervollkommnung des Gasgewinns aus flüssigen Kohlenwasserstoffen für Brenn- und Beleuchtungszwecke.
942.	22. X. 27.	Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm: Verfahren zum Trockenschwelen bitumenhaltiger Brennschiefer.
946.	14. XII. 27.	Estländische Patent A/G, Reval: S. S. 225.
947.	20. XII. 27.	Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm: S. S. 225.
948.	13. I. 28.	Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm: Zusatzpatent.
954.	4. II. 28.	Estländische Patent A/G, Reval: Vorrichtung fürs Trockenschwelen bitumenhaltiger Stoffe.
959.	4. II. 28.	Metallbank & Metallurgische Gesellschaft, A/G, Frankfurt a/M.: S. S. 224.
964.	4. II. 28.	Bamag-Meguin A/G & Ing. O. Heller, Berlin: Vorrichtung fürs Trockenschwelen.
969.	8. II. 28.	O. Vuht & H. Jaanus, Reval: Zusatzpatent. Verfallen.

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
974.	2. III. 28.	P. G. Grené Paris: Umwandeln schwerer Kohlenwasserstoffe in leichte und beständige.
977.	21. II. 28.	American Hydrocarbon Co. Inc., New-York: Drehform zum Ausbringen verdampfbarer Stoffe aus hartstückigem Schwelgut.
980.	21. II. 28.	The Silica Gel Co., U. S. A.: Veredelungsverfahren für flüssige Kohlenwasserstoffe.
986.	7. III. 28.	Th. M. Davidson, England: Verschwelen harter, kohlenstoffhaltiger Massen.
992/993.	20. III. 28.	Universal Oil Prod. Co., U. S. A.: Spaltverfahren für Kohlenwasserstoffe.
1007.	20. II. 28.	J. G. Gröndal, Stockholm: Verfahren und Vorrichtung fürs ununterbrochene und bruchweise Übertreiben von Ölen und ähnlichen Stoffen.
1008.	26. III. 28.	R. Zeidler, Reval: Stetig arbeitender Wanderrost oder Schwelretorten-Conveyer.
1009.	5. IV. 28.	E. Eichelberg, Reval: S. S. 227 und 188.
1020.	8. V. 28.	R. Zeidler, Reval: Schwelen von Ölschiefer in flüssigem Zustande und stetiges, stückweises Abtrennen der Öle.
1039.	5. VI. 28.	P. Matz & J. Aarmann, Reval und Nömmie: Schwelvorrichtung für bituminöse Stoffe. Verfallen.
1051.	23. VI. 28.	Estländische Patent A/G., Reval: Bauart für Wagen und deren Gleitschienen in Schwelöfen, Trockenöfen und Öfen, in denen eingeblasene Gase oder Dämpfe umlaufen. Die mit unterem festem und oberem durchlochtem Boden versehenen Wagen, rollen in Gleisen, deren Schienen Vertiefungen aufweisen. Beim Hineingleiten in diese Vertiefung sitzen abwärts ragende Rohrstützen aus dem unteren Boden auf entsprechend vorgesehenen Stützen von Gaszuleitungen auf.
1052.	23. VI. 28.	H. M. Ridge, London: Vervollständigung der Schwelvorrichtung für Steinkohle, Brennschiefer und andere, ölhaltige Schwelstoffe. Zusatzpatent.
1055.	23. VI. 28.	Estländische Patent A/G., Reval: Verfahren zum Entschwelen von Leichtölen. Das zu reinigende Leichtöl wird mit einer Aufschwemmung von Bleiglätte in schwacher Alkalilauge behandelt, wonach es einer ergänzenden Einwirkung von Oxydationsmitteln werden kann.
1056.	23. VI. 28.	R. H. Crozier, London: Ausbringen von Ölen aus Ölschiefer, Kohle und ähnlichem Schwelgut.
1058.	31. VII. 28.	Dr. A. L. Spilker, Dr. C. Zerbe & Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H., Duis-

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
		burg-Meiderich: Anlagern von Wasserstoff an organische Körper.
1068.	31. VII. 28.	J. E. Hackford, London: Vorrichtung zum Brennen von Ölen.
1073.	31. VII. 28.	Estländische Patent A/G, Reval: Haltbarmachen unbeständiger Kohlenwasserstoffe. Unbeständige Kohlenwasserstoffe werden in beständige durch Einwirkung von feuchtem Ozon umgewandelt. Das Ozon kann als ozonhaltiges Wasser oder in einer anderen, passenden Form zur Wirkung gebracht werden. Auch sind Überträger vorgesehen, welche die Einwirkung beschleunigen.
1079.	31. VII. 28.	Société Anonyme La Carbonite, Frankreich: Gudron-Abscheiden.
1083.	14. IX. 28.	Estländische Patent A/G, Reval: Verfahren zum Läutern und Feinsieden von Flüssigkeiten.
1096.	27. X. 28.	H. Dehottay, Belgien: Verfahren zum Ausnutzen von Kohlendioxyd.
1099.	27. X. 28.	N. Nielsen & B. Laing: Gewinnen von Rohöl zum Herstellen von Schmiermitteln.
1100.	27. X. 28.	The Var Oil Company, Ltd., London: Schwelvorrichtung für feste Brennstoffe.
1103.	30. X. 28.	Estländische Patent A/G, Reval: Verschluss für Korridoröfen.
1105.	30. X. 28.	E. v. Pezold, Reval: Verfahren und Vorrichtung, um in Brennschiefer und anderen festen organischen Rohstoffen enthaltenes Bitumen für Schwelzwecke in flüssigen Zustand überzuführen.
1109.	30. X. 28.	Sensible Heat Distillation Ltd., London: Trockenschwelen bei hoher und niedriger Wärme.
1115.	30. X. 28.	P. Dvorkovitz, England: Verfahren, um Öle der Paraffinreihe aus Steinkohle oder anderen Kohlenstoffträgern zu gewinnen.
1116.	30. X. 28.	I. G. Farbenindustrie A/G, Frankfurt a/M.: Verfahren, um Steinkohle, Brennschiefer und ähnliche Stoffe in wertvolle Erzeugnisse umzuwandeln. Die Ausgangskörper werden unter Anwendung von Druck und Lösungsmitteln erhitzt und dann in Gegenwart von Wasserstoffüberträgern mit Wasserstoff behandelt.
1117.	30. X. 28.	D. Huun, Norwegen: Schwelverfahren.
1122.	28. XI. 28.	T. M. Davidson, England: Schwelvorrichtung für ölhaltigen Brennschiefer und dem Ähnlichem.
1124.	22. XII. 28.	P. M. Salerni & Metallbank und & Metallurgische Gesellschaft A/G, London und Frankfurt a/M.: Schwelbehälter mit Rührvorrichtung.

Estl. P. Nr.:	Erteilung- tag:	
1128.	22. XII. 28.	A/G der Baltischen Baumwollspinnerei & Weberei, Reval & Dr. Gasparj & Co., Markranstädt: Kunststeine aus wärmechemisch behandelter Brennschieferasche.
1136.	22. XII. 28.	Estländische Patent A/G, Reval: Schwelvorrichtung für bituminöse Stoffe und deren Vortrocknen.
1139.	22. XII. 28.	A. Treial & F. Megert-Ulrich, Estland: Vorrichtung, um pulverförmigen Brennschiefer und ähnliche Stoffe zu zerlegen.
1145.	9. I. 29.	C. Turner, England: Vervollkommnungen an Schwelvorrichtungen.
1147.	9. I. 29.	A. Grauen, Reval: Ölschiefer-Schwelpfannen-Behälter.
1163.	26. I. 29.	G. Menell, London: Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen des Schwelraumes während der Arbeit. Ein Dampfstrahl unterstützt die Arbeit des beweglichen Schabers (hopper).
1168.	28. II. 29.	Firma „Refiners Limited“, England: Reinigungsverfahren für Benzin, Benzol u. a.
1175.	28. II. 29.	I. G. Farbenindustrie A/G, Frankfurt a/M: Verfahren zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen. Das Verschwelen geht in staubförmigem, bzw. feinkörnigem Zustande vor sich unter Zufügen von Kohlenwasserstoffen oder deren Abkömmlingen oder Zumischen verschiedener Kohlearten, von Teer oder Mineralölen verschiedener Herkunft, wobei Wasserstoffanlagern unter Druck, Fortsieden einzelner Anteile, Schwelen und Auslaugen vorgesehen ist, auch in Gegenwart beschleunigend wirkender Überträger.
1189.	23. IV. 29.	R. Zeidler, Estland: Nodulisieren, Verhärten von feinkörnigem Ölschiefer u. dergl. zu Kugeln.
1199.	23. IV. 29.	Dr. Blümner Krack-Anlagen A/G, Berlin: Spaltverfahren für Teer und Öl. Das zu zersetzende Öl wird in feiner Verteilung durch ein oder mehrere Metallbäder geschickt, deren Wärme dem gewünschten Zersetzungs Vorgange zugespaßt ist.
1201.	23. IV. 29.	N. H. Freeman, London: Verarbeiten von Ölschiefer u. dergl.
1205.	23. IV. 29.	A. Grauen, Reval: Zweistufiges Schwelverfahren für Ölschiefer mit Pfannenraum und Halbgaserzeuger.
1207.	23. IV. 29.	H. Rostin, Berlin-Charlottenburg: Bearbeiten von Ölen, Kohlenwasserstoffen, flüssigen oder gasartigen Körpern. Eisenoxyd, bspw. Minette wird in körnigfeinporrigem Zustande in einem stehenden Behälter auf 200—300° C angewärmt und durch Überleiten von Was-

Estl. P. Nr.:	Erteilungs- tag:	
		serstoff oder wasserstoffhaltiges Leuchtgas oder durch Wassergas zu einem gewissen Anteil in feinverteiltes Eisenmetall übergeführt.
		Streichen schwefelwasserstoffhaltige Gase durch die aus metallischem Eisen bestehende Behälterfüllung, dann verbindet sich der Schwefel des Schwefelwasserstoffes mit dem Eisen zu Schwefeleisen, während der Wasserstoff ins Gas übergeht.
1213.	23. IV. 29.	A. E. Bianchi, Mailand: Schwelvorrichtung für kohlenstoffhaltige Ausgangskörper.
1214.	23. IV. 29.	Patentaktiebolaget Gröndal-Ramén, Stockholm: Vervollkommnungen an Heizvorrichtungen der Kanalöfen.
1215.	23. IV. 29.	R. Schönhofer, Braunschweig & E. Eichelberg, Reval: Herstellen eines nichttreibenden Gemisches aus Brennschieferasche durch teilweises Ab-sättigen mit Wasser (Weckverfahren).
1217.	10. V. 29	Intertrust Compagnie Générale de distillation et Cokéfaction à basse température et Minière, Schweiz: Ofen zum Schwelen bei niedriger Wärme.
1221.	10. V. 29.	Metallgesellschaft A/G, Frankfurt a/M: Verfahren und Vorrichtung zur Wärmebehandlung von stückigen Stoffen in Schachtöfen.

2. Erteilungsverfahren unbeendet ².

Lfd. Nr.:	Anmelde- tag:	
1253.	21. IV. 27.	B. v. Harpe, Reval: Verfahren zum Wasserstoffeinfügen und Aufbessern fester und flüssiger, natürlicher und künstlicher bitumenhaltiger Stoffe, wie Kohle, Ölschiefer, Torf, Naphtha, Uröl u. s. w. Abgewiesen.
1467.	12. X. 28.	I. G. Farbenindustrie A/G, Frankfurt a/M: Verfahren zum Gewinnen leichtsiedender Kohlenwasserstoffe.
1469.	13. X. 28	International Bitumenoil Corporation New-York: Retorte.
1474.	24. X. 28.	I. G. Farbenindustrie A/G, Frankfurt a/M: Gewinnen geläuterter, gebrauchsfertiger Kraft- und Treibstoffe, Schmieröle, Brennöle und ähnlichen Stoffen.

* Genannt sind die Nummern des Schutzscheines und der Anmeldetag.

Lfd. Nr.:	Anmelde- tag:	
1479.	2. XI. 28.	N. Gondin & F. Megert-Ulrich. Zerlegen von Brennschiefer in kurzfristigem Erhitzungsvorgange.
1480.	2. XI. 28.	N. Gordin & F. Megert-Ulrich, Reval: Verfahren zum Gewinnen von Oxalsäure.
1504.	13. XII. 28.	Gesellschaft für Teerverwertung m. b. H. & H. Kaffer, Duisburg-Meiderich: Wasserstoffanlagen.
1512.	28. XII. 28.	The Silica Gel Corporation, Baltimore, Maryland U. S. A.: Herstellen von Gelen.
1516.	9. I. 29.	E. Theisen, München: Reinigen, Kühlen, Mischen und Aufsaugen von Gasen, Dämpfen u. dergl.
1520.	17. I. 29.	M. Mcguinnes, London: Erhitzen und Trocknen teigartiger Stoffe.
1528.	28. I. 29.	H. M. Ridge, London: Verarbeiten pulverartiger, körniger oder stückiger Massen mit Gasen, insbesondere beim Garbrennen, auch während des Vergasens von Kohle u. dergl. m.
1536.	14. II. 29.	B. & L. Powdered Fuel Limited, London: Vorrichtung zum Brennen von zerkleinerten oder pulverförmigen Heizstoffen.
1538.	18. II. 29.	C. C. Larsen, Kopenhagen: Gewinnen wertvoller Teilstücke aus Kohle, Torf, Braunkohle u. dergl.
1541.	25. II. 29.	E. Kleiber & P. Gilardi, Lugano — Schweiz: Elastische, vulkanisierbare Masse.
1545.	1. III. 29.	E. W. Hultman, Los Angeles, Californien. Herstellen eines gummiartigen Stoffes aus Mineralölen.
1551.	7. III. 29.	P. Matz & J. Aarmann, Nömmen bei Reval: Kanalofen zum Schwelen bituminöser Stoffe.
1552.	8. III. 29.	H. v. Winkler, Reval: Verfahren zum Entschwefeln von Brennschieferöl, dadurch gekennzeichnet, daß dieses mit Metallstaub versetzt und Wasserstoff entwickelnden Dämpfen ausgesetzt wird. Am 14. Nov. 1929 unter Nr. 1321 erteilt.
1558.	13. III. 29.	Universal Oil Products Company, Chicago, U. S. A.: Verfahren zum Aufteilen und Spalten von Ölen.

21 (12). Mäeseadus¹⁾.

I. Üldmäärused.

§ 1. Maapõues peituvate mineraalvarade: marmori, dolomiidi, tulekindla savi, kipsi, metallide, metalli- ja värvimuldade, soolade, vosvoriidi, õlikivi, nafta ja loomulikkude gaaside uurimine ning saavutamine sünnib käesoleva seaduse põhjal, kas otsekohe riigi poolt või antakse tema poolt igal üksikul juhtumisel eraettevõtjatele.

Käesoleva seaduse alla ei kuulu harilikus majapidamises tarvitsminevate mineraalvarade saavutamine maaomaniku poolt majapidamise otstarbel, küll aga võib kaubandus-tööstusministeerium välja anda tehnilisi määrusi tähendatud saavutamise kohta.

§ 2. Avamise ja tehnilise järelvalve suhtes kuuluvad käesoleva mäeseaduse alla peale kaevanduste juures asuvate mineraalvarasid ümbertöötavate tehaste ka tehased, mis ei asu kaevanduste juures, kuid on nende orgaanilisteks osadeks.

§ 3. Käesoleva seaduse § 1. nimetatud ettevõtete ja nende § 2. nimetatud ettevõtete ja tehaste kohta, mis asuvad kontsessiooni piirkonnas, on maksvad suur-, kesk- ja väiketööstuse seaduse („R. T.“ nr. 28—1920. a. seadus nr. 106) §§ 1—6, 25—42; väljaspool kontsessiooni piirkonda asuvate ettevõtete kohta on maksev suur-, kesk- ja väiketööstuse seadus täies ulatuses.

II. Mäeasjanduse juhtimine.

§ 4. Käesoleva seaduse § 1. nimetatud maapõuevarade ja mäeasjanduse valitsemine ning juhtimine kuulub kaubandus-tööstusministri võimkonda.

Kaubandus-tööstusminister juhatab mäeasjandust mäeosakonna kaudu.

§ 5. Kaubandus-tööstusministri õigused ja kohused mäetööstuse alal on järgmised:

1) tema korraldab geoloogilisi ja tehnilisi uurimisi Eesti vabariigi piirides olevate maapõuevarade ülesleidmiseks ja nende hulga kindlakstegemiseks;

¹ Riigikogu poolt 17. märtsil 1927 a. vastuvõetud.

21 (12). Berggesetz¹.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1. Das Aufsuchen und Gewinnen der im Erdboden befindlichen Mineralien: Marmor, Dolomit, feuerfester Ton, Gips, Metall- und Farberden, Salze, Phosphorit, Ölschiefer, Naphtha und natürliche Gase, — geschieht auf Grund des nachstehenden Gesetzes, entweder unmittelbar durch den Staat oder wird in jedem Einzelfall Privatunternehmern übertragen.

Dem in Rede stehenden Gesetz unterliegt nicht das Gewinnen der, im gewöhnlichen Haushalt notwendigen Bodenschätze durch den Grundbesitzer für Haushaltungszwecke, wohl aber kann das Handels- & Industrieministerium Verordnungen über ihre technische Gewinnung erlassen.

§ 2. In bezug auf die Eröffnung und die technische Beaufsichtigung unterliegen dem Berggesetz, außer den, bei den Gruben belegenen Werken zum Verarbeiten von Bodenschätzen, auch solche Betriebe, die nicht bei den Gruben selbst liegen, jedoch als deren zugehörige Bestandteile zu betrachten sind.

§ 3. Für die in § 1. dieses Gesetzes genannten Unternehmen und Fabriken, welche im Konzessionsfelde liegen, gelten, die §§ 1—6 und 25—42 des Gesetzes über das Groß-, Mittel- und Kleingewerbe (Gesetz Nr. 106. R. T. (Staatsanzeiger) Nr. 28 v. J. 1920); außerhalb von Konzessionsgebieten belegene Unternehmen unterliegen in vollem Umfange dem Gesetz über das Groß-, Mittel- und Kleingewerbe.

II. Leitung des Bergwesens.

§ 4. Zuständig für die Verwaltung und Leitung der in § 1. dieses Gesetzes genannten Bodenschätze und das Bergbauwesen ist der Handels- & Industrieminister.

Der Handels- & Industrieminister leitet das Bergwesen durch das Bergamt.

§ 5. Die Rechte und Pflichten des Handels- & Industrieministers auf dem Gebiet des Bergbaues sind folgende:

1) er verfügt geologische und technische Untersuchungen zur Auffindung der in den Grenzen des Estnischen Staates vorkommenden Bodenschätze und zur Feststellung ihrer Menge;

¹ Angenommen von „Riigikogu“ (Landtag) am 17. März 1927.

Veröffentlicht im R. T. (Staatsanzeiger) Nr. 30. v. 31. März 1927. Der hier wiedergegebenen, nichtamtlichen Fassung liegt die Übersetzung von E. v. Hunnius zugrunde, erschienen i. d. Zeitschr. f. Bergrecht, 68. Jahrg. 1928. S. 565—583 und eine handschriftliche Übertragung von K. v. Middendorff, älteren Ursprungs.

Hauptstücke sind durch römische Ziffern kenntlich gemacht. Zusätze des Herausgebers durch eckige Klammern [].

2) hoolitseb selle eest, et need varandused ei läheks kaotsi ega jääks kasutamata;

3) kannab hoolt, et mäetööstuse ettevõtted Eestis rohkeneksid ja suureneksid, juhtides erilist tähelepanu tööharudele, mis võimaldavad valmistada väljamaalt sisseveetavatele kaupadele aseaineid;

4) annab vastavad juhtnõõrid temale alluvatele mäetööstuse ametasutustele ja kinnitab tarvilikud määrused;

5) algatab riigi majapidamisele tähtsatel aladel riiklikkude mäetööstuse ettevõtete ellukutumist ning juhatab neid.

Riikliku mäetööstuse ettevõtted tegutsevad iga niisuguse ettevõtte jaoks eriti väljaantud seaduse järgi. Järelvalve suhtes alluvad nad käesolevale seadusele.

§ 6. Mäeosakonna juhataja ning tema abi peavad olema kõrgema haridusega mäeinsenerid. Juhataja kinitab ametisse kaubandus-tööstusministri ettepanekul Vabariigi Valitsus; tema abi, osakonna kontrolörid ja teised ametnikud — osakonna juhataja ettepanekul kaubandus-tööstusminister.

§ 7. Mäeosakonna ülesanneteks on:

- 1) geoloogiline ja tehniline maapõuevarade tegelik uurimine;
- 2) mäetööstuse inspektori ja markscheideri tegevuse juhtimine ja järelvalve;

3) mäetööstuse inspektori ja markscheideri tegevuse peale sisseantavate kaebuste läbivaatamine ja otsustamine;

4) seadustrikkujate mäetöösturite vastu abinõude tarvitusele võtmine seaduses ettenähtud korradel;

5) valvamine, et täidetakse mäetööstuse alal riigiga tehtud lepingute tingimused;

6) statistiliste teadete korjamine ja ümbertöötamine mäetööstuse ettevõtete seisukorra, nende viljakuse ja tehnilise ning majandusliku edu üle;

7) hoolitsemine, et tarvitusele võetaks mäetööstuse kohta käivad uuendused ja täiendused;

8) mäetööstuse ettevõtete kontroleerimine, vähemalt kord aastas.

§ 8. Mäetööstuse inspektor ja riiklik markscheider, kes kõrgema haridusega mäeinsenerid, alluvad mäeosakonnale.

§ 9. Mäetööstuse inspektori ülesandeks on järelvalve teostamine, et mäetöösturid seaduse nõudeid täidaksid, samuti mäetööstuse ettevõtete üle aruandmine mäeosakonnale.

Eriti on mäetööstuse inspektor kohustatud valvama:

- 1) aurukatelde ja hoonete üle mäetööstuse ettevõtetes;
- 2) et töötamine mäekaevandustes ja üldse mäetööstuse ettevõtetes hädaohklik ei oleks;
- 3) et mäetööstus oleks tehniliselt korraldatud nõnda, et see ei tooks kahju riigi varandustele;

2) er sorgt dafür, daß diese Bodenschätze nicht zu Verlust gehen oder ungenutzt bleiben;

3) er trägt Sorge dafür, daß die Bergbauunternehmen in Estland gedeihen und wachsen, — seine besondere Aufmerksamkeit den Gewerben zuwendend, die das Herstellen aus dem Auslande eingeführter Waren ermöglichen;

4) erteilt den ihm unterstellten Bergbehörden Anweisungen und bestätigt erforderliche Verordnungen;

5) er begründet staatliche Bergbauunternehmen auf den, für den Staatshaushalt wichtigsten Gebieten und leitet sie.

Staatliche Bergbauunternehmen arbeiten auf Grund von Sondergesetzen, welche für jedes derartige Unternehmen herausgegeben werden. Hinsichtlich ihrer Beaufsichtigung unterliegen sie dem geltenden Gesetz.

§ 6. Der Leiter des Bergamts und sein Gehilfe müssen Bergingenieure mit Hochschulbildung sein. Der Leiter wird von der Regierung auf Vorschlag des Handels- & Industrieministers im Amt bestätigt; sein Gehilfe, die Kontrolleure und die übrigen Beanten werden vom Abteilungsleiter vorgeschlagen und vom Handels- & Industrieminister bestätigt.

§ 7. Aufgaben des Bergamtes sind:

1) geologische und technische Schürfarbeiten auf Bodenschätze;

2) Leitung und Beaufsichtigung der Tätigkeit, des Berginspektors und des Markscheiders;

3) Prüfung und Entscheidung von Beschwerden, die gegen die Tätigkeit des Berginspektors und des Markscheiders eingereicht werden;

4) das Ergreifen von Maßregeln in gesetzlich vorgesehener Ordnung gegenüber Übergriffen von seiten der Bergwerksunternehmer;

5) die Aufsicht darüber, daß bergbauliche Verpflichtungen gegenüber dem Staate eingehalten werden;

6) Einsammeln und Bearbeiten statistischer Auskünfte über den Zustand, die Ertragfähigkeit, das technische und wirtschaftliche Gedeihen der Bergbauunternehmen;

7) Fürsorgliches Durchführen von Neuerungen und Vervollkommnungen im Bergbaubetriebe;

8) Kontrolle der Bergbauunternehmen zum mindesten einmal jährlich.

§ 8. Der Berginspektor und der staatliche Markscheider, die Bergingenieure mit Hochschulbildung sein müssen, unterstehen dem Bergamt.

§ 9. Aufgabe des Berginspektors ist, darüber zu wachen, daß die Bergbauunternehmer allen Gesetzesforderungen nachkommen, sowie die Berichterstattung über die Bergbauunternehmen an das Bergamt. Insbesondere ist der Berginspektor verpflichtet zu überwachen:

1) die Dampfkessel und die Gebäude der Bergbauunternehmungen;

2) daß das Arbeiten im Bergbau und in den Bergbauunternehmen gefahrlos sei;

3) daß in technischer Hinsicht der Bergbau so geleitet werde, daß dem Staate kein Verlust entstehe;

4) et mäetöösturid nimetaksid tööstusasutuste juhatajaks selleks õigustatud isikuid ja et viimaseid vastavate volikirjadega varustataks;

5) et kaevandustel oleksid seaduslikud plaanid, missuguseid töö eduga sammu pidades täiendataks.

§ 10. Riikliku markscheideri ülesanneteks on:

1) plaanide ja kaartide valmistamine piirkondadest, kus seda nõuavad mäetööstuse või maapõuevarade uurimise huvid;

2) mäekaevanduste ja mäetööstuse ettevõtete plaanide õige ja aegsa valmistamise järele valvamine ja nende kinnitamine;

3) seaduses nõutavate plaanide valmistamine mäetöösturite kulul, kui viimased seda ei ole teinud nõutud tähtaegadeks; tasu niisuguste tööde eest määratakse kaubandus-tööstusministri poolt kinnitatava taksi järgi ja läheb riigile;

4) teatamine mäeosakonnale või mäetööstuse inspektorile igast seaduse või riigiga tehtud lepingu rikkumisest mäetöösturi poolt.

Oma ülesannete täitmisel on riiklikul markscheideril riiklikkude maamõõtjate õigused.

§ 11. Mäetööstuse kontrolööride ülesandeks on mäetööstuse saaduste hulga kontroleerimine üksikutes ettevõtetes; nad on mäeosakonnale abiks statistiliste andmete korjamisel kontroleeritavatelt ettevõtetelt ja aitavad mäetööstuse inspektorit järelvalves, teatades temale seaduste ja määruste rikkumisest.

§ 12. Mäetööstuse ettevõtete omanikuks, juhatajaks või osanikuks ei või olla mäeosakonna ametnikud ja teistest kaubandus-tööstusministeeriumi ametnikudest need, kellele mäeosakond allub.

§ 13. Kui keegi § 12. nimetatud isikutest päranduse või muul teel saab mäetööstuse ettevõtete omanikuks või osanikuks peab ta ühe aasta jooksul, arvates omanikuks või osanikuks saamise päevast, üle andma oma sellekohased õigused mõnele selleks õigustatud isikule. Ei tee ta seda, ega lahku teenistusest, vabastatakse ta ametist vastava ülemuse otsuse põhjal.

III. Eraettevõtjate mäetööstusest osavõtu tingimused.

A. Üldmäärused.

§ 14. Mäetööstuse ettevõtete asutamine füüsiliste ja juriidiliste isikute poolt sünnib kaubandus-tööstusministriga sõlmitavate erilepingute põhjal, kusjuures kinni tuleb pidada järgnevate §§15—50 määrustest.

- 4) daß die Bergbauunternehmer zu Leitern ihrer Unternehmungen dazu berechnigte Personen ernennen und die Betreffenden mit entsprechenden Vollmachten versehen;
- 5) daß die Gruben gesetzmäßige Pläne haben, die mit vorschreitender Arbeit ergänzt werden.

§ 10. Die Aufgaben des staatlichen Markscheiders sind:

- 1) Anfertigen von Plänen und Karten für Bezirke, wo dieses die Interessen des Bergbaues oder das Schürfen nach Bodenschätzen erfordert.
- 2) Überwachen des Richtigseins und des rechtzeitigen Fertigstellens der Pläne von Gruben und Bergbauunternehmungen, sowie das Bestätigen dieser Pläne.
- 3) Herstellen der, dem Gesetz nach geforderten Pläne auf Kosten der Bergbauunternehmer, falls diese sie nicht zur vorgeschriebenen Zeit fertiggestellt haben: derartige Arbeiten sind nach einer vom Handels- & Industrieminister zu bestätigenden Gebühr zu vergüten; die Vergütung verfällt dem Staat.
- 4) Benachrichtigen des Bergamtes oder des Berginspektors über jede Gesetzesverletzung oder eine Nichterfüllung des mit dem Staate geschlossenen Vertrages seitens des Bergbauunternehmers.

In Ausübung seiner Pflichten stehen dem staatlichen Markscheider die Rechte eines staatlichen Landmessers zu.

§ 11. Die Aufgabe der Bergabteilungs-Kontrolleure besteht im Überwachen der Fördermenge in den einzelnen Unternehmungen; sie unterstützen das Bergamt beim Sammeln statistischer Daten über die zu überwachenden Unternehmen und helfen dem Berginspektor bei der Überwachung, indem sie ihm über Verletzungen der Gesetze und Verordnungen Meldung erstatten.

§ 12. Beamte des Bergamtes und Beamte des Handels- & Industrieministeriums, denen das Bergamt untersteht, dürfen nicht Inhaber, Leiter oder Teilhaber von Bergbauunternehmen sein.

§ 13. Falls einer der in § 12 genannten Beamten durch Erbschaft oder auf anderem Wege Besitzer oder Teilhaber an einem Bergbauunternehmen wird, muß er im Laufe eines Jahres, gerechnet vom Tage, an dem er Besitzer oder Teilhaber wurde, seine diesbezüglichen Rechte einer anderen hierzu berechtigten Person übertragen. Tut er dieses nicht und gibt auch seinen Dienst nicht auf, so wird er seines Amtes enthoben auf Grund eines entsprechenden Beschlusses seiner vorgesetzten Behörde.

III. Bedingungen für die Betätigung von Privatunternehmern am Bergbau.

A. Allgemeine Bestimmungen.

§ 14. Das Gründen von Bergbauunternehmen durch physische und juristische Personen geschieht auf Grund von Sonderverträgen, die mit dem Handels- & Industrieminister abzuschließen sind, wobei den Vorschriften der §§ 15—50 nachzukommen ist.

§ 15. Eraettevõtjatele mäetööstuseks loaandmise kord on kahesugune:

- 1) maa-aladel, kus kasutatava aine olemasolu saavutamiseks jätkuval hulgal kindel on ja
- 2) maa-aladel, kus kasutatava aine olemasolu kindlaks tegemata.

Punkt 1. alla käivate maa-alade nimekirja kinnitab kaubandus-tööstusminister ja avaldab „Riigi Teatajas“; samas korras tehakse ka kõik muudatused selles nimekirjas.

B. Maapõuevarade uurimine.

§ 16. Uurimiste ettevõtmiseks § 15. p. 2. nimetatud maa-aladel peab soovija esitama kaubandus-tööstusministeeriumile palvekirja vastava loa saamiseks. Palvekirjas tuleb tähendada:

- 1) missuguse aine otsimiseks luba tarvis;
- 2) kus kohal uurimisi ette võtta tahetakse ja
- 3) kui suurel maa-alal.

Koht võib kas ligilisatud kaardil, masstaabis mitte vähem kui 1:126.000 tähendatud olla, või peab üles antama selle asupaiga ilmakaar ja kaugus vähemalt kahest hästituntud ümberkaudsest kohast.

§ 17. Uurimisload antakse välja palvekirjade esitamise järjekorras. On kahtlus uurimisteks palutava koha äratähendamises, jäetakse palve tagajärjeta või saadetakse kohale platsi kindlakstegemiseks paluja soovil mäeasjanduse ametnik, kelle aruande põhjal otsustab palve kaubandus-tööstusminister.

Ametniku kohalesaatmisega ühenduses olevate kulude tasumiseks tarviliku summa maksab paluja mäeosakonnale ette.

Uurimisluba ei anta neile, kellel käeoleva seaduse § 12. järgi keelatud osa võtta mäetööstuse ettevõtetest Eesti vabariigis.

§ 18. Uurimine on keelatud avalikkudel platsidel ja teedel, samuti surnuaedadel.

Mäeosakonnal on õigus üldistes huvides keelata uurimist ka muudel maa-aladel.

Viljapuuaedades, õuedes ja hoonete all ning nende ümbruses 60 meetri kaugusel on uurimine lubatud ainult maavaldaja nõusolekul.

§ 19. Kui seaduslikke takistusi ei leidu, annab kaubandus-tööstusminister palujale uurimiseks loa, kus on tähendatud:

- 1) aine, mille uurimiseks luba antakse;

§ 15. Die Erlaubnis zum Betriebe eines Bergbaues an Privatunternehmer wird auf zweierlei Art erteilt:

- 1) auf einen Grund und Boden, in dem das Vorhandensein des nutzbaren Minerals in einer abbauwürdigen Menge feststeht und
- 2) auf einen Grund und Boden, in dem das Vorhandensein des nutzbaren Minerals nicht festgestellt ist.

Das Verzeichnis der dem Pkt. 1. unterliegenden Ländereien bestätigt der Handels- & Industrieminister und veröffentlicht es im R. T. (Staatsanzeiger); in derselben Ordnung werden auch alle Änderungen in diesem Verzeichnis vorgenommen.

B. Vom Schürfen.

§ 16. Um Schürfungen auf den in § 15, Pkt. 2 genannten Gebieten vorzunehmen, reicht der Bewerber ein Gesuch ein, an das Handels- & Industrieministerium, zum Erhalt einer entsprechenden Erlaubnis. Im Gesuche ist anzugeben:

- 1) nach welchem Bodenschatz auf Grund der Erlaubnis geschürft werden soll;
- 2) wo Schürfungen vorgenommen werden sollen;
- 3) die Größe des beanspruchten Gebietes.

Die Stelle kann entweder auf einer beigefügten Karte bezeichnet werden, deren Maßstab nicht kleiner als 1:126.000 sein muß, oder es muß die Himmelsrichtung und die Entfernung von wenigstens zwei gut bekannten Punkten der Umgegend angegeben werden.

§ 17. Die Schürferlaubnisse werden in der Reihenfolge der vorgestellten Gesuche ausgegeben. Besteht ein Zweifel in der Abgrenzung des für die Schürfung erbetenen Geländes, so wird das Gesuch ohne Folgen belassen, oder es wird auf Wunsch des Antragstellers ein Bergbeamter mit der Festlegung des Geländes an Ort und Stelle beauftragt. Auf den Bericht des Beamten hin fällt der Handels- & Industrieminister seine Entscheidung.

Die mit dem Absenden eines Beamten verbundenen Unkosten hat der Antragsteller dem Bergamt im voraus einzuzahlen.

Schürferlaubnisse werden Personen, denen auf Grund des § 12 dieses Gesetzes die Teilnahme an Bergbauunternehmen im Estnischen Freistaat versagt ist, nicht erteilt.

§ 18. Auf öffentlichen Plätzen und Wegen, sowie auf Friedhöfen sind Schürfarbeiten verboten.

Das Bergamt ist zum öffentlichen Besten befugt, Schürfungen auch an anderen Orten zu verbieten.

In Gärten, auf Höfen, unter Gebäuden und in einem Umkreise bis zu 60 m sind Schürfungen nur mit Erlaubnis des Grundeigentümers gestattet.

§ 19. Falls gesetzliche Hinderungsgründe nicht bestehen, erteilt der Handels- & Industrieminister dem Ansuchenden eine Schürferlaubnis, in der angegeben sind:

- 1) das Mineral, zu dessen Erforschung die Erlaubnis erteilt wird;

2) uurimiseks määratud maa-ala suurus ja asukoht, mis märgitakse uurimisloa külge kinnitatud ja paluja kulul kolmes eksemplaris kaubandus-tööstusministri poolt määratud masstaabis valmistatud kaardil;

3) uurimisloa kestus;

4) teised õigused ja kohustused, mis loasaaja omandab.

Uurimisloa andmise kuulutab välja mäeosakond loasaaja kulul „R. Teatajas“.

§ 20. Vabariigi Valitsus paneb maksma kaubandus-tööstusministri ettepanekul ülemmäärad uurimiseks antavate maa-alade suuruse kohta iga mineraalvara liigi kohta eraldi. Uuritav maa-ala peab ümbritsetud olema võimalikult õigete, meridiaanide ja paralleelide sihis käivate joontega; erandeid võib teha mäeosakonna nõusolekul, kuid uuritava maa-ala pikkus ei tohi laiusest enam kui kolm korda suurem olla.

§ 21. Uurimisloa kestuse, mis ei või ulatuda üle 18 kuu, määrab kaubandus-tööstusminister erinimekirjaga, mis kokku seatakse arvesse võttes uuritavat ainet, maatüki suurust ja loa väljaandmise aastaega. Kui loasaaja eriti mõjuvälil põhjusil valmis ei saa uurimistöödega tähtajaks, võib kaubandus-tööstusminister uurimise aega pikendada enne algloa lõputähtaega esitatud palve põhjal, kuid mitte rohkem kui algloa poole aja võrra; pikendusloa eest võetakse pool täie loa maksu.

§ 22. Loasaajal on:

1) ainuõigus loas tähendatud aine uurimisi toimetada maa-alal, mille peale uurimisluba antud, selle maa vabakssaamiseni (§ 26) ja

2) eesõigus kontsessiooni saada läbiuuritud maa-alal uuritava aine kasutamiseks.

Kaubandus-tööstusministril on õigus uurimisloa väljaandmisel kontsessiooni tasu tingimusi (§ 37) ette määrates, kindlustada uurimisloa saajale läbiuuritud maa-ala ainuõigus uuritava aine saavutamiseks ja neil tingimustel kontsessiooni anda.

§ 23. Uurimisloa saajal on õigus loas tähendatud pinnal maha rajada uurimist takistavaid puid, maasse kaevata kraave, kaevusid ja käike, puurida puurauke ja ette võtta muid töid, mis uuritava aine olemasolu ja tagavarade hulka selgitada aitavad. Maapinna rikkumise eest ja maapinnal kasvavate puude, vilja jne. hävitamise eest niisuguste tööde juures peab uurija tasu maksma pinnaomnikule või valdajale käesoleva seaduse § 64.—68. korras.

§ 24. Uurimistööde andmed kaevude, kraavide ja käikude läbilõigete ning plaanide näol esitatakse ära kirjadena uurimisaja lõpul mäeosakonnale; samuti on

2) Größe und Lage des zur Untersuchung bestimmten Geländes, welche auf der dem Schürfgesuch beigefügten und auf Kosten des Antragstellers in dreifacher Ausführung hergestellten Karte in dem vom Handels- & Industrieminister vorgeschriebenen Maßstab verzeichnet werden;

3) die Dauer der Schürfbewilligung;

4) die übrigen Rechte und Pflichten, die dem Antragsteller zukommen.

Die Erteilung einer Schürferlaubnis veröffentlicht die Bergabteilung auf Kosten des Antragstellers im R. T. (Staatsanzeiger).

§ 20. Die Regierung des Freistaates setzt auf Vorschlag des Handels- & Industrieministers allgemeine Bestimmung über den Höchstumfang des Schurffeldes für jede Mineralart fest. Nach Möglichkeit muß das zu untersuchende Feld durch gerade Meridianen oder ihnen gleichlaufende Richtlinien begrenzt werden. Ausnahmen sind mit Einverständnis des Bergamtes zulässig, doch darf nicht die Länge des zu untersuchenden Feldes dessen Breite um mehr als das Dreifache überschreiten.

§ 21 Die Laufzeit der Schürferlaubnis, die nicht über 18 Monate betragen darf, bestimmt der Handels- & Industrieminister durch eine Sonderaufstellung, bei deren Zusammenfassung das festzustellende Mineral, die Größe der Landfläche und die Jahreszeit der Schurferteilung in Betracht zu ziehen sind. Sollte der Ansuchende aus zwingenden Gründen die Schürfarbeit nicht beenden können, so kann der Handels- & Industrieminister auf Grund eines vor Ablauf der ursprünglichen Frist eingereichten Gesuches die Untersuchungsfrist verlängern, jedoch nicht mehr als um die Hälfte der ursprünglichen Zeitdauer. Für die Verlängerung wird die halbe Zahlung der ersten Schurfzeit erhoben.

§ 22. Der Ansuchende hat:

1) das Alleinrecht Schürfungen nach dem in der Eingabe genannten Mineral auf dem Gebiet, für das die Schurferlaubnis ausgestellt ist, vorzunehmen bis zum Freiwerden dieses Gebietes (§ 26);

2) das Vorrecht auf eine Genehmigung zur Ausnutzung des erforschten Bodenschatzes auf dem Schurfflande.

Der Handels- & Industrieminister ist befugt, dem Antragsteller bei Erteilung einer Schurferlaubnis das Alleinrecht zur Gewinnung des ermittelten Minerals zuzusichern, Gebühren für das Nutzungsrecht (§ 37) im voraus festzulegen, und auf Grund dieser Bedingungen das Ausbeutungsrecht zu übertragen.

§ 23. Der Besitzer einer Schurferlaubnis ist befugt, auf dem bezeichneten Grund und Boden Bäume, welche die Untersuchung behindern, zu fällen, Gräben zu schneiden, Schächte und Strecken vorzutreiben, Bohrungen und andere Arbeiten vorzunehmen, die dazu bestimmt sind, das Vorhandensein und die Menge des zu erforschenden Minerals festzustellen. Für Oberflächenschäden, das Vernichten von Bäumen, Getreide usw. hat der Schürfer dem Eigentümer oder Besitzer des Bodens Schadenersatz zu leisten, auf Grund der §§ 64—68 dieser Verordnung.

§ 24. Die Ergebnisse der Schurfarbeit sind dem Bergamt nach Ablauf der Schurferlaubnis abschriftlich vorzustellen, in Form von Querschnitten und Plä-

uurimistööde tegemise ajal mäejärevalvet teostavatel ametnikkudel vaba pääs kõigi nende tööde juurde.

§ 25. Uurimisloa eest maksab loasaaja enne selle kättesaamist tasu, mille suuruse määrab igaks kolmeks aastaks kaubandus-tööstusminister kokkuleppele raha- ja põllutöoministriga.

§ 26. Kui uurija ei esine enne loa lõputähtaega kirjaliku sooviga vastava kontsessiooni saamiseks ega täida § 24. nõuet, kaotab ta oma õigused läbiuuritud maa-ala kohta ja viimane loetakse vabaks uute uurimislubade nõuaandjatele väljandmiseks.

C. Kontsessioonide nõutamine ja andmine.

§ 27. Sooviavaldus mäetööstuse sisseseadmise loa (kontsessiooni) saamiseks esitatakse mäeosakonnale kirjalikult kahes eksemplaaris.

§ 28. Eelmises (27) paragrahvis tähendatud sooviavaldus peab sisaldama järgmisi andmeid:

- 1) sooviavaldaja nime ja elukoha;
- 2) maapõuevara nimetuse, mille kasutamiseks luba soovitakse, ja
- 3) maa-ala asukoha ja suuruse.

§ 29. Sooviavaldusele lisatakse juurde kaart kolmes eksemplaaris, millele ära tähendatud maa-ala asukoht, selle piirid ja orienteerimiseks tarvilikud andmed. Kaardi masstaabi määrab kaubandus-tööstusminister.

Puudub sooviavaldajal võimalus kaardi esitamiseks, määrab mäeosakond selleks tähtaja kuni ühe kuuni. Määratud tähtajaks kaardi mitteesitamise korral loetakse sooviavaldus maksvusetaks.

§ 30. Käesoleva seaduse §§ 27.—29. korras esitatud sooviavaldused tulevad läbivaatamisele üksikult § 22. p. 2. alusel eraisikute poolt läbiuuritud maa-alade suhtes või ka maa-alade suhtes, mis tähendatud § 15. p. 1., kui teatava maa-ala peale ainult üks kontsessiooni nõue on esitatud. On aga ühe maa-ala peale esitatud mitu nõuet, korraldab mäeosakond nõutajate vahel võistluse, mille tagajärjel antakse eesõigus kontsessiooni saamiseks sellele, kelle tingimused riigile kõige soodsamad.

§ 31. Kontsessiooninõutajaga kokkulepitud tingimustel, mille peajooned §§ 32.—43. ära tähendatud, annab kaubandus-tööstusminister mäetööstuse sisseseadmiseks loa (kontsessiooni), sõlmides riigi nimel nõutajaga vastava lepingu. Igast sõlmitud lepingust teatatakse mäetöösturi-kontsessioonääri kulul „R. Teatajas“.

§ 32. Ühele mäetöösturile võib anda mäetööstuse sisseseadmiseks kontsessiooni kuni 2.000 ha pinnalatuseni. Üksikutel juhtumistel on Vabariigi Valit-

nen der Schächte, Schürfgräben und Strecken; im Verlaufe der Untersuchungsarbeit haben Beamte in Ausübung der Bergbaukontrolle freien Zutritt zu allen diesen Arbeiten.

§ 25. Für die Schürfgenehmigung zahlt der Ansuchende vor ihrer Aushängung eine Entschädigung, deren Höhe für je drei Jahre vom Handels- & Industrieminister mit dem Finanz- & Landwirtschaftsminister vereinbart wird.

§ 26. Falls der Schürfer vor Ablauf der ihm bewilligten Frist nicht schriftlich seinem Wunsche auf Erhalt des Nutzungsrechtes Ausdruck gibt und auch nicht die Forderungen des § 24 erfüllt, verliert er seine Rechte auf den Freischurf. Letzterer wird dann als frei für das Vergeben an neue Anwärter betrachtet.

C. Anfordern und Vergeben von Nutzungsrechten.

§ 27. Gesuche um die Genehmigung (Konzession) zum Errichten eines Berbaubetriebes sind dem Bergamt schriftlich in 2 Exemplaren vorzustellen.

§ 28. Das im vorigen (§ 27) genannte Ansuchen muß folgende Angaben enthalten:

- 1) Name und Wohnort des Antragstellers,
- 2) Bezeichnung des Bodenschatzes, für dessen Gewinnung die Genehmigung verlangt wird;
- 3) Lage und Größe des Feldes.

§ 29. Dem Gesuche ist eine Karte in dreifacher Ausführung beizufügen, auf der die Lage des betreffenden Feldes, dessen Grenzen und die zur Ortsbestimmung nötigen Vermerke bezeichnet sind. Den Maßstab der Karte bestimmt der Handels- & Industrieminister.

Stellt der Antragsteller keine Karte vor, so setzt das Bergamt hierfür eine Frist bis zu einem Monat fest; wird im vorgeschriebenen Zeitraum die Karte nicht vorgestellt, so gilt das Gesuch als verfallen.

§ 30. Die in Übereinstimmung mit den §§ 27—29 vorgestellten Gesuche kommen bei Gebieten, die auf Grund des § 22 Pkt. 2 von Privatpersonen durchforscht sind, einzeln zur Durchsicht; ebenso Gebiete, die im § 15 Pkt. 1 genannt sind, falls nur ein Gesuch um Erteilung eines Ausbeutungsrechtes vorliegt. Sind jedoch auf ein Gebiet mehrere Gesuche vorgestellt, so veranstaltet das Bergamt, unter den Antragstellern einen Wettbewerb. Das Vorrecht zum Erhalt des Ausbeutungsrechtes fällt demjenigen zu, dessen Bedingungen für den Staat am vorteilhaftesten ausfallen.

