

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 12

23. März 1940

76. Jahrg.

Die Front kämpft und siegt - die Heimat arbeitet und opfert!

Deutsche Männer und Frauen!

Die Heimat kennt keine größere Aufgabe und stolzere Verpflichtung, als der Front zu dienen. Sie ist unverstegbarer Kraftquell und gewaltige Waffenschmiede für die Wehrmacht. Die Front kämpft und siegt, die Heimat arbeitet und opfert!

An der inneren Geschlossenheit des Volkes sind alle heimtückischen Angriffe der Feinde zerschellt. Unsere Wirtschaft trotzt jedem Blockadeversuch. Mögen die Aufgaben wachsen; stärker noch wächst unser Wille, sie zu meistern.

Nach allen ihren fehlschlägen hoffen die Feinde jetzt, daß uns einzelne kriegswichtige Metalle ausgehen werden, die, wie sie annehmen, in Deutschland nicht in ausreichender Menge gewonnen werden können. Wir werden ihnen darauf die rechte Antwort erteilen und uns vorsorglich eine jederzeit verfügbare Reserve an diesen Metallen schaffen.

Dazu sollt ihr alle beitragen!

Ich rufe euch deshalb heute auf zu einer großen Sammelaktion. Wir wollen der Reichsverteidigung alle entbehrlichen Gegenstände aus Kupfer, Bronze, Messing, Zinn, Blei und Nickel in nationalsozialistischer Opferbereitschaft zur Verfügung stellen.

Diese freiwillige Spende soll das Geburtstagsgeschenk sein, das die deutsche Nation dem Führer zum 20. April darbringt.

Deutsche Volksgenossen! In Millionen deutscher Haushaltungen und Betriebe gibt es zahlreiche entbehrliche Gegenstände aus diesen Metallen. Im Besitze des einzelnen sind sie im Kriege für die Volksgemeinschaft nutzlos, für die Reichsverteidigung aber sind sie als gesammelte Reserve von größtem Wert.

Ich bin davon überzeugt, daß jeder Deutsche nach besten Kräften zu dem Erfolg dieser Metallsammlung beitragen wird. Wir wollen dem Führer durch die Tat danken für alles, was er Volk und Reich gegeben hat.

Die Spende ist die schönste Geburtstagsgabe für den Führer. Gebe jeder Volksgenosse hierzu freudig seinen Beitrag! Er hilft damit dem Führer in seinem Kampf um Deutschlands Freiheit.

Göring,
Generalfeldmarschall.

Die britische und französische Mineralölversorgung im Kriege. Eine kritische Betrachtung.

Von Dr. Heinrich Lückel, Essen.

Großbritannien hofft den Krieg mit der Handelsblockade zu seinen Gunsten zu entscheiden. Der Beginn schon war nicht vielversprechend, denn es zeigte sich bald, daß die Vorbedingungen dafür nicht mehr die gleichen sind wie im Weltkriege. Die Eigenversorgung des Reiches ist auf allen lebens- und kriegswichtigen Gebieten größer geworden. Ein erheblicher Anteil dazu ist dem Vierjahresplan zuzuschreiben. Seit der Führer den Einkreisungsring sprengte und Polen in kürzester Zeit niedergeworfen war, stehen weite Gebiete Europas und sogar Asiens für einen gesicherten Warenaustausch offen, der sich immer besser einspielt. Demgegenüber hat Großbritannien nicht mehr wie im großen Kriege den Beistand der ganzen Welt einzusetzen, um seine Zufuhren sicherzustellen, die von Monat zu Monat stärker bedroht sind. Dabei weist seine Versorgungslage eine größere Empfindlichkeit auf als damals, wie es sich am deutlichsten wohl auf dem Gebiete der Mineralölversorgung zeigt. Wenn 1918 von Clemenceau in dem Notruf an Amerika das Wort geprägt wurde, das »Öl ist das Blut der Schlachten«, so hatte es in der Hauptsache für die damalige Kriegführung erst vom Jahre 1916/17 an unbedingte Gültigkeit. Heute hat das Öl eine viel weitergehende Bedeutung gewonnen. Es sind neue große Verbrauchskanäle entstanden, die ausgefüllt werden müssen, wenn die Kriegs- und Versorgungsmaschinerie reibungslos laufen soll. Mit Ausnahme von einem kleineren Teil der Hilfsschiffe ist die gesamte Kriegsflotte Großbritanniens aus Gründen der Schnelligkeit, der Mannschafts- und Raumersparnis auf Ölverbrauch eingerichtet, während im Weltkrieg noch ein großer Teil »gemischte Feuerung« hatte. Aus den gleichen Gründen wurde »König Kohle« in der Handelsschiffahrt entthront, die zu 52% auf Öl umgestellt ist. Die Bedarfssteigerung durch die gewaltige Entwicklung der Motorisierung in der Luft und auf dem Lande versteht sich am Rande. Eine gleich zu Anfang des Krieges getroffene Maßnahme der englischen und französischen Regierung beleuchtete den Ernst der Lage in der Ölversorgung der beiden Länder. Man beschlagnahmte die Tankschiffe und unterstellte sie der Staatsaufsicht; in Großbritannien soll dafür eine Tonnage von insgesamt 2,5 Mill. Br. Reg. t in Frage gekommen sein, also die gesamte britische Tankerflotte, die praktisch für den Überseedienst in Frage kommt. Zu der gleichen Maßregel für Übersee-Handelsschiffe — 12,5 Mill. Br. Reg. t — entschloß man sich demgegenüber erst zum 1. Februar 1940.

Die Auswirkungen der neuen Regelung zeigten sich bald am Tankermarkt. Die Krise, in der sich auch die zwischenstaatliche Tankschiffahrt im Jahre 1939 befand, obwohl ihre Lage gemessen an der der übrigen Schifffahrt als gut zu bezeichnen war, fand ihr Ende. In der ersten Hälfte 1939 waren die Frachtraten für Tanker auf allen Routen schwach. Anfang August waren die Standardfrachten von U.S.-Golf nach Großbritannien und dem Kontinent auf 9 s 6 d — 11 s gesunken. Am 1. August lagen 116 Tankschiffe mit einer Tonnage von 1,12 Mill. Br. Reg. t auf. Einige Wochen später war die Lage grundlegend verändert, alle aufgelegten Tankschiffe befanden sich wieder in Dienst, mit Ausnahme der deutschen. Auf dem freien Markt machte sich allmählich eine Verknappung an Tonnage bemerkbar, so daß heute die Zweifel immer lauter werden, ob die Welttankerflotte einschließlich der vielen noch in Bau befindlichen Schiffe für den erhöhten Kriegsbedarf ausreichen wird. Die Entwicklung der Frachten gibt bemerkenswerte Aufschlüsse über die Lage des Tankermarktes. England und Frankreich haben zwar behördlich regulierte Frachten eingeführt, die mehrfach erhöht wurden und sich z. B. Ende 1939 für die Fahrt von Venezuela und U.S.-Golf nach Großbritannien und dem

Kontinent auf rd. 30—32/6 s Basis U.S.-Golf beliefen, doch muß im freien Markt für die Fahrt durch Kriegsgebiet heute schon das Vier- und Fünffache von August 1939 gezahlt werden, und praktisch sind bei jedem Abschluß höhere Frachten festzustellen. Sogar in der amerikanischen Küstenfahrt, in der nur Schiffe unter amerikanischer Flagge beschäftigt werden dürfen, sind die Frachten bereits um mehr als das Doppelte gestiegen.

Mineralölgewinnung, Mineralölverbrauch und Mineralölausfuhrhandel der Welt¹.

Die Mineralölgewinnung ist an und für sich als Ausgangspunkt für die Beurteilung der Belieferung der Westmächte kaum von Bedeutung, da sie jederzeit leicht gesteigert werden kann, so daß eine Knappheit von dieser Seite nicht in Frage kommt. Immerhin dient ein Blick auf die Standorte der Erdölindustrie der Abrundung des Gesamtbildes. Die Welterzeugung wird für das Jahr 1939 auf 296 Mill. t geschätzt, während sie 1938 271 Mill. t betrug. Die Vereinigten Staaten stehen nach wie vor weit aus an der Spitze und haben mit 180 Mill. t die höchste Erzeugung seit Beginn ihres Erdölbergbaues überhaupt zu verzeichnen gehabt. Es folgen Rußland mit 31,1 (29,3) Mill. t, Venezuela mit 29 (27,7) Mill. t, Iran mit 11,6 (10) Mill. t, Niederländisch Ostindien mit 8,8 (7,3) Mill. t, Rumänien mit 6,7 (6,6) Mill. t, Mexiko mit 5,4 (4,8) Mill. t, Irak mit 4,7 (4,25) Mill. t, Trinidad mit 2,5 (2,47) Mill. t und die übrigen Länder zusammen mit 13,2 (11,2) Mill. t.

Der Mineralölverbrauch der Welt wurde 1938 auf 250 Mill. t beziffert, von denen allein 146 Mill. t auf die Vereinigten Staaten entfielen. Das nächstgrößte Verbrauchszentrum außer den U.S.A. ist West- und Mitteleuropa, wo 1938 rd. 35 Mill. t dem Verbrauch zugeführt wurden, während in jenem Gebiet 1938 noch nicht eine Mill. t Erdöl gewonnen wurde. Schon dieses Beispiel zeigt, daß die Erdölvorräte in der Welt sehr zerstreut liegen, so daß der Bedarf der einzelnen Länder nur durch ein außerordentlich entwickeltes Transportsystem befriedigt werden kann.