§ 31. Auf Grund der mit dem Ansucher vereinbarten Bedingungen, deren Hauptlinien in den §§ 32—43 festgesetzt sind, erteilt das Handels- & Industrieministerium die Erlaubnis (Konzession) zum Errichten eines Bergbaubetriebes und schließt im Namen des Staates mit dem Anwärter einen entsprechenden Vertrag ab. Jeder abgeschlossene Vertrag wird auf Kosten des Bergbauunternehmers [Konzessionärs] im R. T. [Staatsanzeiger] veröffentlicht.

§ 32. Einem Bergbauunternehmer kann zum Errichten eines Bergbaubetriebes das Ausbeutungsrecht auf eine Fläche bis zu 2000 ha erteilt werden.

susel õigus anda sellest ülemmäärast suuremaid kontsessioone, kui seda nõuavad mõjuvad põhjused.

§ 33. Kontsessiooni-leping mäetöösturiga sõlmitakse kas piiratud või piiramata ajaks; viimasel juhtumisel kuni kontsessioneeritud mineraalvara täieliku väljakaevamiseni kontsessiooni maa-alal.

§ 34. Lepingule lisatakse juurde plaan, mis kaubandus-tööstusministri poolt määratud ja „Riigi Teatajas“ kuulutatud masstaabis mäetöösturi poolt kolmes eksemplaaris valmistatud ja millel tähendatud mäetöösturile maapõuevarade kasutamiseks lubatud maa-ala pinna täielik iseloomustamine ja üksikute pinnaosade omanikud ja valdajad.

Ei ole võimalik valmistada sarnast plaani lepingu allakirjutamise ajaks, lisatakse lepingule juurde § 29. tähendatud kaart ja määratakse lepingus tähtaeg, milleks mäetööstur peab esitama plaani mäeosakonnale kinnitamiseks. Tähtaeg määratakse arvesse võttes aastaega, maatiiki suurust ja eeluurimiste raskust, kuid ei tohi ulatuda üle aasta, arvates lepingu allakirjutamise päevast.

§ 35. Mäetööstur on kohustatud esitama hiljemalt 3 aasta jooksul, kuid igal tingimusel vähemalt kuu aega enne tööde algust, mäeosakonnale kinnitamiseks:

- 1) ehituste, kaevanduste ja muude mäetööde kavatsetavate asukohtade plaanid ühes tarvilikkude seletustega;
- 2) tööstusasutuste ja ehituste plaanid ja läbilõiked kaubandus-tööstusministri poolt väljaantavas instruksioonis määratud masstaabis.

Tööstuse laiendamise kavatsuse või enamalt kinnitatud kavade muutmise tarviduse korral tulevad esitada kinnitamiseks uued kavad ja muutused samas korras.

§ 36. Lepingus määratakse aastane väljakaevatavate või ümbertöötatavate saaduste alammäär, mille kindlakstegemine oleneb lademete suurusest, lepingu kestuse ajast ja kasutatava aine liigist.

§ 37. Lepingus tähendatakse ära, mille pealt, kuupalju ja missugustel tähtaegadel riik mäetöösturilt tasu saab riigi omanduse (maapõuevara) kasutamise õiguse eest. Niisugune tasumaks ei vabasta töösturit teistest avalikkudest maksudest, mis eratöösturid üldiselt maksma peavad. Lepingus võib lubada maksuviivituse aega, kusjuures ettevõtja võlgneva maksusumma pealt kaks protsenti kuus viivitusraha maksab; on ka see lõpulik maksutähtaeg mööda läinud, võtab mäeosakond võlgneva summa ühes viivitusrahaga tagatisest maha.

§ 38. Maksukohustuste täitmise kindlustuseks riigi vastu võetakse mäetöösturilt kaubandus-tööstusministeeriumi poolt määratud kontsessioonipinnale

In einzelnen Fällen ist die Regierung befugt, grössere Flächenstücke zu vergeben, falls gewichtige Gründe dafür sprechen.

§ 33. Der Ausbeutungsvertrag mit dem Bergbauunternehmer kann entweder auf begrenzte oder auf unbegrenzte Zeit getätigt werden — in letzterem Falle bis die Bodenschätze im Abbaugebiet erschöpft sind, für deren Gewinnung das Nutzungsrecht erteilt wurde.

§ 34. Dem Vertrage ist ein Plan beizufügen, der vom Bergbauunternehmer im vom Handels- & Industriekammer bestimmten und im R. T. veröffentlichtem Maßstabe in 3 Stücken anzufertigen ist; auf diesem Plan muß das vertragsmäßige, zum Heben der Bodenschätze übergebene Feld, nach Liegenschaften und Kulturart genau gekennzeichnet, und die Eigentümer und Besitzer der Einzelstücke genannt sein.

Ist es nicht möglich, einen solchen Plan zum Unterzeichnungstage des Vertrages fertigzustellen, so wird dem Vertrage die im § 29 genannte Karte beige-gefügt und im Vertrage ein Zeitpunkt festgelegt, bis zu welchem der Bergbauunternehmer den Plan dem Bergamt zur Bestätigung vorzustellen hat. Die Ablieferungsfrist wird unter Berücksichtigung der Jahreszeit, der Grösse des Feldes und der Schwierigkeit der Voruntersuchung bestimmt, darf jedoch nicht später angesetzt werden wie ein Jahr, gerechnet vom Tage der Unterzeichnung des Vertrages.

§ 35. Der Bergbauunternehmer ist verpflichtet, spätestens im Laufe von 3 Jahren, doch in jedem Falle mindestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten, dem Bergamt folgende Unterlagen zur Bestätigung vorzulegen:

- 1) Lagepläne der vorgesehenen Gebäude, Grubenanlagen und sonstigen Bergbauarbeiten mit den erforderlichen Erläuterungen;
- 2) Pläne der gewerblichen Anlagen und Gebäude, sowie deren Querschnitte in einem Maßstabe, den die vom Handels- & Industrieminister herauszugebenden Vorschriften bestimmen.

Im Falle einer beabsichtigten Vergrößerung des Betriebes oder einer Abänderung früher bestätigter Pläne sind die neuen Pläne und Abänderungen in derselben Ordnung zur Bestätigung vorzustellen.

§ 36. Im Vertrage ist die Mindestmenge der jährlich zu fördernden oder zu verarbeitenden Bodenschätze festzusetzen; in Betracht zu ziehen sind Art und Umfang des Nutzstoffes und die Laufzeit des Vertrages.

§ 37. Im Vertrage wird angegeben, wofür, wieweit und zu welchen Fristen der Staat vom Unternehmer für das Recht der Ausnutzung des staatlichen Eigentums (der Bodenschätze) entschädigt wird. Die Entschädigungszahlung befreit den Unternehmer nicht von den übrigen, öffentlichen Steuern, die allgemein jeder Gewerbetätige zu zahlen hat. Im Vertrage kann eine Zahlungsstundung vorgesehen werden, wobei der Unternehmer von der Schuldsomme 2% im Monat Verzugszinsen zu zahlen hat; ist auch diese letzte Frist verstrichen, so rechnet das Bergamt die geschuldete Summe zusammen mit den Verzugszinsen vom Unterpfande ab.

§ 38. Zwecks Sicherstellung der Zahlungsverpflichtungen gegenüber dem Staat hat der Bergunternehmer ein vom Handels- & Industrieministerium be-

võrdne tagatis. Kui mäetööstur tarvilikud tööd sisse seadnud ja aastase tootangu allmäära saavutanud, võidakse temale tagatis tagasi anda.

§ 39. Ühe lepingu põhjal antakse mäetöösturile ainult ühe maapõuevara liigi peale kasutamise luba. Leidub aga temale niisuguse lepingu põhjal antud maatükil ka teisi maapõuevarasid, võib kaubandustööstusminister nende kasutamise kellele tahes lubada erilepingute põhjal; kuid sel korral, kui esimene loa saaja ka nende uute maapõuevarade kasutamiseks soovi avaldab ja tema poolt ette pandavad tingimused lepingu tegemiseks nende kasutamise otstarbel teiste kasutadasoovijate omadega ühesugused, on esimese loa saajal eesõigus luba saada ka nende maapõuevarade kasutamiseks.

Pärastisele kontsessioonäärile tehakse tingimuseks, et ta tööd ei halvendaks ega takistaks algkontsessiooni töid.

Mäetööstur võib temale mäetööstuseks lubatud maa-ala piirides oma ettevõtte tarvis tasuta kasutada neid mineraale, mis nimetatud ei ole käesoleva seaduse § 1., mida ta aga tehniliselt sunnitud on välja kaevama ühes temale kasutamiseks lubatud ainega.

§ 40. Juhtumistel, kui § 39. alusel ühel ja samal maa-alal mitmesuguste maapõuevarade saavutamise õigus antud mitmele mäetöösturile, on igalühel neist õigus välja võtta oma maapõuevara liigi saavutamisel ka teistele mäetöösturitele kuuluvaid maapõuevarasid, kui neid mäeosakonna otsuse järgi võimatu lahutada.

Sarnased teisele mäetöösturile kuuluvad maapõuevarad tulevad viimasele nõudmise korral välja anda nende saavutamise kulude äratasumisel.

§ 41. Pärast kontsessiooni tähtaja lõppu või kontsessiooniks antud mineraalvara lademete lõpulikku väljakaevamist peab mäetööstur kuue kuu jooksul kindla kaitsega varustama kõik schachtid ja muud mäetöö õõnsused, mis ümberkaudsusele hädaohtu sisaldavad. Sama aja jooksul on temal õigus kõike oma varandust: hooneid, sisseseadeid ja muud vallas- ja kinnisvara kontsessiooniplatsilt kõrvaldada. Kõik pärast nimetatud 6 kuu möödumist kontsessiooni-platsile jäänud varandus, mille kõrvaldamist riigivalitsus ei nõua, läheb tasuta riigile üle.

Kavatsetava tööde lõpetamise üle peab mäetööstur teatama mäeosakonnale üks aasta enne lõpetamistööde algust.

§ 42. Lepingusse võib üles võtta tingimuse, et riik välja osta võib ettevõtte enne lepingu lõputähtaega tasu eest, mille kindlaksmääramise viis lepingus tuleb tähendada.

stimmtes und der Mutungsfläche entsprechendes Unterpfand zu hinterlegen. Hat der Bergunternehmer die nötigen Arbeiten geleistet und die für ein Jahr vorgesehene Mindestmenge gefördert, kann ihm das Unterpfand zurückgezahlt werden.

§ 39. Auf Grund eines Vertrages wird dem Unternehmen die Ausbeutung eines bestimmten Bodenschatzes freigestellt. Finden sich jedoch auf dem ihm vertragsmässig überwiesenen Felde noch weitere Bodenschätze, so kann der Handels- & Industrieminister deren Ausnutzung beliebigen Personen auf Grund von Sonderverträgen gestatten; falls jedoch der erste Vertragsinhaber auch diese Bodenschätze auszubeuten wünscht, und die von ihm vorgestellten Vertragsbedingungen mit den der anderen Bewerber übereinstimmen, so hat der erste Vertragsinhaber das Vorrecht, die Erlaubnis zur Ausnutzung auch dieser Bodenschätze zu erhalten.

Dem Erwerber einer nachträglichen Gerechtsame wird zur Bedingung gestellt, daß seine Arbeiten diejenigen des ursprünglich Abbauberechtigten nicht behindern oder stören.

Der Unternehmer ist befugt auf dem ihm zum Bergbaubetrieb abgetretenen Felde zum Verbrauch im eigenen Betriebe diejenigen Mineralien kostenlos auszubeuten, die nicht im § 1 dieses Gesetzes genannt sind, die er jedoch aus technischen Gründen gezwungen ist, zusammen mit dem ihm zur Ausbeutung übergebenen Mineral zu fördern.

§ 40. In Fällen, in denen, auf Grund des § 39 auf ein- und demselben Gebiet verschiedenen Bergunternehmern das Recht zum Ausnutzen verschiedener Bodenschätze erteilt ist, ist jeder von ihnen befugt, beim Fördern seiner Bodenschätze auch die dem anderen Vertragsinhaber gehörigen Bodenschätze mitzufördern, wenn sie auf Grund eines Gutachtens der Bergabteilung nicht voneinander zu trennen sind.

Dem anderen Bergunternehmer zukommende Bodenschätze sind diesem auf Anfordern zu übergeben, unter Vergütung der Gewinnungs- und Förderkosten.

§ 41. Nach Ablauf der Berechtigungszeit, besw. nach vollständiger Erschöpfung der Minerallager, für welche die Berechtigung erteilt ist, muß der Unternehmer im Laufe von 6 Monaten alle Schächte und sonstigen Grubenbaue, die für die Umgebung gefahrvoll werden könnten, mit einem sicheren Schutz versehen. Im Laufe derselben Zeit hat er das Recht all sein Vermögen: Gebäude, Einrichtungen und sonstiges bewegliches und unbewegliches Eigentum vom Abbaufeld zu entfernen. Alles nach der sechsmonatlichen Frist auf der Gerechtsame verbliebene Eigentum, dessen Entfernung die Regierung nicht verlangt, geht ohne Entschädigung in den Besitz des Staates über.

Über die beabsichtigte Beendigung der Arbeiten muß der Unternehmer der Bergabteilung ein Jahr vor Beginn der Schlußarbeiten Mitteilung machen.

§ 42. In die Verträge kann die Bedingung aufgenommen werden, daß der Staat das Unternehmen vor Schluß des Vertrages auskaufen kann, für eine Entschädigung deren Ermittlungsweg vertraglich vorzuzeichnen ist.

§ 43. Lepingute järgi omandatud õigusi ja kohustusi võib mäetööstur üle anda teistele isikutele, ühisustele või asutustele kas osaliselt või tervelt ainult kaubandus-tööstusministri loaga.

§ 44. Maapõuevarade saavutamine on keelatud suvitus- ja ravitsuskohtades, avalikkudel platsidel ja teedel, samuti surnuaedades. Vabariigi Valitsusel on õigus üldistes huvides keelata saavutamist ka muil maa-aladel.

D. Piiride määramine.

§ 45. Mäetöösturil on õigus nõuda temale lepingu järgi kasutadaantud maa-ala ametlikku mõõtmist ja piirimärkidega tähendamist.

Sedasama võivad nõuda ka naabruses olevad mäetöösturid.

Mõõtmist ja piirimärkide ülesseadmist toimetab riiklik markscheider soovija kulul.

§ 46. Mõõtmise ja piirimärkide asetamise juurde kutsutakse peale soovivaldaja ja naabruses asuvate maa-alade kontsessioonäärde ka isikud, kelle valduses olevale maapinnale piirimärgid asetada tulevad.

Maavaldajale sünnitatud kahju on kohustatud tasuma mäetööstur, kelle soovil ette võetud piirimärkide asetamine.

E. Kontsessioonide tühistamine.

§ 47. Kaubandus-tööstusministril on õigus nõuda kohtuteel kontsessiooni-lepingu tühistamist, kui mäetööstur:

1) ei esita määratud tähtajaks § 34. nõutud plaani või § 39. ettenähtud töökava;

2) ei täida lepingu tingimusi aastase väljakaevatavate saaduste alammäära kohta (§ 36);

3) ei suurenda § 37. ettenähtud mahaarvamiste korral tagatissummat (§ 36) ettenähtud määrami ühe kuu jooksul, arvates mäeosakonna nõudmise kättesaamise päevast;

4) ilma kaubandus-tööstusministri loata (§ 43) üle annab mäetööstuse ettevõtte mõnele teisele.

§ 48. Pärast asja lõpulikku otsustamist kuulutatakse kontsessiooni tühistamist „Riigi Teatajas“; kui töösturi poolt sisse makstud § 53. põhjal tagatis, teatatakse maavaldajatele kirjalikult, et nad võivad esitada oma nõudmised mäeosakonnale kuue kuu jooksul arvates teate kättesaamise päevast. Ei ilmu tähendatud aja jooksul nõudjaid, makstakse välja mäetöösturile tema poolt § 53. korras sisse makstud tagatis. Kui maavaldaja ja mäetöösturi vahel kahjutasu maks-

§ 43. Vertragsmäßig erworbene Rechte und Pflichten ist der Unternehmer befugt, anderen Personen, Gesellschaften oder Unternehmungen, sei es ganz oder teilweise zu übertragen, jedoch nur mit Genehmigung des Handels- & Industrieministers.

§ 44. Das Ausbeuten von Bodenschätzen ist verboten in Villen- und Kurorten, auf öffentlichen Plätzen und Wegen, ebenso auf Friedhöfen. Die Regierung hat im öffentlichen Interesse das Recht, den Bergbaubetrieb auch für andere Orte zu versagen.

D. Festsetzung der Grenzen.

§ 45. Der Bergunternehmer ist befugt, die amtliche Vermessung des ihm auf Grund des Vertrages zur Nutzung übergebenen Feldes und dessen Absteckung durch Grenzmarken zu verlangen.

Das gleiche können auch die, in der Nachbarschaft sich betätigenden Unternehmer verlangen.

Das Vermessen und Aufstellen der Grenzzeichen erfolgt durch den staatlichen Markscheider auf Kosten des Antragstellers.

§ 46. Zum Vermessen und Aufstellen der Grenzen werden außer dem Antragsteller und den in der Nachbarschaft befindlichen Vertragsinhabern, auch die Personen herangezogen, denen der Grund und Boden gehört, auf dem die Marken zur Aufstellung kommen.

Dem Besitzer des Bodens entstandene Schäden hat derjenige Unternehmer zu ersetzen, auf dessen Wunsch das Abstecken von Grenzmarken erfolgte.

E. Nichtigkeitserklärung des Abbauvertrages.

§ 47. Der Handels- & Industrieminister hat das Recht, die Nichtigkeitserklärung des Vertrages auf dem Gerichtswege zu verlangen, wenn der Unternehmer:

1) zum angesetzten Zeitpunkt den in § 34 vorgeschriebenen Plan oder den in § 35 vorgesehenen Betriebsplan nicht vorstellt;

2) die Vertragsbedingungen über die jährliche Mindestausbeute nicht einhält (§ 36);

3) das Unterpfand (§ 38), das sich auf Grund der in § 37 vorgesehenen Abzüge vermindert hat, nicht im Laufe eines Monats, gerechnet vom Tage des Empfangs der Forderung des Bergamts, wieder auf das verlangte Maß ergänzt wird;

4) ohne Erlaubnis des Handels- & Industrieministers (§ 43) das Bergwerkunternehmen jemand anderem übergibt.

§ 48. Nach endgültiger Entscheidung der Angelegenheit wird die Nichtigkeitserklärung der Gerechtsame im R. T. (Staatsanzeiger) bekannt gegeben; falls der Unternehmer auf Grund des § 53 ein Unterpfand eingezahlt hat, wird den Besitzern des Grund und Bodens schriftlich mitgeteilt, daß sie ihre Ansprüche beim Bergamt im Laufe von 6 Monaten, gerechnet vom Tage des Empfanges der Mitteilung, geltend machen können. Werden im Laufe dieser

mise asjus kokkulepet ei saada, otsustab vaidluse nende vahel kohus harilikus korras. Kuni lõpuliku otsustamiseni peetakse tagatise kinni vaidlusealolev summa, kuna ülejääv osa mäetöösturile välja makstakse.

§ 49. Maksukohustuste täitmise kindlustuseks riigi vastu sissemakstud tagatis (§ 38) peetakse kinni kõik riigi nõudmised ja kahjud, kui riik neid kandnud mäetöösturi tegevuse läbi.

§ 50. Kui kontsessiooni-leping lõpeb enne kontsessioneeritud mineraali täielikku väljakaevamist, siis on mäetöösturil õigus ära vedada või müüa kuue kuu jooksul kontsessiooni piiridest ehitused ühes nende tehniliste ja majapidamise sisseseadetega, kaevanduse masinad, tööriistad ja muu vallasvara; kuid selle juures peab ta terveks jätma ja üle andma riigi omanduseks kõik schachtide reedelid, toetused (rakked) jne. ja maa-alused raudteed, samuti ka schachtide avaushooned.

Ei jätku aga eelmises (49) paragrahvis nimetatud nõudmiste ja kahjude katteks töösturi poolt esitatud tagatist, võib kaubandus-tööstusminister töösturi varanduse tarviliku osa väljavedu ja müüki keelata, misjuures riigil on pandiõigus keelu alla pandud varanduse suhtes.

Kõik mäetöösturi varandus, mis pärast nimetatud kuuekuulise tähtaja möödumist platsile jäänud, läheb tasuta riigi omanduseks, kusjuures riik ei võta enese peale töösturi võlgu, kohustusi ega vastutust lepingute järgi.

IV. Õiguslikud vahekorrad mäetöösturite ja maaomanikkude vahel.

A. Maapinna loovutamine.

§ 51. Kui mäetööstuse ettevõtetele tarvilik on maa-ala ja nimelt kaevanduste asutamiseks, prügihunnikuteks ja ladudeks, teedeks, raudteedeks, kaanali-tekks, masinate ülesseadmiseks, vee-äralaskmiseks, torustikkude ehitamiseks, tiiki-tekks, abihooneteks, pealmaa hoonete ja sisseseadete ehitamiseks ja muudeks tööstusotstarveteks, peab maavaldaja, olgu see omanik või kasutusõiguslane, maa-ala mäetöösturile loovutama.

§ 52. Maa-ala loovutamist mäetöösturile võivad takistada ainult kaaluvad üldhuvid. Maavaldajat ei või sundida loovutama elumajade, majapidamise või vabrikuhoonete all olevaid ja hoonete juurde kuuluvaid õuemaid.

§ 53. Mäetööstur on kohustatud ette maksma maavaldajale iga-aastase täieliku kahjutasu loovutatud maa-ala kasutamise eest ja maa-ala pärast tarvi-

Zeit keine Ansprüche erhoben, so wird dem Unternehmer sein auf Grund des § 53 eingezahltes Pfand zurückgezahlt. Kommt es zwischen dem Besitzer des Grund und Bodens und dem Unternehmer in Sachen des Schadenersatzes zu keiner Einigung, dann entscheidet das Gericht den Streitfall in gewöhnlicher Ordnung. Bis zur endgültigen Entscheidung wird vom Unterpfande die strittige Summe einbehalten, während der Rest dem Unternehmer auszuzahlen ist.

§ 49. Von der zur Sicherstellung der Zahlungsverpflichtungen gegenüber dem Staat eingezahlten Pfandsumme (§ 38) werden alle Forderungen und Ansprüche auf Schadenersatz seitens des Staates gedeckt, falls dem Staate durch die Tätigkeit des Unternehmens Schäden erwachsen sind.

§ 50. Im Falle der Bergbauvertrag vor der erschöpfenden Ausbeutung des Minerals abläuft, hat der Unternehmer das Recht im Laufe von 6 Monaten aus den Grenzen des Abbaugeländes hinauszuführen oder zu verkaufen: die Gebäude mit ihren technischen und wirtschaftlichen Einrichtungen, die Maschinen des Grubenbetriebes, Arbeitswerkzeuge und sonstiges bewegliches Eigentum; hierbei muß er jedoch sämtliche Fahrten in den Schachten, den Ausbau usw., unterirdische Eisenbahnen und Schachtgebäude unversehrt lassen und dem Staat zu Eigentum überliefern.

Reicht das vom Unternehmer gestellte Pfand nicht zur Deckung der im vorigen Paragraphen (49) genannten Forderungen und Schäden aus, so kann der Handels- & Industrieminister die Ausfuhr und den Verkauf eines entsprechenden Teiles vom Vermögen des Unternehmers verbieten, wobei der Staat das Pfandrecht in bezug auf das, unter Beschlag gestellte Vermögen genießt.

Das gesamte Vermögen des Unternehmers, das nach Ablauf der genannten 6-monatlichen Frist auf dem Platz verblieben ist, geht kostenlos in den Besitz des Staates über, wobei der Staat weder die Schulden des Unternehmers auf sich nimmt, noch die Verantwortung aus Verträgen anerkennt.

IV. Rechtliche Beziehungen zwischen dem Bergwerksunternehmer und dem Grundbesitzer.

A. Abtretung des Grund und Bodens.

§ 51. Wenn das Bergbauunternehmen Grund und Boden benötigt und zwar zum Errichten von Gruben, Halden und Lagern, zu Wegen, Eisenbahnen, Kanälen, zum Aufstellen von Maschinen, zu Entwässerungen, zum Bau von Rohrleitungen, Teichen, Hilfsgebäuden, zum Errichten von oberirdischen Gebäuden und Einrichtungen, sowie zu sonstigen gewerblichen Zwecken, so muß der Landbesitzer, sei er Eigentümer oder Nutznießer, sein Land dem Bergwerksunternehmer überlassen.

§ 52. Das Enteignen von Land zugunsten des Bergwerkunternehmens verhindern, können nur wichtige Gründe der öffentlichen Wohlfahrt.

Der Landbesitzer kann nicht gezwungen werden zum Abtreten von Land unter Wohnhäusern, Wirtschaftsgebäuden oder Fabrikräumen, sowie zugehöriger Hofräume.

§ 53. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet, dem Landbesitzer die volle Jahresentschädigung für das abgetretene Land im Voraus zu zahlen und den

tamisaja lõppu tagasi andma. Kui maa-ala tarvitusel selle väärtus väheneb, peab mäetööstur maa-ala tagasiandmisel maksuma kahjutasu vähenenud väärtuse suuruses. Selle kohustuse täitmise kindlustuseks võib maavaldaja nõuda juba maa-ala mäetöösturile loovutamisel viimaselt vastava tagatissumma sissemaksmist mäeosakonna deposiiti. Soovikorral on maavaldajal maa-ala väärtuse vähenemisel õigus rahalise kahjutasu asemel nõuda, et mäetööstur krundi omandaks.

§ 54. Kui juba ette kindel või hiljem selgub, et maa-ala kasutamine kestab üle kolme aasta, võib maaomanik nõuda, et mäetööstur krundi omandaks.

§ 55. Kui krunt osalise loovutamise läbi nii tükeldatakse, et ka ülejäänud osasid enam otstarbekohaselt kasutada ei saa, peab mäetööstur maavaldaja nõudmisel ka loovutamata osade eest iga aasta kahjutasu maksuma (§ 53).

Samal alusel võib niisuguse maa-ala omanik nõuda, et mäetööstur terve krundi omandaks.

§ 56. Maa-ala sunduslikul loovutamisel või omandamisel mäetöösturile ei võeta kahjutasu maksmisel arvesse väärtuse juurdekasvu, mis mäetööstuse ettevõttest tingitud.

§ 57. Mäetööstuse alla ostuteel ülevõetud kruntide ja nende osade kohta on endisel omanikul või tema pärijal ostu-eesõigus sel korral, kui maa-ala enam tarvilik ei ole mäetööstuse otstarbeks.

§ 58. Kui pooled §§51.—55. ettenähtud juhtumistel ei jõua kokkuleppele, otsustab mäeosakond küsimuse, kas ja kui suur maa-ala tuleb loovutada või mäetöösturi poolt ära osta. Tasutingimused loovutatava või ostetava maa eest määrab komisjon, mille esimeheks mäeosakonna esitaja ja liikmeteks: põllutööstusministeeriumi esitaja, vastava maavalitsuse esitaja, kohalik maksuinspektor ja kohalik vallavanem, viimase asemel linna või alevi piirides nende omavalitsuste esitaja.

Komisjon on otsusvõimne kui esimees ja 2 liiget koos. Kui mõnes küsimuses hääled pooleks langevad, otsustab selle küsimuse kaubandus-tööstusminister.

§ 59. Enne otsuse tegemist kuulatakse ära mõlemi poolte arvamised ja vaadatakse järele olud kohapeal mäeosakonna kui ka kohaliku maavalitsuse esitaja poolt. Samad esitajad selgitavad tõeliku kahjutasu suuruse maa-ala ajutise tarvitamise või tema omandamise korral ja määravad kindlaks § 53. nimetatud

Grund und Boden nach beendiger Nutzung zurückzugeben. Wird durch Ausbeuten des Grund und Bodens dessen Wert verringert, so muß der Bergwerksunternehmer bei Rückgabe des Landes einen Schadenersatz in Höhe der Wertverminderung leisten. Zur Sicherstellung dieser Verpflichtung kann der Landbesitzer schon beim Abtreten des Landes an den Unternehmer von letzterem das Einzahlen einer entsprechenden Pfandsomme beim Bergamt verlangen. Im Falle einer Wertminderung des Grund und Bodens hat der Landbesitzer das Recht, anstelle einer Geldentschädigung, zu verlangen, daß der Bergwerksunternehmer das Land käuflich erwirbt.

§ 54. Steht es von vornherein fest, oder erweist es sich später, daß die Benutzung des Grund und Bodens über 3 Jahre hinaus währen wird, kann der Landbesitzer den Ankauf des Grundstückes durch den Unternehmer fordern.

§ 55. Wird das Grundstück durch teilweises Abtreten so zerstückelt, daß die nachbleibenden Reststücke nicht zweckmäßig ausgenutzt werden können, dann hat, auf Verlangen des Besitzers, der Unternehmer auch für die nicht abgetretenen Stücke eine jährliche Entschädigung zu zahlen (§ 53).

Unter derselben Voraussetzung kann der Besitzer eines solchen Grundstückes verlangen, daß der Unternehmer das gesamte Grundstück käuflich erwirbt.

§ 56. Bei zwangsweise erfolgender Überlassung an den Unternehmer oder Erwerbung des Grund und Bodens durch den Unternehmer wird bei Zahlung der Entschädigung der, durch den Bergbetrieb bedingte Wertzuwachs nicht in Anrechnung gebracht.

§ 57. Der frühere Besitzer oder dessen Erben haben im Falle, daß das Landstück nicht mehr für Bergbauzwecke notwendig ist, das Vorkaufsrecht auf die Grundstücke und deren Teile, die auf dem Wege des Kaufes zu Zwecken des Bergbaues übernommen wurden.

§ 58. Gelangen die Beteiligten in den lt. §§ 51—55 vorgesehenen Fällen zu keiner Einigung, dann entscheidet die Bergabteilung, ob und in welchem Maße ein Grundstück abzutreten oder vom Unternehmer erworben werden muß. Die Entschädigungsbedingungen für das abzutretende oder zu kaufende Land bestimmt eine Kommission, deren Vorsitzender ein Vertreter des Bergamtes und deren Mitglieder je ein Vertreter des Landwirtschaftsministeriums, der entsprechenden Kreisverwaltung, der örtliche Steuerinspektor und der örtliche Gemeindeälteste sind, — anstelle des letzteren aber in den Grenzen von Städten und Flecken, — ein Vertreter der betreffenden Selbstverwaltung.

Die Kommission ist beschlußfähig, wenn der Vorsitzende und 2 Mitglieder anwesend sind. Herrscht in einer Frage Stimmgleichheit, dann entscheidet der Handels- & Industrieminister.

§ 59. Bevor eine Entscheidung getroffen wird, werden die Meinungen beider Parteien angehört und die näheren Umstände an Ort und Stelle durch je einen Vertreter der Bergabteilung sowie der örtlichen Kreisverwaltung geprüft. Diese stellen den tatsächlichen Schadenersatz im Falle zeitweiliger Be-

tagatise summa juhtumisel, kui pooled kokku ei lepi. Tähendatud toimingute juurde kutsutakse asjatundjad.

Kummalgi poolel on õigus määrata omalt poolt asjatundja. Kui pooled seda teinud ei ole mäeosakonna ja maavalitsuse esitajate poolt ülesseatud tähtajani, nimetavad viimased asjatundjaid.

Igal juhtumisel võivad esitajad omalt poolt juurde kutsuda kolmanda asjatundja.

§ 60. Sunduslikul teel maa-ala loovutamise või omandamise otsuses tuleb täpselt tähendada maa-ala, samuti maavaldajle maksetav kahjutasu, tärbekorral ka tagatissumma suurus ja muud loovutamise või omandamise tingimused.

§ 61. Käesoleva seaduse § 58. ettenähtud mäeosakonna otsuse peale võivad pooled edasi kaevata üldisel alusel (§ 89) kaubandus-tööstusministrile.

§ 62. Asjaosalised, kes § 58. ettenähtud komisjoni otsusega rahul ei ole, võivad esineda kuue kuu jooksul harilikus kohtu korras nõudmisega otsuse muutmiseks. Asja kohtu kätte andmine ei või takistada maa-ala valdamisele võtmist mäetöösturi poolt tingimusel, kui määratud kahjutasu välja on makstud või kohulikult deponeeritud.

§ 63. Käesoleva seaduse §§ 58.—60. nimetatud toimingutest tekkivad kulud kannab mäetööstur, kelle huvides võõrandamine sünnib, edasikaebuse läbi vaatamine sünnib, edasikaebuse läbivaatamisest tekkivad kulud aga — kaotaja pool.

B. Kahjude tasumise kord ja riigimaade üleandmise tingimused.

§ 64. Mäetööstur on kohustatud maapinna rikkumise ja kõigi teiste kahjude eest, mis maa-alal või tema juurde kuuluvatele varandustele maa-aluste või lahtiste mäetööde läbi juhtuvad, kahjusaajale täielikku kahjutasu maksma vaatamata, kas mäetöid on tehtud otsekohe kahjusaanud maa-alal või selle naabruses ja kas mäetööstur kahjusaamises süüdi oli ning kas kahju ette näha võis või mitte.

§ 65. Kui kahju kahe või enam mäetööstuse ettevõtte läbi sündinud, on nende ettevõtete valdajad kohustatud kaasvõlglastena kahjutasu maksma. Kahju eest vastutavad kahjutegijate ettevõtete valdajad ühevõrra; kuid neil ei ole keelatud üksteise vastu teistsugust kahjutasu proportsiooni nõuda ja tõestada.

See kord on ka siis maksev, kui käesoleva seaduse jõusseastumisel kahju juba sündinud oli, kuid kahjutasu nõudmist veel polnud esitatud.

§ 66. Kui maavaldaja soovib ette võtta ehitusi mäetööstuse otstarbeks lubatud maa-alal, peab ta sellest teatama mäetöösturile. Viimasel on õigus tea-

nutzung des Grund und Bodens oder dessen Abtretung fest und bestimmen die in § 53 genannte Pfandsomme, wenn die Parteien sich nicht einigen sollten. Zu diesem Geschäft werden Sachverständige hinzugezogen.

Jede der beiden Parteien hat das Recht, von sich aus einen Sachverständigen zu ernennen. Haben die Parteien dieses bis zu einem von den Vertretern des Bergamtes und der Kreisverwaltung angegebenen Zeitpunkt unterlassen, dann ernennen letztere die Sachverständigen.

Unter allen Umständen sind die Vertreter befugt, von sich aus einen dritten Sachverständigen hinzuzuziehen.

§ 60. In der Entscheidung über die zwangsweise Abtretung oder Aneignung von Land sind genau anzugeben: das Landstück, sowie der Schadenersatz, der dem Landbesitzer gegebenenfalls zu zahlen ist, und im Bedarfsfalle die Größe des Unterpfandes, sowie sonstige Bedingungen für die Abtretung oder Aneignung.

§ 61. Gegen die im § 58 vorgesehene Entscheidung des Bergamtes können die Parteien auf allgemeiner Grundlage (§ 89) Klage beim Handels- & Industrieminister erheben.

§ 62. Die Beteiligten, die mit der im § 58 vorgesehenen Entscheidung der Kommission nicht einverstanden sind, können im Laufe von 6 Monaten in der gewöhnlichen Gerichtsordnung eine Änderung der Entscheidung beantragen. Das Anhängigmachen einer Klage verhindert indessen nicht die Übernahme des Grund und Bodens durch den Bergwerksunternehmer, wenn die festgesetzte Entschädigung ausgezahlt oder beim Gericht hinterlegt ist.

§ 63. Die aus den §§ 58—60 aufgeführten Vorgängen entstandenen Kosten trägt der Bergwerksunternehmer, zu dessen Nutzen das Enteignen vorgenommen wird. Die aus dem Berufungsverfahren entstehenden Kosten trägt die verlierende Partei.

B. Festsetzung der Entschädigungszahlung und der Bedingungen für die Übergabe von Staats-Ländereien.

§ 64. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet, für allen Schaden aufzukommen, welcher dem Grundeigentume oder dessen Zubehörungen durch den unterirdisch oder mittels Tagebaues geführten Betrieb des Bergwerks zugefügt wird. Er hat den Geschädigten voll zu entschädigen ohne Rücksicht darauf, ob der Betrieb unter dem beschädigten Grundstück stattgefunden hat oder in dessen Nachbarschaft, ob die Benachteiligung von dem Bergwerksbesitzer verschuldet ist, oder ob der Schaden vorausgesehen werden konnte oder nicht.

§ 65. Ist der Schaden durch den Betrieb zweier oder mehrerer Bergwerke verursacht worden, dann sind die Besitzer dieser Bergwerke als Gesamtschuldner zur Entschädigung verpflichtet. Unter sich haften die Besitzer der als Schädiger ermittelten Bergwerke zu gleichen Teilen. Dabei ist jedoch der Nachweis eines anderen Teilverhältnisses nicht ausgeschlossen.

Diese Bestimmungen finden auch dann Anwendung, wenn bei ihrem Inkrafttreten der Schaden bereits verursacht, die Klage auf Ersatz des Schadens aber noch nicht anhängig gemacht worden war.

§ 66. Wünscht der Landbesitzer auf dem Grund und Boden, welcher zu Bergwerkszwecken vergeben ist, Gebäude aufzuführen, dann hat er den Berg-

dustada ühe kuu jooksul, arvates teate kättesaamise päevast, et tema tähendatud maa-ala mäetööstuse tarvidusteks vajab, mille tõenduseks mäetööstuse inspektori tunnistus tarvilik. Niisugusel korral peab mäetööstur maavaldaja nõudmisel selle maa-ala omandama või rentima. Kui maavaldaja ette võtab ehitusi mäetöösturile teatamata, kaotab ta tasunõude õiguse, kui ehitused hiljem mäetööde arenemisel lõhutakse või rikutakse.

§ 67. Mäetööstur ei ole kohustatud kandma kahjusid, mis mäetööstuse läbi sünnivad ehitustele, mis ette võeti ajal, kus nendele mäetööde poolt ähvardav hädaoht maavaldajale ilmne oli.

§ 68. Käesoleva seaduse §§ 64. ja 65. ettenähtud kahjutasu nõudmised loetakse iganenuks, kui nad ei ole kohtule esitatud ühe aasta jooksul, arvates kahju-sünnitaja teadasaamise päevast.

§ 69. Riigi maa-alad, mis ettevõtjale mäetööde, ehituste või muuks töödega ühenduses olevateks otstarveteks § 35. nimetatud kinnituse korras lubatakse, antakse üle mäetöösturile ja jäävad mäeosakonna valitseda kuni need mäetööstu- sele tarvilikud. Üleandmine sünnib põllutööstusministeeriumi poolt, kohe pärast sel- lekohase kinnitatud plaani kättesaamist kaubandus-tööstusministeeriumilt.

§ 70. Riigimaadel maksab mäetööstur igalt tarvitamisele võetud hektarilt maksu, mis võrdub kolme viimase aasta sissetulekule hektaarilt enne mäetöös- tuse alla võtmist. Kui mäetöösturile tarvitada antakse varem väljarenditud maa- pind maksab ta renti võrrendlikult temale tarvitada antud osale, kuna rentniku rendisummat vastavalt vähendatakse. Mäetöösturi rendimaksuosa suurus määra- takse kokkuleppel rentnikuga. Kokkuleppe mittesaavutamisel otsustab asja, ar- vesse võttes rendiobjekti tulutoovust, kohalik riigimaadeülem, viimase otsus võib tulla muutmisele kohtuliku nõudmise korras, kusjuures kohtulik kaebus peab esi- tatama 6 kuu jooksul pärast riigimaadeülema otsuse teadaandmist.

Ettevõtja maksab oma rendimaksuosa pooleaasta viisi ette: 2. jaanuariks ja 1. juuliks. Jääb maks tähtjaks tasumata, nõutakse see sisse vastuvaidlemata nõuete korras.

C. Mäetööstuse vahekorid avalikkude teede ja muude ühendusvahenditega.

§ 71. Mäetöösturil ei ole õigust takistusi teha üldiseks tarvitamiseks mää- ratud maanteed, raudteede ja muude ühendusvahendite, samuti elektri-, tele- graafi- ja telefoniliinide ehitamiseks üle temale lepingu järgi kasutamiseks antud

werksunternehmer von dieser Absicht in Kenntnis zu setzen. Letzterem steht das Recht zu im Laufe eines Monats, gerechnet vom Tage des Empfanges der Benachrichtigung, mitzuteilen, daß er das in Frage stehende Grundstück für bergbauliche Zwecke braucht, worüber ein Zeugnis des Berginspektors vorliegen muß. In diesem Fall hat der Bergwerksunternehmer das Grundstück auf Verlangen des Besitzers käuflich zu erwerben oder zu pachten. Nimmt der Besitzer des Landes Bauten vor ohne den Unternehmer vorher zu benachrichtigen, dann verliert er den Anspruch auf Entschädigung, wenn die Gebäude beim Fortschreiten der Bergarbeiten niedergerissen oder beschädigt werden.

§ 67. Der Bergwerksunternehmer ist nicht verpflichtet Schäden zu ersetzen, welche durch den Betrieb des Bergwerks an Bauten entstehen, die zu einer Zeit errichtet worden sind, als die ihnen durch den Bergbau drohende Gefahr dem Besitzer offenkundig sein mußte.

§ 68. Die in den §§ 64—65 dieses Gesetzes vorgesehenen Schadenersatzansprüche gelten als verjährt, wenn sie nicht im Laufe eines Jahres, gerechnet vom Bekanntwerden des Schadens, beim Gericht anhängig gemacht worden sind.

§ 69. Staatliche Ländereien, welche dem Unternehmer zu Bergarbeiten, zur Aufführung von Gebäuden und sonstigen mit seinen Arbeiten in Verbindung stehenden Zwecken in der im § 35 genannten Weise zur Verfügung gestellt sind, werden dem Bergwerksunternehmer übergeben und verbleiben in der Verwaltung der Bergabteilung bis sie für den Bergbau erforderlich sind. Die Übergabe erfolgt seitens des Landwirtschaftsministeriums unmittelbar nach Erhalt eines entsprechenden, bestätigten Planes vom Handels- & Industrieministerium.

§ 70. Von Staats-Ländereien zahlt der Bergwerksunternehmer für jeden in Nutzung genommenen ha eine Gebühr, die den Einnahmen der 3 letzten Jahre vor der Einbeziehung in den Bergbaubetrieb entspricht. Wird dem Unternehmer ein vorher verpachtetes Landstück zur Nutzung überwiesen, dann zahlt er die Pacht im Verhältnis zu dem übergebenen Landanteil, während die Pachtsumme des vormaligen Pächters entsprechend verringert wird. Die Höhe der Pachtzahlung des Unternehmers wird nach Übereinkunft mit dem früheren Pächter bestimmt. Einigen sich beide Seiten nicht, dann entscheidet der örtliche Kreisverwalter der Staatsländereien diese Frage, wobei er den Ertrag des Pachtobjektes in Betracht zu ziehen hat. Das Urteil kann auf dem Gerichtswege angefochten und abgeändert werden, wobei die Gerichtsklage im Laufe von 6 Monaten, gerechnet vom Tage der Bekanntgabe der Entscheidung des Kreisverwalters der Staatsländereien, einzureichen ist.

Der Unternehmer zahlt seinen Anteil an der Pacht halbjährlich voraus zum 2. Januar und zum 1. Juli. Wird die Zahlung nicht zum Termin geleistet, so wird sie im Zwangsverfahren beigetrieben.

C. Bezuhungen des Bergbaues zu öffentlichen Wegen und Verkehrsmitteln.

§ 71. Der Bergwerksunternehmer hat nicht das Recht den Bau von Wegen zum öffentlichen Gebrauch, von Eisenbahnen und sonstigen Verkehrswegen zu behindern, ebensowenig von Elektrizitäts-, Telegraphen- und Telephonlinien auf

maa-ala. Mäetöid on ta kohustatud korraldama nii, et need hädaohtlikuks ei saaks eelpoolnimetatud sisseseadetele.

Sihiajamisel tuleb ära kuulata mäetöösturi arvamine selle üle, kuidas korraldada ühendust võimalikult väiksema kahjuga.

V. Mäetööde tegemise kord.

§ 72. Kavatsatavate tööde algamisest, tööde seismajätmisest, jätkamisest, samuti igast õnnetusjuhtumisest mäekaevandustes, tehastes ja üldse kõigis mäetööstusega ühenduses olevates tööstusasutustes on mäetööstur kohustatud teatama õigel ajal mäetööstuse inspektorile.

§ 73. Mäetööstur on kohustatud:

1) kõik tööstuse hooned, kaevandused ja muud sisseseaded ehitama ja korras pidama ning töid juhatama nõnda, et need hädaohtlikud ei oleks tööliste elule ega tervisele;

2) tagavaras hoidma abiandmiseks õnnetusjuhtumistel kõik tarvilikud sisseseaded, vahendid ja materjalid.

Lähemad määrused ettevaatuse-vahendite kohta annab kaubandus-tööstusminister kokkuleppel töö-hoolekandeministriga.

§ 74. Mäetööstur on kohustatud kaevandustöid sisse seadma ja juhtima nõnda, et need ei raskenda sellesama või naabruses leiduva kasutatava aine lademete edaspidist kasutamist.

§ 75. Mäetööstur on kohustatud tegema kaevandustöid tööplaani järgi, mille kinnitab mäetööstuse inspektor, kes selle järele valvab, et plaan vastaks seaduse nõetele. Esitatud plaan loetakse kinnitatuks, kui kahe nädala jooksul, arvates plaani kättesaamise päevast, ei järgne protesti mäetööstuse inspektorilt. Leiab mäetööstuse inspektor tarvilikuks ette võtta muudatusi esitatud plaanis, peab ta sellest teatama sama tähtaja jooksul mäetöösturile. Ei jõuta mäetöösturi ja mäetööstuse inspektori vahel kokkuleppele, otsustab küsimuse lõpulikult mäeosakond. Muudatused kinnitatud plaanis sünnivad samas korras. On mäetööstur ettenägemata põhjustel sunnitud kõrvale kalduma kinnitatud plaanist, peab ta sellest teatama kolme päeva jooksul mäetööstuse inspektorile.

§ 76. Mäetööde eest vastutavate isikute määramisest ja vahetamisest on mäetööstur kohustatud kirjalikult teatama mäetööstuse inspektorile.

§ 77. Mäetööstur on kohustatud takistamata laskma tööde juurde ametnikke, kelle ülesandeks on tööde üle valvamine, neile tööde ülevaatamisel abiks olema ja nende seaduslikud nõudmised täitma. Sõidab järelvalve ametnik mäe-

dem ihm vertraglich zur Nutzung übergebenem Grund und Boden. Er ist verpflichtet die Bergarbeiten so zu betreiben, daß sie den oben genannten Einrichtungen nicht gefährlich werden.

Vor dem Abstecken derartiger Anlagen ist die Meinung des Bergunternehmers anzuhören, auf welche Weise die Anlage auszuführen wäre unter möglichst geringer Schädigung gegenseitiger Belange.

V. Bestimmungen über Ausführung von Bergarbeiten.

§ 72. Über den Beginn der geplanten Arbeiten, über deren Einstellung, Fortsetzung, sowie über jeden Unglücksfall in Gruben, Fabriken und überhaupt in allen mit dem Bergbau zusammenhängenden Betrieben, ist der Unternehmer verpflichtet, dem Berginspektor rechtzeitig Bericht zu erstatten.

§ 73. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet:

1) alle Gebäude des Betriebes, Gruben und sonstigen Einrichtungen so anzulegen und in Ordnung zu halten und die Arbeit derart zu leiten, daß sie das Leben und die Gesundheit der Arbeiter nicht gefährden;

2) alle zur Hilfeleistung bei Unglücksfällen erforderlichen Einrichtungen, Mittel und Geräte in Bereitschaft zu halten.

Nähere Bestimmungen über die Vorsichtsmaßnahmen erläßt der Handels- & Industrieminister im Einverständnis mit dem Arbeits- & Fürsorgeminister.

§ 74. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet die Grubenarbeiten so vorzunehmen und zu leiten, daß sie ein weiteres Ausbeuten am nämlichen Orte oder in der Nachbarschaft belegener Bodenschätze nicht behindern.

§ 75. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet die Grubenarbeiten nach einem vom Berginspektor bestätigten Arbeitsplan vorzunehmen; letzterer hat darauf zu achten, daß der Plan den Forderungen des Gesetzes genügt. Der vorgestellte Plan gilt als bestätigt, wenn im Laufe von 2 Wochen, gerechnet vom Empfangstage des Planes, kein Einspruch seitens des Berginspektors erfolgt. Hält es der Berginspektor für notwendig Änderungen im vorgestellten Plan vorzunehmen, so muß er im Laufe derselben Frist dem Bergunternehmer hierüber Mitteilung machen. Kommt es zwischen dem Unternehmer und dem Berginspektor zu keiner Einigung, dann wird die Frage endgültig vom Bergamt entschieden. Änderungen in einem bereits bestätigten Plan werden in derselben Ordnung vorgenommen. Ist der Bergunternehmer aus unvorhergesehenen Gründen gezwungen vom bestätigten Plan abzuweichen, so muß er hierüber im Laufe von 3 Tagen dem Berginspektor Meldung machen.

§ 76. Über die Ernennung für den Bergbau verantwortlicher Personen und deren Wechsel ist der Bergunternehmer verpflichtet dem Berginspektor schriftlich Mitteilung zu machen.

§ 77. Der Bergunternehmer ist verpflichtet Staatsbeamten, deren Aufgabe es ist die Arbeiten zu überwachen, unbehindert zu den Arbeiten zuzulassen, ihnen bei der Beaufsichtigung behilflich zu sein und ihre gesetzlichen Forderungen zu

töösturi nõudel kohale, tasub viimane ametniku sõidu- ja päevarahad riiklikkude normide järgi.

§ 78. Mäetööde eest vastutavatel isikutel peavad olema tarvilikud teadmised nende tööde tehnikas, samuti nende tööde kohta käivate seaduste ja sundmääruste tundmises, ja nad peavad olema Eesti vabariigi kodanikud. Ei vasta mäetöösturi poolt valitud isik neile nõuetele, on mäeosakonnal õigus nõuda, et seesugune isik eemaldataks ja asemele seataks kohane isik mäeosakonna poolt määratud tähtaja jooksul.

Vabariigi Valitsus määrab lähemalt, missugune hariduskraad annab õiguse enda peale võtta vastutuse mäetööde eest, samuti määrab Vabariigi Valitsus selle hariduskraadi omandamisviisi.

Kaubandus-tööstusministril on õigus erandeid teha käesolevas paragrahvis nimetatud Eesti vabariigi kodakondsuse nõuetest kas kontsessiooni-lepingus või iga vastutava isiku kohta eraldi.

§ 79. Mäetööstur on kohustatud pidama vastavalt maapealsete ja maaaluste kaevandustööde käigule alati täiendatava õige plaani ja juhtima maaaluseid kaevandustöid nõnda, et need hädaohlikuks ei saaks maapinnal olevatele hoonetele või muule varandusele, kui ka raudteedele ja teistele sõiduteedele ning üldiskasulikkudele veekogudele ja veeallikatele.

§ 80. Kui mõnes mäekaevanduses tööd eriti hädaohlikud suure veehulga, gaaside kogumise või muude põhjuste tagajärjel, võib mäeosakond niisuguse kaevanduse hädaohlikuks tunnistada ning nõuda, et seal tööde eest vastutavaks isikuks oleks mäeinsener.

§ 81. Lõhkeainete hoidmine ja tarvitamine mäetööstuses sünnib mäeosakonna loal ja valve all. Sellekohased sundmäärused annab kaubandus-tööstusminister kokkuleppel sise-, sõja- ja töö-hoolekandeministriga. Sundmäärused avaldatakse „Riigi Teatajas“.

§ 82. Mäetööstur on kohustatud mäeosakonna poolt pitsseriga varustatud nõorraamatud nõutama, korralikult pidama ja tööstuse järele valvavatele ametnikkudele ette näitama. Nõorraamatute vormi ja nende pidamismäärused kinnitab kaubandus-tööstusminister.

§ 83. Mäetööstur on kohustatud esitama mäeosakonnale selleks määratud tähtaegadel kaubandus-tööstusministri poolt kinnitatud vormi järgi nõutavad statistilised andmed.

§ 84. Töökaitse järevalve suhtes alluvad mäetööstuslikud ettevõtted üldises korras tööhoolekandeministriumile.

erfüllen. Unternimmt der Aufsichtsbeamte eine Fahrt auf Verlangen des Bergunternehmers, so ersetzt letzterer Fahr- und Tagegelder des Beamten nach der staatlichen Gebührenordnung.

§ 78. Die für den Bergbau verantwortlichen Personen müssen über die notwendigen Fachkenntnisse im Bergbau verfügen, sowie die auf diese Arbeit bezüglichen Gesetze und verbindlichen Verordnungen kennen; sie müssen Bürger des Estnischen Freistaates sein. Entspricht die vom Bergunternehmer gewählte verantwortliche Person nicht diesen Anforderungen, dann ist das Bergamt befugt zu verlangen, daß diese Persönlichkeit entlassen und durch eine geeignete ersetzt wird, im Laufe einer vom Bergamt festzusetzenden Frist.

Die Regierung bestimmt näher welcher Bildungsgrad zur Übernahme der Verantwortlichkeit in Bergarbeiten berechtigt; ebenso den Lehrgang, in dem dieser Bildungsgrad erlangt werden kann.

Der Handels- & Industrieminister hat das Recht, Ausnahmen von den in diesem Paragraphen genannten Forderungen betr. estnischer Staatsangehörigkeit zu machen, sowohl für die gesamte Vertragsdauer wie für jede verantwortliche Persönlichkeit gesondert.

§ 79. Der Unternehmer ist verpflichtet, einen Betriebsplan zu führen, der entsprechend dem Fortschreiten der Arbeiten über und unter Tage ständig ergänzt wird; die unterirdischen Arbeiten so zu leiten, daß sie den auf der Erdoberfläche befindlichen Gebäuden oder sonstigen Sachwerten, ebenso den Eisenbahnen und sonstigen Fahrwegen, sowie gemeinnützigen Zwecken dienenden Gewässern und Quellen keine Gefahr bringen.

§ 80. Gestalten sich in einem Bergbaubetriebe die Arbeiten besonders gefährlich, sei es infolge von Wasseransammlungen, durch Ansammlung von Gas oder aus sonstigen Gründen, so kann das Bergamt einen derartigen Grubenbetrieb für gefahrdrohend erklären und verlangen, daß hier die Verantwortung einem Bergingenieur übertragen wird.

§ 81. Das Aufbewahren und das Benutzen von Sprengstoffen geschieht im Bergbaubetriebe auf Grund einer Genehmigung unter Aufsicht des Bergamtes. Die diesbezüglichen verbindlichen Verordnungen erläßt der Handels- & Industrieminister nach Übereinkunft mit dem Innen-, Kriegs- und Arbeits-Fürsorgeminister. Die verbindlichen Verordnungen werden im R. T. [Staatsanzeiger] veröffentlicht.

§ 82. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet, sich Schnurbücher zu besorgen, die von der Bergabteilung gesiegelt sind, diese ordnungsgemäß zu führen und den Aufsicht führenden Beamten vorzulegen. Die Form dieser Schnurbücher und die Verordnungen über ihre Führung bestätigt der Handels- & Industrieminister.

§ 83. Der Bergwerksunternehmer ist verpflichtet der Bergabteilung zu bestimmten Terminen statistische Angaben vorzustellen, in einer vom Handels- & Industrieminister bestätigten Form.

§ 84. Hinsichtlich des Arbeitsschutzes unterstehen die Bergbetriebe dem Arbeits- & Fürsorgeministerium auf allgemeiner Grundlage.

VI. Trahvimiskord.

§ 85. Kui mäetööstur:

1) teeb kaevandustöid ilma kinnitatud plaanita või ei teata kinnitatud plaanist kõrvalekaldumisest (§ 75);

2) takistab tööde järevalve ametnikel tööde juurde pääsemist ja nende ülevaatamist (§ 77);

3) ei nimeta seaduse nõuetele vastavaid tööde eest vastutavaid isikuid (§ 78); või

4) ei anna hädaohhtlikuks tunnistatud kaevanduse juhatust mäeinseneri kätte (§ 80)

siis pannakse mäeosakonna korraldusel tööd kaevanduses seisma kuni nimetatud nõuete täitmiseni.

§ 86. Samuti pannakse tööd seisma, kui mäetööstuse inspektor leiab, et kaevanduses või mõnes muus mäetööstuse asutuses tööliste elu või tervist ilmne hädaoht ähvardab, või karta on, et hävineda võiksid varandused, mis riigile tähtsad.

§ 87. Kui mäetööstur ei täida mäetööde järevalve ametnikkude seaduslikke nõudmisi selleks määratud tähtajaks, teeb järevalve ametnik selle üle kriminaal-kohtupidamise seaduse § 1131. ja järgmiste korras protokoll, mille mäetööstuse inspektor või mäeosakond üle annab vastavaile kohtuvõimudele süüdlase karistamiseks.

§ 88. Kui mäetööstur seaduse rikkumise eest trahvitud, aga sellest hoolimata tõrgub seda riket kõrvaldamast, laseb mäeosakond, kui seaduse rikkumine mõne tarviliku töö läbi kõrvaldatav, niisuguse töö ettevõtja kulul ära teha, milleks viimaselt raha vastuvaidlemata korras sisse nõutakse. Ei saa aga sarnasel teel seaduse rikkumist kõrvaldada, on kaubandus-tööstusministril õigus mäeosakonna ettepanekul ettevõtte seniks sulguda, kuni seaduse täitmine kindlustatakse.

§ 89. Mäetööstuse inspektori otsuste ja nõudmiste, samuti riikliku mark-scheideri, kontrolöride ja ülevaatajate nõudmiste peale võib mäetööstur esitada kaebuse mäeosakonnale ühe kuu jooksul, otsuse või nõudmise teadaandmisest arvates. Sama tähtaja jooksul võib mäeosakonna otsuste peale kaevata kaubandus-tööstusministrile, välja arvatud juhtumised, kus käesoleva mäeseaduse põhjal mäeosakonna otsus lõpulik. Kaubandus-tööstusministri otsuste peale võib kaevata üldalustel ühe kuu jooksul Riigikohtusse.

VII. Lõppmäärused.

§ 90. Käesolev seadus hakkab maksma 1. aprillil 1927. a. Tema jõusseastumisega kaotab maksvuse Vene mäeseadus (Sead. Kogu VII. köide 1912. a. väljaanne).

VI. Strafordnung.

§ 85. Wenn der Bergwerksunternehmer:

- 1) Grubenarbeiten ohne bestätigten Plan unternimmt oder Abweichungen von diesem mitzuteilen unterläßt (§ 75);
- 2) den Aufsicht führenden Staatsbeamten den Zutritt zu der Arbeit oder deren Beaufsichtigung verwehrt (§ 77);
- 3) zu den für die Arbeit verantwortlichen Posten keine, den Forderungen des Gesetzes entsprechenden Personen ernennt (§ 78) oder
- 4) die Leitung in gefahrdrohend erkannter Grube keinem Bergingenieur unterstellt (§ 80), dann werden auf Verfügung des Bergamtes die Arbeiten in der Grube stillgelegt, bis zur Erfüllung der erwähnten Verpflichtungen.

§ 86. Desgleichen werden auf Verfügung des Bergamtes die Arbeiten stillgelegt, wenn der Berginspektor findet, daß dem Leben und der Gesundheit der Arbeiter in den Gruben oder in einem sonstigen zum Bergbau gehörenden Betriebe offensichtlich Gefahr droht oder zu befürchten steht, daß Werte, die für den Staat von Belang sind, der Vernichtung anheimfallen könnten.

§ 87. Wenn der Bergbauunternehmer gesetzliche Forderungen der beaufsichtigenden Beamten bis zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht erfüllt, so stellt letzterer hierüber auf Grund des § 1131 ff. der Kriminalprozeßordnung ein Protokoll zusammen, das der Berginspektor oder das Bergamt den zuständigen Gerichtsbehörden übergibt, zwecks Bestrafung des Schuldigen.

§ 88. Ist der Bergwerksunternehmer für Überschreitung eines Gesetzes bestraft, weigert sich aber nichtsdestoweniger den Fehler zu beseitigen, so läßt das Bergamt, wenn die Verletzung des Gesetzes durch eine erforderliche Arbeit zu beseitigen ist, diese Arbeit auf Rechnung des Unternehmers ausführen, wobei die hierdurch entstehenden Kosten im unwiderruflichem Verfahren beigetrieben werden. Läßt sich jedoch die Übertretung des Gesetzes auf diesem Wege nicht beseitigen, dann hat der Handels- & Industrieminister das Recht, das Unternehmen auf den Vorschlag der Bergabteilung auf eine so lange Zeit zu schließen, bis die Erfüllung des Gesetzes sichergestellt ist.

§ 89. Gegen Beschlüsse und Forderungen des Berginspektors, ebenso des staatlichen Markscheiders, der Bergamtskontrolleure und der Aufsichtsbeamten, kann der Bergwerksunternehmer im Laufe eines Monats von der Bekanntgabe der Entscheidung oder der Vorschriften Berufung beim Bergamt einlegen. Im Laufe derselben Frist kann er gegen eine Entscheidung des Bergamts beim Handels- & Industrieminister klagen, ausgenommen die Fälle, in denen laut vorliegendem Berggesetz die Entscheidung des Bergamtes endgültig ist. Gegen den Entscheid des Handels- & Industrieministers kann auf allgemeiner Grundlage in Monatsfrist beim Staatsgericht Berufung eingelegt werden.

VII. Schlußverordnung.

§ 90. Das vorstehende Gesetz tritt am 1. April 1927 in Kraft. Mit diesem Inkrafttreten verliert das Russische Berggesetz (Gesetzessammlung Band VII, Ausgabe v. J. 1912) seine Gültigkeit.

22 (13). Gebührensatz fürs Probeschürfen¹.

Zufolge § 25 des im R. T. Nr. 30 v. J. 1927 veröffentlichten Berggesetzes und der Verständigung mit dem Finanz- & Landwirtschaftsminister gelten vom 1. Mai 1927 an auf 3 Jahre folgende Gebührensätze für die Erlaubnis Probeschürfe auf Bodenschätze auszuführen:

- 1) eine Grundzahlung von 2.— Kr.² für jede Erlaubnis und
- 2) für jedes ha, das der Erlaubnis unterliegt 0,25 Kr. [—25 Cent].

¹ Veröffentlicht im R. T. [Staatsanzeiger] v. 12. Mai 1927 Nr. 46 S. 638.

² Mark und Pfennige in nunmehr gültigen „Kroonen und Sent“ ausgedrückt.

23 (14). Sicherheitsmaßnahmen im Bergwerksbetriebe¹.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1. Verboten ist in Gruben und Bergwerksbetrieben anzustellen: Taube, Taubstumme, Blinde, mit Fallsucht behaftete und Krüppel, deren Gebrechen bei der Arbeit hinderlich sind, ebenso Kranke ohne Einverständnis des Arztes.

Arbeiter mit körperlichen Gebrechen dürfen nur auf Grund eines ärztlichen Zeugnisses eingestellt werden; ihnen dürfen nur solche Arbeiten zuerteilt werden, bei deren Ausübung körperliche Mängel nicht die Ursache zu eigenen oder fremden Unfällen sein würden.

§ 2. Verboten ist in Gruben und Bergwerksbetrieben nicht nüchterne Personen zur Arbeit zuzulassen. Das Mitnehmen starker Getränke zur Arbeit ist verboten.

§ 3. Jeder Arbeiter, der eine Gefährdung von Menschenleben oder eine Gefährdung der Grube bemerkt, ist verpflichtet, diesen Umstand unverzüglich seinem Vorgesetzten zu melden.

Zu Beginn der Arbeit hat in der betreffenden Belegschaft oder im Arbeitsort ein ausdrücklich dazu ernannter Arbeiter nachzuprüfen, ob in seinem Arbeitsbezirk alle Hilfsmaschinen und Schutzvorrichtungen in Ordnung sind. Bemerkt er bei der Prüfung oder im Gange der Arbeit irgendwelche Unzulänglichkeiten, hat er diese ohne Verzug zu beseitigen; gelingt ihm dieses nicht, hat er darüber seinem Vorgesetzten Meldung zu erstatten.

Arbeiter der vorangehenden Schicht haben die folgende Belegschaft auf entstehende Gefahren und Schwierigkeiten aufmerksam zu machen: beim Schichtwechsel vor Ort unmittelbar, im Verlassen der Schicht, durch den Steiger oder Aufseher.

Vor keinem Stoß dürfen weniger als 2 Arbeiter beschäftigt sein.

§ 4. Unter-Tag dürfen in Neben- oder Seitenstollen nur erfahrene Arbeiter Beschäftigung finden. Ungelernte Arbeiter sind am Stoß nur in Begleitung gelernter Arbeiter zu beschäftigen.

Am gefährdeten Ort (zu Bruch gehenden Schichten, Schichtenleerlauf, Schichtenaufreibungen usw.) sind nur erfahrene Arbeiter anzustellen; Werk-

¹ Herausg. v. Handels- & Industrieminister auf Grund einer Vereinbarung m. d. Arbeits- & Fürsorgeminister v. 8. April 1927 u. d. Berggesetzes § 73 u. § 1 Abs. 2 (R. T. Nr. 30 v. Jahre 1927). Veröffentlicht im R. T. v. 12. Mai 1927 Nr. 46 S. 613—625. Zusätze des Herausgebers in [] Klammern.

beamte, denen die gewerbliche Aufsicht untersteht, müssen sie über die Arbeitsweise und über den Grubenausbau unterweisen.

§ 5. Bei Unter-Tag-Arbeiten, die in Einzelabschnitten vor sich gehen, hat der Aufseher sämtliche im Abschnitt Arbeitende mit den Gängen bekannt zu machen, die zum Ausgange führen.

§ 6. Die Obliegenheiten und Beziehungen der Aufseher unter einander, welche für die Gefahrlosigkeit der Grube zu sorgen haben, sind genau zu regeln. Von dieser Regelung der Aufgaben, sowie über die Anzahl der in jede Gruppe gehörenden Aufsichts-Beamten, ist dem Berginspektor Mitteilung zu machen. Falls der Berginspektor die Arbeitsverteilung zu ändern wünscht, der Bergunternehmer aber nicht darauf eingeht, dann muß der Berginspektor vorstellig werden beim Bergamt; dessen Anordnungen sind zu befolgen.

§ 7. Alle Arbeiter sind mit Nummern zu versehen, nach denen die ein- fahrenden und herauskommenden Grubenarbeiter gezählt werden; beim Aus- fallen einer Nummer ist der Grund dafür sogleich klarzustellen.

§ 8. Zu allen Grubenarbeiten mit nicht weniger als 50 Arbeitern in der Schicht, muß eine Tragbahre für Unfälle, sei es in der Grube selbst, sei es in nächster Nachbarschaft, verfügbar stehen; für jede weiteren 50 Arbeiter ist die Anzahl der Tragbahren um eine zu vermehren; bei allen Arbeiten unter- und über Tag müssen den Aufsichtsbeamten jederzeit genügend Verbandstoff und Hilfsmittel zum Erweisen der ersten Hilfe zur Hand sein.

Alle Aufsichtsbeamten, sowie eine ausreichende Anzahl Arbeiter sind mit der ersten Hilfeleistung bekannt zu machen; in der Grubenkanzlei muß eine dies- bezügliche, verständliche, von einem Arzt zusammengestellte Anweisung aus- hängen.

§ 9. Der Zutritt zu den Gruben und Aufbereitungsanlagen, zu den Stollen und Schachteinfahrten, ebenso zu allen ober- und unterirdischen Räumen, in denen Maschinen, Dampfkessel oder sonstige maschinenmäßige Einrichtungen unter- gebracht sind, ist bloß den daselbst beschäftigten Arbeitern gestattet, dem ört- lichen Aufsichtsbeamten, sowie den staatlichen Aufsichtsbeamten in Ausübung ihrer Dienstpflicht.

Alle anderen Personen dürfen derartige Räume nur mit Genehmigung der Grubenverwaltung betreten und in Begleitung eines erfahrenen Führers.

Die Eingänge zu derartigen Räumen müssen mit entsprechenden Bekannt- machungen auf einem Anschlagbrett versehen sein.

Sämtliche Türen zu Gruben- und Arbeitsräumen müssen sich von innen nach außen öffnen lassen.

§ 10. Verboten ist das Zerstören von Einrichtungen, die zur Sicherung der Luftzufuhr und zum Schutze des Lebens und der Gesundheit der Arbeiter dienen, insbesondere das Verderben von Hilfsvorrichtungen, die zum Lüften oder zum Wasserentfernen bestimmt sind. Werden diesbezügliche Schäden aufgedeckt, dann ist darüber dem Grubenleiter unverzüglich Anzeige zu erstatten.

Personen, die gegebenenfalls bei der Arbeit Schutzwehren zu öffnen oder Sicherungsvorrichtungen zeitweilig zu entfernen haben, sind verpflichtet, sobald diese Maßnahme ihrer Zweck erfüllt hat, den früheren Zustand wieder herzu- stellen und darüber dem Aufsicht führenden Grubenbeamten Mitteilung zu machen.

Personen, denen die obengenannten Arbeiten nicht auferlegt sind, ist es überhaupt verboten Schutzwehren und Sicherungsvorrichtungen zu öffnen oder zeitweilig zu beseitigen.

§ 11. Bei der Einfahrt in die Grube muß ein warmer Raum vorhanden sein, der den Arbeitern die Möglichkeit gibt, ihre Kleidung zu wechseln und zu trocknen.

§ 12. Werden bei der Arbeit die Augen der Arbeiter durch umherfliegende Steinsplitter gefährdet, dann muß die Grubenverwaltung die Arbeiter auf deren Wunsch mit entsprechenden Schutzbrillen ausrüsten. Bei der Bohrarbeit, insbesondere mit Bohrwerkzeugen [Perforatoren], ist das Bohrloch mit Wasser anzufeuchten oder sind anderweitige Hilfsmittel anzuwenden, um eine schädliche Staubeinwirkung zu verhüten.

§ 13. In jeder Grube, sei es unter- oder über Tage, muß ein jederzeit erreichbarer Vorrat an frischem Trinkwasser vorhanden sein. Das Wasser ist in geschlossenen Gefäßen aufzubewahren, an von der Grubenverwaltung bestimmten Plätzen. Die Wassergefäße müssen möglichst oft mit kochendem Wasser ausgewaschen werden. Das Verunreinigen der Gefäße ist verboten.

§ 14. Das Schlafen in der Grube ist verboten, ebenso, wie ein zweckloser Aufenthalt in fremden Örtern und Strecken. Verboten ist den Arbeitern das Ausruhen und Schlafen an gefahrdrohender Stelle auch über Tag, bspw. in der Nähe arbeitender Maschinen und Transmissionen, auf Kessel- und Heizanlagen u. dergl. m.

§ 15. Jeder Art unterirdische Höhlungen, die gefahrdrohend werden könnten, sind abzudecken. Verboten ist das unerlaubte Betreten jeglicher Hohlräume. Stollengänge, in denen die Arbeit zeitweilig ruht, müssen durch Gitterwände abgeschlossen sein. Ohne Erlaubnis der Grubenverwaltung ist den Arbeitern der Zutritt in derartige Gänge verwehrt. Verboten ist das Ausbrechen von Stützen in alt-verlassenen Gängen.

§ 16. Jegliches Verunreinigen bergbaulicher Arbeitsstätten ist verboten. Faulende Abfälle und sonstiger Schmutz ist aus Grubengängen rechtzeitig zu entfernen.

§ 17. Den Arbeitern müssen in zureichendem Maße tragbare oder fahrbare Klosette zur Verfügung stehen; für deren Entkeimung, rechtzeitige Entleerung und Reinigung ist Sorge zu tragen.

§ 18. An jeglicher Art offener und über Tag gelegener Arbeitsstätten müssen gedeckte Räume erreichbar sein, in denen die Arbeitenden Schutz vor schlechtem Wetter finden könnten.

§ 19. In jeder Grube müssen genügende Mengen Arbeitsgerät vorhanden sein, desgl. Lichte, Lampen, Stricke, Verbindungsstücke u. a. m., die zum Retten von Menschen oder beim Ausbessern einstürzender Gänge Verwendung finden.

§ 20. Die Arbeiten sind in allen Gruben so anzuordnen, daß den zur Arbeit bestimmten Arbeitern jederzeit unbehinderte Auswege auf die Erdoberfläche oder sichere Fluchtplätze frei stehen.

In Schichten, deren Mächtigkeit bis an 2 m heranreicht, sind die Gewinnungsarbeiten so anzuordnen, daß am Gewinnungsort zwei Ausgänge zu Förderstrecken oder Lüftungstrecken vorliegen.

Von dieser Forderung darf nur im Einverständnis mit dem Bergamt abgewichen werden.

II. Einfahrten in Grubenbauten.

§ 21. In jeder arbeitenden Grube müssen mindestens 2 selbständige Ausgänge auf die Erdoberfläche vorhanden sein, mit Vorrichtungen zum Fördern von Arbeitern und zwar mindestens 30 m von einander entfernt; falls die Ausgänge feuersicher hergestellt sind, zum Mindesten 20 m. Eine geringere Entfernung ist in kleineren Gruben im Einverständnis mit dem Berginspektor gestattet, doch nur dann, wenn nicht einer oder beide Ausfahr-Schächte sind. Liegen 2 Schachtausgänge vor und beträgt die Schachttiefe unter 150 m, dann müssen in jedem von ihnen Steigeleitern vorhanden sein; sind die Schächte tiefer als 150 m, dann braucht in einem der Schächte keine Abteilung mit Steigeleitern vorzuliegen, jedoch nur, wenn in ihm 2 Hebezeuge vorhanden sind, die maschinenmäßig vollkommen unabhängig von einander arbeiten.

Die Ausgänge müssen derartig angeordnet sein, daß im Falle einer unwegsam wird, durch den anderen alle Arbeiter in gleicher Höhe liegender Strecken und Gänge herauszubringen sind.

Beim Vertiefen eines Schachtes auf einen neuen Horizont, ist unverzüglich anzuordnen, die Verbindung mit einem zweiten, auf die Erdoberfläche mündenden Ausgang, beschleunigt vorzunehmen.

Zwei Schachtöffnungen, die Ausgänge vorstellen, dürfen nicht unter einem Dach liegen.

Kleinere Schächte und Schurföffnungen, in denen Menschen, Bergesege und Lasten auf und ab gefördert werden, müssen überdacht sein. Bestehen in der Grube außer den im vorliegenden Paragraphen verlangten Ausgängen noch weitere, dann müssen Wächter dabei stehen, solange sie offen zu halten sind oder sie müssen von innen verschlossen werden.

In arbeitenden Gruben ist ein Abweichen von diesen Forderung nur während des Probeschürfens und der Vorarbeiten gestattet. In allen anderen Fällen ist das Einverständnis des Bergamts nötig.

Beim Ausrichten neuer Gruben ist es gestattet, solange mit nur einem Ausgang auszukommen, wie die in Aussicht genommenen zwei Ausgänge noch nicht vereinigt sind, jedoch mit der Bedingung, daß bei der ersten sich bietenden Möglichkeit zwei auf die Erdoberfläche führenden Ausgänge aus der Grube geschaffen werden.

§ 22. Wenn von 2 vorhandenen Fahrten eine über die Dauer eines Monats unbrauchbar wird zum Fördern von Arbeitern, ist darüber dem Berginspektor Meldung zu erstatten.

III. Grubenausbau.

§ 23. Alle Grubengänge müssen ihrer Bedeutung und ihrer Benutzungsdauer entsprechend abgestützt werden, sobald das Gebirge, in das die Gänge führen, weder genügend noch ausreichend widerstandsfähig ist.

In festem Gestein sind ungestützte Stollengänge unter der Bedingung zulässig, daß die schachtähnlichen Höhlungen walzenförmig gehalten werden.

§ 24. Wenn Grubenhölzer zum Grubenausbau verwandt werden, dann müssen sie so stark gewählt werden, daß sie dem zu erwartenden Druck stand halten.

§ 25. Wenn im rissigen, überhaupt unfestem Gestein die Stützen nicht Seite an Seite beisammen stehen, dann sind ihre Zwischenräume im First mit Brettern, Splinten oder Latten einzudecken.

§ 26. In nachfallendem und fließendem, überhaupt leicht zerfallendem Gestein müssen die Stützen beim Auszimmern in einer Entfernung zu einander stehen, die den Eigenheiten des Gesteins entspricht. Beim Fertigstellen oder beim Vortreiben des Grubenausbaues muß dessen Grubenholz oder anderweitiger, zeitweiliger Unterbau ausgewechselt werden gegen Seite an Seite stoßende Türstöcke oder gegen einen anderen dauerhaften Grubenausbau.

§ 27. In Förderstrecken, Bremsbergen, auf Schrägstollen und am Stoß, die nicht durch Örterbau begrenzt sind, müssen im fortgesetzten Ausbau oder Querschlag Mauern aus Haldenabfall errichtet werden, abgesehen davon, daß am Stoß Hilfsstützen vorhanden sind. Der hinter die Stützmauer untergebrachte Abfall darf nicht selbstzündliche Stoffe enthalten. Falls zum Errichten der Mauer keine Steine zur Hand sind, dürfen an deren Stelle stärkere Holzstützen verwandt werden.

§ 28. Beim Firstverhieb muß das Herausreißen [Rauben] und Niederbrechen der Zimmerung durch einen erfahrenen Arbeiter unter Anleitung eines besonderen Aufsehers erfolgen.

§ 29. Das Ausgraben des Fördergutes in Gruben, Löchern und anderen denähnlichen Arbeitsstellen ist allein gestattet, wenn es sich handelt um Eisenerden, Bausteine, Lehm, Sand, Phosphorite u. dergl. m.; auf diese Weise entstandene Hohlstellen [Leeren] sind auszufüllen mit tauben Gesteinstrümmern [Bergversatz] oder muß im Örterbau [Stehenlassen von Felssäulen] mit zugehörigem Grubenausbau vorgegangen werden.

§ 30. In nachfallendem, fließendem, überhaupt leicht zerfallendem Gestein müssen schachtförmige Grubenbauten vorerst mit Streben oder in anderer Form zeitweilig abgestützt werden. Nach Vollendung des Schachtes, nötigenfalls auch beim Vertiefen, muß anstelle der zeitweiligen Grubenhölzer, eine mit Wandruten verstärkte Zimmerung oder ein anderer dauerhafter Ausbau vorgenommen werden.

§ 31. In rissigem, überhaupt schwachem Gebirge muß jede schachtförmige Höhlung entsprechend gestützt und zur größeren Sicherung Örterbau betrieben werden. Letztere werden im Grubenplan vermerkt und dürfen teilweise oder vollständig abgeräumt werden, jedoch nur, wenn der Berginspektor dieses gestattet.

§ 32. Der Grubenleiter oder eine von ihm ernannte Person muß mindestens alle 2 Wochen ordentlich und sorgfältig nachprüfen sämtliche Hauptschachte,

die ständig oder zeitweilig zu Auf- und Abfahrten von Menschen dienen oder zum Fortschaffen des Wassers. Wird irgendein Übelstand festgestellt, dann muß die Arbeit in diesen Schächten sofort stillgelegt und deren Versteifung nach Bedarf verstärkt werden. Über jede derartige Besichtigung ist, in einem besonders dafür eingerichteten Buch eine Eintragung zu machen, wobei die zu Vorschein gekommenen Schäden, die Besichtigungszeit und die ausführenden Personen zu nennen sind. Unmittelbar nach der Besichtigung ist der gesamte Bericht dem Grubenleiter oder dessen Stellvertreter einzuhändigen.

In Schächten, die ordnungsgemäß zu Auf- und Ab-Fahrten von Menschen dienen, muß der Schachtaufseher oder dessen Stellvertreter, abgesehen von den obengenannten Besichtigungen, mindestens 4 Mal im Jahr den Zustand der Grubenzimmerung persönlich nachprüfen; die Besichtigungsergebnisse sind in derselben Ordnung in das oben genannte Buch einzutragen. Falls die Absicht besteht einen größeren Schacht, oder eine alte Zimmerung umzubauen und durch eine neue zu ersetzen, dann ist über den Beginn der Arbeit und über die Ausführungsart dem Berginspektor zu berichten. Größere Auswechslungen in Grubenhölzern and andere größere Veränderungen in der Grubenzimmerung müssen auf einem Plan verzeichnet werden, mit Hinweisen über die Ausführungsform und Ausführungszeit.

IV. Mannschaftsfahrung im Grubenbau.

A. Söhlige Gänge und Schrägstrecken (Stollen und Strecken).

§ 33. Erfolgt das Fördern von Lasten auf eingleisigen Schienen, dann muß zwischen Förderwagen [Hunden] und Grubenwand ein freier Raum zum Durchgehen bleiben; in engen Grubengängen sind Nischen in den Wänden anzubringen, in welche sich die Arbeiter während des Vorüberfahrens von Förderwagen zurückziehen könnten. Die Anzahl dieser Nischen muß der Anzahl durchfahrender Wagen und sich bewegender Menschen entsprechen.

§ 34. In Grubengängen, in denen sich Menschen bewegen, müssen tiefere Gräben und sonstige Löcher mit einer so haltbaren Decke überdeckt werden, daß diese betreten werden kann.

§ 35. In Grubengängen, die keine ständige Beleuchtung aufweisen, ist, wenn nicht tragbare Lampen mitgenommen sind, das Fördern von Lasten durch Menschen und Pferde verboten.

Die Fahrer müssen mit ihren Förderwagen auf sohligen Gängen mindestens 10 m und auf Schrägstrecken mindestens 30 m von einander entfernt bleiben.

§ 36. Das vom Fahrer mitgeführte Licht muß Entgegenkommenden sichtbar sein. Dem Fahrer ist es gestattet, auf dem Förderwagen Platz zu nehmen, wenn die Höhe des Ganges ein gefahrdrohendes Anstoßen ausschließt.

§ 37. In Gängen, in denen die Leuchtflamme verlischt oder, Gase und schlechter Lüftung wegen, nicht in gewohnter Weise brennen will, ist das Fahren verboten; über das Verdorbensein der Luft muß dem diensthabenden Steiger oder Aufseher unverzüglich Meldung erstattet werden.

§ 38. Im Tagebau müssen die Pfahlwerke oder Ladebühnen in ihrer vollen Breite mit starken Brettern oder Schalkanten gedeckt sein, mit Ausnahme

der Öffnungen zum Abladen. Ragen sie höher auf wie 2 m, sind sie mit einem beidseitigen Geländer zu versehen.

Auf den Stürzstellen dürfen die zum Ertleeren bestimmten Pfahlwerke [Rampen] nur in dem Falle geländerlos bleiben, wenn 1) die Pfahlwerke für zwei Wege [also zweigleisig] errichtet sind, 2), wenn sie während der Nachtarbeit gut beleuchtet werden.

§ 39. Das Fördern von Arbeitern darf nicht stattfinden in Bremsbergen oder Schrägstrecken, die zum Ausfahren des Fördergutes dienen. Neben dem Bremsberge oder neben der Schrägstrecke muß für die Arbeiter ein besonderer Gang errichtet werden, nicht unter 1,5 m Höhe und 1 m Breite. Nur in besonderen Fällen, wenn es nicht möglich ist einen Gang zuzufügen, was der Berginspektor bestätigen muß, ist es gestattet, einen Arbeiterpfad einzurichten, nicht niedriger, wie oben angegeben und nicht schmaler wie 0,75 m; der Pfad muß vom Geleise durch einen festen Pfostenzaun geschieden werden, der mit Brettern oder Schälkanten beschlagen oder eine andere Weise dauerhaft hergestellt ist.

In Zeiten, in denen Fördervorrichtungen auf Schrägstollen und Bremsbergen arbeiten, ist Fremden der Zutritt zu Stellen verboten, an denen Förderwagen abgehängt und zusammengekoppelt werden.

§ 40. Verboten ist Arbeitern das Fahren auf Trittbrettern, Gegengewichten, Förderwagen auf senkrechten und schrägen Bremsbergen, auf geneigten Ebenen, sei es auf der Erde oder unter Tag. Für das Übertreten dieses Verbotes sind verantwortlich: der Maschinenführer und der Empfänger (am Bremsberge), wenn dieses mit deren Wissen geschieht. Nur ausnahmsweise ist es gestattet Schwerverwundete und plötzlich Erkrankte zu fördern.

Aufsichtsbeamten ist diese Fortbewegungsweise nur zu Prüfzwecken gestattet.

B. Seigere und über 45° geneigte Gänge.

§ 41. Im Schacht darf das Auf- und Ab-Fahren von Arbeitern im Fördergestell erfolgen; zu Untersuchungszwecken auch in Zubern [Korb], die dem Menschen bis zur Hüfte reichen; der Zuber muß in Ösen hängen.

§ 42. In zu vertiefenden Schächten müssen die Steigeleitern vom Ort bis an die Erdoberfläche reichen, zum mindesten aber bis zu einem Gang, der mit der Erdoberfläche in unmittelbarer Verbindung steht.

§ 43. Alle über 65° geneigte, zum Fördern von Menschen dienenden Schächte, müssen mit Ruheplätzen versehen sein, die nicht weiter wie 8 m von einander entfernt liegen; ist dieses undurchführbar, wie bspw. im zeitweiligen Gesenk, müssen wenigstens Sitzplätze neben der Leitersprosse errichtet sein, im oben genannten Raumabstande.

§ 44. Die Neigung von Schachtleitern darf nicht über 80° hinausgehen.

Öffnungen im Schachtkopf dürfen nicht größer ausfallen, wie sie das bequeme Durchgehen fordert. Beim Auswechseln der Leitern müssen die Öffnungen mit einer Luke verschlossen oder durch ein Geländer abgegrenzt werden.

Die Leitern müssen wenigstens um 1 m über die Schachtmündung oder den Schachtkopf vorragen, oder, wenn dieses nicht zutrifft, müssen starke Handgriffe

am Schutzrahmen um die Schachtkopfföffnung befestigt sein. Die Sprossen sind dauerhaft in die Seiten einzulassen; alle Leitern sind ausreichend stark und sicher zu befestigen und derart aufzustellen, daß sie nicht die Öffnung im Schachtkopf verstellen; vor der ersten oberen Leiter sei eine in Hängen bewegliche Luke vorhanden. Wenn es nicht möglich ist die Leitern wie erforderlich zu befestigen, dürfen sie zeitweilig an kräftige Haken gehängt werden.

Das Anwenden steilgestellter Leitern ist verboten, ausgenommen in zu vertiefenden Schachten und Schrägschachten; hier müssen sie derart angebracht werden, daß die Sprossen wenigstens 150 mm von der Wand abstehen.

§ 45. Steigeleitern sind stets in Ordnung zu halten und sind deren Sprossen von Schmutz und Eis rein zu halten.

§ 46. In seigeren, bis 15 m tiefen Schachten, die zu Arbeiterfahrten dienen und die mit keinem Querschlag in einen anderen Schacht reichen, ist es auch im Förderschacht gestattet Steigeleitern zum Hinauf- und Hinabsteigen von Arbeitern zu benutzen oder in einem von diesem ohne Scheidewand abgetrennten Raume, jedoch nur zu Zeiten, in denen das Auf- und Abfordern von Lasten nicht stattfindet.

§ 47. Haben die Arbeiter beim Hinauf- und Hinuntergehen auf den Steigeleitern Arbeitsgeräte zu tragen, müssen diese unter einander und am Träger so befestigt werden, daß ein gelegentliches Hinabfallen des Gerätes niemandem zu Schaden gereiche.

§ 48. Das Sichhinabgleitenlassen am Seil ist den Arbeitern vollends verboten; desgleichen sich durch die eigene Schwere unter Anwendung der Seilbremse hinabzulassen.

§ 49. Werden Schachte vertieft, dann muß die Schachtöffnung mit einer in Schienen beweglichen Bühne oder einer anderen die Schachtöffnung bedeckenden Einrichtung versehen sein, welche die Arbeiter vor dem Hinabfallen schwerer Gegenstände in den Schacht schützt. Zum Schutze der das Zünden von Bohrladungen Bewerkstelligenden, müssen starke Schutzschilde errichtet sein, wenn nicht oberhalb Gänge vorhanden sind, in denen die Arbeiter Sicherung finden, oder das Zünden von der Erdoberfläche aus elektrisch getätigt wird. Ist ein Schutzschild vorhanden, dann sollte eine leichte Hängeleiter vom Schachtgrunde bis zum Schutzschilde reichen.

Fördergefäße aus seigeren Gängen (Schachten und Schurfen) dürfen während der Vertiefungsarbeit nicht bis an den Rand angefüllt werden.

Während der Vertiefungsarbeiten müssen herabzulassende Gegenstände und Arbeitsgeräte, die über den Rand des Fördergefäßes hinausragen, am Seil festgebunden werden.

§ 50. Die mittlere Geschwindigkeit für Fördergestelle und Zuber und die Höchstzahl der jeweilig in ihnen zu befördernden Arbeiter, bestimmt die Grubenleitung und bestätigt der Berginspektor. Die im Fördergestell zulässige Personenanzahl muß in der Gruben-Hausordnung genannt sein und eine Anzeige darüber im Förderhause neben dem Fördergestell aushängen. Während des Förderns von Arbeitern muß die Hubgeschwindigkeit für Fördergestelle und Zuber 2 Mal kleiner sein, wie sie für das ordnungsgemäße Lastenfördern vorgesehen ist.

Verboten ist es offene Lampen während des Auf- und Abfahrens bei sich zu führen.

Fördergestelle müssen durch eine oder zwei geschlossene Lampen oder Laternen beleuchtet sein.

Ohne Beleuchtung ist das Auf- und Hinabfahren verboten. Im Fördergestell hinauf oder hinunter fahrende Personen müssen ruhig stehen oder sitzen, nicht den Platz wechseln und nicht gewichtige oder unförmige Arbeitsgeräte mit sich führen.

§ 51. Fangarme am Fördergestell sind in Höhe der Hängebank gesetzlich vorgeschrieben und müssen derart eingerichtet sein, daß sie zwangsläufig vom Eigengewicht des Fördergestells getätigt werden. Auf Zwischenstöcken sind Fangarme nicht erforderlich; wenn sie aber nötig werden, müssen sie derart hergerichtet sein, daß das Fördergestell im Aufsteigen oder Hinablassen durch die Zwischenstöcke gefahrlos durchgeht.

§ 52. Das Fördergestell muß mit Hilfe von Ketten oder eines Stabes mit dem Drahtseil vereinigt werden. Fördergestell und Drahtseil mit Hilfe einer Muffe zu verbinden, wobei die Drahtenden in der Muffe mit Blei oder anderswie angelötet werden, ist verboten, ebenso wie das unmittelbare Befestigen des Seiles an den Seiten des Fördergestelles. Die Verbindungskette muß so lang sein, daß beim Öffnen und Festmachen der Fangarme das Seil nicht verbiegt. Der Kettendurchmesser hat der 20-fachen Festigkeit zu entsprechen, welche der aller schwerste Lastenhub erfordert; die Ketten sind nicht seltener zu erneuern, wie alle 2 Jahre. Verboten ist die Ketten mit dem Seil durch einen zusammenschweißten Eisenring zu vereinigen; die Kette muß mit dem Seil mit Hilfe von Ring und Bolzen vereinigt werden, deren Festigkeit einer 20-fachen Beanspruchung durch das größt-gehobene Gewicht stand hält. Die Ketten müssen so angeordnet sein, daß sie nie in Unordnung geraten könnten.

§ 53. Die Belegschaft des Schachtes, die zur Förderung in hängenden Fahrtgestellen und Fahrzubern bestimmt ist, muß jeden Tag sorgfältig überprüfen: die an den Schachtwänden angebrachten Führungen, Seilscheiben und deren Axen, Bremsen, Fangvorrichtungen, Fördergestelle, das Seil in seiner vollen Ausdehnung und dessen Befestigungsstellen an der Trommel und am Fördergestell. Die Spiralfedern an den Fangvorrichtungen müssen zum mindesten jedes Halbjahr nachgesehen werden, die Blattfedern einmal jährlich. Im allgemeinen dürfen Federn nicht länger als 2 Jahre benutzt werden. Stellen sich beim Besichtigen der Hebevorrichtungen und des Getriebes irgendwelche Sachschäden heraus, dann darf das Hinauf- oder Hinabfördern von Personen bis zur vollständigen Ausbesserung nicht gestattet werden; gleichzeitig ist darüber ein Vermerk ins Schnurbuch einzutragen. Die Fördervorrichtung muß nebst allen ihren Teilen, mindestens ein Mal im Jahr von einem Maschinenkundigen überprüft werden, wobei das Prüfergebnis mit Angabe des Stichtages in ein besonderes Schnurbuch, das vom Berginspektor genehmigt wurde, einzutragen ist.

§ 54. Nicht eine Neueinrichtung darf, wenn sie zum Hinauf- und Hinabfördern von Personen bestimmt ist, in Gang gebracht werden, ohne daß der Berginspektor darüber verständigt wird. Dieser prüft beim ersten Ingangsetzen der Maschine sorgfältig alle deren Einzelteile und stellt im Beisein des Betriebsleiters

den Besichtigungsbefund zusammen, in dem vermerkt werden muß, wie viel von den vorstehenden Bestimmungen erfüllt ist, überhaupt den Anforderungen auf Gefahrlosigkeit nachgekommen worden ist.

Nach jedem Ausbessern der Fördervorrichtung, der Trommel, von Flickstellen an Kette und Seil, sind vor dem Hinablassen von Personen nicht unter 20 Fahrproben mit dem vollbelasteten Fördergestell auszuführen und ausgebesserte Stellen von neuem nachzuprüfen.

§ 55. Die Fördervorrichtung muß mit 2 Bremsen ausgerüstet sein, die an das Trommelgewölbe befestigt und derart gelagert sind, daß der Maschinenführer sie von seinem gewöhnlichen Standplatz aus bedienen kann.

Die Fördervorrichtung muß mit einem Teufenzeiger ausgerüstet sein, der den Standort des Fördergestells anzeigt, und einer selbsttätigen Lärmglocke, welche beim Annähern an die Schachtöffnung ertönt. Liegt eine mit Dampfkraft betriebene Fördervorrichtung vor, dann muß sich neben dem Hebewerk auf dem Dampfzuführungsrohr ein Druckmesser befinden, an einer dem Maschinenführer gut sichtbaren Stelle. Auch muß die Fördervorrichtung eine Vorrichtung aufweisen, die dem Fördergestell das Aufsteigen unter das Seilrad verwehrt.

§ 56. Zu Hinauf- und Hinabfahrten von Personen können nur solche Maschinenwärter eingestellt werden, die der Grubenverwaltung als erfahren und sachverständig bekannt sind. Die Maschinenführer haben eine ins Schnurbuch einzutragende, schriftliche Erklärung beizubringen, daß sie allen hier genannten Bestimmungen gewissenhaft nachkommen können.

Der Maschinenführer darf die Fördervorrichtungen nicht früher in Gang setzen, bevor er nicht festgestellt hat, daß sie vollkommen in Ordnung sind.