Die Mengen an Mineralölerzeugnissen, die 1938 durch den zwischenstaatlichen Erdölhandel gelaufen sind, werden auf rd. 85 Mill. t geschätzt. Ausfuhrgebiete waren im Jahre 1938 die südamerikanische Ländergruppe Venezuela, Kolumbien, Trinidad und Peru mit mehr als 30 Mill. t, die Vereinigten Staaten und Mexiko mit zusammen 28 Mill. t, Iran, Irak, Indien und die Bahrein-Inseln mit annähernd 20 Mill. t sowie Rumänien und Rußland mit zusammen 8 Mill. t. Man kann sich leicht vorstellen, daß ein Transportsystem, das derartige Mengen über meist riesige Entfernungen verteilt, bei Erschütterungen der politischen Weltlage Störungen erleidet. Der Krieg gegen die Westmächte hat aber Störungen und Umstellungen der zwischenstaatlichen Tankschiffahrt zur Folge, die schwer zu beseitigen sein werden, da fast der gesamte west- und mitteleuropäische Einfuhrraum mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen ist.

Verbrauch und Einfuhr Großbritanniens.

Der Mineralölverbrauch Großbritanniens ist fast ganz auf die Einfuhr angewiesen; nur etwa 3% werden im eigenen Lande erzeugt. Die Mineralöleinfuhr betrug im Jahre 1938 11,67 Mill. t, d. s. fast 50% mehr als im Jahre 1932. Die britische Mineralöleinfuhr nach Herkunftsländern ist aus Zahlentafel 1 zu ersehen.

An der Spitze der Lieferländer steht mit weitem Vorsprung Niederländisch-Westindien; es ist auffallend, wie stark sein Anteil mengen- und verhältnismäßig gestiegen

¹ Zahlenschätzungen aus Zeitschrift »Petroleum«.

Zahlentafel 1. Die englische Mineralöleinfuhr nach Herkunftsländern¹.

	1932		1938	
	1000 metr. t	Anteil o/o	1000 metr. t	Anteil o/o
Niederländisch-Westindien	1766	21,6	3 920	33,6
Iran	1783	21,8	2 287	19,6
Vereinigte Staaten	1693	20,7	2 042	17,5
Britisch-Westindien	180	2,2	758	6,5
Irak	—	—	513	4,4
Venezuela	123	1,5	502	4,3
Rumänien	826	10,1	338	2,9
Rußland	622	7,6	292	2,5
Mexiko	572	7,0	233	2,0
Niederländisch-Indien	172	2,1	82	0,7
Peru	262	3,2	82	0,7
andere Länder	179	2,2	618	5,3
Gesamteinfuhr	8178	100	11 667	100
davon englische	237	2,9	922	7,9
nicht-englische	7941	97,1	10 745	92,1

¹ Umgerechnet aus Imp. Gall. (1 Gallone = 4,546 l) mit spez. Gewicht von 0,8 für Mineralöl.

ist. Im Jahre 1932 wiesen Niederländisch-Westindien, Iran und die Vereinigten Staaten ungefähr den gleichen Anteil auf, 1938 waren die Anteile rd. ein Drittel, ein Fünftel und ein Sechstel der Gesamteinfuhr. Mengenmäßig sind die Bezüge aus allen drei Gebieten gestiegen, während die Einfuhr aus Rumänien und Rußland mengen- und anteilmäßig stark gesunken ist. Bei einer Aufteilung des Bezuges nach der Verkehrsrichtung kommt man zu dem Ergebnis, daß 1938 rd. zwei Drittel der Bezüge aus der westlichen Halbkugel kamen. Man hat diese Verlagerung der Bezugsquellen seitens Großbritanniens bewußt aus politischen, strategischen und wirtschaftlichen Gründen vorgenommen, weil man den Mittelmeerweg vermeiden wollte zugunsten des Atlantikwegs, den man für den Fall eines Krieges als sicherer beurteilte.

Die britische Mineralöleinfuhr nach Sorten und Wert geht aus Zahlentafel 2 hervor.

Zahlentafel 2. Die englische Mineralöleinfuhr nach Sorten¹.

	1932	1938
	1000 metr. t	1000 metr. t
Benzin	3 179	4 787
Leuchtöl	788	745
Schmieröle	330	416
Gasöl	362	589
Heizöl	1 996	2 775
Rohöl	1 491	2 298
Insges. (einschl. anderer Sorten)	8 178	11 667
Gesamtwert in 1000 £.	31 201,4	46 036,2

¹ Umgerechnet mit spez. Gewichten von 0,7 bis 0,9 für die verschiedenen Mineralölsorten.

England hat im Gegensatz zu Frankreich keine größere Raffinerieindustrie aufgebaut, wenn auch die Einfuhr an Rohöl in den Jahren seit 1932 nicht unerheblich gestiegen ist. Benzin nimmt den weitaus größten Anteil an der Einfuhr ein, dann folgt das Heizöl, die beide eine besonders starke Zunahme aufweisen.

Verbrauch und Einfuhr Frankreichs.

Der Verbrauch Frankreichs an flüssigen Brennstoffen hat in den letzten zehn Jahren eine beträchtliche Zunahme erfahren; er belief sich 1938 auf rd. 7 Mill. t, davon 2,5 Mill. t Benzin, d. h. Frankreich steht unter den erdölverbrauchenden Ländern hinter U.S.A., Rußland und Großbritannien an vierter Stelle. Die Eigenerzeugung betrug nur rd. 6% des Inlandbedarfs. Die Einfuhr Frankreichs betrug 1938 6,97 Mill. t Rohöl und 0,6 Mill. t Derivate. Demgegenüber wurden 1928 nur 14 000 t Rohöl und 1,92 Mill. t Derivate eingeführt, d. h. daß Frank-

reich bis 1928 (Internationale Abmachung über die Ausbeute der irakischen Ölfelder) fast gar kein Rohöl eingeführt hat. In den folgenden Jahren hat Frankreich eine ausgedehnte Raffinerieindustrie errichtet, die sich in der Hauptsache in Küstennähe befindet. Die französische Regierung verfolgte damit im Hinblick auf die große Einfuhrabhängigkeit des Landes von Öl das Ziel, sehr früh die Schaffung von Ölkriegsreserven in Angriff zu nehmen. Seit 1928 wurden durch mehrfache Regierungserlasse die Raffinerien gezwungen, in steigendem Maße Vorräte anzulegen; es war in ihnen von $\frac{1}{4}$, dann $\frac{1}{3}$ und schließlich in jüngster Zeit von $\frac{3}{4}$ des Jahresbedarfs des Landes die Rede.

Inwieweit dieser Plan durchgeführt werden konnte, ist eine Frage, die schwer zu beantworten ist. Durch diese Vorratsbildung hat man sich zwar Reserven für den Kriegsfall geschaffen, die eine gewisse Zeit reichen, aber dadurch wird natürlich nicht die Einfuhrabhängigkeit aufgehoben. Rund 3 Mill. t des eingeführten Rohöls stammten 1938 aus dem Irak, also fast die Hälfte der Gesamteinfuhr. Es folgten die Vereinigten Staaten mit 2,3 Mill. t, während aus Südamerika (Venezuela, Kolumbien und Peru) 1,4 Mill. t bezogen worden sind.

Frankreich hat insgesamt 15 Raffinerien mit einer Jahreskapazität von 6,6 Mill. t errichtet. Allein in Le Havre befinden sich vier mit einer Kapazität von 3,4 Mill. t; 41% der Erdöleinfuhr gehen über diesen Hafen. Man schätzte in französischen Fachzeitschriften Anfang 1939 den Kriegsbedarf auf das Zweieinhalbfache des Friedensbedarfs. Diese zusätzlichen Mengen könnten nicht durch die französischen Raffinerien geliefert werden, die schon jetzt voll beschäftigt seien. Man müsse 2 t Rohöl einführen, um daraus 1 t Benzin herzustellen. Le Havre würde in Kriegszeit 3 Mill. cbm (2,4 Mill. t) gereinigtes Öl und rd. 4 Mill. cbm (3,6 Mill. t) Rohöl aufnehmen müssen. 1938 seien 266 Tankerladungen je 12 000 t in Le Havre angekommen; in Kriegszeiten müßten es 500 im Jahre sein.

Die Ölversorgung des Empire.

Großbritannien hatte, wie erwähnt, 1938 eine Mineralöleinfuhr von rd. 11,7 Mill. t zu verzeichnen; Kanada, das in Anlehnung an die Vereinigten Staaten eine weitgehende Motorisierung aufweist, stand mit fast 6 Mill. t an zweiter Stelle im Empire, gefolgt von Indien (mit Burma) und Australien mit je mehr als 2 Mill. t. Der Bedarf Südafrikas ist auf etwa 1 Mill. t zu veranschlagen und der von Neuseeland auf knapp 600 000 t. Insgesamt ergibt sich für Großbritannien, die Dominien und Indien ein Jahresverbrauch von mehr als 22 Mill. t. Diese Zahl dürfte sich durch den Bedarf der übrigen Kolonien und der Protektoratsgebiete um weitere 3,5 Mill. t erhöhen. Somit kann der Bedarf des Empires im Jahre 1938 auf 25–26 Mill. t berechnet werden, wovon der Anteil Großbritanniens allein rd. 45% ausmacht. Da die Rohölförderung der Länder des Empires fast 6,9 Mill. t im Jahre 1938 betrug, kann der Mineralölbedarf des britischen Weltreiches, der etwa 10% des Weltverbrauchs ausmacht, zu etwas mehr als 25% aus eigenen Versorgungsquellen gedeckt werden.

Schätzungen des Kriegsbedarfs der Westmächte.

Schätzungen über den Kriegsbedarf von England und Frankreich sind äußerst schwierig. Immerhin schälen sich bei den Schätzungen verschiedener internationaler Ölsachverständiger mehrere Zahlengruppen heraus. Friedensburg¹ versucht durch Untersuchung des Ölverbrauchs der Westmächte im Weltkrieg eine Vergleichsgrundlage zu finden. Er betont, daß das Ausmaß des während dieses Krieges zu erwartenden Bedarfs sich im voraus nur annähernd schätzen lasse, da die Frage der Kriegführung, ob angriffs- oder verteidigungsweise, von entscheidender Bedeutung für die Verbrauchshöhe sei. Im ersten Falle sei jedenfalls mit einer Vervielfachung des Verbrauchs der Flotte und der Luftflotte zu rechnen. Von verschiedenen Seiten werde der Mineralölverbrauch Großbritanniens im Kriege auf das

¹ »Berichte über die Petroleumindustrie« Nr. 177 vom 5. Okt. 1939, S. 2.

Zwei- bis Dreifache des Friedensverbrauchs geschätzt, also auf 20–35 Mill. t. Einen gewissen Anhalt für diese Annahme böten die Erfahrungen des letzten Weltkriegsjahres. England habe 1918 im Inland und auf dem europäischen Kriegsschauplatz rd. 6,2 Mill. t verbraucht, etwa das Dreifache des Verbrauchs des letzten Friedensjahres 1913. Er gibt folgende Zahlen:

	t
Schottisches Schieferöl	247000
Inländische Ersatzstoffe (Benzol, Steinkohlen- teeröl)	200000
Einfuhr nach Großbritannien und nach dem französischen Kriegsschauplatz	5174000
Einfuhr für britische Zwecke in Mittelmeer- stationen, geschätzt	600000
Zusammen rd.	6200000

Seitdem seien natürlich zahllose Veränderungen sowohl hinsichtlich der friedensmäßigen Verkehrsmittel als auch vor allem hinsichtlich der technischen Ausstattung der Wehrmachtzweige eingetreten, so daß die Erfahrungen des Weltkrieges kaum ohne weiteres übernommen werden könnten. Er gibt als Beispiel die Entwicklung einiger Ölverbraucher in England an:

Zahl der Kraftwagen (ohne Krafträder)
1918: 120000, 1937: 2419000.

Tonnage der Kriegsschiffe mit Ölfeuerung oder Motorenantrieb

1918: (z. T. gemischte Feuerung) 1,4 Mill. Br. Reg. t,
1937 bzw. 1938: 1,99 Mill. Br. Reg. t.

Tonnage der Handelsschiffe, die mit Ölfeuerung oder Motorenantrieb ausgestattet sind

1918: rd. 0,2 Mill. Br. Reg. t, 1937 bzw. 1938:
9,24 Mill. Br. Reg. t.

Die Bedarfsvermehrung könne naturgemäß nicht nach diesen Zahlen errechnet werden. Im Kriege könnten die privaten Kraftwagen zum größten Teil stillgelegt werden.

Die gewaltige Erhöhung der auf Ölverbrauch angewiesenen Handelsschiffe würde sich im Kriegsfall noch unverhältnismäßig stärker für den Ölverbrauch bemerkbar machen. Während die Ölversorgung im Frieden für diese Schiffe zwecks Frachtersparnis soweit als möglich in den überseeischen Bunkerstationen erfolge — wobei diese Mengen natürlich in der englischen Außenhandelsstatistik gar nicht erschienen —, werde jetzt die für die Kriegstransporte in Anspruch genommene Tonnage größtenteils Öl in den Heimathäfen bunkern müssen. Die Kriegsschiffe würden durch die gegenüber 1918 notwendige größere Beweglichkeit und Schnelligkeit einen Mehrverbrauch aufweisen, und auch zahlreiche Hilfsschiffe seien auf Ölverbrauch eingerichtet im Gegensatz zu 1918.

Der gewaltige Verbrauch der Luftflotte soll nur erwähnt werden. Bei vollem Einsatz und Ausbau seiner Wehrmachtzweige werde England in einem Kriegsjahr schwerlich weniger als 20 Mill. t Erdöl verbrauchen. Diese Schätzungsziffer bedeute aber mindestens eine Verdoppelung des Friedensverbrauchs und stelle daher in einem Zeitpunkt, in dem schon die Aufrechterhaltung der friedensmäßigen Einfuhr infolge der Inanspruchnahme und Ausfälle in der Frachtraumtonnage erhebliche Transport-schwierigkeiten mit sich bringen werde, eine überaus schwierige Aufgabe für die englische Regierung dar.

Von holländischen und italienischen Sachverständigen wird der Kriegsbedarf Großbritanniens je Jahr mit 30 Mill. t beziffert und der seiner Dominien mit 25 Mill. t. Stillschweigende Voraussetzung bei dieser Annahme ist wohl die volle Aktivität aller Wehrmachtzweige.

Der Kriegsbedarf Frankreichs wird von französischen Fachblättern mit 18 Mill. t veranschlagt, d. i. eine Menge, deren Transport Frankreich vor unüberwindliche Aufgaben stellen würde.

Man mag diese Schätzungen bei der gegenwärtigen Kriegführung als zu hoch betrachten und niedrigere Zahlen als Ausgangspunkt von Berechnungen nehmen. Wenn man z. B. für England eine Verbrauchsziffer von 16 Mill. t und für Frankreich von 10 Mill. t in Rechnung stellt, würde man auf einen Gesamtbedarf beider Länder von 26 Mill. t kommen.

Außerdem besteht der friedensmäßige Bedarf der Dominien sowie der britischen Kolonien und Protektoratsgebiete in Höhe von 13–14 Mill. t fort, der zweifellos eine Steigerung erfahren dürfte.

Der übrige Weltverbrauch weist gleichfalls Anzeichen eines Ansteigens auf, obwohl im europäischen Sektor durch die Kriegslage auch bei den Neutralen Versorgungsschwierigkeiten entstanden sind, die Einschränkungsmaßnahmen erforderlich machen.

In der ganzen Welt hat allgemein das Bedürfnis, sich einzudecken, angesichts der Ungewißheit, wie sich insbesondere die Transportlage gestalten wird, zugenommen. Man kann deshalb annehmen, daß die Ölmenge, die durch den Ausfuhrhandel im Kriege zum Transport gelangt, die für 1938 geschätzte Menge von 85 Mill. t — die, wie aus den Produktionsschätzungen für 1939 und aus anderen Anzeichen hervorgeht, im vergangenen Jahre insbesondere nach Kriegsausbruch eine Zunahme erfahren hat — beträchtlich übersteigen wird.

Die Tankerflotte der Welt.

Nach Lloyds Register betrug die Tankerflotte der Welt nach dem Stande von Ende August 1939 insgesamt 1731 Schiffe mit 11,44 Mill. Br. Reg. t; davon waren im Tankerpool, der die Atlantikfahrt regelt, 469 Tanker mit 3,46 Mill. Br. Reg. t zusammengeschlossen.

Zahlentafel 3. Tankerflotte der Welt.

	Zahl der Tanker	1000 Br. Reg. t
Britisches Reich	498	3 264
davon Großbritannien allein	435	2 916
Frankreich	50	317
Norwegen	272	2 117
Holland	107	537
Italien	84	426
Deutschland	37	257
Vereinigte Staaten	421	2 800
Panama	54	470
Rußland	27	123
Japan	47	430
andere Länder	134	696
Weltflotte	1731	11 437

An erster Stelle steht Großbritannien mit 435 Schiffen und rd. 2,9 Mill. Br. Reg. t. Außerdem verfügen die Dominien noch über 63 Schiffe mit rd. 364000 Br. Reg. t, die wohl kaum für den Englandverkehr freigemacht werden können. Von den neutralen Ländern, die in starkem Maße und weit über ihren eigenen Bedarf hinaus Tankreedereien für andere Länder betreiben, kommen insbesondere Norwegen, Holland und Panama in Frage. Frankreich hat nur 50 Tanker mit 317000 Br. Reg. t, die offensichtlich nicht in der Lage sind, mehr als einen Bruchteil des französischen Bedarfs heranzuschaffen.

Die Kriegsverluste der britischen und neutralen Tankschiffahrt.