§ 57. Zu Zeiten, in denen Arbeiter hinauf- und hinabfahren, müssen am Füllort und bei der Schachtöffnung verantwortliche Anordner anwesend sein. Die Anordner wachen über das ordnungsgemäße Betreten und Verlassen des Fördergestells, bestimmen die Reihenfolge der Auf- und Abfahrenden, achten auf das Schließen des Fördergestelles und geben Verständigungszeichen.

Die auf- und abfahrenden Arbeiter haben sich widerspruchlos Anweisungen des Anordners zu fügen.

Dem überwachenden Beamten muß die Anzahl der hinabzulassenden und hinaufzubefördernden Personen bekannt sein; er bescheinigt darüber mit seiner Unterschrift in einem besonderen Buch.

Zu Anordnern für Personenfahrten können allein Erfahrene und Vertrauenswürdige, im Alter nicht unter 21 Jahren ernannt werden, die wenigstens 2 Jahre in der Grube gearbeitet haben.

§ 58. Das Auf- und Abfahren hat unter Leitung einer verantwortlichen Person zu erfolgen, deren Namen die Grubenverwaltung dem Berginspektor schriftlich aufzugeben hat.

§ 59. In der Arbeitszeit ist das Betreten des Füllortes nicht nur der Belegschaft verboten, sondern auch Personen, die nicht beim Fahren beschäftigt sind. Ein diesbezüglicher Anschlag hat an allen Füllorten des Schachtes auszuhängen.

An allen Haltestellen müssen in der ganzen Ausdehnung des Schachtes Füllörter vorhanden sein, und in Fällen, in denen eine Verbindung mit Neben-

gängen auf der einen oder anderen Seite des Schachtes nötig werden, auch erforderliche Auswechgänge.

§ 60. Der Lagerraum des Schachtes muß während des Schichtwechsels stets, auch wenn die Arbeit ruht (unterbrochen wird), durch ständige, besondere Lampen gut beleuchtet sein; desgleichen auch die Schachtöffnung, falls die natürliche Beleuchtung nicht ausreicht.

§ 61. In Gängen, in denen Personen und Lasten auf und ab bewegt werden, müssen Einrichtungen vorhanden sein, die das Zeichengeben hinauf und hinab vermitteln. Erfolgt das Zeichengeben auf elektrischem Wege, müssen außerdem noch gewöhnliche (mit Schnüren oder Drähten betätigte) Zeichengeber vorhanden sein.

Die zum Zeichengeben dienende Signalschnur muß den im Fördergestell sich Aufhaltenden leicht erreichbar sein.

Personen, die das Auffahren und Niederfahren beaufsichtigen, müssen die Bedeutung der Zeichen kennen und befolgen und mit besonderer Aufmerksamkeit weitergeben. Auf diesen Platz dürfen nur erfahrene und vollkommen vertrauenswürdige Aufseher ernannt werden.

Sind die Fördervorrichtungen von der Schachtöffnung abgelegen, dann müssen alle Anordnungen durch Zeichen weitergeleitet werden.

Mit vorstehenden Verordnungen hat der Betriebsleiter bekannt zu machen:

- 1) Personen, die von ihm zum Beaufsichtigen von Fördervorrichtungen und sonstigen Einrichtungen beauftragt sind,
- 2) die das Auf- und Niederfahren der Arbeiter Beaufsichtigenden,
- 3) die Zeichengebenden.

Er ist verpflichtet darauf zu achten, daß Anschläge in der Hängebank des Schachtes, desgleichen am Versammlungspunkt der Arbeiter aushängen, in denen bekannt gegeben ist:

- 1) der Name des Steigers oder Aufsehers, dem die Aufsicht über das Auf- und Niederfahren der Arbeiter anvertraut ist,
- 2) die Stunden, in denen ordnungsmäßig Fahrten für Arbeiter stattfinden,
- 3) die gebräuchlichen Zeichen und
- 4) die Personenanzahl für die einmalige Fahrt im Fördergestell.

§ 62. In jedem Schacht, in dem die Mannschaftsfahrung mit Pferdekraft bewirkt wird, müssen seitens des Berginspektors gesiegelte, besondere Schnurbücher vorhanden sein, in welche die Grubenverwaltung verpflichtet ist einzutragen alle vorgesehenen Forderungen der §§ 53, 56, 57, 68, 70, 81 und 82, desgleichen Angaben über das Prüfen von Fangvorrichtungen, die Warnungszeichen, die Namen der verantwortlichen Personen, denen die Aufsicht über die Fördereinrichtungen obliegt, die Namen der Empfänger an der Schachtöffnung und im Einzel-Stockwerk.

§ 63. Durch Pferde oder von Hand betätigte Winden müssen bedingungslos mit besonderen Zahnbremsen oder einer sonstigen selbsttätigen Bremsvorrichtung versehen sein. Handwinden müssen für zwei Mann, d. h. mit 2 eisernen Griffen an der Seiltrommelaxe hergestellt sein. Bei Mannschaftsfahrung, desgl. beim Hinablassen von Grubenholz, dürfen an den Winden keine Arbeiter unter 20 Jahren beschäftigt werden. Bei Mannschaftsfahrung mit Pferdebetrieb müssen die

Pferde am Zaum geführt werden. Die Geschwindigkeit darf bei Mannschaftsfahrung nicht über 2 m je Sek. betragen. Beim Hinablassen von Grubenholz und anderen Dingen müssen diese so stark an das Seil gebunden werden, daß sie nicht hinabfallen können.

Die Winde muß an der Öffnung des Schachtes oder der Schürfgrube derart eingerichtet sein, daß ein Aushaken oder Anhaken des Fördergefäßes anwesenden Arbeitern keine Gefahr bringe.

§ 64. Beim Eintiefen von Probeschürfen mit nur einem an der Winde hängenden Zuber, muß das Seilende an einem eisernen Haken haltbar befestigt sein, der in das Gewölbe der Winde geschlagen ist. Auf dem Trommelumfang müssen zum mindesten 3 unabgespulte Windungen zurückbleiben.

Werden ohne ein Zuber zu benutzen große Steinmassen aus der Grube hinaufgezogen, dann müssen sich die Arbeiter vorher mit Hilfe von Leitern entfernt haben.

V. Seile bei Mannschaftsfahrung.

A. Seile aus Faserstoffen.

§ 65. Nicht gestattet bei Mannschaftsfahrung ist der Gebrauch:

- 1) alter Seile, in denen einzelne Geflechte gerissen sind,
- 2) neuer Seile, wenn diese durch Verknoten verlängert sind.

§ 66. Eine vorläufige äußere Besichtigung hat festzustellen, ob das zu prüfende Seil genügend sorgfältig hergestellt ist (gedreht ist oder geflochten).

§ 67. Der Hanf, aus dem das Seil angefertigt ist, muß knochenfrei [ohne Schäben] hergestellt sein, gleichmäßig und aus langen Fasern. Alter Hanf darf nicht zu Seilen verarbeitet werden. Ein Gespinst aus Manila, das zum Herstellen von Seilen verwandt wurde, muß den gleichen Anforderungen entsprechen. Der Zerreißwiderstand von Hanf- oder Manila-Seilen darf nicht unter 600 kg je cm² betragen.

§ 68. Werden Seile bei der äußeren Besichtigung als zufriedenstellend erkannt, sind sie nachstehenden Prüfungen zu unterziehen:

1) sind Abschnitte vom unteren Seilende erstmalig und nach Ablauf von je 4 Monaten wiederholt der Zerreißprobe zu unterwerfen. Das Seil ist als tauglich zu befinden, wenn bei seiner größtmöglichen Beanspruchung: zum Heben mit Maschinenkraft wenigstens eine 6-malige und zum Betriebe mit Pferden mindestens eine 10-malige Festigkeit zur Verfügung steht.

Für die Prüfung ist ein Stück von 2—3 m Länge vom unteren Ende des Seiles abzuschneiden. Steht keine hinreichend kräftige Zerreißvorrichtung zur Verfügung, dann ist es gestattet, jedes Geflecht des abgeschnittenen Seilendes für sich der Zerreißprobe zu unterziehen.

Bei Handwinden und in Fällen, in denen die Schachttiefe unter 50 m beträgt, ist es, auch beim Anwenden von Pferdekräften, gestattet, anstelle der oben genannten Prüfungen, das Seil jeden Monat auf doppelte Belastungsfähigkeit zu prüfen, wobei die Last unmittelbar am Seilende zu befestigen ist. Das Seil ist für tauglich anzuerkennen, wenn nach einer derartigen Probe kein zerrissenes Geflecht festzustellen ist.

2) ist die tägliche, allgemeine Besichtigung des Seiles in dessen ganzer Ausdehnung unerlässlich, wobei die Drehwinde oder die Winde verlangsamt laufen.

§ 69. Das erstmalige und wiederholte Prüfen der Seilabschnitte ist durch eine erfahrene Person zu bewerkstelligen, deren Name dem Berginspektor mitzuteilen ist.

§ 70. Die Ergebnisse der Prüfungen werden in ein besonderes Schnurbuch eingetragen, das der Berginspektor durch seine Unterschrift anerkannt hat, und das in der Grube aufbewahrt wird. Die Führung des Buches obliegt der verantwortenden Person; das Buch ist jedes Mal, wenn der Berginspektor oder dessen Stellvertreter die Grube besucht, diesem vorzulegen.

§ 71. Das Verhältnis zwischen Seilscheibe oder Trommeldurchmesser und dem Durchmesser des aus Faserstoffen bestehenden Seiles darf, auf mit Maschinen oder Pferden betriebenen Hebevorrichtungen, nicht unter 30 und auf Handwinden nicht unter 8 betragen.

§ 72. Der kleinste statthafte Durchmesser beträgt für organische Seile bis zu 30 m Tiefe 19 mm in Tiefen über 30 m muß der Durchmesser auf Handwinden mindestens 25 mm und für mit Pferden betriebene Winden 32 mm betragen.

§ 73. Bei Mannschaftsfahrung müssen auf der Handwinde, deren Durchmesser nicht unter 200 mm sein darf (an den Enden darf er dünner sein), mindestens 3 Gänge Seil übrig bleiben.

§ 74. Werden die Arbeiten auf mehr als einen Monat eingestellt, sind die Seile abzunehmen und zum Trocknen fortzulegen.

B. Metallseile.

§ 75. Die Festigkeit des Metallseiles muß wenigstens der 6-maligen, größten Beanspruchung auf Tragfähigkeit entsprechen, eingerechnet die Seilsehwe. Gestattet ist das Benutzen von Seilen, sowohl einheitlicher Dicke, wie auch einheitlicher Widerstandskraft. Wird beim nachfolgenden, nach den Forderungen des § 87 sachgemäß ausgeführtem Überprüfen festgestellt, daß die Festigkeit des Seiles unter den 6-fachen Betrag zurückgegangen ist, dann muß ein neues Seil eingestellt werden. In jeder Grube müssen erprobte und zum Mannschaftsfahren taugliche Seile ständig bereit liegen.

§ 76. Die Seile müssen aus Stahldrähten bestehen, deren Dicke nicht unter 0,8 mm betragen darf und nicht über 3,2 mm hinausgeht.

§ 77. Das Verhältnis zwischen dem kleinsten Durchmesser der Trommel oder Seilscheibe und dem der stärksten, im Seile verwandten Drähte, darf nicht unter 800 betragen.

§ 78. Der Widerstand gegen das Zerreißen muß wenigstens 150 kg/mm² betragen, wobei die Drähte den in § 87 vorgesehenen Bedingungen zu entsprechen haben.

§ 79. Außer der in vorliegenden Bestimmungen unter § 53 genannten, täglichen Nachprüfung, muß eine Person, deren Namen die Grubenverwaltung

dem Berginspektor mitgeteilt hat, jede Woche eine allersorgfältigste Seilprüfung vornehmen, wobei das Seil durch Gleitenlassen zwischen den mit Lumpen oder Hede umwickelten Händen abgetastet wird.

§ 80. Nach Ablauf von je 6 Monaten muß das Seil besonders nachgeprüft werden, um dünner gewordene, d. h. schwächer gewordene Stellen ausfindig zu machen, zu welchem Zweck der Seildurchmesser (oder Umfang) fortlaufend alle 4—6 m festgestellt wird. Stellt sich beim Nachprüfen heraus, daß einzelne Stellen merklich (bis zu 5%) dünner geworden sind, dann ist das Seil als untauglich zu verwerfen und muß ersetzt werden.

§ 81. Stellt sich beim Überprüfen heraus, daß in den Drähten größere Fehlstellen vorkommen, insbesondere: sind auf 1 m Länge an irgendeiner Seilstelle 10% oder mehr aus der vollen Anzahl der Drähte beschädigt, aus denen das Seil besteht, — dann sind Mannschaftsfahrten mithilfe dieses Seiles verboten; es muß durch ein neues ersetzt werden. Die Anzahl der gerissenen Drähte muß im dafür bestimmten Buch vermerkt werden.

Die Seilscheibe muß so hergestellt sein, daß sich das Seil nicht in deren Nuten festklemmt.

§ 82. Die Befunde der täglichen, wöchentlichen und halbjährlichen Besichtigungen müssen in ein dafür bestimmtes Buch eingetragen werden. Über den Befund der halbjährlichen Besichtigungen muß jedes Mal ein Schriftstück aufgesetzt werden, das vom verantwortlichen Schachtaufseher und 2 Zeugen zu unterschreiben ist.

§ 83. Hatte das Seil eine besonders große Spannung zu ertragen, bspw., falls das Fördergestell unterwegs zwischen den Führungsleisten plötzlich stecken blieb, die Maschine durch Bremsen plötzlich stillgesetzt wurde oder in anderen ähnlichen Fällen, muß das Mannschaftsfahren unterbrochen und das Seil unverzüglich überprüft werden. Stellt sich heraus, daß: 1) das Seil die in § 81 vorgesehenen Schäden aufweist oder 2) eine bleibende Ausreckung erfahren hat, — muß das Seil für Mannschaftsfahrung für untauglich erklärt und an dessen Stelle ein neues in Gebrauch genommen werden.

§ 84. Beim Anbringen des Seiles ist folgenden Bestimmungen nachzukommen:

1) bei Steil- oder über 45° geneigten Schächten darf bei dem durch Maschinen getätigten Mannschaftsfahren ein rundes Seil benutzt werden, das in 3 m/sek.-Geschwindigkeit die Trommel nur einmalig deckt, d. h. es darf nicht auf seiner unteren Lage laufen;

2) während seiner Beanspruchung darf das Seil nicht über den Trommelrand laufen, was durch eine falsche Aufstellung bedingt, sowohl in Steil- wie auch Schrägschächten sachgemäß zu beseitigen ist.

§ 85. Bei Maschinenförderung darf die Höhe des Turmes über der Schachtöffnung nicht unter $\frac{2}{3}$ des Trommelumfangs sinken, bei kegelförmigen und spindelförmigen Trommeln nicht unter $\frac{2}{3}$ von deren größtem Umfange. In jedem Fall darf die Turmhöhe eines Steilschachtes nicht unter 8 m betragen, gerechnet von der oberen Ladebühne bis zur Axe des Seilrades.

Beim Vertiefen [Anlegen] des Schachtes darf ausnahmsweise und zeitweilig die Höhe des Turmes nur 6 m ausmachen.

§ 86. Vollends verboten zu Mannschaftsfahrten sind angestickte Seile.

§ 87. Seile, die zur Mannschaftsfahrung oder zum Vertiefen von Schachten dienen, müssen vor ihrer Einstellung der Zerreiß- und Biegeprobe unterworfen werden. Die Prüfungen werden wie folgt ausgeführt:

a) die Zerreißfähigkeit von Drähten wird durch die zum Zerreißen erforderliche Kraft gemessen;

b) die Zerreißfähigkeit von Seilen wird durch die Summe aller, einzeln gemessener Drahtwiderstände ausgedrückt. Hierbei sind aber Ergebnisse aus Drähten nicht in Rechnung zu setzen, deren Zerreißwiderstand 20% niedriger liegt, wie der mittlere Zerreißwiderstand aller Drähte;

c) aus einem Seilabschnitt von 2 m werden alle Drähte der Zerreiß- und Biegeprobe unterworfen, abgesehen von den Herzdrähten, die unberücksichtigt bleiben;

d) bei der Biegeprobe von Drähten werden diese um eine Knickstelle, deren Halbmesser 6 mm betragen muß, so oft um 180° umgebogen, bis sie zerbrechen. Als Biegeprobe auf 180° zählt das abwechselnde Wenden um 90°, erst auf die eine, dann auf die entgegengesetzte Seite;

e) die geringste Anzahl Biegungen, denen der Draht ohne zu zerbrechen aushalten muß, hat nachfolgender Aufstellung zu entsprechen:

Drahtdurchmesser:

0—2 mm	8 Biegungen
2—2,2 mm	7 "
2,2—2,5 mm	6 "
2,5—2,8 mm	5 "
2,8 mm und mehr	4 "

§ 88. Dem Berginspektor steht das Recht zu Seilprüfungen vorzunehmen, wenn die Seile allem Augenschein nach nicht widerstandsfähig genug erscheinen.

§ 89. Nach je 6 Monaten muß das Seilende, das an das Fördergestell oder am Zuber befestigt ist, in 2—3 m Länge abgeschnitten und das Seil von neuem an das Fördergefäß befestigt werden. Sämtliche abgeschnittenen Drahtenden müssen nicht später wie 7 Tage nach dem Abschneiden der oben beschriebenen Prüfung unterworfen werden, wobei der Berginspektor mindestens 5 Tage vorher über den Prüftag in Kenntnis zu setzen ist.

§ 90. Das Nichterscheinen des Berginspektors am angesetzten Tage hindert nicht an der Vornahme der Seilprüfung. Das Prüfen sowohl neuer, wie auch im Gebrauch gewesener Seilabschnitte, muß ein Sachverständiger vornehmen, der für die Zuverlässigkeit der Angaben verantwortlich ist. Die Grubenverwaltung hat dem Berginspektor den Namen dieser Person mitzuteilen. Wird die Seilprüfung nicht in der eigenen Grube ausgeführt, sondern in einer örtlichen Prüfanstalt, dann ist der Berginspektor über den Absendetag und über das Prüfungsergebnis zu benachrichtigen.

VI. Lastenförderung.

A. Seigerschachte und geneigte Schächte.

§ 91. Beim Fördern von Lasten im Fördergestell darf deren mittlere Sekunden-Geschwindigkeit, der Schachttiefe entsprechend, betragen:

in bis zu	75 m	tiefen Schächten	nicht über	1/25	der Schachttiefe
„ „ „	105 m	„ „ „	„ „ „	1/30	„ „
„ „ „	150 m	„ „ „	„ „ „	1/35	„ „

§ 92. Findet das Fördern von Lasten in Zubern längs Führungsleisten statt, darf die mittlere Hubgeschwindigkeit nicht über $\frac{1}{4}$ der vorstehenden, für Fördergestelle zugelassenen, hinausgehen. Fehlen Führungsleisten, dann dürfen die beladenen Zuber in durchweg mit Brettern ausgeschlagenen Räumen nicht schneller wie in 2 Sek./m bewegt werden; in allen anderen Fällen nicht schneller wie 1 Sek./m.

§ 93. Lastenseile, d. h. Seile, die nur zum Fördern von Lasten dienen, müssen den im Abschnitt V genannten Bestimmungen entsprechen, jedoch mit dem Unterschiede, daß:

1) die in §§ 80 und 89 vorgeschriebene Prüfung erstmalig 12 Monate nach deren Ingebrauchnahme durchzuführen ist, und später nach je 6 Monaten;

2) alte gegen neue Seile eingetauscht werden müssen, wenn sie bei der Zerreißprobe unter der 5-fachen Festigkeit standen oder bei der Biegeprobe bis zu 20% minderwertiger waren, wie die im § 87 genannten Bestimmungen fordern.

3) der Gebrauch angestickter Seile gestattet ist, wenn Abschnitte der zu vereinigenden Seile vorher geprüft wurden und dem Punkte 2 des vorliegenden § entsprechen. Lag ein Seilbruch vor, ist nicht mehr wie eine Flickstelle zulässig und nicht mehr wie 4 in allen anderen Fällen;

4) es gestattet ist, das Seil in mehrfachen Lagen auf der Trommel aufzuwickeln, solange die mittlere Geschwindigkeit nicht über 5 m/Sek. ansteigt.

B. Söhlge und geneigte Gänge.

§ 94. Wege, längs denen sich Menschen und Lasten bewegen, müssen so weit sein, daß ein Ausweichen leicht vonstatten geht. Gleiswege müssen vollkommen wagerecht errichtet sein, an Stellen, wo Förderwagen ständig stehen, wie: im Fönderschacht, in dem kein selbsttätiges Beladen statthat, im Bremsberge, in dem Vorräte lagern, an Koppelungsstellen usw. Ist das Gleis so stark geneigt, daß die Förderwagen von selbst in Bewegung geraten, dann müssen wirksame Bremsen zur Verfügung stehen. Zu Gängen, zu denen Bremsberge münden, müssen besondere Ausweichgänge gehören, oder es muß vom verbreiterten Gange aus gegen den Bremsberg zu ein Pfad [Seitenweg] vorhanden sein, der, durch ein haltbares Wehr abgetrennt, den gefahrlosen Verkehr im Gange sichert. In Gängen, die den Bremsberg schneiden, sind die Übergangsstellen über den Bremsberg mit einem Handgeländer zu versehen. Gleiswege müssen sowohl übertag als untertag sorgfältig und ordnungsgemäß errichtet sein; auf Krümmungen mit entsprechend erhöhten äußeren Schienen. Querschlägen,

Weichen und Haltestellen sich nähernde Fahrer müssen sich durch Rufe oder entsprechende Lautzeichen bemerklich machen.

§ 95. In geneigten Gängen, in denen die Förderwagen mit Hilfe von Maschinen und Winden bewegt werden, müssen die im Ansteigen begriffenen Wagen mit einer derartigen Vorrichtung versehen sein, die bei Seilbrüchen das Hinabrollen von Wagen verhindert. Einrichtungen zum gleichen Zweck können auch am Gleis angebracht werden.

§ 96. Förderwagen und sonstige Beförderungsmittel müssen derartig beschickt werden, daß die Ladung unterwegs weder herausfällt noch irgendwo anstößt.

§ 97. Führt ein Fahrer mehrere Förderwagen, müssen diese aneinander gekoppelt sein.

§ 98. Zum Einheben aus dem Gleis gesprungener, beladener Förderwagen müssen im Zuge oder an bestimmten Stellen der Grube zweckentsprechende Hebel vorhanden sein. Beim Wiedereinsetzen der Förderwagen ins Gleis ist darauf zu achten, daß die Wagen nicht von selbst in Gang kämen. Maschinen- oder Pferdekraft zum Heben ausgesprungener Förderwagen anzuwenden, ist vollends verboten; während des Hebens muß das Pferd losgeschirrt sein; in Bremsbergen und geneigten Gängen muß das Seil nach Möglichkeit straff gespannt und die Winde gesichert werden.

§ 99. Auf geneigten Wegen zurückgelassene Förderwagen müssen gleichfalls so gesichert werden, daß sie nicht von sich aus in Bewegung geraten.

§ 100. In Gängen, die zur mechanischen Lastenförderung eingerichtet sind, muß das Zeichengeben an den Maschinenführer von jeder Haltestelle aus möglich sein.

VII. Tagebaue.

(Einschnitte [Karrieren], Steinbrüche, Lehmlöcher u. a. m.)

§ 101. Das Gewinnen nutzbarer Mineralien durch Unterhöhlen ist verboten.

§ 102. Das Beseitigen des Abraumes und das Gewinnen des nutzbaren Minerals hat stufenweise zu erfolgen. Die Breite einer Stufe darf bei Arbeiten, bei denen Pferde nicht verwandt werden, nicht unter 2 m betragen; bei Arbeiten mit Pferden nicht unter 3 m. Die Höhe einer Stufe darf allgemein nicht über 3 m reichen. Unter besonders günstigen Umständen, die in einem dem Berginspektor einzureichenden Plan und dazu gehörigen Erläuterungen dargelegt sind, darf die Stufe mit seiner Genehmigung höher angesetzt werden.

Erfolgt innerhalb zweier Wochen nach dem Einreichen des mit Erläuterungen versehenen Planes von seiten des Berginspektors kein Widerspruch, so darf der Bergunternehmer seine Arbeit nach dem eingereichten Plan ausführen.

In unruhigem und weichem Gestein darf die Böschung der Stufen nicht steiler wie die natürliche Böschung ausfallen. Im festen Gestein und in dem zu gewinnenden Nutzstoff muß eine Böschung in Richtung der Arbeitsfläche vorhanden sein; diese hat den Eigenschaften des Gesteins, bzw. des Nutzstoffes zu entsprechen. Die Sohle des abgebauten Nutzstoffes darf bei genügen-

der Festigkeit und Abböschung, die dem natürlichen Böschungswinkel entspricht, auch ohne Stufen bleiben, falls der Berginspektor nichts dagegen einzuwenden hat.

§ 103. Sämtliche in Betrieb genommene Stöße und Stufen, vor denen Förderung oder Mannschaftsfahrung stattfindet, ebenfalls Stöße um einen Tagebau herum, müssen jedesmal vor dem Anfahren einer neuen Schicht, ebenso nach jeder Betriebsunterbrechung, durchgesehen werden, um Unglücksfällen vorzubeugen, die durch überhängende Stücke und im Winter durch Eis- und Schneefall entstehen könnten. Werden derartige drohende Gefahren vermutet, dann ist bis zu deren Beseitigung jegliche Arbeit an dieser Stelle verboten. Bei starkem Schneefall ist das Unterhöhlen [Schrämen] untersagt. Die im Stoß gewonnenen Massen sind schnell und vorsichtig zu entfernen.

§ 104. Gleichzeitig auf verschiedenen Stufen arbeitende Stöße [oder Örter] dürfen nicht an ein und derselben Stelle belegen sein.

§ 105. Die Breite einer Grenzstufe muß mindestens $\frac{1}{10}$ der Deckschichtmächtigkeit ausmachen, darf aber keineswegs unter 0,70 m betragen, in besonders gefahrdrohenden Fällen kann der Berginspektor die Erweiterung dieses Mindestmaßes bis zu 2 m fordern.

Im Einverständnis mit dem Berginspektor dürfen Besitzer zweier benachbarter Grundstücke ein Übereinkommen treffen, nach welchem die Grenzstufe an der gemeinsamen Grenzlinie fortfällt.

§ 106. Beim Gewinnen von weichem, lockerem und unbeständigem Gestein ist das Unterhöhlen [Schrämen] verboten. In ruhigem Gestein ist das Unterschrämen gestattet, jedoch nicht über 0,7 m Tiefe. Beim Unterschrämen müssen zur Unterstützung des Hangenden kleine Pfeiler stehen bleiben oder es sind Grubenhölzer unterzusetzen.

Ein unterschrämt Stoß darf nur von oben zu Bruch gehen, wobei zuvor alle Arbeiter aus dem betreffenden Stoß zu entfernen sind.

§ 107. Im Tagebaubetrieb ist es verboten die Wagen an Stößen zu beladen, die unterschrämt werden. Es ist verboten in der Nähe derartiger Stöße Gegenstände hinzulegen, die im Falle einer Gefahr das Flüchten der Arbeiter behindern könnten.

§ 108. Aus- und Einfahrten müssen möglichst im anstehenden Gestein angelegt sein, von genügender Breite, mit flacher Steigung, Brücken und Stege müssen fest gebaut sein. In Fällen, in denen die Brücken und Stege, ebenso Auf- und Niederfahrten schmaler sind wie die bereits genannte Stufenbreite, oder wenn sie höher angelegt sind, wie es bei den Stufen gestattet ist, dann müssen sie mit einem festen Geländer versehen werden.

§ 109. An Stellen, an denen im Tagebaubetrieb das Berggut entnommen wird, dürfen, ebenso wie in der näheren Umgebung, keine Gegenstände untergebracht werden, die bei eintretender Gefahr den Arbeitern das Flüchten behindern könnten.

§ 110. Das Schlafen an den Grubenstößen ist verboten.

§ 111. In der Nähe menschlicher Behausungen, nah von Wegen und Fußpfaden, müssen offene Grubenbaue mit einem Zaun von mindestens 1 m Höhe umgeben sein, damit Menschen nicht zu Fall kämen.

§ 112. Nach Aufgabe eines Tagebaues müssen den Eigenschaften des Gesteins entsprechende Böschungen nachgelassen werden, oder es ist der Einschnitt mit einem kräftigen Geländer zu umgeben.

VIII. Unterirdische Steinbrucharbeiten.

§ 113. In Steilschächten müssen zum Fördern von Steinen an die Erdoberfläche benutzte Öffnungen mit starken Holz- oder Steinfassungen versehen und durch Gattertüren abzuschließen sein.

An Stellen, die zum Einstürzen neigen, müssen Steilgänge von innen mit Steinen oder Holzzimmerungen gesichert werden. Winden und sonstige Hebevorrichtungen müssen dauerhaft und seitens des beaufsichtigenden Grubenbeamten erprobt sein.

Ruht die Arbeit im Seigerschacht, ist der Zugang unter Verschuß zu halten.

§ 114. Die Breite der sohligen Gänge wird zu Zwecken der Steinförderung oder der Vereinigung mit anderen sohligen Gängen bestimmt durch die Widerstandsfähigkeit des Hangenden und die Menge des Fördergutes, darf jedoch nicht über 4,25 m betragen; die Grundplatte einzeln stehenbleibender Pfosten [Örter] muß wenigstens 18 m² betragen; sohlige Gänge müssen der Festigkeit des Gesteins entsprechend mit Grubenhölzern ausgebaut werden.

Wird das Gestein vollständig entfernt, ist das Ausfüllen des leeren Raumes Vorschrift.

§ 115. Gesetzlich verlangt ist das Zurücklassen eines wenigstens 0,70 m starken Firstes im Gang, aus festem Gestein. Ist der First rissig oder besteht er aus Einzelbrocken, müssen, um das Herausfallen einzelner Steine zu verhüten, Hilfstürstöcke und Geviertzimmerung mit Bohlen oder Planken eingedeckt werden. Bei der Gewinnungsarbeit muß zwischen Ort und Bergemauer nur ein schmaler, die Bewegung nicht hindernder Zwischenraum übrig bleiben, wobei der First zeitweilig mit Stempeln abzustützen ist.

§ 116. Untertägige Steinbrucharbeiten sind nicht gestattet unter Wohnhäusern auf unterirdisch betriebenen Steinbrüchen, solange im Bruch gearbeitet wird; nach Einstellung der Arbeiten, ist das Errichten derartiger Häuser im Einverständnis mit der zuständigen Behörde statthaft.

§ 117. In Steinbrüchen, in denen Untertagarbeiten seitens der Bergaufsicht für gefährdet erklärt werden, sind nur offene Tagebaue gestattet.

IX. Bewetterung.

§ 118. Das Bewettern der Grube muß in ihrer vollen Ausdehnung (in Gängen, am Ort, in Ställen und allen derartigen Höhlungen, in denen Menschen tätig sind) nach Möglichkeit vollkommen vor sich gehen; um eine Luftverschlechterung hintenan zu halten, müssen alle vorbeugenden Maßnahmen getroffen werden.

Die Luft ist als genügend rein anzuerkennen, wenn sie mindestens 19 Raum-% Sauerstoff und nicht über 1 Raum-% Kohlendioxyd enthält. Luftprüfungen sind zum mindesten 1 Mal innerhalb 2 Monate durchzuführen.

§ 119. Das Bewettern der Grube kann auf künstlichem oder natürlichem Wege erfolgen, wobei der Zufluß an Frischluft im Bereiche des Lüftungsfeldes mindestens 1 m³/min. auf den Menschen, und 4 m³/min. auf jedes Pferd ausmachen muß.

Die Zufuhr der Frischluft wird unmittelbar nach Erreichen des Lüftungsfeldes gemessen, vor dem ersten Abzweig vom Wirkungsfelde.

§ 120. Das Maß der nach § 119 vorgesehenen Frischluft-Zufuhr muß mindestens 1 Mal monatlich festgestellt werden; die gefundenen Ergebnisse sind in ein dafür eingerichtetes Buch einzutragen.

§ 121. In jeder Grube muß ein Lüftungsplan für voraus bestimmte Zeiträume vorgesehen werden; diesem Vorwurf ist Monat um Monat nachzukommen.

Auf einem Plan werden Größenangaben und Einrichtungen vermerkt, die zum Bewettern des in Rede stehenden Grubenbaues dienen.

§ 122. In Gruben, in denen bei natürlicher Lüftung die Luft, wenn auch nur zeitweilig (im Frühjahr oder Herbst) vom gewöhnlichen Zustande abweicht, und daher nicht den in § 118 und 119 genannten Bedingungen entspricht, hat eine künstliche Bewetterung einzusetzen, entweder mit Hilfe eines ständigen und gefahrlos laufenden Luftsaugers [Ventilator] oder mit Hilfe eines Wetterofens.

§ 123. Wetteröfen zur Belüftung und Bewetterung müssen an feuersicherer Stelle errichtet werden. Ein Schacht, aus dem brennbare Gase entweichen, muß an Stellen, wo es die Sicherheit verlangt, aus feuersicherem Baustoff errichtet sein. Rauchgase aus Öfen dürfen in keinem Fall in Grubengänge geraten, in denen Menschen sich aufhalten oder aufhalten könnten.

§ 124. Verboten ist es Menschen den Zutritt zu Gängen zu gestatten, in denen Lichte und Lampen nicht unbehindert brennen.

§ 125. Werden zum Einatmen schädliche Gase festgestellt, oder entzündliche Gase in so großen Mengen, daß deren Anwesenheit Menschenleben und der Gesundheit Schaden bringen würde, dann ist unverzüglich die Entfernung der Arbeiter aus der Gefahrenzone anzuordnen und sofort eine beschleunigte Bewetterung der Grube, insbesondere der Stöße, vorzunehmen.

126. Ein Blindstoß darf von den nächsten bewetternen Gängen, die mit Frischluft versorgt werden, nicht so weit vorgetrieben werden, daß Grubenlichte oder Grubenlampen erschwert brennen oder durch Gasansammlung Gefahr droht. Nötigenfalls muß an den Stößen eine besondere, mechanisch betriebene Bewetterung eingeführt werden.

§ 127. Die zur Bewetterung dienenden, mechanischen Vorrichtungen müssen ununterbrochen in Tätigkeit erhalten werden, abgesehen von den Zwischenzeiten, die zu deren Instandhalten erforderlich sind, bspw. zum Ölen, zu leichten Ausbesserungen, desgleichen zum Ändern des Luftstromes. Längere Stillstände der Vorrichtung sind allein an den Tagen gestattet, an denen die Arbeit in der Grube ruht.

Im Falle daß das Getriebe plötzlich versagen sollte, muß die örtliche Grubenbetriebsaufsicht unverzüglich alle Hilfsmittel einsetzen, damit den in der Grube befindlichen Arbeitern keine Gefahr drohe.

§ 128. Sämtliche Stöße, in denen sich zum Atmen schädliche Gase ansammeln könnten, desgl. auch alle Hauptlinien der Bewetterung, müssen an dem Arbeitsstillstande folgenden Tage, bei künstlicher Bewetterung auch nach jedem längeren Stillstande des Getriebes, vor dem Arbeitsbeginn durch den Steiger oder Arbeitsältesten durchgesehen werden.

X. Beleuchtung.

§ 129. Beim Arbeiten unter Tag ist es verboten Grubenlampen ohne Schutzglas zu verwenden, sofern zum Beleuchten Petroleum, Naphtha oder deren beliebige Mischungen verwandt werden.

Diese Bestimmung bezieht sich nicht auf Grubenlampen, die mit reinem Pflanzenöl gespeist werden.

§ 130. Auf- und Abladestellen in seigeren und geneigten Gängen, in denen Pferde und Maschinen zum Fördern gebraucht werden, desgl. auch Umladeplätze und Hauptkreuzungsstellen von Förderwagen müssen während des Betriebes durch ständig brennende Lampen oder Laternen beleuchtet werden.

§ 131. Verboten ist es ohne Grubenlicht oder Lampe Gruben zu begehen, die nicht durch Tageslicht oder künstliches Licht erhellt sind.

§ 132. Plätze und Räume, in denen die Arbeit nicht völlig ruht, und in denen Maschinen, Übertragungen, Hebevorrichtungen u. a. m. vorhanden sind, müssen während der Nachtarbeit durch hängende Lampen oder Laternen ständig beleuchtet werden.

XI. Mechanische Aufbereitung von Grubenerzeugnissen und allgemeine mechanische Einrichtungen.

§ 133. Bergwerkunternehmer, die zum mechanischen Aufbereiten von Grubenerzeugnissen Sonderbetriebe einrichten wollen, die mit Kraftwerken versehen sind (ausgenommen die allereinfachsten, wie Siebe-, Wasch- und Brechbottiche u. s. w.), müssen darüber einen Monat vor Eröffnung des Betriebes dem Bergamt Mitteilung machen.

Der Benachrichtigung sind eine Zeichnung der Werkanlage und ein Lageplan beizufügen.

Dieselben Bestimmungen gelten auch für größere Umbauten obengenannter Werkeinrichtungen.

§ 134. Die für Dampfkessel und sonstige gefahrdrohende Anlagen erlassenen Bestimmungen, ebenso auch die zum Verhüten von Unglücksfällen in Werkstätten und Betrieben herausgegebenen Vorschriften, gelten auch für Dampfkessel und Triebwerke, die in Gruben und sonstigen bergbauartigen Betrieben Anwendung finden.

§ 135. Dampfrohren müssen im Grubenbetriebe derart angeordnet und untergebracht sein, daß die Arbeiter ungefährdet davon kämen, falls ein Rohr platzen sollte.

Zu diesem Zweck müssen die Dampfrohren, die in Gängen untergebracht sind, mit selbsttätigen Klappen versehen sein, die, falls das Rohr platzt, das Ausströmen von Dampf verhindern. Mindestens eine derartige Vorrichtung ist im Dampfrohr nahe dem Eingange einzubauen. Die Wirksamkeit der Sicherungsvorrichtung ist wenigstens 2 Mal jährlich festzustellen.

§ 136. Zahnräder an Getrieben müssen mit starken Schutzkappen versehen sein.

XII. Schutzmaßnahmen gegen das Abstürzen von Menschen in Grubenräume.

§ 137. Öffnungen von Schächten und einfallende Stellen mit einer Neigung über 20° müssen während der Arbeitszeit auf unbenutzten Seiten ständig abgesperrt sein, an der Arbeitsstellen müssen sie mit Luken versehen sein, mit Türen oder (Schachte) mit zwangsläufigen Rahmen, die in Arbeitspausen selbsttätig zufallen.

Dementsprechende Vorrichtungen müssen auch in allen Zwischenstockwerken angebracht sein, um die Arbeiter vor dem Hinabstürzen in den Schacht zu sichern.

Auf der Schachtsohle muß eine Vorrichtung angebracht sein, die das Eintauchen des Fahrgestelles oder des Zubers ins Wasser verhindert, das sich an der Sohle ansammeln kann.

In Treppenhäusern müssen die Luken, wie auch deren Böden als Gitter ausgeführt sein, damit sie das Durchströmen von Luft nicht behindern.

§ 138. Auf die Erdoberfläche ausmündende Eingänge sohliger und schrägliegender Gänge, müssen mit Türen versehen sein. Werden die Arbeiten unterbrochen, sind die Türen verschlossen zu halten.

§ 139. Öffnungen von Gängen, die auf die Erdoberfläche führen und eine längere Zeit unbenutzt bleiben, müssen unter sicherem Verschuß gehalten werden; Öffnungen seigerer Schachte müssen unverzüglich mit einem festen Deckel abgedeckt werden.

Schachtöffnungen, die in der Grube nur zur Bewetterung dienen und keine Hängebank haben, müssen mindestens mit einer 1,5 m hohen und festen Wand umgeben sein. Der Zugang zu der Öffnung soll nur durch eine Seitentür ermöglicht sein, die unter Verschuß zu halten ist. In gleicher Weise müssen auch Türen zu Luftschächten unter Verschuß gehalten werden, die gegebenenfalls sohlige Gänge miteinander verbinden.

§ 140. Alle Schachte, in denen das Fördern von Hand ausgeführt wird, müssen von jeder Seite aus durch Gatter gesichert sein; auf den nicht zur Arbeit benutzten Seiten durch ständige Gatter, von der Arbeitsseite aus durch verschließbare, falls die Arbeit ruht. Der Schachteingang muß stets von Schmutz und Eis reingehalten sein. Das Fördergut muß von der Schachtöffnung so weit entfernt in Haufen abgelegt werden, daß sein Nachfall die im Schacht weilenden Menschen nicht in Gefahr bringe. Beim Wasserschöpfen in Zubern müssen an

seinem Boden hängengebliebene Steinstücke entfernt werden, bevor der Zuber gehoben wird.

§ 141. In der Nähe menschlicher Wohnungen und Wege müssen, infolge von Bergarbeiten aufgetretene Bingen mit einem Zaun, einer Wand oder Mauer von mindestens 1,5 m Höhe umgeben werden; die gleiche Forderung bezieht sich auch auf sämtliche Stellen in Tagebauten, an denen der Abhang nach der Tiefe zu steiler wie 30° abfällt.

§ 142. In der Nähe menschlicher Wohnungen und Wege müssen sämtliche Schurflöcher, Versuchs- und sonstigen Brunnen, während Arbeitspausen von einem festen Zaun umschlossen sein. Aus Schürfen herrührende Vertiefungen und Gräben müssen, nachdem sie ihren Zweck erfüllt haben, sofort zugeschüttet oder nach § 139 umzäunt werden.

§ 143. Im Förderschacht muß jeder Füllort mit einer Einrichtung versehen sein, die das Abstürzen von Menschen und Förderwagen in die Grube verhindert.

§ 144. Beim Fördern mit Hilfe von Zubern muß vor der Schachtöffnung ein starkes Querholz angebracht werden, das der Bedienung einen sicheren Schutz gewährt, gleichzeitig aber auch Fördergefäße durchläßt.

Ist die Empfangsseite der Schachtöffnung während der Entgegennahme von Zubern offen, dann müssen die empfangenden Arbeiter, ihrem Gewicht entsprechend, mit Hilfe eines kräftigen Gurts angeseilt werden, doch so, daß sie in ihren Bewegungen nicht behindert werden.

§ 145. Öffnungen am Förderschacht müssen insofern zweckdienlich eingerichtet sein, daß am Füllort Beschäftigte, die zu hebenden und zu senkenden Gegenstände ungefährdet an das Fördergefäß oder das Seil festmachen oder losbinden können.

§ 146. In allen zum Fördern, Lüften und Fahren dienenden Gängen, in denen sich Menschen bewegen, dürfen keinerlei Gegenstände vorkommen, die der Bewegung hinderlich sind.

§ 147. Alle zum Fortbewegen von Menschen dienenden Schachte müssen reinlich gehalten werden; zur Winterszeit sind Schnee und Eis rechtzeitig zu beseitigen. Zum Förderschacht führende Wege müssen derartig angeordnet werden, daß vom Laderaum aus der Zugang zu ihm leicht sei. Ist der vom Wege eingenommene Teil nur ein Teil des zu anderen Zwecken bestimmten Schachtes, dann ist er in voller Erstreckung durch eine Zwischenwand von den übrigen Abteilungen abzutrennen, wobei die Bretterwand lückenlos geschlossen sein oder nicht über 20 mm breite Lücken aufweisen darf.

Während der Förderarbeit müssen Türen und Luken der Zwischenwand geschlossen bleiben.

XIII. Sicherung gegen Wasser- und Gaseinbruch.

§ 148. Um unerwarteten Gas- und Wassereinbrüchen zu begegnen, müssen in jeder Grube zur Nachbargrube zu Sicherheitspfeiler stehen bleiben; angenommen sind Tagebauten, die in betreff der Pfeiler unter den § 105 fallen. Die Mindeststärke der Sicherungspfeiler muß, im Falle platte Schichten vorliegen,

10 m stark sein, in jäh abfallenden Schichten 20 m, von beiden Eigentümern aus gerechnet. Die Sicherungspfeiler auszubeuten und mit Gängen zu versehen, ist nur mit Wissen der Bergaufsicht statthaft und nur im Einverständnis mit dem nachbarlichen Besitzer.

§ 149. Gänge, die unter einer fließenden Erdschicht errichtet werden, müssen im First durch eine so dicke Schutzschicht gesichert werden, daß sie wasserfest bleiben.

§ 150. Jeder Art Schachte und Bohrungen, die unter Tag für Grubenzwecke angelegt werden, müssen derart angelegt und gesichert werden, daß Tagewässer längs ihnen keinen Zugang in die Gruben finden, ausgenommen die Fälle, in denen unter Tag für Grubenzwecke nach Wasser gebohrt ist.

§ 151. Unter Flußbetten, Teichen und anderen Wasseransammlungen sind Sicherungspfeiler zu hinterlassen, deren Ausdehnung von der Bergaufsicht festgesetzt wird; entsprechenden Falls ist die ausgeräumte Leere mit taubem Gestein sorgfältig auszufüllen. Droht dem Nachbarbau während des Abbaues, durch Absinken des Gebirges entstandene Risse bedingt, eine Überschwemmung, dann können derartige Gruben, nach Durchsprache mit dem beteiligten Bergunternehmer, seitens der Bergabteilung geschlossen werden.

§ 152. Wo Ausräumarbeiten betrieben werden, ist jede größere Wasseransammlung auf der Erdoberfläche zu vermeiden.

§ 153. Vorliegende Verordnung tritt 14 Tage nach Veröffentlichung im R. T. in Kraft; gleichzeitig verlieren alle Verordnungen gleichen Inhalts, die im früheren russischen Gesetz und dem Regierungs-Verordnungsblatt v. J. 1912 Artikel 730 erschienen sind, ihre Geltung.

24 (15). Verordnung über das Aufbewahren und den Gebrauch von Sprengstoffen¹.

I. Verkaufslager für in Bergwerken benutzte Sprengmittel.

§ 1. Privatpersonen können Verkaufslager der im Bergbau benutzten Sprengstoffe eröffnen, unter Berücksichtigung nachstehender Vorschriften (2—24) dieser Verordnung. In derartigen Verkaufslagern dürfen nur solche Sprengstoffe gehalten werden, deren Zusammensetzung und Eigenschaften in der Benutzung genau bekannt sind. In diesen Verkaufslagern werden auch Zündvorrichtungen für Sprengmittel aufbewahrt.

§ 2. Derjenige, welcher ein diesbezügliches Verkaufslager eröffnen will, hat dem Handels- & Industrieminister ein Gesuch einzureichen, unter Beifügung: 1) des Lageplanes des Grundstückes, auf dem das Lager eröffnet werden soll; 2) Angaben darüber, ob das Grundstück Eigentum des Gesuchstellers ist oder ob er es zur Pacht hat; in letzterem Fall, unter welchen Bedingungen; 3) der Lage des geplanten Verkaufslagers, unter maßstäblicher Angabe von Entfernungen auf dem Lageplan; 4) die Benennung der Sprengmittel und Angabe der Mengen, die im Lager gehalten werden sollen; 5) von Angaben über die Entfernung des geplanten Lagers von den nächsten Städten, Flecken oder sonstigen Wohnorten, Fabriken, Werkstätten, von Eisenbahnen oder sonstigen größeren Durchfahrtswegen, von schiffbaren Flüssen usw.