Als in einem der Berichte das Oberkommando der Wehrmacht im Dezember eine Namensliste der bis zum 20. Dezember versenkten englischen und neutralen mit Bannware beladenen Schiffe brachte, waren darunter England mit der stattlichen Zahl von 19 Tankern mit 122000 Br. Reg. t, Frankreich mit einem Tankschiff von 14100 Br. Reg. t, dann vier neutrale Tanker mit 30550 Br. Reg. t, insgesamt also 24 Schiffe mit 166650 Br. Reg. t aufgeführt. Seitdem haben sich die Verluste in schnellem

Maß gesteigert; bis zum 12. März konnte man aus den fast täglich in der Presse mitgeteilten Schiffsverlusten (Totalverluste oder schwerbeschädigt) die Zahl von 40 britischen Tankern mit rd. 292000 Br. Reg. t, zwei französischen (für einen fehlt die Angabe der Zahl der Br. Reg. t) von 14100 Br. Reg. t, fünf holländischen mit 36700 Br. Reg. t, drei norwegischen mit 29000 Br. Reg. t, einen schwedischen von 6300 Br. Reg. t, einen dänischen Tanker von 10500 Br. Reg. t und einen belgischen Tanker mit 6400 Br. Reg. t zusammenstellen, d. s. im ganzen etwa 395000 Br. Reg. t. Allein die in Verlust geratenen britischen Schiffe mit einer Tonnage von 292000 Br. Reg. t — denn auch die schwerbeschädigten Schiffe, die noch einen Hafen erreichen konnten, fallen unter den heutigen Verhältnissen für lange Zeit beim Transport aus — stellen bei 2,92 Mill. Br. Reg. t Tankschiffsraum der britischen Handelsflotte 10% dar. Von der auf Überseefahrt als einsetzbar geschätzten Flotte in Höhe von 2,5 Mill. Br. Reg. t sind es sogar 11,7%. Das Oberkommando der Wehrmacht gab am 10. März bekannt, daß insgesamt 46 feindliche und nach England fahrende neutrale Tankschiffe mit 331543 Br. Reg. t versenkt worden sind. Auf England entfallen davon 32 Tanker mit 230125 Br. Reg. t. Damit seien 10% der englischen Tankerflotte vernichtet worden. Das Oberkommando der Wehrmacht beziffert danach den Umfang der »einsetzbaren« britischen Tankerflotte auf rd. 2,3 Mill. Br. Reg. t. Es ist bekannt, daß das Oberkommando der Wehrmacht nur »Totalverluste« mitteilt, dagegen selbst Schiffe mit schwersten Beschädigungen, wenn sie noch eben schwimmfähig sind, außer Rechnung läßt. Die Angaben des Oberkommandos der Wehrmacht geben darum kein vollkommenes Bild der tatsächlichen Tankerverluste. Von manchen Seiten werden diese beispielsweise schon auf nahezu 450000 Br. Reg. t beziffert.

Demgegenüber werden die Verluste seitens der britischen amtlichen Stellen als geringer hingestellt. Die Unzuverlässigkeit dieser britischen Angaben hat sich indessen schon allzuhäufig erwiesen. Der britische Kraftstoffmarkt jedenfalls weist — nach den heftigen Angriffen gegen den britischen Bergbauminister zu urteilen, dessen Geschäftsführung er untersteht — ein größeres Durcheinander auf als die übrigen Rohstoffmärkte Großbritanniens. Man kann wohl behaupten, daß diese Verhältnisse nicht zum geringen Teil darauf zurückzuführen sind, daß der laufende Eingang von Mineralöl immer fühlbareren Störungen durch die deutsche Seekriegführung ausgesetzt ist.

Stand der Tankschiffbauten Mitte 1939.

England hat in seiner Ölpolitik den Standpunkt eingenommen, die Versorgung auf die Einfuhr abzustellen. Darüber gibt ein vor einigen Jahren teilweise veröffentlichter Bericht des Falmouth-Ausschusses Aufschluß. In ihm wird erklärt, daß der Bau von Tankschiffen aus Kostengründen vorteilhafter sei als der Bau von Hydrierwerken, und man habe Grund anzunehmen, daß ein großer Teil der für die englische Mineralöleinfuhr benötigten Tankschiffe keinem feindlichen Eingriff unterliegen werde. Es sei deshalb ratsamer, Tanker zu bauen statt Hydrierwerke. Nach einer Verlautbarung der britischen Admiralität aus dem Jahre 1936 rechnete man bei einem künftigen Kriege mit einem Verlust von jährlich 10% der Tankerflotte und glaubte, einschließlich des Zuganges von Neubauten das Transportvolumen für acht Jahre halten zu können. Seitdem ist die britische Tankerflotte beträchtlich gewachsen, da der Mineralölbedarf gestiegen ist. Die Verluste durch unsere Kriegsmaßnahmen stellten sich nach 6 Kriegsmonaten auf rd. 10% des britischen Tankerraumes und das Tempo der Versenkungen nimmt dauernd zu. Die britischen Ersatzbauten können schon lange nicht mehr die Verluste ausgleichen, die das Mehrfache der Mitte 1939 auf Stapel befindlichen Neubauten (96000 Br. Reg. t) betragen. Es ist auch kaum wahrscheinlich, daß die britische Werftindustrie in der Lage ist, genügend Neubauten herzustellen, zumal Tankschiffe eine besonders lange Bau-

zeit erfordern. Sie ist mit Aufträgen für Kriegsschiffs- und Handelsschiffsbauten sowie Reparaturen an den zahlreichen beschädigten Schiffen derartig überlastet, daß ihre Kapazität bei weitem überschritten ist. So sollen beschädigte Schiffe mehrere Monate warten müssen, ehe sie von einem Reparaturdock aufgenommen werden können. Einer wesentlichen Ausdehnung der vorhandenen Kapazität steht außer anderen Gründen vor allem der große Facharbeitermangel im Wege.

Zahlentafel 4. Ende Juni 1939 in Bau befindliche Tankschiffe.

	Zahl	Br. Reg. t
Vereinigte Staaten	13	125 448
Schweden	13	120 500
Großbritannien und Irland . .	11	96 210
Deutschland	8	70 862
Italien	7	61 775
Holland	6	50 750
Dänemark	4	36 400
Frankreich	2	28 400
Japan	4	24 100
Spanien	2	12 220
Danzig	1	8 000
insges.	71	634 665

Die bisher eingetretenen Gesamtverluste betragen weit mehr als die Hälfte aller Neubauten.

Schätzungen der Verfrachtungsmöglichkeit des britischen und französischen Ölbedarfs.

Anhaltspunkte für die Errechnung der Verfrachtungsmöglichkeit des Ölbedarfs Großbritanniens und Frankreichs im Kriege geben folgende Überlegungen. Es gibt feststehende Größen, mit denen gerechnet werden kann, der Durchschnittstanker von 6600 Br. Reg. t besitzt eine Lade-fähigkeit von rd. 7920 t (bei Annahme eines spezifischen Gewichtes des Öles von 0,8). Die britische Tankerflotte weist mit 435 Schiffen eine Tonnage von 2916000 Br. Reg. t auf. Aber schon hier beginnen die Schwierigkeiten. Es ist selbstverständlich kaum anzunehmen, daß diese Schiffe für den Überseedienst voll einsatzfähig sind. Sie sind zum Teil überaltert, ein gewisser Prozentsatz fällt dauernd durch Reparaturen und Überholungen sowie aus sonstigen Gründen aus. Die von der britischen Regierung beschlag-nahmte Tankertonnage wurde darum nur auf 2,5 Mill. Br. Reg. t beziffert, die Menge wird aus propagandistischen Gründen sicherlich nicht niedrig angesetzt sein. Da Groß-britannien im Frieden nur etwa die Hälfte seiner Öleinfuhr auf eigenen Schiffen vorgenommen hat, müssen durch die britische Beschlagnahmemaßnahme zahlreiche britische Tanker aus anderen Routen als nach England heraus-genommen werden, für die neutrale einzusetzen sind, da der Bedarf nicht geringer geworden ist. Außer dieser Um-leitung der Transporte, die Zeitaufwand bedeutet, ent-stehen weitere Zeitverluste dadurch, daß die Tankschiffe im Zuge der Verschärfung der Kriegshandlungen immer mehr die Häfen der vor der Luftwaffe etwas sichereren Westküste aufsuchen müssen, wo keine genügenden Ent-lade- und Speichermöglichkeiten vorhanden sind, um die von der Ostküste zu verlagernden riesigen Ölmengen unter-zubringen. Für das Fahren in Geleitzügen wird von Fach-leuten allgemein ein Zeitverlust von mindestens 30% in Anrechnung gebracht.

Das Einsetzen von feststehenden und geschätzten Zahlen ist also mit dem einschränkenden Vorbehalt auf-zufassen, daß es sich um für die Feindmächte günstige Schätzungsrechnungen handelt, die aber immerhin, ins-besondere wenn man eine Schätzungsreihe aufstellt, An-haltspunkte für die Beurteilung der Versorgungsmöglich-keit der Feindmächte geben.

Die Beantwortung der Frage, in welchem Umfange die neutrale Schifffahrt in der Lage und gewillt ist, England und Frankreich Tankerraum zur Verfügung zu stellen, ist wichtig für die Beurteilung der Versorgung der Gegner.