§ 3. Auf Verfügung des Handels- & Industrieministers besichtigt auf Kosten des Antragstellers ein sachverständiger Beamter in Gegenwart des Antragstellers und eines Vertreters der Ortspolizei das im Gesuch bezeichnete Gelände und überprüft alle im Gesuche beigebrachten Angaben; über die Besichtigung wird ein urkundliches Zeugnis aufgesetzt, das dem Handels- & Industrieminister einzureichen ist; falls dieser keine Hindernisse für das Eröffnen des Lagers findet, übergibt er eine Abschrift der Urkunde zwecks Meinungsäußerung dem Innen- und Kriegsminister.

§ 4. Sind der Innenminister und der Kriegsminister mit dem Eröffnen des Lagers einverstanden, dann erteilt der Handels- & Industrieminister die Genehmigung zu dessen Eröffnung. Die Erlaubnis wird dem Antragsteller unter der

¹ Veröffentlicht im R. T. [Staatsanzeiger] Nr. 46 v. 12. Mai 1927. Herausgegeben vom Handels- & Industrieminister nach Übereinkunft mit den Ministerien für Inneres, Krieg und Arbeitsfürsorge auf Grund des § 81 des Berggesetzes v. 8. April 1927. R. T. Nr. 30 v. Jahre 1927.

Für die hier wiedergegebene, nichtamtliche Fassung ist eine handschriftliche Übertragung von K. v. Middendorff benutzt worden. Zusätze des Herausgebers sind durch eckige Klammern [] kenntlich gemacht.

Bedingung ausgefolgt, daß für das Lager eine physische Person verantwortlich ist; in der gleichen Erlaubnis wird vermerkt, welche Höchstmengen und welcher Art Sprengstoffe im Lager aufbewahrt werden dürfen.

§ 5. Nach Erhalt der Genehmigung erbaute Lagerhäuser und sonstige Einrichtungen bedürfen nach ihrem Fertigstellen der Besichtigung seitens eines hierfür vom Handels- & Industrieminister beauftragten Beamten. Die Besichtigungsurkunde wird dem Handels- & Industrieminister eingereicht; entspricht das Lager den gesetzlichen Vorschriften, so erteilt der Handels- & Industrieminister die Erlaubnis zum Eröffnen des Lagers und zum Unterbringen von Sprengstoffen und vermerkt, welcher Art Sprengstoffe und welche Höchstmengen gleichzeitig im Lager gehalten werden dürfen.

§ 6. Die Genehmigung zum Einkauf von Sprengstoffen für Verkaufsläger erteilt das Bergamt des Handels- & Industrieministeriums. Im Gesuch ist genau anzugeben die Bezeichnung und Menge des Sprengstoffes, sowie der Hersteller oder das Handelsgeschäft, von welchem der Sprengstoff bezogen wird.

§ 7. Die im Bergbetriebe benutzten, fürs Verkaufslager bestimmten und dort aufbewahrten Sprengstoffe, müssen in Patronenform verpackt vorliegen. Von dieser Bestimmung kann nur für besondere Sprengstoffe, mit besonderer Erlaubnis des Bergamtes, abgewichen werden.

Schwarzpulver darf nicht mit anderen Sprengstoffen gemeinsam in einem Lager gehalten werden; hierfür muß ein gesondertes Lager errichtet werden, das mindestens 500 m von den übrigen Lagern entfernt liegt.

§ 8. Sprengstofflager dürfen nicht innerhalb der Grenzen von Städten, Flecken und Dörfern errichtet werden, auch nicht näher wie 1500 m von Werkstätten, einzelnen Wohngebäuden, Lagern mit leicht entzündlichen Waren und Eisenbahnen, die der allgemeinen Benutzung freigegeben sind; auch nicht näher wie 500 m von größeren Landstraßen und schiffbaren Flüssen.

Ein Unterschreiten dieser Entfernungen kann der Handels- & Industrieminister in Einzelfällen gestatten, wenn der Lagerplatz in einem derartigen Gelände untergebracht ist, das durch seine Eigenart im Falle einer Erplosion, Gefahren für umliegende Wohn- und sonstige, eines Schutzes bedürftige Gebäude ausschließt.

§ 9. Für Lagerwächter, Beamte und Arbeiter vorgesehene Wohn- und Nebengebäude müssen mindestens 200 m vom Sprengstofflager entfernt liegen. Alle diese Gebäude sind feuersicher herzustellen.

§ 10. Zum Lagern von Zündkapseln und Zündschnüren sind gesonderte Gebäude aufzuführen, die vom Sprengstofflager mindestens 100 m entfernt sind. Zündschnüre dürfen auch in gewöhnlichen Sachlagern aufbewahrt werden.

§ 11. Zum Errichten von Lagergebäuden dürfen beliebige Baustoffe verwendet werden. Doch sind gewölbte oder mit schweren Metallträgern oder Sparren versehene Decken oder Dächer verboten. Das Dach ist feuersicher einzudecken.

§ 12. Jedes Lagerhaus muß mit einem Erdwall umgeben sein, dessen Sockel in Höhe des Lagerhausfußbodens mindestens 6 m breit und dessen Oberkante mindestens 1 m breit sein muß. Die nach innen [nach dem Lager] gerichtete Böschung muß unter 45° betragen und die äußere Böschung nicht steiler

wie 45° sein. Der Erdwall muß in Höhe des Lagerfußbodens 1 m vom Lagergebäude abstehen und muß wenigstens 0,5 m über dessen First hinausragen. Der Zugang durch den Wall soll als Tunnel mit verschließbarer Tür ausgebildet sein, oder es muß eine verschließbare Pforte in die Enden des Erdwalles eingebaut werden. Gegenüber dem Eingange durch den Tunnel muß ein ebenso starker Erdwall aufgeworfen werden, wie er um das ganze Gebäude errichtet wurde.

Ist das Lager in einer natürlichen oder künstlichen Vertiefung angelegt, deren Ränder, nach Ansicht des Bergamtes die erwähnten Aufgaben eines Erdwalles erfüllen könnten, dann darf das Aufwerfen eines besonderen Erdwalles unterbleiben.

§ 13. Jedes Sprengstofflager muß zum Schutze gegen Blitzgefahr mit festen und stets in Ordnung gehaltenen Blitzableitern versehen sein.

§ 14. Das Lager hat zu bestehen aus:

- 1) dem Vorraum, in dem die Sprengstoffe ausgegeben werden, und
- 2) dem Lagerraum für die Sprengstoffe.

Nur im Vorhause sind Fenster zulässig, doch sollten sie mit Läden versehen sein. Die zum Aufbewahren dienenden Abteilungen dürfen nur von Personen betreten werden, denen die Ausgabe der Sprengstoffe anvertraut ist, sowie den zum Tragen benötigten Arbeitern. Zum Beleuchten dürfen geschlossene, elektrische Lampen verwandt werden, deren Batteriespannung nicht über 10 Volt hinausgeht. Die Türen zu den Lagern müssen sich nach außen öffnen lassen.

Um die Sprengstoffkisten zu lagern, sollten feste Gestelle oder Regale eingebaut werden.

Ausgestreute Sprengstoffe oder deren Staub ist unverzüglich fortzuräumen. Höher wie 2 m vom Fußboden dürfen keine Lagergestelle für Sprengkörper angebracht werden. Ist der Lagerraum hoch, dann muß zum Hinaufgängen auf die oberen Lagen eine feste Holzterasse vorhanden sein.

Die Lager und sonstigen Aufbewahrungsräume für Sprengkörper müssen so geräumig sein, daß die in ihnen aufbewahrten Sprengstoffkisten nicht aneinanderstoßen, sondern zwischen den einzelnen Kisten ein Zwischenraum von 10 cm nachbleibt, damit die Kisten durchlüftet und frei hinein und hinausgetragen werden könnten.

Der Lagerinhalt muß gegen Feuchtigkeit und Wasser geschützt sein. Das Lager muß eine Lüftungsvorrichtung aufweisen.

§ 15. Die Sprengstoffe müssen in der ursprünglichen Packung des Herstellers aufbewahrt werden. Ist eine der angebrachten Kisten beschädigt, sind die in ihr befindlichen Sprengstoffe vor dem Unterbringen im Lager sorgfältig in eine feste Kiste umzupacken.

§ 16. Die Türen der Lagerhäuser müssen ebenso unter Verschuß gehalten werden, wie die Pforten der das Lager umgebenden Wälle; sie dürfen nur dann geöffnet werden, wenn die Notwendigkeit vorliegt Lagerarbeit zu verrichten.

Beim Sprengstofflager muß eine ständige Wache vorhanden sein. Zu Wächtern bestellte Personen müssen mindestens 25 Jahre alt sein und von nüchternem Lebenswandel.

§ 17. Auf dem vom Wall umgebenen Gelände ist sowohl das Rauchen, wie jegliches Anmachen von offenem Feuer verboten. Ebenso verboten ist, irgendwelche Arbeiten, solange Sprengstoffe im Lager gehalten werden, am Lager selbst vorzunehmen, wie auch innerhalb des umgebenden Schutzwalles.

§ 18. Unbedingt verboten ist das Betreten des Lagers von Personen in nicht nüchternem Zustande und solchen, die starke Getränke oder Feuerzeuge oder leicht zündliche Gegenstände mit sich führen. Der Lagerverwalter hat jedes Mal acht zu geben, daß nach dem Lager beordnete Arbeiter diesen Forderungen nachkommen.

§ 19. Im Lager oder innerhalb des umgebenden Walles dürfen keinerlei unzugehörige Sachen untergebracht werden.

§ 20. Verboten ist das Befördern jeglicher Art von Sprengmitteln in Karren, das Werfen, Wälzen oder auf der Erde Schleifen von Sprengstoffkisten; von einem Ort zum anderen dürfen Sprengstoffe nur auf Händen getragen werden oder auf Tragrahmen.

§ 21. Wird eine chemische Zersetzung der im Lager befindlichen Sprengmittel erkannt, dann muß der Lagerverwalter die Kästen mit den sich zersetzenden Sprengstoffen unverzüglich aus dem Lager entfernen, wobei ein entsprechendes Schriftstück abzufassen ist. Die verdorbenen Sprengstoffe sind an der freien Luft zu verbrennen, mindestens 500 m entfernt vom Lager oder von Wohnplätzen. Das Verbrennen hat abschnittsweise zu erfolgen, nicht mehr, wie zu 5 Patronen auf ein Mal. Desgleichen sind die Kästen zu verbrennen, in denen sich das verdorbene Sprengmittel befand.

§ 22. Ergibt sich die Notwendigkeit Sprengstoffe aus einer Kiste in eine andere umzupacken, so hat dieses in Gegenwart des Lagerverwalters zu geschehen; hierbei ist die betreffende Sprengstoffkiste außerhalb des Umfassungswalles zu tragen und darauf zu achten, daß das Umpacken nicht in heißer Sonnenstrahlung vor sich gehe.

§ 23. Die Höchstmenge an Sprengmitteln bis zu welchem Gewicht der zeitweilige im Verkaufslager bewahrte Sprengstoffvorrat ansteigen darf, bestimmt der Handels- & Industrieminister bei Hergabe der Erlaubnis zur Lagerhaltung. Diese Höchstmenge darf 10.000 kg nicht übersteigen.

§ 24. Die Aufsicht über die Sprengstoff-Verkaufslager wird den Bergbau-Aufsichtsbeamten und Polizeiorganen auferlegt, die jederzeit den Zustand des Lagers, sowie die darin aufbewahrte Menge Sprengstoffe nachprüfen können.

Zwecks Rechenschaftsablage über die Sprengstoffmenge ist der Lagerbesitzer verpflichtet, ein Schnurbuch nach bestätigter Form vom Handels- & Industrieminister für jedes Kalenderjahr anzufordern; dieses Schnurbuch ist vom örtlichen Polizeipräsidenten zu bestätigen und sind darin alle Eingänge und Ausgänge an Sprengstoffen und Zündkapseln aus dem Lager genau einzutragen. Zu jeder Eintragung muß dem Schnurbuch die Bescheinigung über die Erlaubnis zum Ankauf des Sprengmittels beigelegt werden, sowie die Unterschriften der bevollmächtigten Empfänger oder aber ein die Vernichtung bestätigendes Schriftstück.

II. Benutzung von Sprengstoffen im Bergwerk.

A. Beschaffen von Sprengmitteln.

§ 25. Sprengstoffe und dazu gehörige Hilfsmittel wie: Sprengkapseln, Zündmittel u. a. m. dürfen Bergindustrielle (Besitzer oder Pächter von Gruben oder Steinbrüchen usw.), deren Bevollmächtigte oder andere vollberechtigte Vertreter nur auf Grund eines Zeugnisses erwerben, das vom Bergamt ausgegeben wurde und in dem angegeben ist, wem, in welchem Umfang, welchem Unternehmen und welcher Art Sprengstoff- und Hilfsmittel-Einkäufe gestattet sind.

Die Bescheinigungen müssen mit dem Stempel des Bergamtes gesiegelt sein und gelten auf ein Jahr. Ist der Schein innerhalb eines Jahres unbenutzt geblieben, muß er nach Ablauf der Frist unverzüglich dem Bergamt zurückgegeben werden; anderenfalls wird kein neuer Schein verabfolgt.

Personen, die den Schein verloren haben, müssen dieses sofort dem Bergamt melden; letzteres gibt im Bedarfsfalle einen neuen Schein heraus und veröffentlicht den Verlust des vormaligen im R. T. auf Kosten des Verlierers.

Bescheinigungen zum Ankauf von Sprengmitteln können auf den ganzen Jahresbedarf ausgegeben werden, unter der Bedingung, daß die Empfänger der Bescheinigung nicht mehr Sprengstoffe auf Lager halten und aufbewahren, wie der ihnen verfügbare Raum zuläßt.

Kleinere Mengen Sprengstoffe dürfen aus den Verkaufslagern zu landwirtschaftlichen Zwecken abgegeben werden, auf Grund von Erlaubnisscheinen der Polizeibehörde.

§ 26. Personen, denen der Ankauf von Sprengmitteln genehmigt wird, sind verpflichtet, diese nur vom Hersteller zu beziehen oder aus Verkaufslagern, die seitens der Verwaltungsbehörde gestattet sind; auf Verlangen des Bergamtes oder des Berginspektors sind sie verpflichtet, Zeugnisse von seiten der Verkaufsstelle vorzuweisen.

§ 27. In Gruben, in denen Arbeiter das Sprengmittel kaufen, sind sie verpflichtet dieses ausschließlich von der Grubenverwaltung zu beziehen, bei der sie angestellt sind. Von anderer Seite Sprengmittel zu kaufen ist Arbeitern verboten.

B. Aufbewahren von Sprengstoffen.

§ 28. Die Sprengkörper müssen in ursprünglicher Verpackung aufbewahrt werden, wie sie vom Hersteller oder aus dem Verkaufslager bezogen wurden. Ist eine angebrachte Kiste beschädigt, sind die darin befindlichen Sprengkörper vor dem Unterbringen im Lager vorsichtig in eine starke Kiste umzupacken.

Jedes Öffnen oder Umpacken einer Sprengstoffkiste muß in Gegenwart einer Person erfolgen, der die nähere Aufsicht über die Ausgabe von Sprengstoffen obliegt und die verantwortlich ist für das Umgehen mit denselben.

§ 29. Wird festgestellt, daß in leeren Kisten, in denen Nitroglyzerin-haltige Sprengstoffe vorhanden waren, der Sprengstoff aus den Patronen ausgesickert ist, dann sind diese unmittelbar nach ihrer Entleerung mit allen Zutaten der Packung, unter besonderer Aufsicht, an der freien Luft zu verbrennen.

§ 30. Auf der Erde befindliche, wie auch unterirdische Sprengstofflager und sonstige deren Aufbewahrungsorte sind unter Verschuß zu halten. Auf den

Eingangstüren zu diesen Räumen muß von außen eine deutliche, große Aufschrift „Vorsicht, Sprengstoffe“ [„Ettevaatust, lõhkeained“], sowohl in estnischer wie auch in anderen, unter den Arbeitern gebräuchlichen Sprachen angebracht sein.

Um die Unantastbarkeit der Sprengstofflager und Aufbewahrungsräume sicher zu stellen, ist sowohl tags, wie auch nachts eine besondere Wache anzustellen, durch Heranziehen einer vollkommen zuverlässigen Persönlichkeit.

Den Wächtern an übertägigen Lagern muß die Möglichkeit gegeben sein, im Falle einer den Sprengstoffen drohenden Gefahr, diese mit Hilfe eines Verständigungsmittels [Notruf] rechtzeitig der Grubenverwaltung anzuzeigen.

§ 31. Die Lager und sonstigen Aufbewahrungsräume für Sprengstoffe müssen so geräumig sein, daß die darin befindlichen Kisten nicht aneinanderstoßen, sondern im Abstände von 10 cm zueinander bleiben, damit sie durchlüftet werden und sich leicht hinein und hinaustragen lassen.

Das Innere des Lagers muß gegen Feuchtigkeit und Wasser geschützt sein.

§ 32. Lager, die fürs Aufbewahren von mehr als 250 kg Sprengstoffe bestimmt sind, dürfen nicht in unterirdischen Bergbauen angelegt werden. Dem gleichen Zweck dienende, übertägige Lager sind in zwei Ausführungen zulässig: 1) zum Aufbewahren von 250—1500 kg Sprengstoff und 2) für 1500—3000 kg Sprengstoff. Die erforderliche Entfernung von Wohnhäusern, überhaupt Gebäuden, in denen Feuerstätten oder Öfen vorhanden sind, auch von Landstraßen und anderen Sprengstofflagern beträgt für die unter 1) genannten mindestens 50 m ; für die unter 2) genannten — mindestens 100 m.

Die Lagergebäude dürfen gegen das Einfrieren des Dynamites mit einer entsprechenden Schicht Erde oder mit Dünger eingedeckt werden. Mit Erlaubnis der Bergaufsichtsbehörde und unter deren Leitung ist es gestattet Sprengstofflager in Schluchten, alten Steinbrüchen und zwischen Halden anzulegen oder in die Erde einzugraben, mit der Bedingung, daß sich der Eingang in einer Seitenwand befände.

§ 33. Sprengstofflager, die auf einer Fläche errichtet oder nur so tief in die Erde eingegraben sind, daß ihre Erdbedeckung über die Erdoberfläche hinausragt, müssen mit einem Erdwall abgegrenzt werden; Lager, die in Schluchten, Steinbrüchen oder zwischen Halden errichtet wurden, müssen an ihrer offenen Seite mit einem Erdwall versehen sein. Diese Wälle müssen 0,25 m höher reichen, wie das Lager selbst; die Böschung der Wälle ist auf 45° abzurichten und darf deren obere Breite nicht unter 0,75 m sinken. Unten muß der Wall mindestens 0,75 m von den Wänden des Lagergebäudes entfernt liegen.

§ 34. In jedem Lager dürfen nur soviel Sprengstoffe gehalten werden, wie es in dem dafür hergerichteten Gebäude statthaft ist. Der Bergunternehmer darf sich mehr als ein Sprengstofflager errichten, jedoch unter Berücksichtigung der in § 32 vorgesehenen Entfernungen.

§ 35. [Gleichlautend mit § 14, bis zu dessen beiden letzten, hier fortfallenden Absätzen.]

§ 36. Oberirdische Gebäude, die zum Aufbewahren einer kleineren, bis 250 kg reichenden Menge Sprengstoff dienen, müssen durch einen Zaun abgegrenzt und mindestens 50 m von Wohnhäusern, überhaupt Gebäuden entfernt

liegen, in denen sich Feuerstätten und Öfen befinden. Der Zaun oder Bretterverschlag muß ohne Lücke sein, mindestens 2 m hoch und mit Hilfe einer Tür verschließbar sein. Die Lagergebäude müssen im Sinne ihrer Anordnung den Forderungen des § 32 entsprechen.

§ 37. Bei unterirdischen, für das Aufbewahren bis zu 250 kg Sprengstoff bestimmten Räumen, müssen diese mindestens 60 m von den nächsten Schächten entfernt sein, und mindestens 20 m von den nächsten, für Mannschaftsfahrung vorgesehenen Förderstrecken. Diese Räume dürfen nicht mit den oben genannten Schächten und Strecken unmittelbar verbunden sein, sie müssen vielmehr auf eine von der Hauptstrecke abzweigenden Strecke durch zwei Hilfsstrecken münden.

§ 38. Für untertägige Aufbewahrungsräume von Sprengstoffen gelten außer den Anforderungen des § 37 noch folgende Bestimmungen:

a) vor jedem solchen Raum muß sich ein Vorraum für die Ausgabe von Sprengstoffen befinden. Die unmittelbar zum Aufbewahren dienenden Räume dürfen nur von Personen betreten werden, denen die Ausgabe der Sprengmittel anvertraut ist, sowie von den zum Tragen benötigten Arbeitern. Zum Beleuchten dürfen geschlossene, elektrische Lampen verwandt werden, deren Batteriespannung nicht über 10 Volt beträgt;

b) Bestimmungen, welche für die in § 35 genannten Lager vorgesehen sind, haben auch für untertägige Aufbewahrungsräume von Sprengstoffen Geltung.

§ 39. Für das Aufbewahren bis zu 250 kg errichtete, obertägige wie auch untertägige Sprengstofflager, dürfen nicht näher wie 50 m von einander gelegen sein.

§ 40. Obertägige Sprengstofflager müssen mit Blitzableitern versehen sein, die in bester Ordnung zu halten sind.

Das Bergamt muß möglichst einmal jährlich die Blitzableiter durch entsprechende Beamte besichtigen und auf Zuverlässigkeit prüfen lassen.

§ 41. In Lagern und anderen zum Aufbewahren von Sprengstoffen bestimmten Räumen ist, ebenso wie innerhalb der das Lager umschließenden Zäune oder Erdwälle, das Umgehen mit offenem Feuer und das Rauchen verboten.

In den Lagern und sonstigen Räumen ist, ebenso wie innerhalb des sie umgebenden Walles oder Zaunes, jegliche Arbeit verboten, so lange Sprengstoffe im Lager lagern.

Verboten ist jegliches Befördern von Sprengmitteln auf Schubkarren ebenfalls das Werfen, Wälzen nud auf der Erde Schleifen von Sprengstoffkisten; Sprengstoffe dürfen von einem Ort zum anderen nur von Hand oder auf Tragbahnen getragen werden.

§ 42. In den Lagern und sonstigen, zum Aufbewahren von Sprengstoffen dienenden Räumen ist, abgesehen von Sprengmitteln, das Abstellen und Aufbewahren nicht zugehöriger Gegenstände verboten.

§ 43. Zündkapseln müssen von den Sprengstoffen getrennt, in besonderen Gebäuden und verschlossenen Räumen gehalten werden, unter Verantwortung der mit dem Aufbewahren und der Ausgabe des Sprengstoffes Betrauten. Die Zündkapseln sind in starken, geschlossenen Kästen zu verwahren.

III. Befördern von Sprengstoffen.

A. Befördern auf Landstraßen.

§ 44. Beim Befördern zu Bergarbeiten bestimmter Sprengstoffe, auf Veranlassung und unter Verantwortung des Verkaufslager-Besitzers oder Bergunternehmers, ist folgenden Erlassen nachzukommen (§§ 45—53).

§ 45. Das Befördern von Sprengstoffen zum Lager oder in anderweitige dafür bestimmte Aufbewahrungsorte, ist allein in der vom Hersteller des Sprengstoffes oder aus größeren Verkaufslagern abgelassenen Verpackung zulässig, unter der Bedingung, daß die Kisten fest verschlossen bleiben.

Jeder Packen (Kiste) muß das Herkunftszeichen aufweisen.

§ 46. Beim Befördern von Sprengstofflasten unter 300 kg mit Pferden dürfen auch andere Gegenstände auf der Fuhre verladen werden, ausgenommen harte und leichtentzündliche Gegenstände, zu denen auch Sprengkapseln zählen, jedoch unter der Bedingung, daß die Sprengstoffkisten auf die übrigen Gegenstände aufgelegt werden. Sind mehr wie 300 kg Sprengstoffe auf der Fuhre verladen, dann ist jedes Mitverladen anderweitiger Dinge verboten.

Die Sprengstoffpacken (Kisten) müssen auf dem Wagen oder Schlitten derart angeordnet werden, daß sie sich gegenseitig nicht berühren, nicht gegen den Wagen- oder Schlittenkörper anschlagen oder an den Rädern reiben; auch müssen sie gegen Schnee und Regen geschützt sein.

§ 47. Das mit Sprengstoffen beladene Fuhrwerk, oder wenn deren mehrere sind, das erste, ist mit einer roten Fahne kenntlich zu machen.

§ 48. Außer den Führern muß bei jedem Sprengstoffversand, der aus einem oder mehreren Fahrzeugen besteht, eine vom Besitzer der Sendung bevollmächtigte Vertrauensperson dabei sein, die weder tags noch nachts die Sendung verlassen darf.

Die mit Sprengstoffen beladenen Fahrzeuge müssen im Schritt fahren, eines vom anderen mindestens 50 m entfernt.

§ 49. In Leichtfahrzeugen, zu denen auch Leichtautos gehören, dürfen nur bis zu 2,5 kg Sprengstoffe auf einmal befördert werden.

Außer den Begleitern des Sprengstoffes sind während der Beförderungszeit des Sprengstoffes auf dem Fahrzeuge keine anderen Mitfahrer zu dulden.

§ 50. Lastautos dürfen während der Beförderung von Sprengmitteln keine größere Geschwindigkeit entwickeln wie 20 km die Stunde. Die Polizeibehörden sind befugt, jegliches Befördern von Sprengstoffen auf gewissen Wegen zu verbieten, oder aber an besondere Bedingungen zu knüpfen.

§ 51. Das Befördern von Sprengstoffen mit Hilfe von Lastautomobilen unterliegt außer den oben (§§ 44—53) genannten Bedingungen, noch nachstehenden Sonder-Vorschriften:

a) für mit Explosionsgetrieben versehene Selbstfahrer:

1) die Sprengstoffe dürfen auf dem Kraftfahrzeuge selbst befördert werden oder auf dessen Anhängewagen (gestattet ist nur ein Anhängewagen); nur

auf letzterem dürfen chlorsaure und überchlorsaure Verbindungen haltende Sprengmittel, Schießpulver und ihm ähnliche Sprengstoffe geführt werden;

2) die belastete Fläche des Kraftwagens muß mit festen, mindestens 2 cm starken Brettern, darüber mit Eisenblech gedeckt sein. Eine ebensolche Blechbedeckung muß auch der Anhängewagen, auf dem Sprengstoffe befördert werden, aufweisen;

3) müssen das Triebwerk und der Karburator am Vorderende des Kraftwagens angebracht sein, getrennt durch den Führersitz vom Lastenraum und geschieden von letzterem durch eine hinten mit Eisenblech beschlagene, höhere Zwischenwand;

4) der fürs Benzin oder für anderweitige Triebstoffe bestimmte Behälter muß sich unterhalb des Führersitzes befinden;

5) vor dem Führersitz muß ein richtig zeigender Schnellkeitsmesser angebracht sein, der die oben erlaubte Stundengeschwindigkeit einwandfrei abzulesen gestattet;

6) der Kraftwagen und die Anhängewagen müssen ihrer Bestimmung entsprechend, weiche Federn und Radgummis aufweisen;

7) der Anhänger muß federnd mit dem Kraftwagen verbunden sein;

8) jedes Auto muß mindestens 2 Feuerlöscher und einen Kasten mit Sand, Erde oder dem ähnlichen Stoff mit sich führen; diese Hilfsmittel sind so anzuordnen, daß sie bequem zur Hand wären;

9) außer dem Führer muß auf dem Kraftwagen noch eine zweite Person anwesend sein, die als Kraftwagenlenker ausgebildet ist. Entfernt sich der Kraftwagenführer in sehr dringenden Fällen vom Wagen, muß der Begleiter beim Wagen zurückbleiben;

b) für elektrisch angetriebene Kraftwagen sind von den vorstehend angegebenen Forderungen nur die unter Punkt 5, 6, 7 und 9 maßgeblich.

§ 52. Die Bestimmungen der §§ 29 und 30 sind nicht verbindlich für das Befördern bis zu 35 kg Sprengstoff.

§ 53. Das Rauchen und Feueranmachen ist näher wie 100 m von der Fracht verboten, auch darf keine einzige Person, die am Befördern beteiligt ist, ausgenommen diejenige, welcher der Versand anvertraut ist, Streichhölzer oder sonstige leicht zündliche Gegenstände bei sich führen.

B. Befördern von Sprengstoffen in der Grube.

§ 54. Sind über 7,5 kg. Sprengstoff in der Nähe von Schacht- und Grubengebäuden oder in untertägigen Strecken zu befördern, dann hat dieses von anderen Arbeiten abgesondert, unter Aufsicht eines Aufsehers vor sich zu gehen, wobei die Arbeiter durch ein besonderes Warnungszeichen von der Annäherung des Sprengstoffes Kenntnis geben.

Die Träger dürfen weder Lampen noch Laternen mit sich führen; ihre Begleiter müssen mit geschlossenen Laternen ausgerüstet sein.

Zum Überführen von mehr als 25 kg Sprengstoff sind mindestens 2 Arbeiter anzustellen.

Beim Überführen von mehr als 7,5 kg Sprengstoff dürfen nicht Sprengkapseln gleichzeitig mitgenommen werden; letztere sind gesondert fortzuschaffen.

Beim Befördern von Sprengstoffen ist das Rauchen verboten.

Das Werfen, Vorwärtsschieben [Schlarfen] und Karren von Sprengmitteln ist untersagt.

§ 55. Das Befördern von Sprengmitteln im Schacht ist dem Maschinenführer und den auf der Hängebank tätigen Personen vorher bekannt zu geben.

Der Maschinenführer darf nicht mit großer Geschwindigkeit fahren, um dann plötzlich anzuhalten; am Füllort hat der Aufseher die Sprengstoffe vorsichtig von der Plattform herunterzunehmen und sie nur dazu bestimmten Arbeitern zu übergeben.

Wird das Heben und Hinunterlassen mit Hilfe eines Pferdegöpels bewirkt, dann haben die Aufseher am Schachtmund und die Pferdewärter darauf zu achten, daß die Sprengstoffe langsam hinabgelassen werden. Das Hinunterlassen von Sprengstoffen hat stets unter Aufsicht des Steigers vor sich zu gehen oder eines besonderen Aufsichtsbeamten.

§ 56. Zum Tragen der ihnen ausgegebenen Patronen müssen die Arbeiter mit Ledersäcken, Holz- oder Zinkkästen ausgerüstet sein.

IV. Ausgabe von Sprengstoffen in der Grube.

§ 57. In Gruben und Steinbrüchen erfolgt die Ausgabe des Sprengstoffes sowohl aus dem Lager als auch anderen, unter- oder obertägigen Aufbewahrungsorten, seitens des Steigers oder eines besonderen Werkaufsehers; die Sprengstoffe dürfen nur Aufsehern oder Auserwählten [Sprengmeistern] anvertraut werden, deren Aufgabe es ist, die Bohrlöcher zu laden und zu zünden.

In Schurfarbeiten ist es gestattet die Sprengstoffe dem Belegschaftsältesten [Artellältesten] auszufolgen.

Die Anzahl der Personen, denen Sprengstoffe ausgegeben werden, wird seitens des Eigentümers oder Betriebsführers festgestellt; deren Namensverzeichnis ist dem Berginspektor einzusenden. Über Entlassungen unter den Genannten und an deren Stelle Neueintretende ist dem Berginspektor Meldung zu erstatten, wobei auch der Entlassungsgrund mitzuteilen ist.

Bei der Sprengstoffausgabe ist der tatsächliche Bedarf für eine Schicht im Auge zu behalten.

Verboten ist das Verabfolgen von Sprengstoffen an Personen unter 18 Jahren oder nicht nüchternem Lebenswandel.

§ 58. Die zum Gebrauch ausgefolgten Sprengpatronen müssen während der Arbeitszeit in hierfür bestimmten, besonderen Lederbeuteln oder Kästen aufbewahrt werden, an ungefährlichen, von den Steigern oder Aufsichtsbeamten bezeichneten Plätzen, tunlichst entfernt vom Arbeitsort. Die Sprengkapseln sind, von den Patronen getrennt, in besonderen Kästen aufzubewahren.

§ 59. Die während einer Schicht nicht verschossenen Sprengstoffe sind, ebenso wie die verdorbenen oder nicht gebrauchten Sprengkapseln, nach der Schicht mitsamt ihrem Aufbewahrungskasten oder Beutel unverzüglich der Person zurückzustellen, welcher die Ausgabe anvertraut ist.

§ 60. Das Mitnehmen von Sprengstoffen aus der Grube ist verboten.

Für Schürf- und andere zeitweilige Bergarbeiten, zu denen geringe Sprengstoffmengen aufgehen, ist es gestattet, bis zu einer Kiste Sprengstoffe

(25 kg Dynamit) auch aus benachbarten Gruben mit besonderer Erlaubnis des Bergamtes zu beziehen, jedoch mit der Einschränkung, daß die Sprengstoffe unter Verantwortung und Verrechnung des Arbeitsältesten verbleiben und an einem ungefährlichen Orte und unter ständiger Aufsicht aufbewahrt würden.

Die Bergunternehmer oder deren Bevollmächtigte oder sonstige, gesetzliche Vertreter sind verpflichtet mit besonderer Sorgfalt darauf acht zu geben, daß die Bestimmungen der §§ 59 und 60 seitens der Arbeiter erfüllt würden.

V. Sprengstoffverbrauch in Gruben.

§ 61. Sämtliche, zu Sprengzwecken erforderlichen Bedarfsstoffe sind seitens der Grubenverwaltung einzukaufen.

§ 62. Personen, die Sprengpatronen mit sich führen, dürfen diese auch nicht für die aller kürzeste Frist in Häusern mit Menschenansammlungen, Gebäuden mit Triebwerken, in der Nähe offener Feuer oder irgendwelcher Feuerungen liegen lassen, desgleichen neben Dampfleitungen, Dampfzylindern oder Dampfkesseln, auch an Orten, an denen diese Sonnenstrahlen ausgesetzt wären.

§ 63. Stellt sich die Notwendigkeit ein Sprengpatronen umzuarbeiten, darf das Umarbeiten nur unter Aufsicht einer von der Grubenverwaltung besonders dazu ernannten Person vor sich gehen. Beim Umarbeiten über Tag muß dieses an offener Luft oder in derart freien Räumen vorgenommen werden, die weit entfernt von Gebäuden liegen. In der Grube selbst darf das Umarbeiten nur in solchen Grubenräumen erfolgen, die vom Hauptschacht, von Förderstrecken und von Arbeitern benutzten Durchgangsstrecken, in der Hauptsache aber von Sprengstofflagern und deren Aufbewahrungsorten weit entfernt liegen.

Fremden ist verboten dieser Arbeit beizuwohnen.

§ 64. Sprengstoffe, die gefrorenes Nitroglycerin enthalten, und Kisten, in denen sie aufbewahrt werden, dürfen nicht mit harten Gegenständen berührt werden; vorkommenden Falls dürfen sie auch nicht zum Sprengen benutzt und den Arbeitern ausgegeben werden; sie müssen vorher aufgetaut werden. Das Auftauen hat in Metallgefäßen mittels 40° warmem Wassers zu erfolgen, so daß die Sprengstoffe nicht in unmittelbare Berührung mit dem Wasser geraten, nicht mehr wie 10 kg Sprengstoffe auf einmal, oder auf irgendeine andere gefahrlose Weise.

Um das Einfrieren von Patronen oder Nitroglycerinsprengstoffen nach ihrer Ausgabe während der kalten Jahreszeit zu verhindern, müssen die Arbeiter sie unter ihrer Kleidung, dem Körper möglichst nah aufbewahren.

§ 65. Nitroglycerinsprengstoffe, die anfangen sich zu zersetzen, dürfen nicht weiter verwandt werden, sondern sind an offener Luft, entfernt von Gebäuden, unter Aufsicht des Steigers oder Aufsehers zu verbrennen. Beim Verbrennen sind die Patronen nacheinander ins Feuer zu werfen, nicht mehr wie 1 kg auf einmal.

§ 66. Fertige Sprengladungen, d. h. Patronen mit Sprengkapseln, dürfen nicht auf Vorrat gehalten werden; die Ladungen sind vielmehr unmittelbar vor Gebrauch fertigzustellen.

§ 67. Das Laden und Zünden der Bohrlöcher muß durch besonders dafür ernannte Personen erfolgen, denen die Zündgeschwindigkeit der Zündschnur und die Eigenschaften des benutzten Sprengstoffes bekannt sind.

Die Zündschnüre müssen zu den einzelnen Ladungen passende Längen haben, damit die Sprengung nicht vorzeitig erfolgt.

Die Zündschnüre sind vor ihrer Verwendung in der Grube wie folgt nachzuprüfen: aus verschiedenen Stellen des Zündschnurringes werden Probestücke von 50 cm Länge ausgeschnitten und entzündet. Ringe, deren Abschnitte schneller wie in 1 Minute abbrennen, sind zum Gebrauch in der Grube ungeeignet.

§ 68. Als Versatz in Bohrlöchern dürfen nur weiche Gesteine, die beim Anschlagen keine Funken geben, benutzt werden.

Das Anwenden eiserner oder stählerner Ladestöcke ist beim Versatz verboten.

§ 69. Beim Fertigstellen der Ladungen (§ 66) und beim Laden von Bohrlöchern, ist das Rauchen verboten.

§ 70. Vor dem Anzünden der Zündschnur sind durch besondere, in der Grube übliche Warnungszeichen alle in der Nähe sich aufhaltenden Arbeiter vor der beabsichtigten Sprengung zu warnen; auch ist vor dem Zünden festzustellen, ob nicht Arbeiter in der Gefahrenzone verblieben sind.

§ 71. Werden Sprengarbeiten an Orten vorgenommen, an denen die Arbeiter nicht schnell genug auf Seitenstrecken in Deckung gehen können, dann sind künstliche Wehre zum Schutz gegen umherfliegende Steinstücke zu errichten.

In senkrechten [seigeren] oder geneigten Grubengängen müssen diese Wehre feste Schilde haben; beim Schachtvertiefen oder beim Vortreiben des Stollens von unten nach oben, müssen feste Bühnen eingebaut werden; sowohl die Schilde wie die Bühnen müssen von den Arbeitsstößen genügend entfernt liegen, damit die Arbeiter dort tatsächlich außer Gefahr kämen. Ist das Flüchten des Schießmeisters nach gefahrenen Orten unmöglich, dann müssen die Sprengschüsse auf elektrischem Wege gezündet werden.

§ 72. Geht ein geladenes Sprengloch nicht los, dann ist es verboten, sich diesem Loch während der nächstfolgenden 10 Minuten zu nähern.

§ 73. Das Herausbohren und Herausreißen nicht gezündeter Sprengladungen aus den Bohrlöchern ist ebenso unstatthaft wie ihr Vertiefen, falls das Gestein nicht bis zum Bohrlochrande zersprengt ist.

§ 74. Das gleichzeitige Zünden mehrerer Sprengschüsse auf ein Mal muß eine Person allein vornehmen, während die anderen Arbeiter sich im Schutz aufhalten. Mehr als 8 Sprengschüsse auf ein Mal zu laden oder von Hand zu zünden, ist verboten. Arbeiter, die das Zünden bewerkstelligen, müssen beim Zünden mehrerer Sprengladungen die Schüsse zählen, um zu wissen, ob auch alle gezündet haben.

VI. Ausgabe von Sprengstoffen in der Grube.

§ 75. In jedem Sprengstofflager muß ein vom Bergamt gesiegeltes Schnurbuch gehalten werden, in dem der Ein- und Ausgang an Sprengstoffen für jeden Sprengstoff gesondert zu buchen ist.

Der vorliegende Paragraph gilt ebenso wie die §§ 55 und 56 auch für Sprengkapseln und Zünder.

§ 76. Die Bergunternehmer oder deren Bevollmächtigte sind verpflichtet mindestens einmal monatlich die in ihren Lagern oder anderweitigen Aufbewahrungsräumen vorhandenen Sprengstoffe zu überzählen und hierüber einen Vermerk im Schnurbuch einzutragen, unter Beifügung ihrer Unterschrift.

Bei dieser Feststellung erübrigt es sich unangebrochene Kisten oder Packen zu öffnen, die eine bekannte Menge Sprengstoff enthalten; es genügt, wenn die Anzahl der Packen gezählt und von außen nachgesehen wird, ob sie angebrochen.

Die Namen der seitens des Bergunternehmers zum Überwachen des Sprengstoffes Bevollmächtigten, sind dem Berginspektor mitzuteilen.

§ 77. Die Bergunternehmer sind verpflichtet alle Halbjahr dem Bergamt den Eingang, Ausgang und den Bestand des Lagers mitzuteilen.

Die Beamten des Bergamtes prüfen bei ihrem Besuch der Grube den Bestand an Sprengmitteln und vergleichen den buchmäßig nachgewiesenen Ausgang mit dem tatsächlichen Aufwande.

VII. Den Umgang mit Sprengstoffen regelnde Bestimmungen und die Verantwortung für deren Übertretung.

§ 78. Die Überwachung darüber, daß die hier genannten Verordnungen eingehalten werden und die gerichtliche Strafverfolgung der sie Übertretenden, ist in allgemeiner Grundlage dem Berginspektor und der Polizei auferlegt, unter der Bedingung, daß die Beurkundung der Übertretung, deren Feststellung Fachkenntnisse erfordert, von der Polizei gemeinsam mit dem Bergaufsichtsbeamten ausgeführt würde, falls letzterer am Orte weilt; im nicht zutreffenden Fall ist diesem die Fassung der Anklage zur Stellungnahme zuzusenden.

§ 79. Die Übertreter vorliegender Verordnungen werden auf Grund der Kriminalprozeßordnung (Ul. o nak., vom Jahre 1885 mit Nachträgen bis 1914¹ §§ 986², 986³ und 989¹ und der Friedensgericht-Strafordnung (Ust. o nak. Ausgabe 1914¹ im § 118 besonders erwähnten Fällen zur Verantwortung gezogen. Für Übertretungen vorliegender Bestimmungen, die nicht unter die angeführten Paragraphen fallen, wird der Schuldige auf Grund des § 29 der Friedensgericht-Strafordnung zur Verantwortung gezogen.

VIII. Schlußbestimmung.

§ 80. Vorliegende verbindliche Verordnung tritt 14 Tage nach ihrer Veröffentlichung im R. T. in Kraft; gleichzeitig verlieren die Verordnungen gleichen Inhalts im früheren russischen Gesetz und der Verwaltungsordnung aus den Jahren 1883 Art. 13 und 1887 Art. 885 mit allen späteren Abänderungen, ihre Geltung.

¹ [Vormals geltende russische Gesetze. Das Sichten und Sammeln der im Freistaat maßgeblichen Bestimmungen ist z. Z. im Gange.]

25 (16). Richtlinien für die Bergaufsicht¹.

§ 1. Der Berginspektor muß über alle Bergunternehmen Bescheid wissen und über diese vollständige und genaue Angaben einsammeln.

§ 2. Der Berginspektor ist berechtigt vom Bergunternehmer Angaben einzufordern über:

a) Betriebs-Erweiterungen, Einschränkungen, Betriebsstillstände oder Aufgabe des Betriebes — nicht später wie 2 Wochen vor der diesbezüglich beabsichtigten Ausführung;

b) Unfälle, Feuerschäden, Betriebsstörungen u. dergl. m., welche die Arbeitleistung behindern könnten — unmittelbar nach dem Geschehnis.

§ 3. Der Berginspektor ist verpflichtet den Bergunternehmern Hilfe zu geben, damit diese ihr Unternehmen zweckmäßig und gewinnbringend einrichten, ihnen fachtechnischen Rat zu erteilen, jedoch ohne sich in die Belange des Bergunternehmers einzumischen.

§ 4. Der Berginspektor muß möglichst häufig, zum mindesten 2 Mal jährlich, alle in den Grenzen des Freistaates befindlichen Bergunternehmen und Gruben besichtigen. Größere Unternehmen oder solche, deren Gefährlichkeit eine besondere Aufsicht erforderlich machen, sind häufiger der Besichtigung zu unterziehen. Über jede Besichtigung hat der Inspektor einen Vermerk in ein diesbezügliches Inspektionsbuch einzutragen, wobei anzugeben ist, ob allein Tagebauten oder auch unterirdische Arbeiten besichtigt wurden. Der Berginspektor ist verpflichtet nachzuprüfen, in welchem Maße die Unternehmen dem Gesetz und diesbezüglich erlassenen Verordnungen Genüge leisten. In diesem Sinne ist er berechtigt:

a) von der Verwaltung des Unternehmens jederart schriftliche und mündliche Erklärungen einzufordern, Berichte, Bücher und Urkunden sich vorweisen zu lassen, die zum Verständnis der oben genannten Angaben dienen;

b) nötigenfalls den Angestellten und Arbeitern des Unternehmens Fragen vorzulegen;

c) in besonders wichtigen Fällen den Besitzer oder Leiter, oder Angestellte und Arbeiter zum persönlichen Aufschlußgeben zu sich zu bestellen;

d) vom Bergunternehmer zutreffende, statistische Angaben über deren Gewerke, Gruben u. s. w. einzufordern, welche die Unternehmer gehalten sind fortlaufend nach je 3 Monaten dem Bergamt einzureichen, in einer von letzterem vorgeschriebenen Fassung.

¹ Bestätigt vom Handels- & Industrieminister am 8. April 1927 auf Grund des § 5 Punkt 4 des Berggesetzes (R. T. v. J. 1927). Veröffentlicht im R. T. a. 12. Mai 1927 Nr. 46, S. 632—635. Zusätze des Herausgebers in [].

In jedem Gruben- und Werkbetrieb muß ein vom Besitzer beschafftes und vom Bergamt bestätigtes Schnurbuch (Inspektionsbuch) vorliegen, sowohl für die im § 4 erwähnten Eintragungen, wie auch anderweitige Forderungen und Vermerke seitens des Berginspektors oder des staatlichen Markscheiders.

§ 5. Das vom Bergamt ausgestellte Zeugnis berechtigt den Berginspektor nachts sowohl als tags unbehindert in jede Abteilung des Bergunternehmens einzudringen, ausgenommen die Privatwohnungen von Angestellten und Arbeitern.

§ 6. Dem Berginspektor steht das Recht zu, von den leitenden Beamten des Unternehmens, wie Meistern, Aufsehern u. s. w. zu verlangen, daß sie ihm in Erfüllung seiner Amtspflichten in jeder Beziehung behilflich wären und seinen gesetzlichen Forderungen nachkämen.

Der Berginspektor ist befugt, von der Verwaltung des Unternehmens entsprechende Räume zum Übernachten oder Ausruhen zu beanspruchen, überhaupt zur Erledigung seiner amtlichen Aufgabe.

§ 7. Der Berginspektor hat nicht das Recht sich bei seinen Besichtigungen in wirtschaftliche oder Betriebs-Angelegenheiten der Werke oder Gruben zu mischen, ausgenommen die Fälle, die vom allgemeinen Gesetz und der vorliegenden Verordnung vorgesehen sind.

§ 8. Stellt der Berginspektor auf Grund eigener Feststellung, einer Angabe des staatlichen Markscheiders oder auf irgend eine andere Weise fest, daß im Werk oder der Grube die Einrichtungen oder Arbeitsweisen den diesbezüglich erlassenen Forderungen nicht nachkommen, dann ist er verpflichtet dieses den Werkführer oder Grubenleiter oder dessen Stellvertreter wissen zu lassen und ihm Mittel und Wege zur Beseitigung dieser Übelstände zu weisen, sei es durch mündliche Hinweise, sei es durch schriftliche Eintragungen im Inspektionsbuch, oder, wenn dieses unzulässig, durch eine besondere, schriftliche Benachrichtigung, indem er das Durchführen von Hilfsmaßnahmen bis zu einer bestimmten Frist verlangt; diese Frist ist jedesmal dem Einzelfall anzupassen, je nach den Schwierigkeiten, wie viel das Durchführen Zeit beansprucht und wie eilig es zu erfolgen hat.

§ 9. Kommen Übertretungen zum Vorschein, die dem Berggesetz oder auf Grund desselben erlassenen Verordnungen zuwiderlaufen, dann müssen die Aufsichtsbeamten des Bergamtes, deren Aufgabe es ist, die Erfüllung der Gesetze zu überwachen, den Tatbestand zusammenstellen oder die Gesetzesübertretung schriftlich festhalten (Kr. k. § 1143)². In Fällen, in denen der Berginspektor im Untersuchen der Gründe für die Gesetzesübertretung zu der Überzeugung gelangt, daß die Übertretung auf einem Mißverstehen des Gesetzes beruht oder einem gegebenen [ungünstigen] Umstand entspringt, der das Erfüllen des Gesetzes behinderte, muß er den Sinn des Gesetzes, ohne die Verhandlung schriftlich aufzunehmen, erläutern, und dieses ins Inspektionsbuch eintragen, wobei er vermerkt (wenn dieses nötig ist), in welcher Zeit das Unternehmen seine Verpflichtungen mit dem Gesetz oder den Verordnungen in Einklang bringen muß.

§ 10. Unterläßt der Bergunternehmer das Beseitigen der in § 8 vermerkten Beanstandungen, dann zieht der Berginspektor den schuldigen Bergunternehmer oder dessen Vertreter zur gerichtlichen Verantwortung (auf Grund der Friedens-

gerichts-Strafordnung § 29, falls nicht anderweitige Strafen vorgesehen sind)² und überweist den zu diesem Zweck zusammengestellten Tatbestand entweder unmittelbar oder durch das Bergamt den zuständigen Gerichtsbehörden.

§ 11. Die vom Berginspektor gefaßte Anklageakte vor Gericht zu begründen, gehört zu den Pflichten des Berginspektors oder des zur Bergaufsicht bestellten, besonderen Beamten.

§ 12. Gelingt es nach 2 Mal erfolgtem Strafvollzug nicht den Bergunternehmer zur Erfüllung der vorgeschriebenen Forderungen zu zwingen, dann ist der Berginspektor verpflichtet, sich mit dem Vorschlage an das Bergamt zu wenden, die erforderlichen Umänderungen zu Lasten des Unternehmers durchzuführen und entstehende Unkosten vom Bergunternehmer in gesetzlich vorgeschriebener Ordnung einzuziehen.

§ 13. Läßt sich eine unausbleibliche Gefahr voraussehen, ist, um der Gefahr zu begegnen, der Berginspektor berechtigt auf eigenes Verantworten alle Hilfsmittel auf Kosten des Bergunternehmers in Anwendung zu bringen und darüber im Beisein des Unternehmers oder dessen Vertreters und anderer unbeteiligter Zeugen Gegenwart eine Bestandsaufnahme auszufertigen. Die Verfügung ist zugleich mit der Befundschrift dem Bergamt einzusenden.

§ 14. Wenn sich in unterirdischen Arbeiten die drohende Gefahr nur durch Stillstellen des ganzen Grubenbetriebes erreichen läßt, oder irgendeines seiner Abschnitte, dann muß der Berginspektor hierüber im Beisein des Bergunternehmers oder dessen Bevollmächtigten und wenigstens zweier unbeteiligten Zeugen Gegenwart einen Tatsachenbefund zusammenstellen. Derartige Schriftstücke sind unverzüglich dem Bergamt zuzusenden, dem das Recht zusteht die Arbeiten still zu setzen.

§ 15. In dringenden Fällen muß der Berginspektor auf telegraphischem Wege um Genehmigung zum Stilllegen der Arbeiten einkommen, und zugleich mit der ersten Post die nötigen Unterlagen abfertigen.

§ 16. Erfährt der Berginspektor selbst, oder durch den staatlichen Marktscheider, daß Menschen, die sich im Werk oder der Grube oder deren Nachbarschaft aufhalten, ein unmittelbarer Schaden droht, zu dessen Beseitigen, an Hand der vorliegenden Anweisungen zum Erfüllen der in §§ 8—15 vorgesehenen Vorschriften, keine Zeit vorhanden ist, fordert er vom Bergunternehmer oder der verantwortlichen Person (§ 23) die sofortige Stilllegung der gefahrdrohenden Arbeit und die Entfernung der dabei beschäftigten Arbeiter; in Fällen, in denen der Bergunternehmer die Forderung unerfüllt läßt, wendet er sich an die Ortspolizei, die ihm zum Durchführen der Forderung Hilfe gewähren muß.

Muß der Berginspektor zu derartigen Maßnahmen greifen, stellt er hierüber ein besonderes Schriftstück zusammen, und sendet dieses nach der in § 14 vorgesehenen Ordnung dem Bergamt.

§ 17. Der Berginspektor hat darauf zu achten, daß bei unterirdischen Grubenarbeiten weder das Leben noch die Gesundheit von Arbeitern oder Ortsanwohnern gefährdet werde, auch nicht deren Besitz oder auch Quellen, die Volks-

² [Vormals geltendes russisches Gesetz.]

mengen zur Wasserversorgung dienen, nicht zum Schaden gereiche. Ist in diesem Sinne eine Gefahr zu vermuten, muß der Berginspektor, sowohl dem Bergunternehmer, durch dessen Arbeiten der Schaden entstehen könnte, als auch den Besitzern der Gebäude oder Quellen, denen die Schädigung droht, eine Warnung zugehen lassen.

§ 18. Die Bergunternehmer sind verpflichtet über [ihre] unterirdischen Arbeiten einen zuverlässigen Plan zu führen, entsprechend den Bestimmungen, die vom Handels- & Arbeitsminister für Markscheidearbeiten ausgegeben sind.

§ 19. Zu den Pflichten des Berginspektors zählt das Festsetzen der Stärke von Sicherungspfeilern gegen das Absinken und Spalten der Erdoberfläche, die an Stellen der Grubenarbeit hinterlassen werden müssen, wo die Arbeit nahe von Wohnstätten vor sich geht oder nicht weit auf der Erdoberfläche belegenen gemeinnützigen Gebäuden, Quellen, Wasseransammlungen u. dergl. m.

Über den Umfang der von ihm vorgeschlagenen Sicherungs-Pfeiler muß der Berginspektor sowohl dem Bergunternehmer, den die Sache angeht, Mitteilung machen, als auch den Personen und Anliegern, unter deren Fürsorge die bezeichneten Gebäude, Quellen u. s. w. stehen. Im Falle die genannten Personen oder Anlieger von sich aus mit abweichenden Vorschlägen hervortreten, sind sie zu einer gemeinsamen Beratung zusammenzurufen. Erfolgt keine Einigung, ist die Angelegenheit dem Bergamt zur Entscheidung vorzutragen, zugleich mit dem Dafürhalten der Partei, der Entscheidung des Berginspektors mit vollständigem Plan und geologischem Schnitt im Maßstabe 1:1000 des in Frage stehenden Geländes.

Ist den örtlichen Bedingungen zufolge im obenerwähnten Sicherungs-Pfeiler irgendeine bergbauliche Arbeit statthaft, dann muß der Berginspektor dem Bergunternehmer vorschreiben, welchen Forderungen im Verfolg derartiger Arbeiten nachzukommen ist und hierüber den Personen und Unternehmen Mitteilung machen, unter deren Fürsorge die zu schützenden Gebäude und Wasseransammlungen stehen.

Erfolgen seitens der genannten Personen oder Unternehmen irgendwelche Einsprüche oder Vermerke, dann ist die Frage über die Ausführbarkeit bergbaulicher Arbeiten nach der im ersten Abschnitt beschriebenen Ordnung zu entscheiden.

Der Berginspektor hat darüber zu wachen, daß die Umriss der Schutz-Pfeiler auf die Erdoberfläche übertragen und daselbst auf eine kenntliche Weise bezeichnet werden, damit die unterirdischen Arbeiten, ohne entsprechende Erlaubnis nicht aus den Grenzen des Pfeilers hinausgingen und im Verlaufe der bergbaulichen Arbeit alle Vorschriften erfüllt würden, unter denen die Arbeit im Sicherungs-Pfeiler gestattet wurde.

§ 20. Wird dem Berginspektor über einen Unfall berichtet, der im Werk oder der Grube vorgekommen ist und eine schwere Verletzung oder den Tod nach sich zog, muß er sich unverzüglich auf die Unfallstelle begeben, um die Ursachen zu erforschen und Maßnahmen zu treffen, damit fürderhin Gefahren ausgeschlossen oder Geschädigte errettet würden. Über den Vorfall stellt der Inspektor eine Befundsaufnahme zusammen, stellt Verhöre an und fügt seine Meinungsäußerung über den Vorfall hinzu; eine Abschrift der Befundsaufnahme

wird dem Bergamt zugesandt, die Urkunde erforderlichenfalls den zuständigen Gerichtsbehörden.

§ 21. Erfährt der Berginspektor selbst oder durch den Markscheider, daß jemand ungesetzlicherwise Bodenschätze ausbeutet, verfügt er die Stilllegung dieser Arbeit und stellt hierüber eine Befundsaufnahme zusammen, in Gegenwart unbeteiligter Zeugen, nach Möglichkeit auch in Gegenwart des unbefugten Ausbeuters; mit der Benachrichtigung ist dem Bergamt das Schriftstück zuzusenden.

§ 22. Zum 15. Februar jeden Jahres stellt der Berginspektor dem Bergamt seinen Jahresbericht vor, mit den statistischen, den Bergbau betreffenden Angaben.

§ 23. Die innere wirtschaftliche Leitung des gewerblichen Unternehmens ist in ihrem vollem Umfange dem Unternehmer unterstellt, mit Ausnahme der Gegebenheiten, die im Gesetz und vorstehenden Bestimmungen vorgesehen sind; doch müssen die Unternehmer dem Berginspektor eine oder mehr Personen schriftlich aufgeben, die beim Ausführen bergbaulicher Arbeiten im Sinne der bergbaulichen Vorschriften verantwortlich sind, wobei, wenn mehrere Personen in Frage kommen, die Zuständigkeit jeder einzelnen aufs genaueste anzugeben ist. Diese Personen bezeugen durch ihre Unterschrift, daß sie die Verantwortung in der Angelegenheit bewußt auf sich nehmen und daß sie mit den Vorschriften fürs Vorbeugen von Gefahren bekannt sind; zum mindesten einem von ihnen muß eine Vollmacht zur Verfügung stehen, nach der er berechtigt ist, nicht nur die Grube oder das Werk zu leiten, sondern auch seinem Ermessen nach Ausgaben zu veranlassen, die zum Schutz gegen Gefährdung der in der Grube Beschäftigten erforderlich sind.

Oben genannte schriftliche Benachrichtigungen müssen dem Berginspektor nebst Unterschriften auch bei jedesmaligem Wechsel der verantwortlichen Personen eingesandt werden. Diesbezügliche Benachrichtigungen müssen dem Berginspektor überreicht sein, bevor die genannten Personen die Verantwortung auf sich nehmen.

Den für die Gefahrlosigkeit von Bergarbeiten verantwortlichen Personen müssen auch auf Dampfkessel und Maschinen bezügliche Verordnungen bekannt sein, desgl. auch Hilfsmittel, die zum Verhüten von Unfällen nötig sind, die durch Dampfkessel oder andere Triebwerke entstehen oder verursacht werden könnten.

§ 24. Vorliegende Dienstanweisung tritt 14 Tage nach ihrer Bekanntgabe im R. T. in Kraft; gleichzeitig verliert die Anweisung gleichen Inhaltes aus dem früheren russischen Gesetze, das von der russischen Regierung im Bande 1890 Art. 887 veröffentlicht worden ist, mit allen späteren Abänderungen, ihre Gültigkeit.

26 (17). Dienstanweisung für die Markscheider¹.

§ 1. Die Bergunternehmer sind verpflichtet:

1) im weiterhin vermerkten Maßstabe, nach Möglichkeit genaue Pläne von Gängen und allen Gruben ihres bergbaulichen Unternehmens zu führen; desgl. auch in vorgeschriebener Form Arbeitsbücher über das fortschreitende Herstellen des Planes. Sowohl die Pläne, wie die Tagebücher sind in doppelten Ausführungen anzufertigen; eine davon bewahrt der Besitzer oder Leiter des Unternehmens, das andere der staatliche Markscheider. Der von letzterem aufbewahrte Plan wird zur fortlaufenden Ergänzung nur auf aller kürzeste Zeit der Grubenverwaltung übergeben.

2) dem staatlichen Markscheider das Nachprüfen der Grubenpläne zu ermöglichen, ihm die für diesen Zweck nötigen Arbeiter zur Verfügung zu stellen, Markscheiderböcke, Signallatten und Pflöcke; überhaupt, dem Markscheider bei Erfüllung seiner Obliegenheiten jegliche Hilfen angedeihen zu lassen.

3) auf dem Grubenplane vorgezeichnete Punkte im Gelände mit dem Markscheiderzeichen zu versehen.

Vermerk. Zum Maßstabe für Pläne ist das Verhältnis 1:250 zu wählen. Zulässig sind folgende Höchstmaße an Abweichungen: auf wagerechten Strecken — 1 m auf 1000 m; eine Abweichung von der rechten Linie, am Schlusse der Zeichnung, nicht über 1,5 m auf 1000 m (bei Arbeiten mit dem Theodoliten [Meßwerkzeug für Ferne und Höhe] sind Abweichungen von nur 0,5 m statthaft); beim Feldmessen mit der Wasserwaage im Abbaugebiet, darf der Höhenfehler nicht über 1 m auf 25000 m hinausgehen. Auf jedem Plan muß der astronomische Meridian Ortsrichtig eingezeichnet werden; diese Richtlinie ist auch in der Grube selbst durch bleibende Marken festzulegen; in Gruppen von Gruben darf der Meridian in einer Grube allein nach Wahl des Markscheiders festgesetzt werden.

§ 2. Die Verpflichtungen des staatlichen Markscheiders sind folgende:

1) muß der Markscheider wenigstens 2 Mal im Jahr alle Bergunternehmer durchgehen, um Betriebspläne nachzuprüfen, und um gegebenenfalls Pläne, die den Bedingungen des § 1 entsprechen, mit seiner Unterschrift als richtig anzuerkennen.

2) Ist der Grubenplan weder zutreffend, noch im erforderlichen Maßstabe angefertigt, oder fehlen ihm Ergänzungen (§ 1), oder fehlt der Plan überhaupt, dann berichtet der staatliche Markscheider hierüber dem Bergamt und verbessert, ergänzt oder stellt im Auftrage des letzteren einen neuen Grubenplan auf Kosten

¹ Veröffentlicht im R. T. v. 12. Mai 1927 Nr. 46 S. 635—636.

des Unternehmers her, den er durch seine eigene Unterschrift bestätigt. Die Gebühr für das Herstellen oder Ergänzen des Planes, wird nach dem hier angeschlossenen Satz erhoben. Auch in diesem Falle ist der Bergunternehmer verpflichtet, dem Markscheider die in § 1 Pkt. 2 und 3 genannten Hilfsmittel zum Herstellen des Planes anstandslos zu bewilligen. Muß sich der Markscheider obendrein in das Bergwerk begeben, ist der Bergunternehmer verpflichtet, ihm Fahr- und Tagegelder auszufolgen, nach dem für amtliche Fahrten staatlich Angestellter gültigen Satz.

3) Stellt der Markscheider beim Nachprüfen des Planes fest, daß die Bergarbeiten über die Grenzen des Konzessionsfeldes hinausgegangen oder in regellosem Orterbau, durch Stehenlassen von Pfeilern, geführt werden, muß er dieses der Grubenverwaltung und dem Bergamt mitteilen.

4) Muß der Markscheider beim Durchschreiten der Grube allen Einrichtungen sein Augenmerk zuwenden, und muß, falls ihm irgendeine Verfehlung wider die Gefahrlosigkeit des Betriebes auffällt, die Grubenverwaltung darauf aufmerksam machen, auch einen diesbezüglichen Vermerk ins Inspektionsbuch eintragen; ebenso verständigt er den Berginspektor über die bemerkte Unzulässigkeit, falls er nicht andere Mittel zum Abstellen des Fehlers vorzieht.

5) Vermittelt der Markscheider im Auftrage des Bergamtes dem Inhaber der Gerechtsame die Übergabe des gesetzmäßig zum Ausbeuten überwiesenen Landstückes im Gelände, fertigt davon Pläne im Maßstabe 1:5000 an und trägt die Landfläche, sofern sie vom Ministerium bestätigt ist, in die Karte ein. Die Übergabe des Landstückes und das Anfertigen des Planes erfolgt auf Kosten des Bergunternehmers; die dem Markscheider zukommende Vergütung wird nach dem hier [hier S. 318] beigefügten Gebührensatz verrechnet.

§ 3. Der Markscheider ist verpflichtet Amtsgeheimnisse nicht zu verlautbaren. Er darf in seiner Hand befindliche Pläne, Zeichnungen, Vermerke, nicht Personen vorzeigen, die dafür unberechtigt sind; widrigenfalls hat er für den daraus entstandenen Schaden aufzukommen, auch kann er seines Amtes entoben werden.

§ 4. Ist das Ausmessen und Einzeichnen von Gegenständen erforderlich, über die von anderer Seite Angaben einzuholen sind, bspw. in der Grube: über Markscheiderzeichen, Erzgänge, Flöze, Schichten, alte Schächte usw. —, dann muß der Markscheider ergänzende, genaue Angaben einfordern, entweder seitens der zuständig verantwortlichen oder anderen Personen (in besonderen Fällen auf schriftlichem Wege). Ist es dem Markscheider nicht möglich schriftliche Auskünfte zu erhalten, dann bringt er nötigenfalls mündliche Angaben zu Papier, in Gegenwart mindestens zweier unbeteiligter Zeugen; die Niederschrift müssen diese Personen, der Markscheider und der Auskunftgeber unterschreiben.

§ 5. Werden außer der neuen Vermessung auch Angaben alter Pläne zum Anfertigen des Planes verwandt, muß der Markscheider zuallererst diese nachprüfen und im herzustellenden Plan vermerken, welcher Anteil auf älteren Angaben beruht.

§ 6. Das Nachprüfen der vom Markscheider ausgefolgten Arbeiten dürfen nicht nur Personen fordern, in deren Auftrage die Arbeit ausgeführt wurde, son-

dem auch diejenigen, die sachlich beteiligt sind, daß diese Arbeiten auch richtig sind, bspw. Besitzer oder Verweser benachbarter Gruben, auch Besitzer von Gebäuden aus dem Grubengebiet. Die Genehmigung zur Nachprüfung ist aus dem Bergamt einzuholen, das einer eigens dazu ernannten Person das Nachprüfen zuweist; die Ernennung dieser Person teilt das Bergamt dem Markscheider und Bergunternehmer mit, dessen Plan einem Nachprüfen unterliegt. Beim Nachprüfen dürfen zugewesen, nicht nur Vertreter der obengenannten Personen, sondern auch die Antragssteller der Nachprüfung; das Nichterscheinen dieser Personen oder deren Stellvertreter ist einer Vornahme der Nachprüfung nicht hinderlich.

§ 7. Die (im § 6) genannte Nachprüfung beginnt mit dem Nachprüfen der im Tagebuch verzeichneten Meßarbeit und mit dem Vergleichen von Eintragungen in der Karte mit den Aufzeichnungen im genannten Tagebuch, desgl. auch im Vergleichen mit Plänen und Schnitten. Reichen diese Angaben nicht zum Aufdecken eines Fehlers aus, dann ist ein Nachmessen mit Hilfe von Instrumenten vorzunehmen.

§ 8. Die Ergebnisse der Nachprüfung müssen ausführlich niedergeschrieben werden; die Niederschrift, die vom Nachprüfer, den Antragstellern der Nachprüfung, vom Grubeneigentümer oder einer für ihn verbindlich zeichnenden Person, vom Markscheider und zweien, beim Abfassen der Niederschrift anwesenden Unbeteiligten zu unterschreiben ist, wird dem Bergamt zugesandt.

Stellt sich beim Nachprüfen ein so schwerwiegender Fehler heraus, der die Arbeit des Marscheiders teilweise oder vollends untauglich macht, dann entscheidet das Bergamt, ob das Richtigstellen der Arbeit vom Markscheider selbst, oder auf dessen Kosten durch einen anderen zu erfolgen hat, und ob der Markscheider verpflichtet ist die Unkosten der Nachprüfung zu begleichen. Wird jedoch klaggestellt, daß die Arbeit fehlerfrei ausgeführt ist, oder mit Abweichungen, die nicht aus dem gestatteten Rahmen herausfallen, ist der Antragsteller der Nachprüfung verpflichtet, die Unkosten auf sich zu nehmen. In jedem Fall hat der das Nachprüfen Beantragende die Kosten des Verfahrens dem Bergamt im voraus zu hinterlegen.

§ 9. Zu jedem 1. Februar des Jahres hat der Markscheider dem Bergamt einen vollständigen Bericht einzureichen, über die im Vorjahre von ihm in Erfüllung seiner Aufgabe erledigten Arbeiten.

§ 10. Die vorliegende Anweisung tritt 14 Tage nach ihrer Veröffentlichung im R. T. in Kraft; gleichzeitig verliert die Anweisung gleichen Inhalts, die im früheren russischen Gesetz und der Gesetzessammlung v. J. 1888 Art. 694 veröffentlicht wurden, mit allen nachträglichen Abänderungen, ihre Geltung.

27 (18). Gebührensatz für Markscheidarbeiten ¹.

	Unter- irdisch	Ober- irdisch
	Kronen	
§ 1. Für jeden laufenden m (auch der Tiefe nach):		
1) Längenbestimmungen mit dem Bandmaß, zweimalig, unter gewöhnlichen Umständen	0,2	0,1
2) Längenbestimmungen mit dem Bandmaß in Wald und Moor	—	0,15
3) Abstecken von Linien auf freier Fläche	—	0,1
4) Abstecken von Linien in Wald und Moor	—	0,15
5) Tiefenmessen im Schacht	0,4	0,4
6) Einmessen eines Markscheidepunktes	0,75	0,75
§ 2. Arbeiten mit dem Theodoliten und der Wasserwage:		
1) Winkelabstecken und Ausmessen, mit Eintragen des Standplatzes vom Theodoliten auf dem Plan, für jeden Punkt	1,—	0,5
2) Längenmessen mit dem Bandmaß, mit gleichzeitigem Feststellen der Gebirgsart, deren Neigung, desgl. Ausmessen von Gängen, Gruben, nebst Eintragungen in die Zeichnung, für je 20 m-Strecken	0,75	0,5
3) Feldmessen auf freier Fläche, für je 20 m Abstand	—	0,2
4) Feldmessen in bergiger, bewaldeter oder mooriger Fläche, für je 20 m Abstand	—	0,3
5) Feldmessen von 1 Punkte aus, ohne Streckenvermessung	—	0,5
6) Feldmessen mit angeschlossenem Überprüfen jedes Punktes und Höhenberechnungen	0,75	0,5
7) Dreiecksvermessung — für jeden Festpunkt einzeln	—	0,3

Anmerkung. Der in vorstehenden Gebühren unter dem § 1 Pkt. 1 und 6, § 2 Pkt. 1, 2 und 6 genannte Satz vergrößert sich um 25% wenn:

- a) die unterirdischen Gruben niedriger sind, wie 1,5 m;
- b) die unterirdischen Gruben feucht sind;
- d)² die Arbeit eilig ist, oder bei schlechtem Wetter vor sich geht.

§ 3. Fürs Feststellen des astronomischen Meridians und dessen Abstecken im Gelände 10 Kronen.

¹ Erschienen im R. T. am 12. Mai 1927 in der Nr. 46 S. 636—637.
 Mark und Pfennige sind in nunmehr gültigen Kronen und Sent wiedergegeben. 1 estländische Krone enthält 100 Sent.
² Im estnischen ABC fehlt der Buchstabe C.

§ 4. Fürs Plänezeichnen:

a) eines Grundplanes bis zu 100 ha	10 Kr.
eine Pause auf Wachseleinwand	5 „
b) eines Grundplanes von 101—250 ha	18 „
eine Pause auf Wachseleinwand	8 „
d) ² eines Grundplanes von 251—500 ha	35 „
eine Pause auf Wachseleinwand	15 „
e) eines Grundplanes von 501—1000 ha	60 „
eine Pause auf Wachseleinwand	25 „

Für jede im Grundplane hinzukommenden 100 ha sind weitere 5 Kr. zu verrechnen, für die Pause 3 Kr.

§ 5. Der Mindestsatz beträgt für die in den §§ 1—3 vorgesehenen Arbeiten, falls der Markscheider zu ihrer Erledigung zu Fahrten gezwungen ist, nicht unter 10 Kr. für jede Ausfahrt. Die Höhe der Fahrt- und Tagegelder fällt unter den § 2 Pkt. 2 der Dienstanweisung für den Markscheider.

28 (19). Anweisung für die seitens des Bergunternehmers vorzustellenden Karten¹.

1. Der Maßstab für Karten oder Pläne, die zu einer Schürferlaubnis auf Bodenschätze der Bestätigung unterliegt, darf, nach den Bestimmungen des § 19 Punkt 2 im Berggesetz nicht kleiner sein, wie 1:42000.

2. Der Maßstab für Karten und Pläne, die einem Konzessionsgesuch nach den Bestimmungen des § 29 im Berggesetz beizulegen sind, darf nicht kleiner ausfallen, wie 1:42000.

3. Der Maßstab des Planes, der einem Konzessionsvertrag laut § 34 des Berggesetzes beizufügen ist, darf nicht kleiner sein, wie 1:5000.

4. Der Maßstab für Gebäude, Gruben und weitere Lagepläne bergbaulicher Arbeiten, darf nach Punkt 1 des § 35 im Berggesetz nicht kleiner sein, wie 1:500.

Nach Punkt 2 desselben § dürfen die darin erwähnten Pläne für Betriebs-einrichtungen und Gebäude und Schnitte in nicht kleinerem Maßstabe vorgestellt werden, wie 1:100. Erläuternde Zeichnungen müssen in einem so großen Maßstabe angefertigt sein, daß alle nötigen Einzelheiten aus ihnen erkannt werden können.

Pläne und Schnitte schlichter Wohnhäuser müssen Angaben enthalten, die zu Entwürfen gewöhnlicher Privatbauten verlangt werden.

Pläne und Schnitte von Werkanlagen, Werkgebäuden, Eisenbahnen usw. müssen, wie die ihnen beizufügende Erläuterung, nachstehende Angaben enthalten:

a) die Bezeichnung des Baustoffes, aus dem die Bauten errichtet werden sollen;

b) die Lage von Dampfkesseln, Maschinen, größeren Gefäßen und anderen Einrichtungen, mit der Tragfähigkeitsberechnung ihrer Unterlage;

c) die Einzeichnung der Wasser-, Dampf-, Gas, Naphtha- und anderer Rohrleitungen;

d) die Eintragung der Hauptleitung für den elektrischen Strom;

e) Standorte von Kraftübertragungen.

¹ Herausgegeben auf Grund der §§ 19 (Pkt. 2), 29 und 35 des Berggesetzes v. J. 1927; veröffentlicht im R. T. v. 12. Mai 1927 Nr. 46 S. 637.

In der Erläuterung muß aufgezählt werden die Stärke [Kraftleistung] und Spannung [Druck] von Kesseln, Maschinen, Umformern usw.; ist die Anzahl der Arbeiter aufzugeben, die sich in jedem einzelnen Raum aufhalten; eine allgemeine Übersicht über den Betrieb oder das Werk, die durch entsprechende Vorlagen und, nötigenfalls, durch Sonderzeichnungen klar zu legen ist.

Grubenpläne sind in nicht kleinerem Maßstabe wie 1:500 vorzustellen, mit ähnlichen Erläuterungen und Beilagen versehen, die eine Stellungnahme im Sinne des 75 § im Berggesetz ermöglichen.

Alle Pläne und Erklärungen müssen die Unterschriften des Bergunternehmers und des entwerfenden Ingenieurs oder Technikers aufweisen.

29 (20). Zur Einstellung des Berufskaufmanns und Volkswirtschaftlers zum Brennschiefergewerbe.

Was kann Estland mit seinen Bewohnern vom Brennschiefer erwarten? Ein Land, das seit Menschengedanken aus den Erträgen des Ackers, des Waldes, der Viehzucht und des Fischfanges gelebt hat, dessen Bewohner sich gewöhnt haben Gegenstände des täglichen Bedarfes, landwirtschaftliche Arbeitsgeräte bis hinab zum Taschenmesser und zur Nähnadel aus dem Auslande zu beziehen, selbst wenn gleichwertiges im Inlande angeboten wurde. Noch vor 10 Jahren mußten Steinkohlen und Öle jeglicher Art aus fernen Ländern eingeführt werden; im Inlande war davon nichts zu beschaffen. Große Rubelbeträge, mehrere Millionen Kronen wanderten Jahr um Jahr ins Ausland, die nunmehr zu einem wesentlichen Teil eingespart werden können. Auf diese Weise bleiben ansehnliche Beträge weiteren Zwecken vorbehalten. Der Brennschiefer zieht auswärtige Unternehmer an, Kaufleute und Gewerbetreibende mit Geldeinlagen für die Berechtigung den Schiefer zu nutzen. Vom Jahre 1920 an sind etwa 30 Bergfreiheiten vom Staate erteilt worden, für die Zahlungen erhoben werden. Dadurch fließt fremdes Geld ins Land.

Bisher gilt der Landwirt als ein vom Staate bevorzugter Nährstand, von dessen Wohlergehen der Wohlstand aller Bürger abhängt. Nun erkämpfen sich Bergarbeiter und Gewerbetreibende die Gleichberechtigung mit dem Ackerbauer, Freiheit in wirtschaftlichen Angelegenheiten. Der Nutzen, den ein abgabefreies Gewerbe abwirft, kommt dem Staate zu gute. Erzeugnisse des eigenen Landes verpflichten aber das Einheimische aus Staatsbewußtsein dem Fremden vorziehen.

Soweit sind wir leider noch nicht. Welche Werte durch sinngemäßes Zusammenhalten im kleinen Kreise zu retten sind, wenn anstelle der verschiedenartigen Heizmittel: Brennschiefer allein gehandelt würde, läßt sich an Hand nachstehender Aufstellung erkennen.

Um die Berechnung zu vereinfachen, sind die in Frage kommenden Heizmittel auf den gleichen Nenner gebracht, wie dieses im Abschnitt 14 (5) über das „unmittelbare Verwerten des Rohsteines“ geschehen ist. Außer dem Bedarf an Brennschiefer und weiteren Heizmitteln, ist auch deren Gesamtverbrauch a. Abb. 31 für mehrere aufeinanderfolgende Jahre abzulesen. Die Schnittpunkte der Jahreslinien mit den Brennstofflinien treffen deren Verbrauchsziffern, ausgedrückt in 1000 Kubikfaden zu 9,712 m³ Brennholz mittlerer Güte. Die zusammengerechneten Einzelbeträge verteilen sich wie folgt auf die Jahre:

1920	. . . .	96 × 9712 m ³ Brennholz = 932.352 m ³
1921	. . . .	112
1922	. . . .	135
1923	. . . .	153
1924	. . . .	152
1925	. . . .	152
1926	. . . .	153
1927	. . . .	157 × 9712 m ³ Brennholz = 1.524.784 m ³ .
1928	. . . .	152
1929,	geschätzt	151

Im Mittel von 10 Jahren 140 × 9712 m³ Brennholz = 1.349.680 m³.

Werden Brennschiefer und Torf auf dem Heizrost zu 2400 WE, Holz zu 2100 WE, Steinkohle mit 5400 WE in Ansatz gebracht, dann verhalten sie sich wie 8 : 7 : 18. Der bisherige Schieferbedarf betrug, das Öl- und Baugewerbe nicht gerechnet, im Niedrigstmaß etwa 50.000 t, im Höchstmaß 400.000 t jährlich. Sollte der Höchstverbrauch auch auf den 10-fachen Betrag steigen, würde der im Schoße der estländischen Erde verfügbare Vorrat noch über 900 Jahre reichen. Da sich die Preise von Brennschiefer zum Brennholz und zur Steinkohle etwa wie 1 : 2 : 3 verhalten, dürfte der Schiefer auf lange Zeiten seinen Platz auf dem Brennstoffmarkt des Inlandes behaupten. Maßgeblich sind die Selbstkosten. Beim Gestehungspreise von 3 Kr. je t verbietet sich der Verkauf außer Landes, weil Frachtkosten und Zollsätze den Zwischenverdienst schmälern.

Schwieriger vorauszusehen ist die Kaufkraft der aus dem Brennschiefer gewonnenen, bezw. gewinnbaren Fertigwaren, unter denen für den Massenabsatz Gas, Benzin, Heizöl, Kunst-Asphalt und Bausteine zur Verfügung stehen.

Über die Verwendbarkeit des Gases finden sich Angaben im Abschnitt 17 (8) über die Veredelungsverfahren. Die geringe Be-

siedlungsdichte Estlands, 24 Menschen auf den km² verbietet Ferngasleitungen. Die Entfernung des Abbaufeldes von den Sammelplätzen der Bevölkerung, von Verbrauchsstellen im Großgewerbe, lassen derartige Einrichtungen noch als verfrüht erscheinen,

obwohl die Entwicklungsgeschichte des Menschen über das Hirtenfeuer zum Kienspahn führt, über das Tier- und Pflanzenfett zum Steinkohlengas fortschreitet und zeitweilig Erdöl zu Beleuchtungszwecken dient. Später werden Wärme, Licht und Kraft gemeinsam aus Kohle erzeugt, nachher getrennt aus Wasserkraft bezogen. Die jüngste Entwicklung betriebsamer Volksgemeinschaften wendet sich aber wieder dem Wärme- und Kraftbezüge aus Heiz- und Abgasen zu (Schweden, Deutschland, Nord-Amerika).

In Zeiten der Alleinherrschaft des Leuchtgases sind vor dem Weltkriege auf dem Gebiete der Gasverwendung hauswirtschaftliche Vervollkommnungen (Gasherde, Gasbadewannen, Gaskamine, Krafterzeuger in Form von „Gasgebern“ u. s. w.) entstanden, deren Aufgabe einem Rückschritt gleichkäme. Neben dem Bedürfnis nach Wärme und Licht verlangt der heutige Lebenszuschnitt Wärme und Kraft. Der Begünstigte gibt keine Errungenschaft auf, verfeinert sie dagegen in der Auswirkung.

Über das Heizöl handeln verschiedene Stellen dieses Buches (s. S. 174). Ein näheres Eingehen erübrigt sich, weil Heizöle, wenig gefragt, niedrig im Preise stehen, und weil jeder Ölhersteller bestrebt ist die Abfallöle auf das kleinste Maß zurückzudrängen, sofern er nicht Kunst-Asphalt für Straßenbauten fertigstellt. Das Zusammentreffen von Straßenbelag und Treiböl, beides aus dem gleichen Rohstoff in ein und demselben Gewerbe hergestellt muß, als günstig bezeichnet werden. Bequeme Fahrstraßen mehren Handel und Verkehr. Das eine stützt das andere.

Einer eigenen, volkswirtschaftlichen Untersuchung vorbehalten bliebe das Aufdecken von Gründen für das niederliegende Baugewerbe in Estland. Altes Herkommen, russische Einflüsse, wohl auch eine gewisse Sorglosigkeit der Erbauer, lassen mehr Holzhäuser entstehen als auf eine längere Dauer berechnete Steinhäuser. Die Landaufteilung vom Jahre 1919 hat darin keine Besserung, nur eine Verschlimmerung gebracht. In Deutschland, Frankreich und Dänemark muß man Stunden reisen, um das erste Holzhaus zu erblicken. In Estland sind etwa $\frac{5}{6}$ aller Häuser aus Holz gebaut, viele ohne Steinsockel, obwohl Natursteine und Mauerziegel überall zu beschaffen wären. Gegenüber den landischen Holzbauten ist das Verwenden von Natursteinen und Ziegeln durch verteuerte Arbeitslöhne unvorteilhaft geworden. Das übliche Ausmaß des gebrannten Tonziegels hält das Errichten einer Mauer auf, es schafft nicht. Zudem sind Tonziegel durch gestiegene Selbstkosten, durch Brennstoffmangel und

veraltete Einrichtungen teuer geworden. Der Städter ist erst recht benachteiligt. Zu den Bauholzpreisen häufen sich die Ausgaben für den Bauplatz, städtische Abgaben und verteuerte Brennholzpreise, neben dem erschwerten Lebensunterhalt. Angesichts dieser Umstände ist dem Einzelstehenden die Last des Hausbaues nicht mehr tragbar.

Nun tritt in diese ineinandergreifenden Beziehungen das Kuckersitgewerbe ein, indem es Bausteine von unerhörter Billigkeit zur Verfügung stellt. Die Steine sind unter dem halben Preise des Tonziegels erhältlich. Eine 1 m² Ziegelwand aus 1½ Aschensteinen kostet in 20 cm Stärke Ende 1929 etwa ebensoviel wie eine gleich große Balkenwand von 15 cm Dicke. In Heiz- und Schmelanlagen verbraucht, hat der Rohstein sein Bestes abgegeben und den Gewinn sichergestellt. Aus seinem Abfall angefertigte Steine können um so billiger verkauft werden, je nutzbringender das Schmel- oder Heizen ausfällt. Rein rechnerisch läßt sich das Ausnutzen der Asche so weit treiben, daß der rohe Schmel- und Heizstoff dem Verbraucher nichts kostet. Stellte nun jeder, den Kuckersit nutzende Betrieb Steine her, wäre über den eigenen Bedarf hinaus gesorgt. Der Überfluß zwingt zum Verkaufen, zum Unterbieten des Bauziegels auf dem Weltmarkt.

In der ersten Hälfte des Jahres 1928 bestimmten belgischen Bausteine den Verkaufspreis estländischer Bauziegel. Die weithergeholten Steine wurden in Helsingfors verbaut. In den küstennahen Städten Finnlands betrug 1928 der Bedarf an Ziegeln über 80 Mill. Stück. Infolgedessen zogen die Ziegelpreise im Estland an. Bspw. wurden im Hungerburger Hafen rote Ziegel im Mai 1928 mit 11 Cents das Stück bezahlt. Dabei besaßen die Steine nicht einmal das größte, übliche Maß. Zu derselben Zeit kosteten Tonziegel, wenn sie zu haben waren, 5—6 Cents in Reval, weiße Kalksandsteine 4—5 Cents; aus Zement und Sand geformte Steine gleicher Größe eben soviel wie Tonziegeln. Frei Bauplatz waren alle Steine um ⅓ Cent teurer.

In Schweden herrschte 1927 und 1928 steigender Bedarf an Baumitteln, bei fast doppelt so hohem Einkauf verglichen mit Estland.

Bei dem Stückpreise von 3 Cents wären die aus Kuckersitasche hergestellten Steine in Lübeck, Stettin, selbst in Berlin verkäuflich. Zum Versand kämen allerdings nur Wasserfahrzeuge in Frage, die nicht umgeladen zu werden brauchen.

Rheder und Führer großer Frachtschiffe klagen: Die Steinkohlen- und Baumwollfracht aus Hamburg oder England stelle sich unnötig teuer, weil zu wenig Rückfracht aus Estland die Unkosten nicht decke. Lügen Bauziegel jederzeit greifbar vorrätig im Hafen, würden Schiffsführer oder Rheder Bauziegel als Ballast einladen und im Heimathafen abladen.

Unter den Erdölen ist das Benzin der Weltkraftstoff. Nicht nur in der Alten, auch in der Neuen Welt zählt das Benzin zu

den am meisten gefragten Waren. Aus dem gleichen Anlaß, wie auf Bedarfsstoffe erster Ordnung, auf unvermahltes Getreide, auf Rohwaren zum Veredeln, auf Baumwolle und Stabeisen durfte der auf Benzin lastende Einfuhrzoll auch für Estland nicht hoch ausfallen und zu der Höhe eines Schutzzolles anwachsen. Die Zufuhr auf weiten Wegen verteuert so schon jede Einfuhr.

Zollsätze in Estland: Golfrancs für 1 kg.

Position.	Zollsatz.
80. Teer, Pech jeder Art und Goudron, flüssig, außer den besonders genannten	0,026 brutto
83. Asphalt und Goudron:	
1. Asphaltstein, unzerkleinert	0,026 netto
2. Asphaltstein, zerkleinert	0,026 „
3. Goudron, Asphaltmastix, schmelzbare Asphalte aller Art, harte	0,026 „
84. Natürliche Rohnaphtha, desgl. Naphta aller Art, mittels einfacher Destillation von den leichten Fraktionen befreit, ebenso Rückstände aus der Naphtha-Destillation überhaupt (Masut)	0,01 „
85. Flüssige Destillationsprodukte der Naphtha:	
1. Aller Art, nicht besonders genannt	0,039 „
2. Petroleum und Photogen	0,04 „
3. Benzin, Naphtha-Äther, Gasolin, Lignoin und dergl., ebenso Solaröl, Parafinöl und Schmieröle	0,078 „
72. Bausteine:	
1 — a. Ziegel aus gewöhnlicher Tonmasse	0,0039 „
1 — b. Hohlsteine	0,0052 „
3 — a. Feuerbeständig, Dinasteine u. s. w.	0,0026 „

Auch die Ausfuhrabgabe ist nicht drückend.

Je wohlhabender ein Staat, um so mehr verbraucht er Trieböle.

Betrag der Jahresbedarf Deutschlands zu Ende 1926 0,6 Mill. t an Triebölen, wird er 2 Jahre später auf den doppelten Betrag eingeschätzt¹. Eine der Wohndichte entsprechende Steigerung des Benzinbedarfes ist auf der ganzen bewohnten Erde zu bemerken. Die Steigerung wird bedingt durch den unaufhaltsamen wachsenden Verkehr zwischen Staaten und Städten, der Menschen untereinander. Das neuzeitliche Verkehrsmittel ist der Triebwagen, das Triebboot und das Flugzeug, mit ölgespeisten Kraftrzeugern.

Im Zeitraum 1914—23 ist der Anteil an ölfuehrenden Antrieben auf den Meeren sowohl wie auf dem Lande um das 11-fache gestie-

¹ G. Bandte, Die Naturwissenschaften 17. Bd. 1929 S. 740.

gen und hat seitdem wesentlich zugenommen. 1914 gab es in Reval 179 ölgetriebene Fahrzeuge, 1928: 2666, nicht inbegriffen Militär, Schutzkorps, Gefängnisse, Feuerwehr. 1923 wurden in Finnland 2900 Kraftwagen von zusammen 80.000 PS gezählt, Anfang 1929: 33.200 Kraftwagen mit über 1 Mill. PS, nicht inbegriffen Wasserfahrzeuge. Auf dem Landstraßennetz Finnlands bezeugen 2000 rote Säulen von Benzingebern in Städten und entlegenen Dörfern den Siegeszug des Kraftwagens².

In Ländern ohne eigene Ölquellen zeigt sich der Ölbedarf in den steigenden Einfuhrziffern.

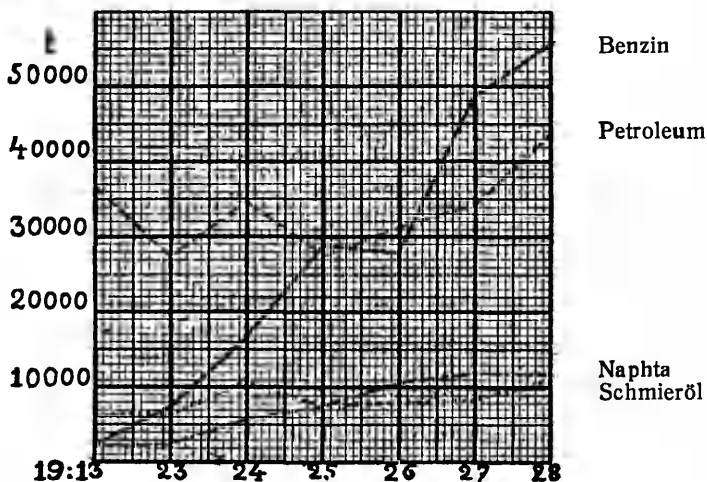


Abb. 52. Finnlands Einfuhr an Mineralölen 1913 und 1923—1928.

Daß diese Bewegung nicht sobald ins Stocken kommt, lehrt nachstehende für 1928 geltende Zusammenstellung:

Ein Kraftwagen entfällt auf je Einwohner:

Vereinigte Staaten von Amerika	5	Einwohner
Kanada und Neuseeland	11	„
Dänemark	42	„
Großbritannien	43	„
Frankreich	44	„
Schweden	61	„
Finnland	158	„
Deutsches Reich, ohne Saargebiet	171	„
Estland	418	„

² Zeitschr. Petroleum, 25. Bd. 1929 S. 543.

Die Benutzung dieser Beförderungsmittel ist allein möglich durch Massenerzeugung von Treibölen. Da die natürlichen Ölvorkommen der erhöhten Inanspruchnahme nicht folgen können, sind die Ölwerke gezwungen, um im Geschäft zu bleiben, ihre Treibölausbeute zu erhöhen, was entweder durch vollkommeneren Ausnutzung verfügbarer Rohstoffe oder durch Aufspalten verfügbarer Schweröle zu Spaltbenzinen gelingt, oder aber müßten die Ölbetriebe Aufbaubenzine herstellen.

Aus welcher Quelle das Treibmittel entspringt, ist dem Kaufmann gleich, falls es den Anforderungen des Weltmarktes entspricht und zwischen dem Gestehungspreis und dem Verkaufspreis⁸ ein Gewinn abfällt. Kaufmännisch gedacht, ist es sogar gleichgültig, woraus der Triebstoff besteht, sei es Alkohol, Methanol, Benzin oder Benzol oder einer der unzähligen vergasbaren Brennstoffmischungen, wenn er nur Kraft entwickelt, nicht „klopft“ und durch seine Billigkeit den Massenverbrauch begünstigt.

Das Brennstoffgemisch, im Vergaser aus angesaugtem Brennstoff und Luft erzeugt, wird erst im Zylinder verdichtet, dann erfolgt Zündung, Ausdehnung, Ausstoßen und Neuansaugen. Bei Petroleum als Brennstoff haben sich bisher keine einwandfreien Auspuffgase erzielen lassen; es scheidet daher für Personenfahrzeuge in verkehrsreicher Gegend aus. Gute Auspuffgase sollen außer 12,5—13,5% CO₂ und 3,5—5,5% O₂ nur noch Wasserdampf und Stickstoff, jedoch keinesfalls CO oder CH₄ enthalten. Beim Leerlauf ist die Gefahr der Kohlenoxydbildung größer, so daß die Gase etwa 11% CO und 6—7% O₂ und unverbranntes Öl, gegebenenfalls auch Pentan, aufweisen. Werden Fahrer und Fahrgäste von den Auspuffgasen umhüllt, sind Gesundheitsstörungen, die sich bis zum Benommensein steigern können, beobachtet.

Noch gilt das Benzin als das bevorzugte Treibmittel; bedenklich nahe kommt ihm das Methanol. Der teuerste Fahrstoff bleibt das Benzol, fast in gleicher Preishöhe mit dem Fliegerbenzin. Mithin ist der Wettbewerb des Alkohols nicht gering einzuschätzen.