Bereits im Frieden erfolgte die Öleinfuhr Großbritanniens nur zu etwa 50% auf eigenen Schiffen. Insbesondere wurden Tanker norwegischer Nationalität eingesetzt, auf die 1936 allein 25,4% der britischen Einfuhr entfielen, ferner, wie schon erwähnt, Schiffe aus Holland und Panama. Die amerikanische Tankerflotte nahm dagegen nur in geringem Umfange an der Versorgung Großbritanniens teil. Frankreich war noch stärker auf Tanker aller Nationalitäten angewiesen. Es ist bekannt, daß im Weltkrieg die Tankerflotte der Vereinigten Staaten die Alliierten gerettet hat, die 1917 an der Westfront zeitweise nur noch für 14 Tage Öl zur Verfügung hatten. Norwegen soll 1,5 Mill. Br. Reg. t seiner Tankerflotte an Großbritannien verchartert haben. Eine amtliche Bestätigung dieser Meldung steht aber aus. Inwieweit größere Charterungen bei den übrigen neutralen Ländern vorgenommen werden konnten, ist nicht bekannt geworden. Es ist kaum anzunehmen, daß die Neigung der Neutralen dazu im weiteren Verlauf des Krieges größer werden wird, zumal auch auf den übrigen, vom Kriege unberührten Routen sehr erhebliche Frachtgewinne erzielt werden, ohne daß man das Risiko eingehen muß, Schiff mit Mannschaft und Ladung zu verlieren. Es häufen sich z. B. jetzt schon die Fälle, daß die Besatzungen von neutralen Tankern sich weigern, durch das Kriegsgebiet zu fahren. Damit auch die schwierig abzuschätzende neutrale Hilfe in Ansatz gebracht werden kann, ist der für Norwegen allein genannte gewaltige Tankschiffraum von 1,5 Mill. Br. Reg. t — der offensichtlich etwas hoch erscheint — als Beitrag der Neutralen für die Ölfahrt der Feindmächte eingesetzt worden.

Die rechnerisch den Westmächten zur Verfügung stehende Tankertonnage würde ohne Berücksichtigung des

Zuganges an Neubauten theoretisch die in Zahlentafel 5 wiedergegebene Verfrachtungsmöglichkeit bieten.

Bei der Annahme von 6 Fahrten jährlich je Schiff (nach britischen Sachverständigen) und einem Abzug von 30% im Kriege für Verzögerungen (Geleitzüge usw.) würde der vorhandene Tankschiffraum in Höhe von 4,34 Mill. Br. Reg. t eine Verfrachtungsmöglichkeit von rd. 22 Mill. t bieten, d. h. etwa 2 Mill. t mehr als der Friedensbedarf Englands und Frankreichs zusammen beträgt.

Bei der Annahme, daß tatsächlich nur eine geringere Tonnage voll einsatzfähig ist, ergibt sich nachstehende Rechnung:

Zahlentafel 6.

	Einsatzfähiger Tankschiffraum	Leistungsfähigkeit im Kriege nach Abzug von 30% für Verzögerungen
	Br. Reg. t	t
britische Tanker	2 500 000	12 600 000
französische Tanker	300 000	1 512 000
zusammen	2 800 000	14 112 000
Kriegsverluste	306 000	1 542 000
verbleiben	2 494 000	12 570 000
norwegische und andere neutrale Tanker in britischen Diensten	1 500 000	7 560 000
Kriegsverluste	89 000	449 000
verbleiben	1 411 000	7 111 000
insg.	3 905 000	19 681 000

Zahlentafel 5.

	Vorhandener Tankschiffraum	Leistungsfähigkeit im Kriege nach Abzug von 30% für Verzögerungen
	Br. Reg. t	t
britische Tanker	2 916 000	14 697 000
französische Tanker	317 000	1 598 000
zusammen	3 233 000	16 295 000
Kriegsverluste	306 000	1 542 000
verbleiben	2 927 000	14 752 000
norwegische und andere neutrale Tanker in britischen Diensten	1 500 000	7 560 000
Kriegsverluste	89 000	449 000
verbleiben	1 411 000	7 111 000
insg.	4 338 000	21 863 000

Mit der einsatzfähigen Tonnage würde etwa der Friedensbedarf beider Länder gedeckt werden können. Alle weiteren Tankschiffverluste würden also, wenn sie nicht durch Neubauten ersetzt werden können, zunehmende Löcher schon in den Friedensbedarf beider Länder reißen.

Welche Tonnage die Westmächte benötigen würden, wenn man den nach dem Grad der Kriegführung verschieden geschätzten Bedarf als Ausgangspunkt nimmt, geht aus nachstehendem Beispiel (Zahlentafel 7) hervor. Bei dieser Rechnung ist aus praktischen Gründen nur von dem einsatzfähigen Tankschiffraum auszugehen.

Für die Schätzung des Kriegsbedarfs sind drei Schätzungsgruppen angenommen worden. Bei der Errechnung des für Frankreich erforderlichen Tankerraumes ist berücksichtigt worden, daß rd. 4 Mill. t jährlich aus dem Irak und Rumänien über den kürzeren Mittelmeerweg kommen und daß fast ausschließlich das spezifisch schwerere Rohöl eingeführt wird. Die Zahl der Fahrten aus diesem Bezugsgebiet ist mit 9 angenommen abzüglich 30%

Zahlentafel 7. Geschätzter Tankschiffraumbedarf der Westmächte für die Kriegführung.

	Geschätzter Kriegsbedarf	Erforderlicher Tankschiffraum	Einsatzfähiger Tankschiffraum		Fehlende Tonnage	Einsatzfähige Tonnage zuzüglich 1,411 ¹ Mill. Br. Reg. t neutralen Raums	Überschüssige (+) bzw. fehlende Tonnage (-)
			ohne Berücksichtigung der Kriegsverluste	nach Absetzung der Kriegsverluste			
Mill. t		Mill. Br. Reg. t					
Schätzungs-Rechnung I							
England	16	3,2	2,5	2,208	0,992	3,619	+ 0,419
Frankreich	10	1,5	0,3	0,286	1,214	0,286	-- 1,214
zus.	26	4,7	2,8	2,494	2,206	3,905	-- 0,795
Schätzungs-Rechnung II							
England	20	3,9	2,5	2,208	1,692	3,619	-- 0,281
Frankreich	12	1,9	0,3	0,286	1,614	0,286	-- 1,614
zus.	32	5,8	2,8	2,494	3,306	3,905	-- 1,895
Schätzungs-Rechnung III							
England	30	5,9	2,5	2,208	3,692	3,619	-- 2,281
Frankreich	18	2,9	0,3	0,286	2,614	0,286	-- 2,614
zus.	48	8,8	2,8	2,494	6,306	3,905	-- 4 805

¹ 1,5 Mill. — 89000 Br. Reg. t Kriegsverluste; diese neutrale Tonnage ist in vollem Umfang England zugeschlagen worden.

durch Verzögerungen. Da der Mehrbedarf der Feindmächte in naher Zukunft wohl ausschließlich aus den großen Erdölgebieten der westlichen Halbkugel gedeckt werden kann, sind die Bezüge Frankreichs aus dem Orient in allen Beispielen unverändert mit 4 Mill. t angenommen.

Nach Schätzungs-Rechnung I ist für die Heranschaffung von 26 Mill. t ein Tankschiffraum in Höhe von 4,7 Mill. Br. Reg. t notwendig. Einsatzfähig in beiden Ländern waren Ende August 1939 2,8 Mill. Br. Reg. t und nach Abzug der bisherigen Kriegsverluste Großbritanniens und Frankreichs 2,49 Mill. Br. Reg. t. Es besteht also für beide Länder zusammen ein zusätzlicher Bedarf von 2,21 Mill. Br. Reg. t, davon 0,99 Mill. Br. Reg. t für Großbritannien und 1,21 Mill. Br. Reg. t für Frankreich, die gechartert oder angekauft werden müssen. Bei der Annahme, daß von neutraler Seite bisher 1,5 Mill. Br. Reg. t gechartert und gekauft worden sind (wovon bereits 89000 Br. Reg. t durch Kriegsverluste abzusetzen sind), ergibt sich für beide Länder eine einsatzfähige Tankertonnage von 3,91 Mill. Br. Reg. t, wodurch der Fehlraum auf 0,80 Mill. Br. Reg. t herabgedrückt wird.

Angesichts dieses Fehlbetrages bedeutet es natürlich nur eine Verschiebung von Zahlen, wenn Großbritannien mit einem Überschuß von 419000 Br. Reg. t erscheint, weil ihm die 1,411 Mill. Br. Reg. t der Neutralen allein zugerechnet worden sind. Sicherlich jedenfalls muß Großbritannien mit seinem eigenen oder dem von ihm gescharterten Tankerraum auch den weitaus größten Teil des Bedarfs Frankreichs decken.

Schon bei Schätzungs-Rechnung II, deren 20 Mill. t Bedarf für England von verschiedenen Seiten als niedrig angesehen wird, ergibt sich auch für England ein Fehlbetrag in dem zur Verfügung stehenden Tankerraum in Höhe von 0,28 Mill. Br. Reg. t. Es läßt sich daran ermesen, welche Störung in der Mineralölversorgung Großbritanniens allein — ohne Berücksichtigung Frankreichs — jeder weitere Tankerverlust bedeutet, zumal der Ersatz durch Neubauten gering ist. Bei dem Fehlbetrag beider Länder in Höhe von 1,90 Mill. Br. Reg. t ist aber die Annahme berechtigt, daß diese Tonnage nicht mehr von den Neutralen zur Verfügung gestellt werden kann, wenn die Eigenversorgung jener Länder, die zum Teil nur mit Schwierigkeiten aufrecht erhalten werden kann, nicht allgemein außerordentlich eingeschränkt werden soll. England versucht auch hier wieder die alte Übung der Erpressung. Denn offensichtlich bedeutet die Ankündigung des britischen Botschafters in den Vereinigten Staaten zu Anfang März, daß keine Navycerts mehr für Öltransporte nach Belgien, Holland und Dänemark ausgestellt werden sollen, daß die

Tanker jener Länder erst einmal zur Versorgung von England bereit zu stehen haben.

Bei Annahme des Bedarfes nach Schätzungs-Rechnung III würde wohl praktisch fast die gesamte für die Überseefahrt einsetzbare Welttankerflotte für England und Frankreich fahren müssen.

Folgerungen.

1. Es ist schwer, den Kriegsbedarf der Feindmächte annähernd abzuschätzen. Mit Sicherheit ist anzunehmen, daß auch bei Führung eines „Defensivkrieges“ der Verbrauch der Gegner eine nicht unbedeutliche Steigerung erfahren hat trotz der Einschränkungsmaßnahmen auf dem privaten Sektor.

2. Die Welttankerflotte, die schon im Frieden eine gute Beschäftigung aufwies — obwohl die Depression zu Anfang 1939 sich auch hier bemerkbar machte —, ist seit Kriegsbeginn voll in Fahrt, so daß Reserven aus stillliegender Tonnage kaum verfügbar sein dürften.

3. Die Großbritannien und Frankreich zur Verfügung stehende Tankerflotte genügt nicht, um den Kriegsbedarf beider Länder heranzuholen. Die Feindmächte sind deshalb weitgehend auf neutrale Hilfe angewiesen. Inwieweit eine solche eintritt, kann noch nicht klar übersehen werden. Unter den gegebenen Verhältnissen (Fernhaltung der Vereinigten Staaten, allgemeine Bedarfssteigerung, Wagnis usw.) ist sie nur beschränkt möglich.

4. Die Kriegsverluste dürften durch Ersatzbauten nicht ausgeglichen werden können. Sie stellen schon jetzt eine wirksame Störung der Belieferung der Feindmächte dar; mit ihrer Zunahme wird die Bedrohung des lebensnotwendigen Bedarfs der Feindmächte größer werden.

5. England muß wie im Weltkrieg den Hauptanteil der Versorgung Frankreichs übernehmen, ohne den Eigenbedarf sichergestellt zu haben.

6. Englands Ölpolitik war unrichtig. Es unterschätzte Deutschlands Machtmittel, die Versorgung Großbritanniens unterbinden zu können. Aus dieser Einstellung ist es zu erklären, daß es nach dem Weltkriege in der Schifffahrt die Verdrängung und den Ersatz von Bunkerkohle durch Öl in größtem Maße begünstigte, obwohl es an Warnern im eigenen Lande nicht gefehlt hat. Ein anderer schwerwiegender Fehler war, daß es aus privatwirtschaftlichen (Kosten) Gründen den Weg zur stärkeren Eigenversorgung durch Verflüssigung der für diese Zwecke in reichem Maße vorhandenen ausgezeichneten Kohle nicht beschritt. So zeigen sich auch auf diesem wichtigen Gebiete Merkmale schlechter britischer Staatsführung.

Heutiger Stand und Zukunftsmöglichkeiten der Wetterkühlung in heißen Gruben.

Von Dipl.-Ing. H. Fritzsche, Ramsbeck.

(Fortsetzung.)

Technische Durchführung der Klimatisierung.

Wahl des Standortes. Bemessung der Anlage.

Von Anfang an hat in allen Veröffentlichungen über Wetterkühlanlagen die Frage der Wahl ihres Standortes eine entscheidende Rolle gespielt, und die »zentrale« oder die »lokale« Kühlung sind häufig wie Dogmen verfochten worden. In Wirklichkeit ist jedoch die Entscheidung hierüber nicht Sache eines Prinzips, sondern sie ist einmal abhängig von der der Klimaanlage gestellten Aufgabe und ferner sehr weitgehend von den klimatischen, geologischen und bergtechnischen Verhältnissen, die nicht nur einen Grubenbezirk, sondern häufig sogar die einzelne Grube zu einer Eigenlösung zwingen.

Zur besseren Verständlichkeit sei auf das Schaltbild einer Klimaanlage (Abb. 6) hingewiesen. Danach ist zwischen drei Vorgängen zu unterscheiden, nämlich der eigentlichen Kälteerzeugung, der Übertragung dieser Kälte an die Wetter im Luftkühler und der Kühlwasserwirtschaft,

die stets dann als Kreislauf erfolgt, wenn eine Rückkühlung des Wassers vorgenommen wird. Da Kälteerzeugung und

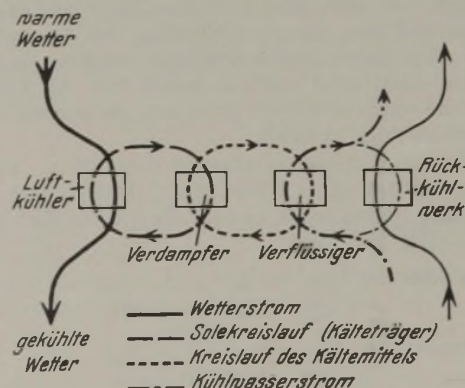


Abb. 6. Schaltbild einer Klimaanlage.

Wetterkühlung räumlich getrennt sein können, ergeben sich die drei Aufstellungsmöglichkeiten: 1. Kälteerzeugung und Wetterkühlung übertage, 2. Kälteerzeugung untertage, Wetterkühlung untertage, 3. beide Vorgänge untertage. Dabei kann in den Fällen 1–3 eine zentrale, d. h. eine Klimatisierung der Gesamtwettermenge erfolgen, in den Fällen 2 und 3 eine lokale, d. h. die Kühlung eines Teilstromes. Die Kennzeichen der verschiedenen Verfahren seien im folgenden gegeneinander abgegrenzt.

Kälteerzeugung und Wetterkühlung übertage.

Die übertägige Kälteerzeugung ist eine rein maschinentechnische Aufgabe, die sich von der Kälteerzeugung für andere gewerbliche Zwecke nicht unterscheidet. Gegenüber dem Betrieb einer Kälteanlage untertage bietet sie eine Reihe wesentlicher Vorzüge in der sicheren Unterbringung und der einfachen Wartung und Bedienung der Anlagen; ferner bereitet die Kühlwasserbeschaffung keine besonderen Schwierigkeiten. Vor allem aber braucht bei der Wahl des Kältemittels nicht auf die besonderen sicherheitlichen Erfordernisse des Grubenbetriebes Rücksicht genommen zu werden.

Eine Kühlung der Gesamtwettermenge übertage bringt zunächst als Nachteil mit sich, daß unnötigerweise alle auf oberen Sohlen abgezweigten Teilströme sowie die Kurzschlußverluste der Wetter mitgekühlt werden. Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse bei zentraler Wetterführung. Zu diesem mengenmäßigen Nachteil der Zentralführung übertage treten gütmaßige. Einmal läßt sich die Erwärmung der Kaltwetter durch Selbstverdichtung im einziehenden Schacht nicht vermeiden; ferner ist die Wärmeabgabe des Gesteins an die gekühlten Wetter wesentlich größer als an ungekühlte, denn die vom Gestein abgegebene Wärmemenge ist dem Temperaturgefälle zwischen Gestein und Wetter verhältnismäßig. Wenn sich die Wettererwärmung aus dem Gebirge im Schacht selbst auch auf ein Mindestmaß beschränken läßt, so spielt sie doch in den Querschlägen und Richtstrecken eine erhebliche Rolle. Dies hat zur Folge, daß ein beträchtlicher Teil der übertage angewandten Kälte bereits bis zu den eigentlichen Betriebspunkten wieder zunichte gemacht worden ist. Bezeichnet man als »Standortwirkungsgrad« das Verhältnis der untertage (am Arbeitsort) nutzbar gemachten Kältemenge zu der in der Klimaanlage dem Wetterstrom entzogenen Wärmemenge, so gelangt man für die übertägige Wetterkühlung zu den sehr geringen Werten von 20–25%. Alles andere ist zunächst einmal Kälteverlust. Die Folge dieses schlechten Wirkungsgrades ist, daß die Kühlung des Gesamtwetterstroms übertage auf eine möglichst tiefe Temperatur erfolgen muß. Hierzu ist der Vorschlag der Tiefst Kühlung auf -20 bis -30° mit der Begründung gemacht worden, daß dann die Befürchtung der Eisbildung in den Schächten gegenstandslos sei, weil sich mit der Zeit ein wassersperrender Gefriermantel um den Schacht bilden würde. Abgesehen davon, daß im unteren Teil eines solchen tiefen Schachtes die Gefahr der Eisbildung nicht ganz auszuschalten wäre, sprechen gegen die Tiefst Kühlung gesundheitliche Erwägungen, vor allem aber die Kostenfrage. Aus allen diesen Gründen soll hier nur eine Kühlung des Gesamtstromes bis auf den Gefrierpunkt erwogen werden. Damit liegt der Kältebedarf einer solchen Anlage fest. Als Beispiel sei eine Zeche mittlerer Größe mit einem Gesamteinziehstrom von $8500 \text{ m}^3/\text{min}$ gewählt.

Bei einem Außenluftzustand von 20°C und 70% Feuchtigkeit und einer Kühlung auf 0° errechnet sich der Kältebedarf (Bezeichnungen nach Regeln für die Leistungsabnahme [7]) wie folgt:

- a) Luftabkühlung $\{Q_0' = V_1 \cdot c_p \cdot (t_{1e} - t_{1a}) \quad \text{kcal/h}$
 $Q_0' = 3\,060\,000 \text{ kcal/h}$
- b) Lufttrocknung $Q_0'' = V_1 \cdot r \cdot (W_e - W_a) \quad \text{kcal/h}$
 $Q_0'' = 2\,140\,000 \text{ kcal/h}$

Die Wasserabscheidung beträgt 60 l/min .

c) Wärmeäquivalent des Ventilators $Q_0''' = 632 \cdot N_v$

$$Q_0''' = \frac{V_1 \cdot h}{3600 \cdot 75}$$

$$Q_0''' = 25\,000 \text{ kcal/h}$$

Hier ist nur der zur Überwindung des Widerstandes im Luftkühler nötige Ventilator gemeint, nicht der Hauptgrubenlüfter.