Da die Selbstzündung von Alkohol bei etwa 17 Atm., von Benzin bei 10—12 Atm. liegt, kann beim Verwenden von Alkohol mit Drucken bis zu 7,5 Atm., bei Benzin dagegen nur mit 4 Atm. gearbeitet werden. Beim Alkohol

⁸ 31—34 Cent je 1 l in Deutschland; 34—35 Cent in Estland. Vergl. Handelsztg. des Berliner Tageblattes v. 6. IX. 1929. Nach Fertigstellung der staatlichen Benzinanlage hofft die Werkleitung den Treibstoff mit 24—25 Cent je l abgeben zu können. Revaler Bote 11. Jahrg. v. 31. Oktober 1929.

läßt sich die Leistung im Verhältnis von 100:140 steigern. Es ist demnach falsch von der Untauglichkeit des Alkohols für Gangwerke zu sprechen⁴.

Nur so lange wie sich der Preis des estländischen Benzines unter dem Preise der Alkoholtriebstoffe und der Kunst-Öle nach Art der Badischen Anilin- & Sodafabrik hält, wird es nicht vom Markte zu verdrängen sein, auch wenn das vormals mächtige Rußland erstarken sollte. Unter den obwaltenden Verhältnissen ist die Leistungsfähigkeit der russischen Ölfelder gering. Ihr natürliches Absatzgebiet weist nach Asien, nicht nach Europa. Zudem wären von dieser Seite aus nur gesättigte Benzine mit mindestens 8% Naphthenen zu erwarten, die zum Klopfen neigen. Das Klopfen kann zwar durch Zugabe von Bleitetraäthyl, Motyl (etwa aus gleichen Teilen Benzin und Eisenkarbonyl, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, bestehend) oder Targol (mit Sauerstoff angereichertes Terpentinöl) gemildert werden⁵. Trotzdem bleibt der Erfolg unsicher gegenüber klopfstem Benzin. „Das (chlor- und schwefelfreie) Kuckersitbenzin ist besser, wie jedes andere Benzin“⁶. Mit den besten russischen Marken verglichen, reicht die gleiche Menge für 123 km, das russische für 100 km. Diese von den Verbrauchern des estländischen Benzins erhärtete Tatsache macht es unbesiegbar.

Die Lage Estlands an der Ostsee, die Einrahmung durch Länder ohne eigene oder weit abgelegene Ölquellen, der Austausch bestgefragter Waren: Bauziegel, Benzin und Asphalt mit den Nachbarvölkern bedeutet:

Die Ostsee gehört dem Kuckersit,
Handel und Verkehr sind dem Staate Estland pflichtig.

⁴ E. Sedlazeck, Die Automobiltreibmittel des In- und Auslandes, Berlin 1927 S. 76 u. 83.

⁵ Z. T. n. A. Laurent, Zeitschr. f. angew. Chemie 40. Jahrg. 1927 S. 1554.

⁶ Scania-Werke, Schweden. Zeitschr. Auto 1928, V. 26. VII. Umschlagseite, estnisch.

30 (21). Schriftenverzeichnis.

Das ältere Schrifttum findet sich ausführlich wiedergegeben in den Arbeiten von:

- N. Pogrebow, 1920 russisch;
- F. M. Behr, 1921 deutsch;
- H. Bekker, 1922 estnisch;
- H. v. Winkler, 1922 mehrsprachig;
- L. Rüger, 1926 deutsch;
- H. Scupin, 1928 deutsch.

Daher wiederholt die nachfolgende Aufzählung nur die wichtigsten Schriften und ergänzt dabei Neuerscheinungen bis zum Herbst 1929.

- Antropoff, A. v. — Die Ölschieferlager und die Ölschieferindustrie in Estland. *Zeitschr. f. angew. Chemie* 35. Jahrg. 1922 S. 647—651 m. 9 Abb.
- Bassler, Ray S. — The early paleozoic bryozoa of the baltic provinces. *Smithsonian institution United States national museum Bulletin* 77. Washington 1911 382 S., 226 Textabb., 13 Taf., 1 Karte.
- Behr, F. M. — Die geologische Literatur der baltischen Ostseeprovinzen. Herausgeg. v. d. Deutschen Geologischen Landesanstalten. Berlin 1921 127 S. Vergl. H. v. Winkler, *Zeitschr. Petroleum* 16. Jahrg. 1920 S. 843—844.
- Bekker, H. — Vorläufiger Bericht über die Moosfauna des Kuckers'schen Horizontes. *Archiv der Jurjewer (Dorpat) Universität*. 1918. Russisch.
- Bekker, H. — The kuckers stage of the ordovician rocks of NE Estonia. *Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis*. A II₁ 1921 S. 1—92 m. 12 Tafeln, 1 Karte und 12 Abb. im Text.
- Bekker, H. — Übersicht der auf das estländische Ordoviciun und Silur bezüglichen Forschungsarbeiten. *Zeitschr. Loodus (Natur)* 1. Jahrg. 1922 S. 161—165 u. 217—224. Estnisch.
- Bekker, H. — A new brachiopod (*Leptestia*) from the Kuckers Stage in Estonia. *Geological Magazine* Bd. LIX 1922 S. 361—365 m. 5 Abb.
- Bekker, H. — Einzelne neuere Angaben über die Stratigraphie und Fauna der kuckersschen Schichten. Estnisch m. 2 Taf., 1 Karte, 6 Abb. *Stratigraphical and paleontological supplements on the kukruse stage of the ordovician rocks of Estonia*. Veröffentlichungen des geologischen Institutes d. Univ. Dorpat 1924 Nr. 1 20 S.
- Bekker, H. — Die Entstehung der Kuckers'schen Schichten. *Zeitschr. Loodus (Natur)* 3. Jahrg. 1924 S. 327—333. Estnisch.

- Bekker, H. — Kurze Übersicht über die Geologie Estlands. Sonderabdr. a. d. Sammelwerk „Eesti“ (Estland). Dorpat 1925 32 S. m. 1 farbigen, 1 schwarz-weißen Karte u. 11 Taf. Estnisch.
- Bonnema, I. H. — Beitrag zur Kenntnis der Ostrakoden der Kuckers'schen Schicht (C₂). Mitteilungen a. d. Mineralogisch-Geologischen Inst. d. Reichs-Univers. zu Groningen. II. Bd. 1909 84 S. u. 8 Taf.
- Brownlie, D. — Low Temperature Shale Carbonisation in Esthonia. The Petroleum Times 19. Bd. 1928 S. 1133—1136 m. 1 Abb.
- Bubnoff, S. v. — Geologie von Europa I. Bd. Einführung, Osteuropa, Baltisches Schild. 1926 Berlin. 322 S. m. 8 Taf. u. 86 Abb. Über Kuckersit S. 139 u. 224; über Diktyograptusschiefer S. 277.
- Cunningham-Craig, E. H. — Kuckersite, the Oil-Shale of Esthonia. Journal of the Inst. of Petroleum Technologists 8. Bd. 1922 S. 349—375.
- Cyrén, O. — Den eltländska oljeskiffern och dess användning. Svensk Kemisk Tidskrift 36. Jahrg. 1924 Nr. 3 S. 54—69 m. 7 Abb.
- Dammer, Br. und O. Tietze. — Die nutzbaren Mineralien II. Bd. 1928 m. 128 Abb. Über Kuckersit S. 735—736 u. 742—743; über Diktyograptusschiefer S. 735.
- Drew, G. Harold. — On the Precipitation of Calcium Carbonate in the sea by Marine Bacteria, and on the Action of Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom Plymouth. 9. Bd. 1913 Nr. 4.
- Emerik, G. v. — Der Ölschiefer und seine Verwertung. Glückauf 49. Jahrg. 1923 S. 113—120. Die S. 118 behaupteten Umbauten der Revaler Gasanstalt zwecks Anpassung an den Gasbetrieb mit Kuckersit haben bis Ende 1929 nicht stattgefunden.
- Erde, J. — Der Unterirdische Fluß Uhak bei Luggenhusen. „Virumaa“ (Wierland), herausgeb. v. d. Kreisverwaltung Wierland in Wesenberg durch Ernst Rosenberg 1924 408 S. nebst Karte. S. 367—372 m. 4 Abb. Estnisch.
- Fokin, L. F. — Über das Gefüge und die Zerfallstoffe der bituminösen Bergarten Estlands. Bergjournal 89. Bd. 1913 S. 117—142 m. 2 Taf. Russisch.
- Gäbert, C. — Über die Ölschiefer in Estland. Zeitschr. Braunkohle. 19. Jahrg. 1921 S. 597—625 m. 22 Abb. u. 4 Taf. bespr. Chem. Zentralbl. 1921 Bd. I. S. 89.
- Gäbert, C. — Der estnische Ölschiefer (Kuckersit). Die Kriegsschauplätze, Heft 10 II. Teil 1928 S. 15—37 m. 7 Abb.
- Gault et Pfersch. — Etude préliminaire de Schistes d'Esthonie. Bull. du Labor. du Pétrole, Université de Strasbourg i. Bd. 1922 S. 100. Angef. n. Kogerman.
- Gothan, W. — Potonié's Lehrbuch der Paläobotanik. 2. Afl. 1921. S. 425.
- Gradenwitz, A. — Ein neues Verfahren zur Ölgewinnung aus Schiefer. Technische Rundschau 1925 Nr. 16 S. 115—116 m. 3 Abb.
- Güldenstädt, A. J. — Reisen durch Rußland und im Kaukasischen Gebirge, herausgeb. v. Pallas. I. Theil 1787; II. Theil 1791 m. Karte. „Güldenstädt, der eine zweibändige Reisebeschreibung durch Rußland verfaßt hat, berichtet 1725 von brennbaren Steinen aus der Jeweschen Gegend“. Liv-

- ländische Jahrbücher d. Landwirtschaft, Dorpat 14. Bd. 1867 S. 169—173.
Wohl die älteste Nachricht.
- Haltenberger, M. — Die wirtschaftlich geographische Bedeutung der Bergwirtschaft von Estland. Internationale Bergwirtschaft. I. Jahrg. 1925 Berlin.
- Haltenberger, M. — In Enzyklopädie der Erdkunde, Leipzig 1929. S. 22—23.
- Hentze, E. — Über die Möglichkeit aus bituminösen Gesteinen das Bitumen in seiner ursprünglichen Form zu isolieren. Zeitschr. f. angew. Chemie 35. Jahrg. 1922 S. 330—331.
- Herbing, — Einiges über die Brennstoffe des Baltenlandes und ihr Auftreten im Schichtenverband. Prometheus 30. Jahrg. 1919 S. 297—299; 305—306; 316—317. Schriftenverzeichnis verstümmelt.
- Holmberg, B. — Destillations- und Extraktionsversuche am schwedischen Ölschiefer. Skiffundersökningar IV ingenjör Vetenskaps akademien handlingar 41. Bd. 1925. Bespr. in Brennstoff-Chemie 7. Bd. 1926 S. 89.
- Holmberg, B. — Über die Zusammensetzung des schwedischen Schieferöles. Ebenda 1927. Bespr. in Brennstoff-Chemie 9. Bd. 1928 S. 219—220.
- Hunnius, E. — Estländ. Berggesetz v. J. 1927. Zeitschr. f. Bergrecht 68. Jahrg. 1928 S. 565—583. Übersetzung des estnischen Wortlautes a. d. Staatsanzeiger.
- Hüsse, J. — Stoffliche Zusammensetzung höherer Anteile aus dem estländischen Rohöl und deren Verwendungsmöglichkeit zu Schmierzwecken. Inaugur.-Diss. Dorpat 1929. Estnisch, bisher unveröffentlicht. Stellt unter anderem 0,04% Cl im Benzin aus Sillamägi; 0,07% im Benzin aus Kochtel fest.
- Jaanson-Orviku, K. — Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und Tallinnastufe in Eesti I. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A. XI 1927 40 S. nebst 5 Taf. u. 2 Karten. Gleichzeitig erschienen in d. Veröffentlichungen des Geologischen Institutes Nr. 5 1927.
- Jaeger, André G. — Vom estländischen Brennschiefer. Chemiker-Ztg. Köthen. Bd. 1927 S. 154.
- Jannsen, R. — Bemerkungen über Prüfverfahren des Kuckersits. Zeitschr. d. Estländischen Technischen Gesellsch. Jahrg. 1920 Nr. 15/16 S. 113—120. Estnisch.
- Kand, M. — Über die Bestimmung der Kresole und Neutralöle im Tränköl-Phenolat. Tee ja tehnik (Weg und Gewerbe) 8. Jahrg. 1929 Nr. 5 (84) 1929 S. 68—73. Estnisch.
- Kark, J. — Bodenschätze Estlands. Eesti Majandus (Estlands Wirtschaftlichkeit). Jahrg. 1924 Nr. 23 (67) S. 399—407. Bespr. im Loodus (Die Natur) 3. Jahrg. 1924 S. 375—376. Estnisch.
- Käsebier, A. — Bekämpfung des Hauschwammes. Untersuchungsamt für Pflanzenschädlinge an der Hochschule zu Dorpat. Flugblatt Nr. 6 v. Aug. 1928 in 2. Aufl. 4 S. m. 3 Abb. Estnisch.
- Kentmann, W. — Ein Ausflug ins Brennschiefergebiet. Revaler Bote 10. Jahrg. 1928 Nr. 163 v. 21 Juli u. Nr. 165 v. 24. Juli.
- Klau, Fr. — Die Brennschieferindustrie in Estland. Ein Zukunftsfaktor der Wirtschaftspolitik. Der Tag, v. 10. Sept. 1928. Berlin.
- Klever, H. W. und K. Mauch. — Über den Estländischen Ölschiefer „Kuckersit“. Kohle, Koks, Teer. Nr. 15. 1927. 60 S.

- Koern, V. — Dielektrizitätskonstanten der neutralen Brennschieferöle von Estland. Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat. Sitzung v. 17. III. 1927. Sitzungsber. 35. Bd. (3, 4) 1929 S. 155—171, estnisch; S. 171—173 deutsche Zusammenfassung. 3 Abb.
- Kogel, F. — Brennschiefergas. Zeitschr. d. Estl. Techn. Gesellsch. 3. Jahrg. 1921 S. 83—85. Estnisch.
- Kogerman, P. — Zerfall des Kuckersits in der Wärme. Zeitschr. d. Estländischen Gewerbevereins 1921 Nr. 11/12 S. 161—166 m. 3 Abb. Druckfehlerberichtigung S. 208. Estnisch.
- Kogerman, P. — The chemical composition of the esthonian M.-Ordovician oil-bearing mineral „Kukersite“. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A. III. 1922 25 S. m. 3 Abb.
- Kogerman, P. — The present status of the oil-shale industrie in Estonia. Journal of Petroleum Technologists 2. Bd. 1925 S. 1—16 m. 4 Abb. Bespr. Brennstoff-Chemie 7. Bd. 1926 S. 127.
- Kogerman, P. — Der estländische Ölschiefer und seine Ausnutzungsmöglichkeit. Brennstoff-Chemie 7. Bd. 1926 S. 173—176 m. 2 Abb.
- Kogerman, P. — The production of Oil-shale and Shal-Oil in Estonia. Journ. Inst. Petroleum Technologists 12. Bd. 1926 Nr. 57 S. 432.
- Kogerman, P. — Researches on the Chemistry of Estonian Shale-oil. Part. I. The Isolation and Properties of Phenols. Journ. Soc. Chem. Industry. 46. Bd. 1927 Nr. 14.
- Kogerman, P. — The chemical Nature of Estonian Oil-shale. The Origin of Oil-Shales. Sitzungsber. d. Naturforscher-Gesellsch. b. d. Universität Dorpat 24. Bd. 1927 S. 166—182.
- Kogerman, P. — Shale-oil research in Estonia: Chemical composition and autoxidation of light distillates. Journal of the Institution of Petroleum Technologists 13. Bd. 1927 S. 612—615.
- Kogerman, P. — The Oil-shale industry. Published under the authority of the Estonian Ministry of Trade & Industry. Dorpat 1927 40 S. m. 3 Taf. u. 14 Abb.
- Kogerman, P. — Anlässlich des 10-jährigen Bestehens der staatlichen Brennschieferwerke gefaßte Übersicht. Eesti Rohuteadlane (Der estländische Apotheker) 3. Jahrg. 1928 S. 204—208 m. 3 Tab. Estnisch.
- Kopwille, J. — Beitrag zur Untersuchung der estländischen Schieferöle. Inaug. Diss. Zürich 1927. 75 S. m. 6 Abb. u. 30 Tab.
- Kummerow, E. — Beiträge zur Kenntnis der Fauna und der Herkunft der Diluvialgeschiebe. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt 48. Bd. 1927 S. 11.
- Kuusk, J. — Flotationsversuche mit Estländischem Phosphorit. Sitzungsber. d. Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat 35. Bd. (1, 2) 1928 S. 71—79, deutsch; S. 79 estnisch. Verwendet Kuckersitöle.
- Landgräber, Fr. W. — Bituminöse Gesteine, ihre Verbreitung und ihre Bedeutung. Forschungen und Fortschritte. Korrespondenzbl. d. Deutschen Wissenschaft und Technik Berlin, 3. Jahrg. 1927 S. 196—197. Nicht in allem zutreffend.

- Lindenbein, H. — Über einen durch eine Zyanalge gebildeten marinen Sapropel silurischen Alters (Kuckersit). Von M. D. Zalesky. Aus dem Russischen übersetzt von H. Lindenbein. Zentralbl. f. Mineralogie, ... Jahrg. 1920 Nr. 5/6 S. 77—94 m. 10 Abb.
- Lindenbein, H. — Une flore marine sapropélique de l'Ordovicien moyen de la Baltique. Comptes Rendus Soc. Phys. et d'Hist. nat. Genève. 38. Bd. 1921 S. 60—63.
- Lindenbein, H. — Les Protophyccées (*Gloeocapsomorpha prisca* Zalesky) une flore marine du Silurien inférieur de la Baltique. Bulletin de la Société Botanique de Genève 1921 S. 274—292 m. 7 Abb.
- Lindenbein, H. — La Kuckersite. Étude d'un dépôt marin phytogène du Silurien inférieur de la Baltique. Genèse et caractère chimique. Compte Rendu des Séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 38. Bd. Nr. 2 1921 S. 71—74.
- Lindenbein, H. — La Kuckersite. Étude d'un dépôt marin phytogène du silurien inférieur d'Estonie. Archives des sciences physiques et naturelles. 1921 S. 379—413 m. 4 Abb. auf 2 Taf. u. Schriftenverzeichnis.
- Linstow, O. v. — Über die Verbreitung des Diktyonemaschiefers. Braunkohle. 25. Jahrg. 1927 Nr. 8 S. 1—4 m. 1 Abb.
- Lorens, J. — Versuche mit Brennschiefer auf der Eisenbahn Eesti tehnikaseltsi ajakiri (Zeitschr. der Estländ. Techn. Gesellschaft) 2. Jahrg. 1920 Nr. 20—24 S. 253—256 m. 3 Abb.; 3. Jahrg. 1921 Nr. 1 S. 6—8 m. 3 Abb. Estnisch.
- Luha, A. — Geologische Übersicht über den Steilabsturz in Wierland. „Virumaa“ (Wierland), herausgeg. v. d. Kreisverwaltung Wierland durch Ernst Rosenberg 1924 S. 292—314 m. 10 Abb. Estnisch.
- Luts, K. — Eingensart des Brennschieferfeldes in Estland. Eesti tehnikaseltsi ajakiri (Zeitschr. d. Estländ. Techn. Gesellsch.) 3. Jahrg. 1921 Nr. 7 S. 100—101 m. 1 Schnittbilde. Nachwort S. 128. S. a. O. Vuh S. 150—155 und K. Luts, S. 179—182. Estnisch.
- Luts, K. — Eignung des Rolle-Ofens für erdigen Brennschiefer. Eesti tehnikaseltsi ajakiri (Zeitschr. d. Estl. Techn. Gesellschaft) 3. Jahrg. 1921 S. 8—10. Estnisch.
- Luts, K. — Brennschiefer als Heizmittel. Ebenda S. 51—53. Estnisch.
- Luts, K. — Arbeiten der Prüfstelle im Ölwerk zu Kochtel. Ebenda, 4. Jahrg. 1922 S. 17—21 m. 1 Abb.; S. 49—51. Estnisch.
- Luts, K. — Über weitere Eigenheiten des Kuckersitfeldes. Tagesztg. Vaba Maa, Jahrg. 1922 Nr. 130 u. 132. Estnisch.
- Luts, K. — Die Destillation des Brennschiefers und das Rohöl in Kochtel. Revaler Bote 5. Jahrg. 1923 Nr. 48 v. 1. III. Fehde gegen K. v. Middendorff, s. d.
- Luts, K. — Zwei Jahre Ölherstellung aus Kuckersit. Tagesztg. Vaba Maa, Jahrg. 1923 v. Nov. Nr. 257. Estnisch.
- Luts, K. — Zur Kenntnis des estländischen Brennschiefers und des aus ihm gewonnenen Urteeres. Revaler Bote Nr. 165 v. 25. Juli; Nr. 168 v. 28. Juli; Nr. 169 v. 30. Juli; Nr. 171 v. 1. Aug. 1923. Schlußworte v. H. v. Winkler.

- Luts, K. — Der Einfluß der Schwelbedingungen auf die Eigenschaften der Uröle aus Kuckersit. Zeitschr. Loodus (Die Natur) 3. Jahrg. 1924 S. 354—374 m. 1 Abb. Estnisch.
- Luts, K. — Die Anwendung der Schwimm- und Sink-Methode zur Isolierung der organischen Bestandteile des estländischen Brennschiefers. Brennstoff-Chemie 9. Bd. 1928 Nr. 13 S. 217—218.
- Maddison, O. und F. Dreyer. — Ergebnisse der Festigkeitsprüfung einiger aus Kuckersit hergestellter Asphalte I. Mitteilungen d. Staatlichen Materialprüfamt am Revaler Polytechnikum 1925 S. 18—25.
- McKee, Ralph H. — Shale oil. American Chemical Society Monograph Series 1925 New-York. 326 S. Über Kuckersit S. 42—43.
- Mickwitz, A. v. — Archaicum, Kambrium, Silur in „Baltische Landeskunde“, herausgegeben v. K. R. Kupffer. Riga 1910 S. 138—174 m. 22 Abb. „Der Brandschiefer enthält bei Kuckers 55% flüchtige Bestandteile, die sich zur Herstellung von Brenn- und Schmierölen trefflich verwenden ließen; seine geringe Mächtigkeit aber hindert jede Ausnützung“. S. 162.
- Middendorff, K. v. — Der Stand unserer Ölschieferindustrie. Revaler Bote, 5. Jahrg. 1923 Nr. 25 v. 31. Jan.; Nr. 26 v. 1. Febr.; Nr. 27 v. 2. Febr.
- Mühlen, L. v. zur. — Die Ölschiefer des europäischen Rußlands. Osteuropa-Institut Breslau. Quellen u. Studien III. Abt. 4. Heft 1921 31 S. nebst 2 Abb. Mißlaunige Bemerkungen stören.
- Narbutt, J. v. — Die Isolierung der organischen Substanz im estländischen Brandschiefer. Zeitschr. f. angew. Chemie 35. Jahrg. 1922 S. 238—239.
- Öpik, A. — Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂—)-Stufe in Eesti. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A VIII¹⁶ 1925 20 S. m. 2 Taf. Außerdem in den Veröffentlichungen des Geologischen Institutes, Dorpat 1925.
- Öpik, A. — Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂—)-Stufe in Eesti II. Ebenda A XII¹³ 1927 35 S. m. 3 Abb. im Text u. 6 Taf. Außerdem in den Veröffentlichungen des Geologischen Institutes, Dorpat 1927.
- Öpik, A. — Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A XII¹² 1927 70 S. m. 18 Abb., 1 Taf. u. 3 Karten. Kuckersit S. 30—34; Diktyograptusschiefer S. 38—41.
- Öpik, A. — Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂—C₃—)-Stufe in Eesti III. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A XIII¹⁴ 1928 42 S. m. 7 Abb. u. 4 Taf.
- Öpik, A. — Über Muskelhaftstellen der Glabella von Pseudasaphus tectikaudatus Steinh. (Crust., Trilobita) und über die Funktion der Fazialsutur. Sitzungsberichte d. Naturforscher-Gesellsch. zu Dorpat 35. Bd. 1929 S. 292—306 m. 5 Abb. u. 1 Taf.
- Öpik, A. — Monographie der Brachiopoden aus C₂—C₃. In Vorbereitung.
- Orviku, K. — Der Uhaku. Zur Stratigraphie und Geomorphologie des NO-estnischen Karstgebietes. Sitzungsberichte d. Naturforscher-Gesellsch. zu Dorpat. 35. Bd. 1929 S. 199—225 estnisch; S. 225—232 deutsch. 5. Abb. 6 Taf. u. 1 Karte. Lageplan d. A.-G. Kütte-Jöud.

- Parts, H. — Homologe des Thiophenens im estländischen Brennschiefer-Öl und über die Möglichkeit der Darstellung von Ichthyol-Ersatzstoffen. Eesti Rohuteadlane (Der estländische Apotheker) 2. Jahrg. 1927 S. 137—143. Estnisch m. französischer Zusammenfassung.
- Pekarski, N. — Lehrbuch der Geographie. Im II. Teil Geographie Estlands. Reval 1922. 155 S. m. 50 Abb. u. 4 Karten. Über Kuckersit S. 134—138.
- Pezold, E. v. — Kalorimetrische Heizwertbestimmungen einheimischer Brennstoffe. Zeitschr. d. Estländischen Technischen Gesellschaft. 3. Jahrg. 1922 S. 12—17 m. 2 Abb. Estnisch.
- Pezold, E. v. — Unser Brennschiefer und seine technische Verwertung. Revaler Bote 3. Jahrg. 1921 Nr. 262 v. 19. Nov. Geologische Einleitung unzureichend.
- Pezold, E. v. — Kalorimetrische Heizwertbestimmungen einheimischen Brennstoffe I. Zeitschr. d. Estländischen Technischen Gesellschaft. Jahrg. 1925, S. 78—80, Estnisch mit deutscher Zusammenfassung, S. 94.
- Pezold, E. v. — Beitrag zur Analyse aschenreicher organischer Stoffe mit besonderer Berücksichtigung des estländischen Ölschiefers. Mitteilungen des Staatlichen Materialprüfamt am Revaler Polytechnikum Nr. 1 1925 S. 47—61 m. 1 Abb.
- Pia, J. Pflanzen als Gesteinsbildner. Berlin 1926.
- Pogrebow, N. — Baltische brennende Schiefer. Natürliche Nutzstoffe Rußlands. 4. Bd. 1920. 36 S. m. 2 Karten u. mehreren Abb. Russisch.
- Pogrebow, N. — Das Schrifttum über die baltischen Brennschiefer. Neftjanoe i slanzewoe chosjaistwo (Erdöl- und Schiefer-Gewerbe) 1920. Russisch.
- Potonié, H. — Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt. 6. Aufl. v. W. Gothan. Berlin 1920.
- Potonié, s. Gothan.
- Potonié, R. — Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie. Berlin 1924 285 S. m. 80 Abb. Über Kuckersit S. 135.
- Potonié, R. — Allgemeine Petrographie der „Ölschiefer“ und ihrer Verwandten mit Ausblicken auf die Erdölentstehung. Berlin 1928 173 S. m. 27 Abb. Über Kuckersit: S. 15, 16, 45, 76, 78, 90, 102, 159; über Diktyograptusschiefer: S. 158, 159, 102.
- Prawoslawlew, P. A. — Protótschenny nemói iswestnjak (Der ausge-laugte taube Kalk). Travaux de la Société des Naturalistes de Leningrad 54. Bd. 1924 Lief. 4. Russisch.
- Puksow, A. — Über Benzin aus Brennschiefer, Auto, 1. Jahrg. 1928 S. 126—127. Estnisch.
- Rägo, N. — Beiträge zur Kenntnis des estländischen Dictyonemaschiefers. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A XIII 1928 14 S.
- Raud, H. — Über das estländische Schieferöl. Braunkohle 26. Jahrg. 1927 S. 221—226.
- Raud, H. — Über die Einwirkung konzentrierter Schwefelsäure auf Kuckersitbenzine. Inaug. Diss. Techn. Hochschule zu Berlin. 1929.
- Raud, M. — Herstellung von Portland-Zement mit Hilfe von Brennschiefer. Technische Umschau, Beilage d. Zeitschr. d. Estländischen Technischen Vereines zu Reval. 1. Jahrg. 1919 S. 6—8. Estnisch.

- Raud, M. — Der Brennschiefer und das Brennschiefergewerbe in Estland. Sonderdruck a. d. Sammelband „Eesti“ (Estland). Dorpat 1925 25 S. m. 10 Abb. Estnisch.
- Raud, M. — Unsere Heizmittelfrage und deren Abhilfe. Eesti Majandus (Estlands Hauswirtschaft) 5. Jahrg. 1925 S. 153—158. Estnisch.
- Riesenfeld, E. H. — Klopfeste Benzine. Auto-Technik, 1926 Nr. 22.
- Riigi põlevkivitööstus 1918—1928 s. Staatliche Brennschieferwerke.
- Rüngleb, A. — Die Brennschiefervorkommen Estlands als industrieller Heizstoff. Die Grenzboten 78. Jahrg. 1919 S. 231—234.
- Rosen, H. Baron. — Die Bodenschätze Estlands. Die Ostsee, deutsche Zeitschrift f. Wirtschaft u. Kultur d. Ostseeländer. April 1918 S. 9—12. Geologische u. sachliche Irrtümer.
- Rüger, L. — Paläogeographische Untersuchungen im baltischen Cambrium unter Berücksichtigung Schwedens. Centralbl. f. Mineralogie... 1923 S. 117—128; 142—155.
- Rüger, L. — Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den estnischen Kuckersit und einige sich daran knüpfende Fragen. Geologische Rundschau 17. Bd. 1926 S. 23 m. Schriftennachweis.
- Sander, A. — Ölschiefer und ihre Verwertung. Brennstoff-Chemie 38. Bd. 1925 S. 295—296. Erörterungen dazu: Zeitschr. f. angew. Chemie 38. Bd. 1925 S. 825.
- Scheibler, H. — Über die chemischen Bestandteile der schwefelreichen bituminösen Teeröle (Ichthyolöle). Berl. Berichte d. D. chem. Gesellschaft 49. Bd. 1915 S. 2595.
- Schmidt, F. — Revision der Ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebietes. Abt. I. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. Mémoires de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. 7. Serie 30. Bd. 1881 238 S. m. 15 Abb. u. 16 Taf.
- Außerdem zahlreiche Veröffentlichungen desselben Verfassers zur Erdgeschichte Estlands.
- Schneider, W. — Über das Verhalten des Bitumens bei längerem Erhitzen auf 105°. Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis d. Kohle 5. Bd. 1922 S. 49—50.
- Schneider, W. — Über die Teerergiebigkeit und das Bitumen eines estländischen Ölschiefers (Kuckersit). Ebenda S. 69—75. Bespr. Zeitschr. Petroleum 20. Jahrg. 1924 S. 1027—1028.
- S[chulmann, H. v.] — 10 Jahre Staatliche Brennschieferindustrie. Revaler Bote 10. Jahrg. 1928 Nr. 271 v. 24. Nov. S. a. unter Ungenannt.
- Scupin, H. — Ostbaltikum I. Teil. Die Kriegsschauplätze 1914—1918. Berlin 1928. 270 S. m. 2 Karten, 3 Taf. u. 13 Schnitten. Über Kuckersit: S. 79—82; über Diktyograptusschiefer S. 46—52.
- Seraphim, Hans-Jürgen. — Die baltischen Staaten. Einzelheft a. Bd. I d. Osteuropäischen Länderberichte. Osteuropa-Institut, Breslau. S. 307—309.
- Spiegel, Ad. — Über Schieferöle. Zeitschr. f. angew. Chemie 34. Jahrg. 1921 S. 321—327.
- Staatliche Brennschieferwerke 1918—1928. Rückblick auf die geleistete Arbeit in Anlaß der 10jährigen Tätigkeit am 25. XI. 1928. 126 S..

- 50 Abb., 2 Karten u. mehrere Tabellen. Staatsdruckerei Reval. Estnisch. Vergl. dazu S[chulmann, H. v.].
- Tammekann, A. — Die Oberflächengestaltung des nordostestländischen Küstentafellandes. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis. A IX, 1926.
- Tauß, J. und H. Rumm. — Schnellmethode zur Bestimmung des Wassergehaltes. Zeitschr. f. angew. Chemie 39. Bd. 1926 S. 155—156.
- Teichent, C. — Der brennbare Schiefer von Estland. Natur und Museum, Naturforscher-Gesellsch. Frankfurt a/M. Heft 9 1927.
- Tilzen, M. und Y. Kauko. — Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Anwendung von Spiritus als Brennstoff. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis A VI, 1924 35 S.
- Trenklen, H. — Die Ölschiefer und deren Aufarbeitung. Feuerungstechnik 13. Jahrg. 1925 S. 205—208 m. 3 Abb. Dasselbst Wärmediagramm v. H. Trenkler und K. v. Middendorff.
- Uhlmann, P. W. — Der estnische Ölschiefer und seine wirtschaftliche Bedeutung. Chemiker-Ztg. Köthen 51. Jahrg. 1927 S. 745—746. Bespr. Brennstoff-Chemie 9. Bd. 1928 S. 32.
- Ungenannt. — Prüffahrt mit Brennschiefer (-Heizung). Eesti Tehnika Seltsi ajikiri (Estländische Technische Gesellsch.) 2. Jahrg. 1920 Nr. 17/18 S. 230—231. Estnisch.
- v. S. — Der Brennschiefer und das private Kapital. Karte der bis zum 1. Febr. 1923 erteilten Brennschieferkonzessionen. Revaler Bote 5. Jahrg. 1923 Nr. 60 v. 15. März.
- Ungenannt. — Staatliches Brennschiefergewerbe. 25. Nov. 1918 bis 25. Nov. 1923. Sonderdruck des Tageblattes „Päewaleht“ Nr. 316 v. 25. Nov. 1923. Estnisch.
- Ungenannt. — Wasserkraftquellen und Ölschieferlager Estlands. Bericht über die Erste Weltkraftkonferenz London-Wembley v. 30. Juni — 12. Juli 1924. Zeitschr. f. angew. Chemie 37. Jahrg. 1924 S. 649.
- Ungenannt. — Die estnische staatliche Brennschieferindustrie 1924. Ostwirtschaft Nr. 5 1925, bespr. in Brennstoff-Chemie 6. Bd. 1925 S. 5.
- Ungenannt. — Die Ölschiefer-Verschmelzung. Zeitschr. Petroleum 22. Jahrg. 1926 S. 949—951 m. Abb. Schwelverfahren n. Julius Pintsch-Berlin.
- Ungenannt. — Der Estnische Brennschiefer und die Brennschieferindustrie. Latvijas Tirgotajs, II. Jahrg. Riga 1926 S. 12—13 m. 2 Abb. Führende lettische Wirtschaftsztg. Fast wörtlich in d. Zeitschr. Petroleum 22. Jahrg. 1926 S. 1340—1342; gleichlautend: „Tägliche Berichte über die Petroleumindustrie“ 20. Jahrg. 1926 Nr. 159 S. 4—5. Nachtrag v. H. v. Winkler.
- Ungenannt. — The Estonian Oil Shale. Scheel's Review Nr. 3 1926 S. 4—12 nebst Karte der Konzessionsteilhaber.
- Ungenannt. — Shale Oil Asphalt. Scheel's Review, Reval Nr. 4 1926.
- Ungenannt. — Estonian Shale-Oil Progress. Scheel's Review Nr. 2 (9) Reval 1928 S. 12—20 m. 2 Abb. u. 1 Karte. Ohne Abb. Zeitschr. Petroleum 24. Bd. 1928 S. 1254—1256 unter dem Titel: Aus der Brennschieferwirtschaft Estlands.
- Ungenannt. — Erstmalige Preisangabe für estländisches Benzin auf dem Weltmarkt. Brennstoff-Chemie 9. Bd. 1928 S. 18 d. wirtschaftl. Teiles.

- Veiderpass, N. — Estländisches Brennschieferöl als Holztränkmittel. Pharmacia, Reval. 4. Jahrg. 1924 S. 213—217. Estnisch.
- Veiderpass, N. — Neuere Forschungen über die Anwendbarkeit des Brennschieferöles und der Phenolate zur Holzkonservierung. Eesti Rohuteadlane (Der Estländische Apotheker) 3. Jahrg. 1928 S. 209—219 m. 8 Abb. Estnisch. Sitzungsber. d. Naturforscher-Gesellsch. zu Dorpat 35. Bd. 1929 S. 174—186 m. 8 Abb. Deutsch.
- Venator. — Estlands Brennschieferindustrie. Ein verheißungsvoller Aufstieg. Brennstoff-Chemie 7. Bd. 1926 S. 3—4 d. wirtschaftl. Nachrichten.
- Verus, J. — Neuerungen in wärmewirtschaftlicher Beziehung im einheimischen Gewerbe. Tee ja tehnikka (Weg und Gewerbe) 8. Jahrg. 1929 Nr. 6 (85) S. 84—91, S. 88, Zeichn. 8, Heizungsanlage der Zellstoffwerke Reval. Estnisch.
- Vilberg, G. — Die Karstlandschaft von Kostifer. Der Kreis Harrien, ein landeskundliches Lesebuch. Dorpat 1921 S. 129—133; 165—167. Estnisch.
- Vuht, O. — In Veranlassung der Veröffentlichungen des Chemikers K. Luts „Eigenart des Brennschiefers“, „Vorläufige Nachrichten“ und „Nachträge zu den vorläufigen Nachrichten“. Eesti Tehnika Seltsi ajakiri (Estländische Technische Gesellschaft) 3. Jahrg. 1921 Nr. 10 S. 150—155. Estnisch.
- Wähner, A. — Die Anwendung einiger Methoden der Trennung von gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen aus Neutralöl aus estländischem Brennschieferurteer. Magisterarb. Dorpat, Mai 1925. Handschriftlich.
- Walgis, W. — Leuchtgas aus Schiefer. Das Petersburger Komitee kriegstechnischer Hilfe. Veröffentl. Nr. 10 v. 15./28. Juli 1917 S. 372—373.
- Wehm, B. — Der estländische Ölschiefer (Kuckersit) und die Umwandlung seiner organischen Anteile in Öl. Diplomarb. a. d. Techn. Hochschule Berlin. 1929. Handschriftlich.
- Weiderpass, N. — Über die keimtötende Wirkung aus dem estländischen Brennschiefer-(Kuckersit)-Öle gewonnener Phenole. Eesti arst (Der Estländische Arzt) 2. Jahrg. 1923 S. 277—282. Estnisch. Auch Pharmacia Nr. 5 (20) 1924.
- Weiderpass, N. — Über Phenole aus Kuckersitöl, in Sonderheit der zwischen 230°—270° liegenden Anteile. Pharmacia, Dorpat. 4. Jahrg. 1924. Beiheft 1 (16) S. 1—16 u. 2 (17) S. 17—32. Auch Eesti Arst (Der Estländische Arzt) 3. Jahrg. 1924 S. 25—26.
- Weiderpass, N. und P. Kogerman. — Über die Anwendbarkeit der Brennschieferöl-Phenolate zur Holzkonservierung. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat 33. Bd. 1926 12 S. m. 4 Abb. Auch Pharmacia 1926 Nr. 2 Estnisch m. deutscher Zusammenfassung.
- Weiderpass, N. — Über die Aromatisierung des Brennschieferöles durch den Krackprozeß. Sitzungsberichte d. Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat. 34. Bd. 1927 S. 143—153 m. 4 Abb.
- Winkler, H. — Über Umfang und Abbauwürdigkeit estländischer Bodenschätze. Mitt. a. d. Geologischen Inst. d. Universität Greifswald Heft III 1920 27 S. u. 1 Tab.
- Winkler, H. v. — Geologie Estlands. Reval 1922 182 S., 67 Abb. u. 2 Karten. Estnisch. Aufzählung von 166 mehrsprachigen Schriften zur allgem. Erdgeschichte Estlands.

- Winkler, H. v. — Zur Erdölversorgung Estlands. Revaler Bote. 5. Jahrg. 1923 Nr. 96 v. 2. Mai; Nr. 97 v. 3. Mai.
- Winkler, H. v. und Leonid Rübénberg. — Zur Kenntnis der Leichtöle aus Kuckersit. Beiträge zur Kunde Estlands. 11. Bd. 1925 S. 83—96 mit 1 Kurventaf. u. 1 Abb.
- Winkler, H. v. — Der Brennschiefer und die Brennschieferindustrie Estlands. Tägl. Berichte über die Petroleumindustrie 20. Jahrg. 1926 S. 4—5; gleichlautend i. d. Ztschr. Petroleum 22. Jahrg. 1926 S. 1341—1342.
- Winkler, H. v. — Die Revaler Gasfabrik. Das Gas- und Wasserfach. 70. Jahrg. 1927 S. 368—371.
- Winkler, H. v. — In „Geographie Estlands“, Reval 1927, herausgegeben vom Deutschen Schulamt S. 18—24 u. 43—46.
- Winkler, H. v. — Heimatliche Erdgeschichte. 37 S. Vorlesungen, gehalten im Generalstabe u. Winter 1928/29. Handschriftl. gedr. Estnisch.
- Wittlich, M. und S. Weshnjakow. — Beitrag zur Kenntnis des estländischen Ölschiefers, genannt Kuckersit. Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis. A III, 1922. 8 S.
- Wittlich, M. — Beitrag zur Untersuchung des Öles aus estländischem Ölschiefer. Ebenda, A VI, 1924 15 S.
- Wittlich, M. — Einiges über den Schwefel im estländischen Ölschiefer (Kuckersit) und dessen Verschwelungsprodukten. Ebenda A VIII 1925 12 S.
- Wittlich, M. — Fluoreszenz von Ölschiefer-Schwelprodukten. Brennstoff-Chemie 8. Bd. 1927 S. 309—310.
- Zaléssky, M. — Sur le sapropélite marin de l'âge silurien formé par une algue cyanophycée. Jahrb. d. russischen palaeontolog. Gesellsch. St. Petersburg 1. Bd. 1818 S. 25—42 m. 2 Taf. Russisch. Deutsch s. H. Lindénbein. Vorgetragen. a. 4/17 Nov. 1916. Seit dieser Sitzung wird d. Brennschiefer „Kuckersit“ genannt.
- Zwieg, W. — Beiträge zur Kenntnis natürlicher Bitumina unter besonderer Berücksichtigung des bituminösen Schiefertorfes. Ztschr. Petroleum 24. Bd. 1928 S. 243—246. Angaben über d. Stickstoffgehalt des Kuckersits sind nicht zutreffend.

Hilfs- und Handbücher.

- Abraham, H. — Asphalts and allied substances. 2. Aufl. 1920. New-York.
- Aufhäuser, D. — Brennstoff und Verbrennung. I. Bd. Brennstoff 1926. II. Bd. Verbrennung 1928. Berlin.
- Balcke, H. — Die Abwärmetechnik. I. Bd. Grundlagen 1928. II. Bd. Der Zusammenbau von Abwärmeverwertungsanlagen für gekuppelten Heiz- und Kraftbetrieb 1928. München u. Berlin.
- Bottler, M. — Über Herstellung und Eigenschaften von Kunstharzen und deren Verwendung in der Lack- und Firnisindustrie und zu elektrotechnischen und industriellen Zwecken. 1919 München.
Vergl. a. G. Cohn, Phenoxacetsäuren, Chem.-Ztg. Cöthen 40. Jahrg. 1916 S. 725. Folchi, Naphthalinkondensat, ebenda 46. Jahrg. 1922 S. 714. Fomobert, Albertol-Schellack, ebenda 47. Jahrg. 1923 S. 829.

- Bönnstein, E. — Einführung in die Chemie und Technologie der Brennstoffe. 1926. Halle.
- Budowsky, S. — Die Naphthensäuren. 1922. Berlin.
- Chemiker-Kalender. Berlin.
- Classen, A. — Handbuch der analytischen Chemie. I. Teil. Qualitative Analyse 9. Afl. 1924. Braunschweig.
- Dammer-Peters. — Chemische Technologie der Neuzeit. 2. Afl. I. Bd. 1925. Stuttgart.
- Engler, C. H. v. Höfen. — Das Erdöl. IV. Bd. 1916 I. Teil S. 1—223 Allgemeine Prüfverfahren. Leipzig.
- Fischer, Fr. — Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle. Berlin. I. Bd. 1917; II. Bd. 1918; III. Bd. 1919; IV. Bd. 1920; V. Bd. 1922; VI. Bd. 1923; VII. Bd. 1925; VIII. Bd. 1929.
- Formänek, J. — Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel 1918. Berlin.
- Fresenius, R. — Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. 17. Afl. 1919. Braunschweig. Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse 6. Afl. 1887. 2 Bde.
- Gattenmann, L. — Die Praxis des organischen Chemikers. 21. Afl. 1928. Leipzig.
- Gildemeister, E. — Die ätherischen Öle. I. Bd. 1910; II. Bd. 1913; III. Bd. 1916. Leipzig.
- Graefe, E. — Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenteer-Industrie. 2. Afl. 1923. Halle.
- Gurwitsch, L. — Wissenschaftliche Grundlagen der Erdölverarbeitung. 2. Afl. 1924. Berlin.
- Hempel, W. — Gasanalytische Methoden. 4. Afl. 1913.
- Herberg, G. — Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes. 3. Afl. 1922. Berlin.
- Hermanns, H. — Vergasung und Gaserzeuger. 1921. Halle.
Taschenbuch für Brennstoffwirtschaft und Wärmetechnik. 1927. Halle.
- Hinrichsen und Taczak. — Chemie der Steinkohle. 3. Afl. 1916.
- Holde, D. — Kohlenwasserstofföle und Fette. 6. Afl. 1924. Berlin.
- Houben-Weyl. — Die Methoden der organischen Chemie 2. Afl. Leipzig. I. Bd. 1921; II. Bd. 1922; III. Bd. 1923; IV. Bd. 1924.
- Institution of Petroleum technologists. Standard methods of testing petroleum and its products. 1924. London.
- Kohlrausch, Fr. — Lehrbuch der praktischen Physik. 14. Afl. 1923. Leipzig.
- Küster-Thiel. — Logarithmische Rechentafeln. 35. Afl. 1929. Leipzig.
- Lunge-Berl. — Chemisch-technische Untersuchungs-Methoden. 7. Afl. Berlin. I. Bd. 1921; II. Bd. 1922; III. Bd. 1923; IV. Bd. 1924.
- Lunge, G. und H. Köhler. Die Industrie des Steinkohlenteers und des Ammoniak. Berlin. I. Bd. Steinkohlenteer. 1912.
- Marcusson, J. — Die natürlichen und künstlichen Asphalte. 1921. Leipzig.
- Naphthali, M. — Leichte Kohlenwasserstofföle (und Fette). I. Bd. 1928. Berlin.
- Ostwald-Luther. — Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. 4. Afl. 1925. Leipzig.

- Sedlaczek, E. — Die Automobiltreibmittel des In- und Auslandes 1927. Berlin. Krackverfahren unter Anwendung von Druck. 1930. Berlin. Im Erscheinen.
- Scheithauer, W. — Die Schwelteere, ihre Gewinnung und Verarbeitung. 2. Afl. 1922. Leipzig.
- Schmitz, L. — Die flüssigen Brennstoffe. 3. Afl. 1919. 1923. Berlin.
- Stähler, A. — Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. III. Bd. 1913.
- Strache-Lant. — Kohlenchemie. 1924. Leipzig.
- Strache-Ulmann. — Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. 1927.
- Treadwell. — Quantitative Analyse. 11. Afl. 1927. Leipzig.

Mit der vorliegenden Aufzählung ist die Reihe der empfehlenswerten Nachschlagewerke nicht erschöpft. Wer außerdem über Gegenwartsfragen der Wissenschaft und des Gewerbes im Bilde bleiben will, muß sich angelegen sein lassen, die einschlägigen Fachzeitschriften zu lesen. Genannt seien:

Asphalt- und Teerindustrie-Zeitung, Berlin.
 Braunkohle, Halle.
 Brennstoff-Chemie, Essen.
 Chemiker-Zeitung, Köthen.
 Chemisches Zentralblatt, Berlin.
 Petroleum, Wien-Berlin.
 Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
 u. s. w.

Namenweiser.

Aarmann 235, 239

Aarts 233

Abel 94, 103

Abraham 340

AEG 105

Agde 209

Aisinman 203

American Hydrocarb. 235

American Shale 224, 225, 230, 231

Andress 81

Antropoff 330

Arndt 140

Ascher 105

Aufhäuser 340

Bader 211

Badische Anilin & Sodaf. 195, 329

Balcke 340

Baltische Baumwollsp. 237

Bamag-Meguïn 234

Bandte 179, 195, 197, 326

Baum 105

Baumé 86

Barby 95

Barthel 69

Bassler 29, 30, 330

B. & L. Powdered Full Lim. 239

Beaudequin 233

Behr 330

Bekker 9, 14, 15, 17, 23, 26, 27, 29,
30, 31, 32, 33, 36, 149, 330, 331

Belstein 103

Bergh & K. L. 229, 230

Bergius 194, 195, 196

Berl 56, 61, 64, 65, 67, 75, 81, 82, 84,
93, 98, 103, 118, 124, 139, 212, 341

Bertholet 104

Bianchi 238

Blümner 196, 237

Bonnema 29, 331

Born 37

Börnstein 341

Borrmann 199

Bottler 340

Brandt 43

Bratter 133, 134

Brenken 103

Brooks 200

Brown 122

Brownlie 331

Brunck 67

Bubnoff 331

Budowsky 341

Bunsen 76, 80

Burgeß 210

Burmah Oil 233

Burton 197

Carlsson 230, 231

Carmann 87

Caro 193

Churchi 125

Classen 341

Cohn 340

Cranwill Girouard 234

Crawford 216

Cross 196, 197

Crozier 230, 232, 235

Cunnigham-Craigh 331

Cyrén 145, 331

Czako 83

Daeschner 203

Dammer 91, 95, 118, 140, 193, 203,
331, 341

Dames 27

- Davidson 235, 236
 Desgraz 64
 Dehottay 236
 Deringer '82, 83
 Didier 163
 Diener 37
 Dieterici 76
 Dieterich 89
 Dietrich 65
 Dingler 203
 Douglas 89
 Dow-Smiths 127
 Drawe 192
 Dreves 118
 Drew 43, 44, 331
 Dreyer 205, 335
 Dubbs 196, 197
 Dubosc 133
 Dulong 75
 Dumas 68
 Dunkel 195
 Dvorkovitz 236
- Edeleanu 204
 Edwards 233
 Eglon 230
 Eichelberg 235, 238
 Eichwald 12, 27, 31, 32
 Eickmann 132
 Ekl 100, 131
 Emerik 331
 Engelhardt 24
 Engler 93, 95, 100, 101, 104, 115, 116,
 117, 119, 122, 200, 341
 Erde 331
 Eschka 67, 101
 Estl. Patent A/G 225, 233, 234, 235,
 236, 237
 Estn. Steindl A/G 229
 Eucken 76, 78
- Fischer 68, 74, 133, 145, 146, 147, 148,
 174, 191, 192, 193, 195, 199, 209, 341
 Florentin 233
 Flores 232
 Fökin 2, 16, 37, 211, 331
 Folchi 340
 Follmann 91, 203
 Fomobert 340
- Formànek 89, 93, 341
 Frank 193
 Frash 101, 202
 Freemann 229, 237
 Fresenius 56, 61, 341
 Fritsche 68
- Gäbert 154, 159, 213, 331
 Gaißer 211, 212
 Gary 64, 212
 Gaspari 188
 Gattermann 56, 68, 341
 Gault 331
 Georgi 1
 Gerber 72
 Gilardi 239
 Gesellsch. f. Teerverw. 235, 239
 Gewerkschaft Carl d. Gr. 229
 Gildemeister 89, 341
 Goffin 167
 Goldsbroug 234
 Göltz 209
 Gordin 239
 Gothan 331, 336
 Gradenwitz 331
 Graefe 133, 134, 139, 341
 Grauen 237
 Grené 226, 235
 Griffiths Retord 231
 Grohmann s. Abb. 5, 6, 7, 49.
 Grohs 228
 Gröndal 225, 230, 231, 232, 234, 235,
 238
 Großfeldt 66
 Großmann 191
 Grote 96
 Grum-Brown 122
 Guldénstätt 1, 331
 Gurwitsch 101, 134, 201, 203, 341
 Guy-Pell 231
 Gyllenhall 33
- Haase 79
 Haber 82
 Hackford 236
 Hackl 133
 Halphen 133
 Haltenberger 332
 Harpe 223, 232, 238

Hay 233
 Hehn 1
 Heller 160, 234
 Helmersen 1
 Hempel 59, 60, 83, 341
 Hentze 211, 212, 332
 Heraeus 60, 133
 Herberg 341
 Herbing 332
 Hermann 76
 Hermanns 341
 Heslinger 130
 Heusler 100
 Heyn 195
 Hinrichsen 341
 Hisinger 31
 Hofer 69
 Höfer 101, 122, 341
 Hofmann 192, 208
 Hold 230, 231, 232
 Holde 72, 89, 93, 94, 96, 97, 100, 118,
 132, 135, 163, 341
 Hollinger 67
 Holm 15, 31
 Holmberg 332
 Holmes 196
 Houben 75, 97, 100, 102, 341
 Hultman 239
 Humphreys 200
 Hunnius 241, 332
 Hüsse 332
 Hutchins 229
 Hutin 133, 134
 Huun 236

 I. G. Farbenind. 196, 236, 237, 238
 Ilmanine Abb. 34
 Instit. of Petr. Techn. 341
 Internat. Bit. Oil 238
 Intertrust Comp. 238

 Jaanson-Orviku 332
 Jaanus 224, 226, 234
 Jannsen 209, 332
 Jackson Res. Corp. 231
 Jaeger 82, 193, 332
 Jaekel 27
 Jenkigi 196
 Junker 84

Kaffer 239
 Kahlbaum 89, 90, 132
 Kand 99, 332
 Kark 332
 Käsebier 332
 Kauko 338
 Kempf 76
 Kentmann 332
 Kirschbaum 23, 24
 Kjeldahl 68
 Klau 332
 Kleiber 239
 Klever 165, 226, 232, 332
 Kling 233
 Koern 96, 333
 Kogel 333
 Kögler 150
 Kogerman 85, 94, 96, 146, 170, 174,
 177, 200, 211, 331, 333, 339
 Köhler 341
 Kohlrausch 76, 80, 86, 341
 Koken 31
 Kolthof 137
 Konstantinow 88
 Kopwillem 85, 195, 204, 333
 Koslowsky 42
 Kraemer 176, 178
 Krieger 187, 189
 Kröner 83
 Krutikow 16
 Kuddu 233
 Kulshinsky 223, 225, 232
 Kummerow 333
 Kupffer, A. 1
 Kupffer, K. 335
 Küster 341
 Kuusk 333
 Kwjatkowski 88

 Laing 236
 Lamansky 4
 Lamplough & Rotocz. 233
 Landgraeber 333
 Langebraun 232, 233
 Lant 75, 84, 100, 131, 342
 Larsen 239
 Larsson 228
 Lassar-Cohn 68
 Laurent 329

- Lebedorff 211
 Lindblad 234
 Lindenbein 16, 30, 34, 37, 38, 39, 42,
 46, 211, 334, 340
 Linde 193
 Linstow 143, 334
 Lißner 211
 Litinsky 185
 Loebell 133
 Löffler 84, 87
 Lorens 334
 Löwe 82
 Lubi 180
 Luha 333
 Lukk 170
 Lunge 56, 61, 64, 65, 67, 75, 81, 82, 84,
 93, 98, 103, 118, 124, 139, 212, 214,
 339, 341
 Luther 75, 341
 Luts 23, 24, 61, 170, 172, 177, 212, 213,
 334, 335

 Maclaurin 228
 Maddison 205, 335
 Mahler 104
 Majew 233
 Mallison 20, 122
 Manley 196
 Marcusson 94, 97, 112, 122, 128, 132,
 133, 341
 Margus 226, 231
 Martens 103
 Matz 235, 239
 Mauch 165, 332
 Mayer 226, 231
 Mc Afee 197
 Mc Ewen 216
 Mc Guinness 239
 Mc Kee 122, 335
 Megert-Ulrich 237, 239
 Meiro 224, 234
 Méker 69
 Melamid 229
 Mendelejew 87, 88
 Menell 170, 223, 224, 225, 226, 234, 237
 Merck 90, 132
 Metallbank 223, 224, 232, 234, 236
 Metallgesellschaft 238
 Michaelis 137, 189

 Mickwitz 2, 3, 335
 Middendorff 230, 241, 297, 334, 335, 338,
 Abb. 26, 28
 Mislowitzer 137
 Mohr 86
 Mourgeon 223, 231
 Mühlen 335

 Naamloze Vennootschap 232
 Naphtali 192, 198, 200, 341
 Narbutt 76, 211, 335
 Nernst 76
 Nicholson 33, 86
 Nielsen 230, 236
 Nieszkowsky 31
 Nobel 156, 157
 Northstrand Trust 234

 Oberschlesische Kokswerke 199
 Öpik 29, 144, 149, 213, 335. Mitarb.
 Orviku 335
 Ostwald 75, 341
 Ott 82
 Ottoson s. Vorw. u. Abb. 32 u. 34

 Padovani 209
 Pailler 133
 Pallas 1, 331
 Pannertz 80
 Parts 336
 Patentaktiebolaget 232, 234, 238
 Pekarski 336
 Pensky 103
 Peters 91, 95, 118, 140, 193, 203, 341
 Petersen 229
 Petterson 83
 Pezold 226, 231, 232, 236, 336
 Pfeiffer 169
 Pfersch 331
 Pfisterer 202
 Pia 34, 44, 336
 Piccard 97
 Pictet 122
 Pintsch 170, 228
 Plauson 226, 229
 Pogrebow 16, 42, 330, 336
 Potonié 213, 331, 336
 Powdered Fuel Lim. 239
 Prawoslawlew 43, 336

Prudhomme 231
Puksov 96, 180, 336

Ragosin 88
Rägo 143, 336
Rakusin 88
Ramén 225, 232, 234, 238
Raschig 196
Rasching 136
Rast 97, 102
Rathgen 139
Raud, H. 336
Raud, M. 170, 336, 337
Rebane 231
Redwood 95
Reed 9
Refiners Limit 237
Reinwaldt, Mitarb.
Rekord-Zement Ind. 231
Renmenkampff, Mitarb.
Rhoades 233
Ricke 233
Ridge 223, 234, 235, 239
Richardson 127
Richter 30, 31, 33
Riebeck 203
Riesenfeld 179, 337
Ringleb 337
Rittener 65
Ritter 208
Rolle 334
Roosmann 234
Rosen 337
Rosenberg 331, 334
Rostin 237
Roth 75
Rothe 101
Rübenberg 76, 90, 94, 167, 340
Rüger 39, 40, 41, 42, 213, 330, 337
Rumm 338
Runge 216
Russisch-Balt. Werft 231

Salerni 231, 236
Sander 337
Sarnow 176, 178
Scania Werke 329
Schamarin 1, 23, 61, 144, 211
Scheel 152

Scheibler 65, 337
Scheithauer 342
Schellenberg 209
Schering 89, 90
Schilling 80
Schindelmeier 228
Schläpfer 209
Schleicher & Schüll 62, 118, 129
Schlosser & Sch. 228
Schmidt, C. 1, 144
Schmidt, F. 1, 3, 7, 14, 27, 29, 31, 32, 337
Schmitz 63, 91, 203, 342
Schneider, C. 164, Abb. 35, Taf. X u. XII
Schneider, W. 209, 211, 337
Schoch 212
Schönhofer 238
Schorl 209
Schott & Gen. 66
Schrader 68, 74, 193, 199
Schrenck 8
Schuller 76
Schulmann 337, 338
Schumpelt 208
Schütz 226, 230
Schwarz 183
Schwarze 233
Scupin 30, 330, 337
S. E. Company 229, 230
Sedlaczek 193, 329, 342
Sensible Heat Dest. 236
Seraphim 337
Seybold 95
Siegel & A. R. 233
Siemens & Halske 79
Sievert 96
Silica Gel Co. 235
Sirinamed 209
Société Anonyme 232, 236
Spiegel 160, 337
Spieß 133
Spilker 235
Staatl. Brennschieferwerke 229, 337
Stadnikow 199
Stähler 76, 78, 342
Stettiner Chamottefabrik 163, 228
Steinmüller 163
Stinnes 202

- Stock 83
 Strache 75, 80, 84, 100, 131, 208, 342
 Strubes 224, 232
 Studnikow 199
 Sulfrian 194, 202
 Supan 199
 Syndikat f. Gasforsch. 229
- Taczak 341
 Tammekann 338
 Tauss 231
 Tauß 201, 338
 Teichert 338
 Theisen 239
 The Burmah Oil Co. 233, 234
 The Silica Gel Corp. 235, 239
 The Var Oil Co. 236
 Thiel 341
 Thot 135
 Tietze 331
 Tülzen 338
 Tirman 228
 Tomingas 226, 228, 230, 231
 Törnquist 31
 Trauzl 157
 Trampedach 226, 231
 Treadwell 63, 64, 67, 342
 Treial 237
 Trenkler 230, 338
 Tropsch 192
 Trumble 234
 Turner 237
- Ubbelohde 93, 95, 115, 119
 Uhlmann 208, 338
 Ullmann 80, 208
 Ulmann 80, 342
 Ungenannt 338
- Universal Oil Products Comp. 231,
 232, 235, 239
- Veiderpass s. Weiderpass
 Venator 339
 Verus 339
 Vilberg 339
 Vuht 223, 224, 226, 232, 234, 334, 339
 Wähner 204, 339
 Walgis 339
 Wannebo 234
 Wartha 76
 Wehm 170, 339
 Weiderpass 197, 339
 Weisse 167
 Weißenberger 81
 Werb 102
 Weshnjakow 68, 146, 148, 340
 Westphal 103
 Wetzel 59
 Wheeler 210
 Weyl 75, 100, 341
 Wiman 27, 31
 Winkler 3, 14, 30, 83, 90, 94, 144, 167,
 239, 330, 334, 339, 340, Abb. 2, 6,
 7, 8, 37, 50, 51, 52.
 Wittlich 67, 68, 143, 146, 148, 189, 340
 Wolf 230, 232, 233
 Würth 232
- Zalessky 16, 18, 33, 34, 37, 38, 42, 334,
 340
 Zander 81
 Zeitler 224, 229, 230, 232, 233, 235, 237
 Zerbe 235
 Zsismondy 81
 Zwieg 340

Nachträge und Verbesserungen.

Seite

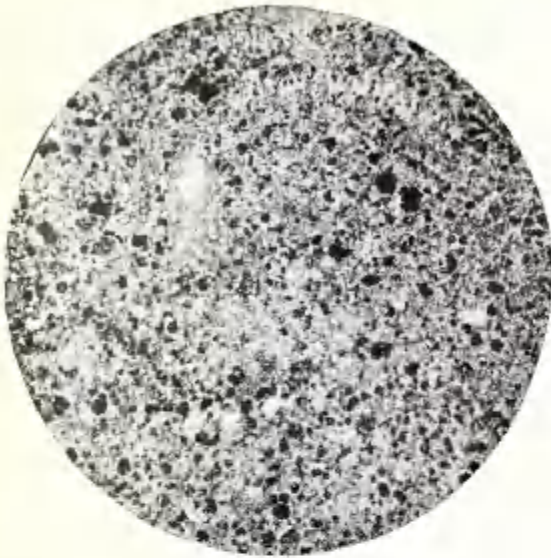
- 16 20. Zeile v. u. lies *Zallessky* statt *Zalesky*.
- 23 2. „ „ „ „ *Nebeneinanderstellen* statt *Nebeneinanderstellen*.
- 29 5. „ „ „ „ *Bassler* statt *Baßler*.
- 30 13. „ „ „ „ „ „ „
- 64 5. „ „ „ „ *Desgraz* statt *Degr az*.
- 74 Im Abschnitt 8, 10 u. s. f. wäre nach *J. Wallot*, *AEF*, *Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen*, Berlin 1928 statt *WE* und *we kcal* (*Kilokalorie*) und *cal* (*Grammkalorie*) einzusetzen.
- 81 14. Zeile v. o. lies *Abscheidung* und *Nachweis* statt *Abscheidung*.
15. Zeile v. o. lies *Wasserstoffsperoxyd* statt *Jod*. Auf die maßgeblichen Auseinandersetzungen von *F. Henrich* und *F. Pezold*, *Zeitschr. f. analyt. Chemie* 1928 S. 120—134 ist der Herausgeber durch *Herrn Byron Wehm* aufmerksam gemacht worden.
- 84 18. Zeile v. u. lies 91500 *Kr.* statt 9250 *Kronen*.
- 88 1. „ „ „ „ *Kwjatkowsky* statt *Ebenda*.
- 92 Zusatz zur Anmerkung 30: Die von *M. Wöttlich*, *Acta et comm. A VII*, 1924 angegebenen Haltepunkte siedender Öle bei 170°, 207—210°, 237° und 330° C gelten für so schwere Rohöle, wie sie nicht mehr im Handel vorkommen.
- 94 Zuzufügen zur 9. Zeile v. u. fp: 55—60°, 92°, 110—120° C.
- 96 Zuzufügen zur 10. Zeile v. u.: Der Ausfall der Prüfung mit *Drakorubin*-papier ist nicht in allen Fällen eindeutig.
- 100 15. Zeile v. o. ist: eine genau gewogene Menge, zu streichen.
- 101 15. „ v. u. lies *Frash* statt *Frasch*.
- 102—104 Die amtlichen Anforderungen an das zu liefernde Benzin sind im Einzelnen abgeändert, wie mir Herr *B. Hoffmann* freundlichst mitteilt.
1. muß das Benzin in 10 cm dicker Schicht klar und durchsichtig sein;
 2. soll die Dichte bei 15° C gemessen nicht über 0,760 hinausgehen;
 3. dürfen *Mineralsäuren* nicht vorhanden sein;
 4. kann sich das Benzin mit starker *Schwefelsäure* (1,84) geschüttelt ein wenig bräunlich färben;

5. sollen bis 100° C 25—35% übergehen, bis 140° C 75—85%. Der Siedeschwanz darf nicht über 200° C reichen.
 6. dürfen beim Verdunsten auf Filtrierpapier keine Flecken und Nebengemische zurückbleiben.
 7. darf das Benzin kein Wasser enthalten.
- 125 Dem von geschätzter Seite aus geäußerten Wunsch, das Verfahren von Kraemer-Sarnow zu befürworten, kann der Herausgeber aus den S. 83 vorgebrachten Gründen nicht beistimmen, umso weniger, als von reichsdeutschen Forschern das Arbeiten mit Quecksilber bereits verlassen ist.
- 139 3. Zeile v. u. lies Lunge-Berl statt Lunge-Berl.
- 179 8. „ v. o. lies marktfähigen statt markfähigen.
- 181 wäre im dritten Absatz an das Wort Metallbehälter die Fußnote anzuhängen:
 Rohlfester Anstrich durch Dessolvinfarbe, Bittner-Werke Wien XI, schützt Stahl und Eisen gegen den Angriff von Benzin, Benzol, säurehaltigem Rohöl, Zyanwasser und Gaswasser.
- 191 Zur Anmerkung 1 zuzufügen: ferner Kreuzkam, Chemiker-Ztg., Köthen 53. Jahrg. 1929 S. 561.
- 203 4. Zeile v. o. **Behandlung mit Alkohol** statt **Behandlung** mit Alkohol.
8. „ „ „ **Schwefeldioxyd** statt Schwefeldioxyd.
- 208 6. „ v. u. **Strache-Ullmann** statt **Strache-Ullmann**.
- 213 Oben. Auf den ersten Blick ist die Einstellung des Herausgebers zu dem Chlorbefunde von K. Luts und Mitarbeitern nicht erkennbar. So viel steht fest, daß an dem Vorhandensein des Chlors nicht mehr gezweifelt werden kann, seine Menge ist dagegen ungewiß. Den Chlorgehalt auf Zehntel v. H. angeben, nachdem der Prüfkörper mit Salzsäure oder Chlorkalzium vorbehandelt worden war, geht wirklich nicht an.

Tafeln

Der Estländische Brennschiefer,
herausg. von H. v. Winkler.

Tafel IX, X, XI, XII Lichtbildaufnahmen
von Carl Schneider, Reval
nach Vorlagen und Naturstücken.

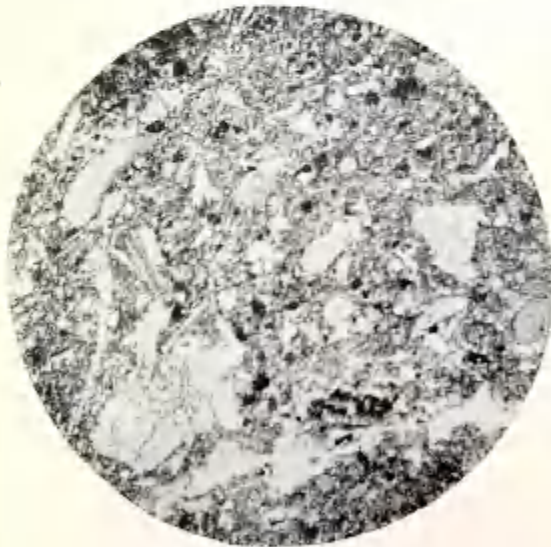


1

Taf. I

zu S. 15, 16.

1. Dünnschliff eines Kuckersitkalksteines mit etwa 8% Kuckersit. Schwarze Klümpchen = *Gloeocapsomorpha prisca* Z a - l e s s k y. Körnige Grundmasse kohlenaurer Kalk. Außerdem Bruchstücke v. Versteinerungen (hell) neben Quarz und Ton- teilchen.
2. Dünnschliff des kucker- sitarmen Doppelkalkes mit vereinzelt Kucker- sitklümpchen. Die Grund- masse besteht aus Kalk- karbonat und kleinen Mineralkörnchen. Zahl- reiche helle Stellen be- zeichneter Versteinerun- gen.



2

Aus H. Bekker, Stra- tigraphical and Paleon- tologic. Supplements on the Kukuruse Stage 1924.

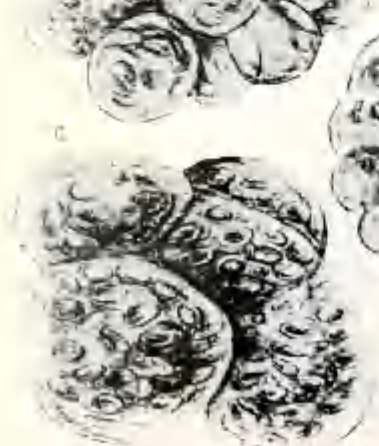
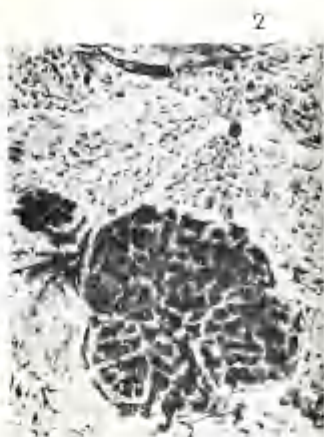
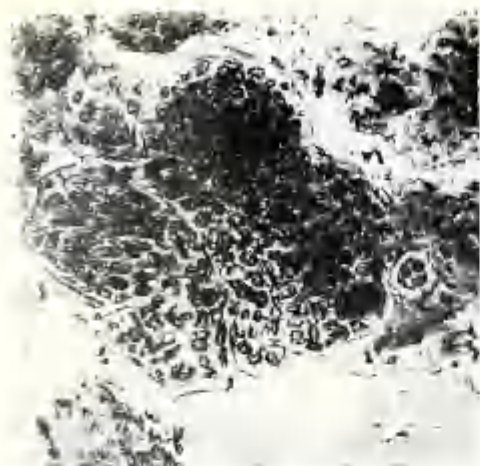
Taf. II

zu S. 16.

1. Wagerechter Schnitt durch eine Kuckersitkolonie, x 450. Nach einem Tuschbild von E. D. Kovalsky.
2. Senkrechter Schnitt, x 450. Nach einem Tuschbild von E. D. Kovalsky. Fundort: Schweinsberge (Söjamägi) bei Reval.
3. *Gloeocapsa paroliniana* (Menegh.), x 650. Herbarium des Botanischen Gartens in Petrograd. Nach einem Tuschbilde von Frl. E. D. Kovalsky, eine Cyanalge der Gegenwart wiedergebend.
4. Kolonie der fossilen Alge *Gloeocapsamorpha prisca* Zalessky gen. et sp. x 700. Nach Tuschzeichnungen von Frau A. R. Zalessky.
- 5—7. Kolonien von *Gloeocapsamorpha prisca* Zalessky aus dem Gestein ausgelöst und mit Chloralhydrat behandelt, x 700. Tuschzeichnungen von Frau A. R. Zalessky.

Aus M. D. Zalessky, Sur le sapropélite marin de l'âge silurien formé par une algue cyanophycée. 1918.

Taf. II



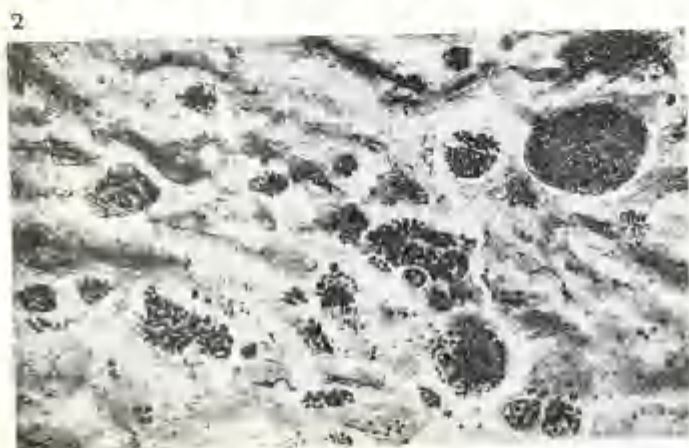
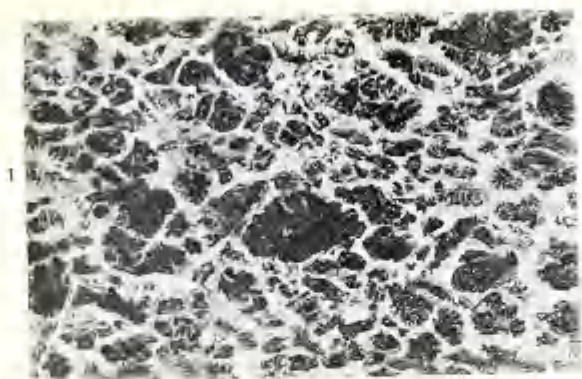
Taf. III

zu S. 16, 30.

1. Schnitt durch den Kuckersitschiefer, x 110. Nach Tuschezeichnung von Frl. E. D. Kovalsky.
2. Schnitt durch den Kuckersitschiefer, x 140. Nach Tuschezeichnung von Frau A. R. Zalessky.
3. Kuckersitschiefer mit Schwanzschild von *Cybele coronata* Fr. Schmidt, *Orthis inostranzefi* Wysogorsky, *Plectambonites aff. sericeus* u. a. Nach einem Lichtbilde von A. S. Schestakow.

Aus M. D. Zalessky, Sur le sapropélite marin de l'âge silurien formé par une algue cyanophycée.
1918.

Taf. III



Taf. IV

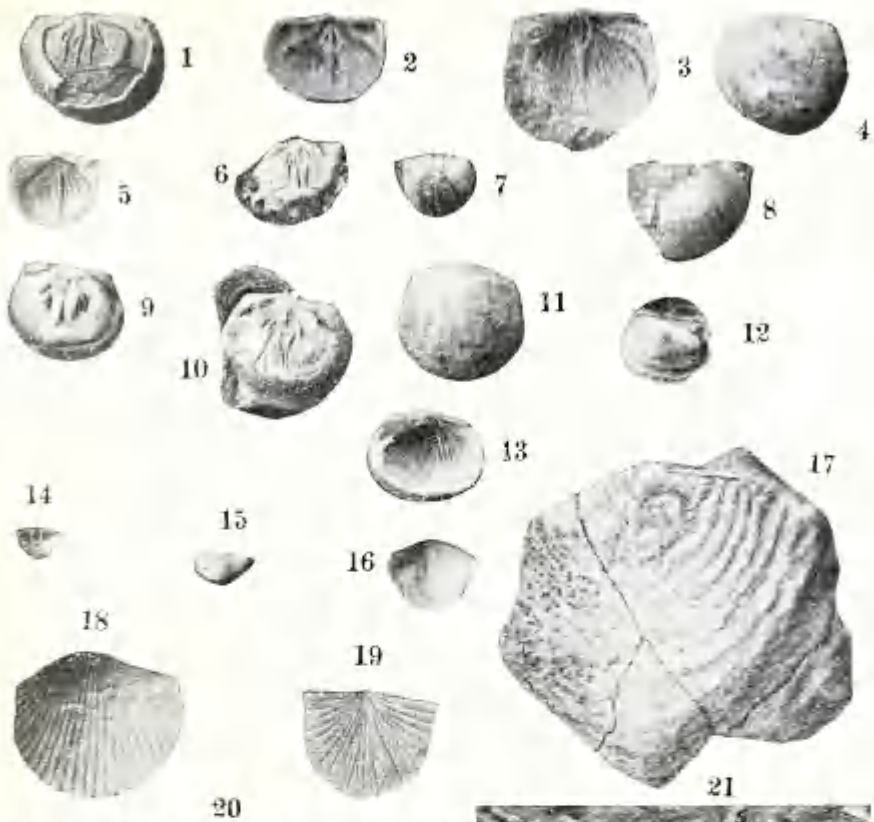
zu S. 30.

Alles (mit Ausnahme von 20) Brachiopoden.

- 1— 4. *Rafinesquina imbrex* (?) Bekker (*non imbrex* Pander). 1. Innenseite der Brachialklappe. 2—3. Innenseite der Pedikelklappe. 4. Außenseite einer Pedikelklappe.
- 5— 8. *Rafinesquina järvensis* Bekker. 5. Innenseite der Pedikelklappe. 6. Innenseite der Brachialklappe. 7—8. Außenseite der Pedikelklappe. Durch schwache Wölbung und zarten Bau von verwandten Arten unterschieden.
- 9—13. *Rafinesquina dorsata* Bekker. 9—10. Innenseiten der Brachialklappen. 11. Außenseite der Pedikelklappe. 12. Außenseite der Brachialklappe. 13. Innenseite der Pedikelklappe. Eine besonders stark gewölbte Form.
- 14—15. *Plectambonites* sp. aus der Verwandtschaft des *Plect. humboldti* Vern., häufig in oberen C₂ und unteren C₃ Schichten.
16. *Plectambonites humboldti* (Verneuil), Außenseite der Pedikelklappe, von Bekker unter *Plect. schmidti* var. *leptelloides* Bekker aufgeführt.
17. *Leptaena estonensis* Bekker. Innenseite einer Brachialklappe.
18. *Orthis* cf. *umbo* Lindström.
19. *Strophomena* sp.
20. Abdruck einer unbekanntenen Versteinerung, nach Bekker eines Schwammes.
21. Sohlfläche des Doppelkalkes mit Wurmsspuren. 1. *Rafinesquina dorsata* Bekker. 2. *Clitambonites marginatus* (Pahlen), Pedikelklappe. 3. *Clitambonites sqamatus* (Pahlen), Brachialklappe. 4. *Plectambonites* sp.

Aus H. Bekker, The Kuckers stage of the Ordovician rocks of NE Estonia 1921. Taf. III.

Taf. IV



Taf. V

zu S. 31.

1. Kuckersitschiefer mit Brachiopoden.
 - L. *Leptaena trigonalis* Schmidt.
 - O. *Orthis* sp.
 - Cl. *Clitambonites squamatus* Pahlen.
 - S. *Strophomena* sp.
 - P. *Plectambonites aff. sericeus* Sowerby.
 - Pcr. *Pseudocrania planissima* Eichwald.
2. *Pseudohornea bifida* (Eichwald) im Kuckersitschiefer.
3. *Porambonites aequirostris* Pander, ein plattgedrücktes Stück.
- 4, 5. *Orthis cf. umbo* Lindström.
- 6, 7, 8. *Clitambonites marginatus* (Pahlen). 6, 7. Brachialklappen von außen und innen; 8. Pedikelklappe von innen.

Aus A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-
(C₂) Stufe in Eesti. II, 1927.

Taf. VI

zu S. 12, 30.

1. Kuckersitkalkknolle mit Versteinerungen aus der Knollenschicht F, XII.
 - Ch. *Chasmops odini* Eichwald.
 - Pcr. *Pseudocrania planissima* Eichwald.
 - I. *Illaeus schmiedti* Holm, Schwanzschild.
2. Kuckersitkalkstein mit Schwanzschild von *Cheirusus spinulosus* Nieszkowsky und *Plectambonites aff. sericeus* (Sowerby)
3. Stöcke und *Diplotrypa petropolitana* Nicholson.
- 4—5. Kopf- und Schwanzschild von *Basilicus lutsi* Öpik, vergr.
6. Kopfpanzer von *Chasmops odini* Eichwald.
7. Schwanzschild von *Asaphus fennicus* Wiman, vergr.
8. *Illaeus crassicauda* Wahl.
- 9—10. Kopf- und Schwanzschild von *Illaeus schmidti* Nieszkowsky.
11. *Otarion planifrons* (Eichwald), vergr.
- 12—14. Würmer.
 12. Kieferplatta von *Eunicites ala* Öpik.
 13. *Serpulites aff. longissimus* Murchison.
 14. *Serpulites aff. kukersianus* Öpik.

Aus A. Öpik Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-
(C₂) Stufe in Eesti. II 1927.

Taf. VI



5.



7.



9.



10.



11.



12.



3.



6.



8.



13.



14.

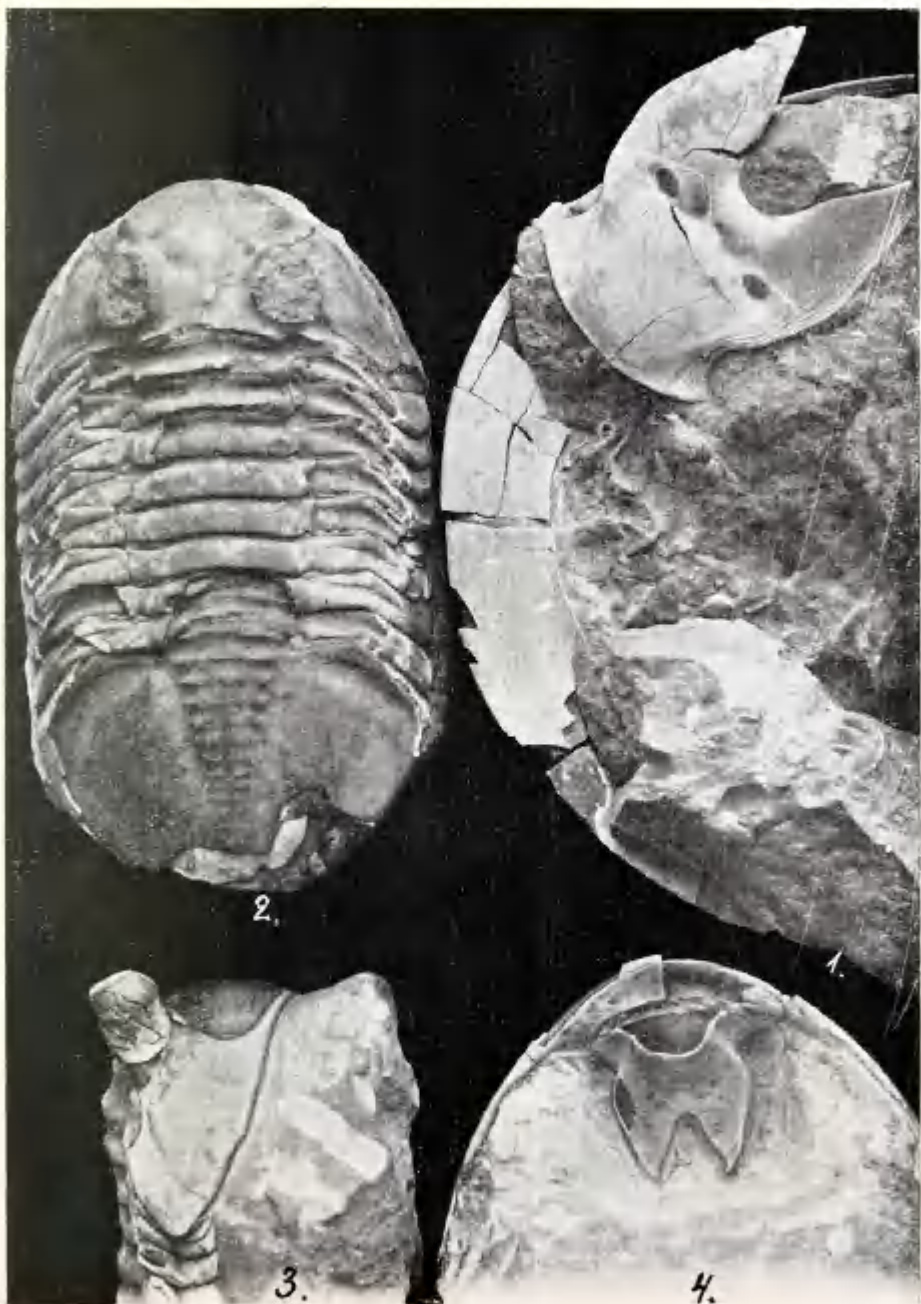
Taf. VII

zu S. 30.

1. Kopfschild von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinhardt.
- 2—4. *Asaphus robergii* Wiman.
 2. Von oben, Augen beschädigt.
 3. Kopf und ein Teil des Rumpfes von der Seite.
 4. Kopfschild von unten.

Aus A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-
(C₂) Stufe in Eesti, II 1927.

Taf. VII



Taf. VIII

zu S. 30.

Pseudasaphus tecticaudatus (Steinhardt), etwas verkl.

Aus A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-
(C₂) Stufe in Eesti, II 1927.

Taf. VIII

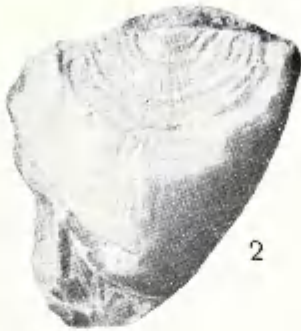
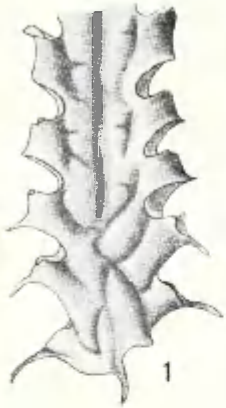


Taf. IX

zu S. 31.

1. *Diplograptus bekkeri* Öpik, aus Öpik, Beitr. z. Kenntn. d. Kukruse- (C_2^+) Fauna II, Taf. VI, Abb. 12, stark vergr.
2. *Leptaena estonensis* Bekker, aus H. Bekker, Stratigraph. and Palaeont. supp. Taf. I, Abb. 10. Bauchseite.
3. *Hoplocrinus dipentus* Grewingk, nach A. Öpik. Original von Grewingk-Holotyp.
4. *Clathrospira elliptica* (Hisinger) aus Koken⁵, Gastropod. d. Balt. Untersilurs Taf. XXIX, Abb. 5.
5. *Subulites revaliensis* Koken, ebenda Taf. II, Abb. 6.
6. *Worthenia subalata* Koken, ebenda S. 158 Abb. 32.

Taf. IX



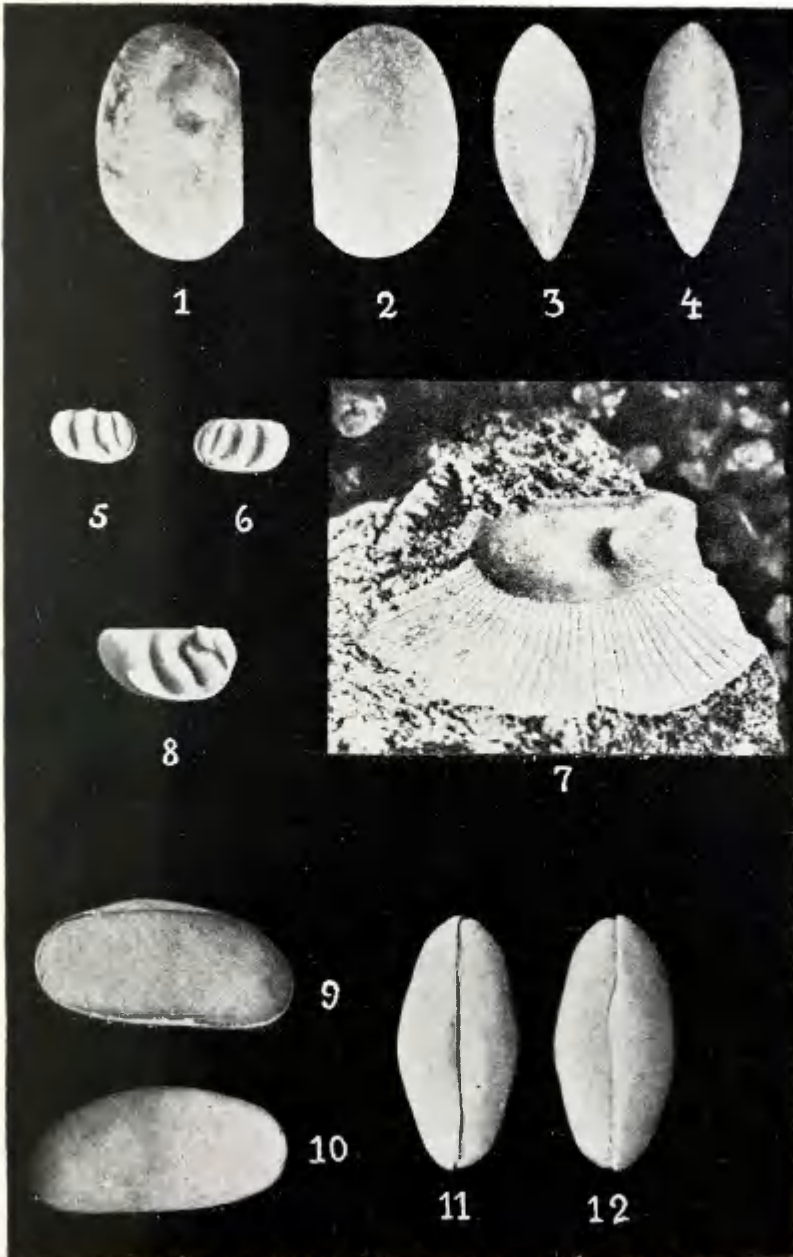
Taf. X

zu S. 30.

Ostrakoden, alle stark vergr.

- 1— 4. *Primitia tolli* Bonnema, aus Bonnema, Beitrag z. Kenntn. d. Kuckersschen Schicht, Taf. I, Abb. 1—4.
- 5, 6. *Tetradella calkeri* Bonnema, ebenda Taf. III, Abb. 15, 23.
7. *Entomis flabellifera* Krause, ebenda Taf. V, Abb. 1.
8. *Ceratopsis schmidti* Bonnema, ebenda Taf. VI, Abb. 1.
- 9—12. *Cytherellina ulrichi* Bonnema, ebenda Taf. VII, Abb. 1—4.

Taf. X



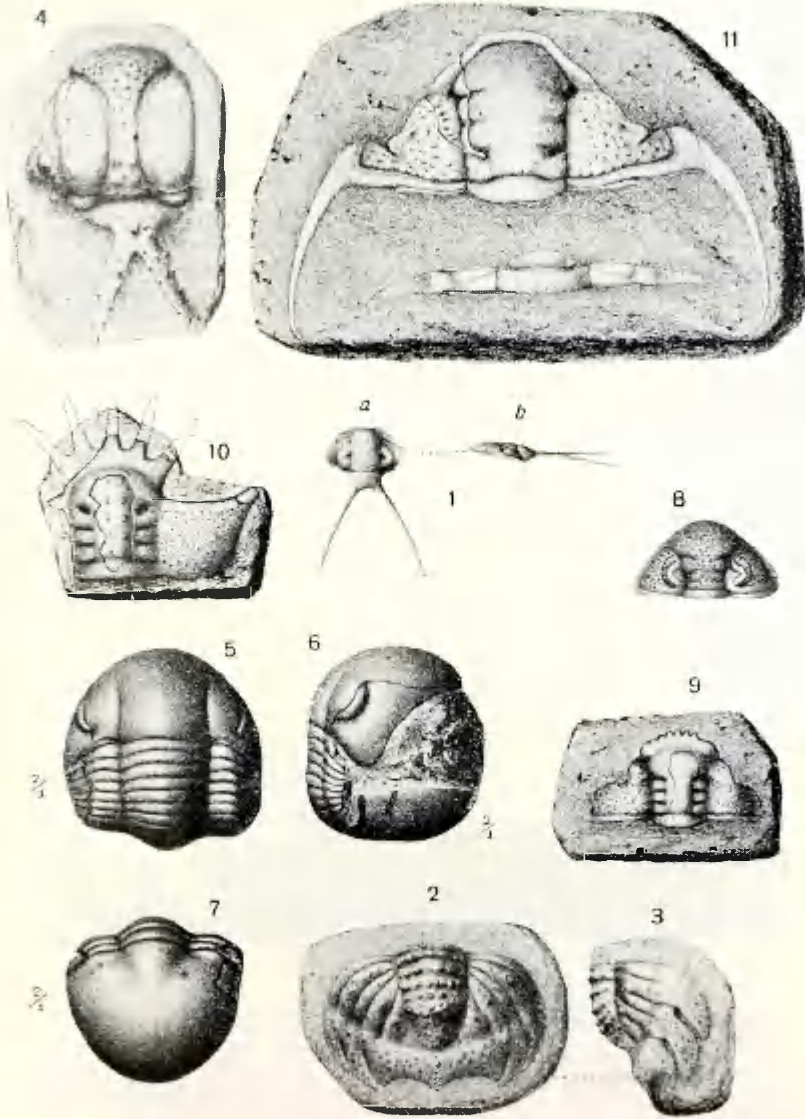
Taf. XI

Zu S. 30.

Trilobiten.

1. *Acidaspis kuckersianus* Schmidt, Kopfschild, aus Fr. Schmidt Revision der ostbalt. sil. Trilobiten I. Taf. I. Abb. 3. a—b.
- 2—4. *Lichas conicotuberculatus* Nieszkowsky, ebenda Taf. III. Abb. 23. a—b und 14.
- 5—7. *Illaeus oblongatus* Angelin, ebenda Lieferung III, Taf. VIII. Abb. 4, a—c.
8. *Pterygometopus exilis* (Eichwald), ebenda Lieferung I. Taf I, Abb. 19 a.
9. *Cybele rex* (Nieszkowsky), ebenda Taf. XIII. Abb. 22.
10. *Cybele coronata* Schmidt, ebenda Taf. XIII. Abb. 26.
11. *Cheirurus spinulosus* Nieszkowsky, ebenda Taf. XVI. Abb. 5.

Taf. XI



Taf. XII

zu S. 27, 30.



Asaphus nieszkowskii cf. lepidus Törnquist, nat. Gr.
C₂ Geschiebe, aus einer Grandgrube in Kawast. Gef.
von A. v. Wahl. Sammlung des Bergamtes in Reval.