Gesamte Nettokälteleistung $Q_0 = Q_0' + Q_0'' + Q_0'''$.
 $Q_0 = 5\,225\,000 \text{ kcal/h}$

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades innerhalb der Kälteerzeugungsanlage ergibt sich die Bruttokälteleistung, für die die Anlage zu bemessen ist, zu 6 Mill. kcal/h, eine Leistung, die weit über die Kapazität üblicher Großkältemaschinen hinausgeht und nur durch Aufteilung auf mehrere Einheiten überhaupt erreicht werden kann. Die für diese Kälteleistung erforderliche Kühlwassermenge für den Verflüssiger ist auf $13,5 \text{ m}^3/\text{min}$ zu beziffern, wenn die Kühlwassererwartung 15° beträgt. Die Kompressorleistung errechnet sich zu 1500 kW , die gesamte installierte Leistung einschließlich sämtlicher Pumpen zu 2200 kW .

Die Kosten einer solchen Großanlage errechnen sich überschlägig wie folgt: Legt man einen Satz von 700 RM je eingebautes kW zugrunde, so ergibt sich ein Anlagepreis von rd. 1,5 Mill. RM. Rechnet man nur mit einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 1200 kW und mit 144 Wochenbetriebsstunden, so ergeben sich bei einem Strompreis von $2,0 \text{ Rpfl/kWh}$ die monatlichen Stromkosten zu rd. $15\,000 \text{ RM}$. Setzt man noch $18\,000 \text{ RM}$ für Tilgung und Verzinsung sowie $7\,000 \text{ RM}$ für Unterhaltung und Bedienung ein, so betragen die monatlichen Betriebskosten $40\,000 \text{ RM}$. Bei einer täglichen Förderung von 2500 t ergibt sich eine Belastung von $0,65 \text{ RM/t}$ Kohle. Der Kältepreis beträgt $1,30$ – $1,60 \text{ RM}/100\,000 \text{ kcal}$. Zum Vergleich wird es zweckmäßig sein, den Kühlpreis auf die Wettermenge zu beziehen. Dabei gelangt man zu einem Satz von 13 RM je $100\,000 \text{ m}^3$.

Die von Martin (69) durchgeführte Rechnung, die zu günstigeren Kosten gelangt, fußt auf wesentlich höheren Standortwirkungsgraden, wie sie von übertage aufgestellten Wetterkühlanlagen nicht erreicht werden dürften.

Im Anschluß hieran sei noch auf einen betrieblichen Vorzug hingewiesen, den die übertägige Wetterkühlung des Gesamtstromes mit sich bringt. Es handelt sich dabei um die künstliche Vergrößerung des natürlichen Wetterzuges. Bei einem mittleren Temperaturunterschied zwischen Ein- und Ausziehschacht von 20° ergibt sich ein natürlicher Wetterzug von 120 – 130 mm Wassersäule, das ist fast die Hälfte der in dem vorliegenden Beispiel erzeugten Ventilatordepression. Mindestens ein Drittel dieser Depression und der entsprechende Leistungsanteil von etwa 120 kW könnte also durch eine Tiefkühlung des Wetterstromes gespart werden, wodurch sich eine Ersparnis von ungefähr 6 Rpfl je t und damit eine Senkung der Kühlkosten auf etwa $0,60 \text{ RM/t}$ erzielen läßt.

Zusammenfassend kann über die Wetterkühlung übertage folgendes gesagt werden: Sie erfordert stets größte Anlagen mit Kälteleistungen von mehreren Mill. kcal/h. Während die Anlage der Robinson Deep Mine mit dem Ziel betrieben werden kann, das ganze große Grubengebäude planmäßig durchzukühlen, und ihre Betriebsergebnisse bei den dortigen günstigen geothermischen Verhältnissen schon einen Erfolg und damit einen Teufengewinn bedeuten, wenn die Senkung des Naßwärmegrades an den Betriebspunkten nur wenige Grad beträgt, kann in einer bestehenden tiefen Steinkohlenzeche an der Ruhr selbst ein so bescheidener Erfolg nicht ohne weiteres als sicher gelten. Man wird deshalb im Falle der Zentralführung den schon erwähnten Hilfsmitteln der schnellen Heranführung der Kühlwetter an die Abbaueviere und der Isolierung der Frischwetterstrecken erhöhte Beachtung schenken müssen. Für neue, tiefe Gruben, bei deren Planung sich alle angeführten Gesichtspunkte berück-

sichtigen lassen, bei denen vor allem die Wetterverluste ohnehin gering und durch grenzläufige Bewetterung noch weiter auszuschalten sind, kann die übertägige Wetterkühlung vielleicht mit Aussicht auf Erfolg erwogen werden.

Kälteerzeugung übertage, Wetterkühlung untertage.

Aus den bisherigen Feststellungen, daß die Kälteerzeugung übertage sehr vorteilhaft ist, die übertägige Luftkühlung dagegen den Nachteil des schlechten Wirkungsgrades mit sich bringt, empfiehlt sich von selbst die zweite Lösung der Kälteerzeugung übertage und der Übertragung dieser Kälte in die Grube mit Hilfe eines Kälteträgers. Solche Kälteträger können Flüssigkeiten sein, wie z. B. Sole oder Kaltwasser oder, nach einem Patent der Rheinmetall-Borsig AG., feste Stoffe, wie z. B. CO₂ und Eis. Die Fortleitung dieser Kälteträger geschieht in isolierten Hochdruckleitungen. Die Vorteile einer solchen Kälteübertragung liegen auf der Hand: Einmal erfahren feste Stoffe und Flüssigkeiten keine Erwärmung durch Selbstverdichtung; die Wärmeaufnahme durch Reibung und Einstrahlung wird bei richtiger Wahl der Strömungsgeschwindigkeit und guter Isolierung auf wenige Grad beschränkt werden können. Ferner kann die Kühlung übertage auch auf Temperaturen unter 0° erfolgen, wodurch sich die Menge des umlaufenden Kälteträgers wesentlich einschränken läßt. Ein dritter Vorzug dieses Verfahrens ist, daß man durch zweckmäßige Aufstellung der Luftkühler untertage nur die wirklich aktiven Teilströme klimatisiert. Die genannten Vorzüge prägen sich in einem wesentlich besseren Standortwirkungsgrad aus, der zwischen 50 und 60% liegen wird. Nach diesem Verfahren lassen sich daher mit einer Kälteleistung von 3-4 Mill. kcal/h die gleichen Enderfolge erzielen wie mit der oben berechneten Anlage zur übertägigen Kühlung. Kostenmäßig ist die Auswirkung allerdings geringer, da die isolierten Hochdruckleitungen eine ganz erhebliche Ausgabe bedeuten und infolge der dauernd notwendigen Wartung und Ausbesserung auch laufende Betriebskosten verursachen. In dem Leitungsnetz liegt auch der engste Querschnitt dieses Verfahrens, das mit einer Kälteleistung von 4 Mill. kcal/h — wenigstens bei Verwendung flüssiger Kälteträger — seine obere Grenze finden dürfte.

Wird statt eines festen oder flüssigen Kälteträgers die Preßluft zur Übertragung der übertage erzeugten Kälte an die Grubenwetter benutzt, so ist ein besonderes Leitungsnetz nicht erforderlich. An seine Stelle tritt das Preßluftnetz, dessen Leitungen isoliert werden müssen mit Ausnahme jener Teile, an denen der Wärmeaustausch zwischen Preßluft und Wetter erfolgen soll¹. Diese zunächst bestehende Lösung ist jedoch durchaus nicht frei von Mängeln. Die Luft muß wegen ihrer schlechten Eignung zum Kälteträger und da sie später der Erwärmung durch die Selbstverdichtung unterliegt, übertage sehr tief gekühlt werden, was einen schlechten Wirkungsgrad der Kältemaschine zur Folge hat. Nach dem Patentanspruch soll die Kühlung der Wetter unmittelbar vor den Betriebspunkten erfolgen. Dabei ergeben sich folgende Nachteile: Das ganze riesige Preßluftnetz muß mit Isolation versehen sein, wodurch die infolge Wegfalls eines besonderen Leitungsnetzes erzielte Kostenersparnis zum Teil wieder verlorengeht. Die Verlustquellen dieses Verfahrens sind so groß, daß eine wirkungslose Verpuffung fast der gesamten Kälteleistung befürchtet werden muß. Sie sind begründet in den überall vorhandenen Leitungsverlusten, in der weitgehenden Verästelung des Preßluftnetzes und in der Abzweigung von Teilströmen zu jenen Preßluftverbrauchern, die abseits der eigentlich zu kühlenden Grubenbaue liegen. Schließlich treten noch energiewirtschaftliche Verluste auf, weil sicher zahlreiche Preßluftmaschinen mit unterkühlter Luft von entsprechend geringem Arbeitsvermögen betrieben werden müssen, denn der Wärmeaustausch mit Hilfe einer einfachen Rohrleitung wird nicht sehr vollkommen sein. Sobald es sich um die Übertragung nennenswerter Kältemengen

handelt, genügt die Entfernung der Isolation nicht mehr, sondern es sind großflächige Wärmeaustauscher nötig.

Um die genannten Nachteile zu vermeiden, wird man im Einziehstrom vor jeder Verzweigung des Preßluftnetzes solche Wärmeaustauscher vorsehen müssen, in denen grundsätzlich alle die Preßluftteilströme ihre Kälte abgeben, die auf ihrem weiteren Weg keine zu kühlenden Grubenbaue mehr durchlaufen. Damit erfolgt die Wetterkühlung nicht so tief im Grubengebäude, wie man es sich eigentlich von diesem Verfahren versprochen hat, bestimmt also mit einem geringeren Standortwirkungsgrad als bei Verwendung eines flüssigen Kälteträgers.

Kälteerzeugung untertage, Wetterkühlung untertage.

Die Frage der untertägigen Kälteerzeugung verdient zweifellos die größte Beachtung, denn während man sich zur Erstellung einer Großanlage übertage mangels jeder eigenen Erfahrung nur schwer entschließen wird, dürfte der Entschluß zur untertägigen Klimatisierung eines Teilstromes mit Hilfe einer kleineren Anlage leichter zu fassen sein. Hierfür spricht einmal der Wunsch, Erfahrungen zu sammeln, ferner sind dafür wirtschaftliche Gesichtspunkte maßgebend, die Klimatisierung auf klimatisch ungünstige Grubenbaue zu beschränken und sie mit dem bestmöglichen Wirkungsgrad durchzuführen. Ich denke da z. B. an die Kühlung der im Aufschluß begriffenen tiefsten Sohle, eines Großstrebens oder einer besonders heißen Wetterabteilung, Aufgaben, bei denen durch möglichst weites Hineinrücken der Klimaanlage in die Grube Standortwirkungsgrade von 70-80% erzielt werden können.

Eine wichtige Aufgabe ist die Ermittlung des Kältebedarfs solcher Anlagen. Der Versuch, genaue Grundsätze zu seiner Errechnung anzugeben, würde mangels vorliegender Erfahrungen verfrüht sein. Wenn die Aufgabe lautet, die Kühlanlage in einen schon vorhandenen Teilstrom einzubauen, so ergeben die bekannten Verhältnisse die Grundlage zu einer im folgenden entwickelten Annäherungsrechnung.

Die Kühlanlage werde am Bezugspunkt 1 aufgestellt; am Punkt 2 seien gewisse vorgeschriebene Klimawerte einzuhalten. Erfuhr der Wetterstrom bisher zwischen den beiden Bezugspunkten eine Erwärmung von t₁ = 25° auf t₂ = 35°, so ist es unter allen Umständen falsch, bei einer Kühlung am Punkt 1 auf t₁ = 17° zu erwarten, daß damit t₂ = 27° sein würde. Eine solche Parallelverschiebung findet selbstverständlich nicht statt; vielmehr macht sich die verstärkte Wärmeabgabe des Gesteins an die kühleren Wetter bemerkbar. Es genügt nicht, von den Temperaturen, sondern es ist nötig, von den Wärmehalten i₁ und i₂ der Wetter an den beiden Bezugspunkten auszugehen. Damit sind neben der Gesteinswärme auch die übrigen Wärmequellen erfaßt, vor allem die durch Feuchtigkeitsaufnahme latent gebundene Wärme. Zur Vereinfachung sei nun angenommen, daß der Unterschied der Wärmehalte (i₂ - i₁) dem Unterschied zwischen Gesteinstemperatur und mittlerer Wettertemperatur $(t_g - \frac{t_1 + t_2}{2})$ verhältnismäßig sei, eine Beziehung, die an sich nur für die Erwärmung der Wetter aus dem Gestein gilt. Bedeutet der Index k den Zustand der Wetter nach Einführung der Kühlung, so gilt:

$$\frac{i_2 - i_1}{i_{k2} - i_{k1}} = \frac{t_g - \frac{t_1 + t_2}{2}}{t_g - \frac{t_{k1} + t_{k2}}{2}} \dots \dots \dots 4.$$

Der ganze Vorgang wird zweckmäßig im i-x-Diagramm nach Abb. 5 verfolgt. Allgemein kann das i-x-Diagramm allerdings nur für solche Zustandsänderungen als Planungsgrundlage verwendet werden, die ganz oder annähernd in der Horizontalen erfolgen, für die das Diagramm berechnet ist. Der Zustand t_{k2}, i_{k2} ist der gewünschte Endzustand der Wetter, der im Schaubild unterhalb der oberen Leistungsgrenze liegen soll. Dazu muß in

¹ Vorschlag Hinz, Patentanmeldung G 98518, Klasse 5d, 4.

der Kühlanlage eine Kühlung des Wetterstroms auf den Zustand t_{k1} , i_{k1} erfolgen. Beispiel:

Ermittelt: $t_1 = 25^\circ \text{C}$ $i_1 = 14 \text{ kcal/kg}$
 $t_2 = 35^\circ \text{C}$ $i_2 = 18 \text{ kcal/kg}$
 Festgelegt: $t_{k2} = 30^\circ \text{C}$ $t_{k2} = 16 \text{ kcal/kg}$
 Gesucht: t_{k1} und i_{k1} .

Die Kühlung der Wetter vom Zustand 1 zum Zustand k_1 vollzieht sich zunächst entlang der x-Ordinate bis zur Sättigungslinie und folgt dann dieser. Aus der begrenzten Zahl der auf dieser Strecke liegenden Luftzustände i , t wird durch Einengung derjenige Zustand i_{k1} , t_{k1} gefunden, für den die Gleichung (4) erfüllt ist. Im vorliegenden Beispiel wird $t_{k1} = 16^\circ$, $i_{k1} = 10 \text{ kcal/kg}$. Die Wetter müssen also am Punkt 1 um 9° gekühlt werden, damit am Punkt 2 eine Absenkung um 5° stattfindet. Die je kg Wetter aufzuwendende Nettokälteleistung der Kühlanlage wird $i_1 - i_{k1} = 4 \text{ kcal/kg}$. Nach dieser überschläglichen Ermittlung des Kältebedarfs kann die Berechnung der Anlage beginnen.

Als Beispiel sei eine Revierkühlanlage gewählt, die einen Wetterstrom von $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ von 30° und 50% Feuchtigkeit auf 18° kühlen soll. Die dazu erforderliche Kälteleistung beträgt $Q = 350000 \text{ kcal/h}$. In diesem Falle findet keine Wasserausscheidung aus den Wetterern statt. Ist dieselbe Luftmenge von 30° und 90% Feuchtigkeit auf 18° abzukühlen, so beträgt die Nettokälteleistung das Dreifache, nämlich rd. 1 Mill. kcal/h . Es zeigt sich erneut, welche beträchtlichen Kosten die Lufttrocknung verursacht. Im allgemeinen sind jedoch unsere tiefsten Sohlen so trocken, daß relative Feuchtigkeiten von 60% kaum überschritten werden. Solche untertägigen Kälteanlagen zur Klimatisierung von Teilstromen werden demnach für Kälteleistungen von mehreren 100000 kcal/h zu bemessen sein.

Die Anlagekosten einer untertägigen Klimaanlage in dem besprochenen Umfang werden sich auf 150000 bis 200000 RM stellen. Bei einer installierten Leistung von 150 bis 200 kW mögen die monatlichen Betriebskosten etwa 5000 bis 6000 RM betragen. Geht man von einer täglichen Förderung des Betriebspunktes von 500 t Kohle aus, so betragen die Kühlkosten $0,40$ – $0,50 \text{ RM/t}$ Kohle. Der Kältepreis liegt wegen der schwierigeren Einrichtung und vor allem der kostspieligen Kühlwasserbehandlung bei rd. $2 \text{ RM}/100000 \text{ kcal}$, während er übertage etwa $\frac{3}{4}$ dieses Wertes beträgt.

Der Betrieb von Kompressionskältemaschinen untertage ist wesentlich von der Erfüllung zweier Voraussetzungen abhängig: von dem Gebrauch eines sicherheitlich einwandfreien Kältemittels und von der Beschaffung der notwendigen Kühlwassermenge für den Verflüssiger. Die Suche nach geeigneten Kältemitteln hat, wie nachstehend ausführlich gezeigt wird, Erfolg gehabt. Dagegen wird die Kühlwasserbeschaffung in zahlreichen Fällen sowohl der Menge wie der Temperatur nach erhebliche Schwierigkeiten machen. Sie stellt für die untertägige Kälteerzeugung zweifellos den engsten Querschnitt dar und wird Anlagen mit mehr als 1 Mill. kcal stündlicher Kälteleistung kaum zulassen.

Wahl des Kältemittels.

Die Kälteerzeugungsanlage übertage kann ohne weiteres mit einem der bekannten Kältemittel betrieben werden. Wegen der großen erforderlichen Kälteleistungen wird man dem NH_3 den Vorzug geben, wenn man nicht auch hier aus allgemein-sicherheitlichen Gründen eines der unten beschriebenen Mittel anwendet.

Anders dagegen im Untertagebetrieb. Der stärkste Einwand — neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten —, den man bisher gegen den Betrieb von Kältemaschinen untertage, besonders in Steinkohlengruben, erhoben hat, ist der, daß die Kältemaschine eine zusätzliche Gefahrenquelle darstelle. Dazu ist zu sagen, daß die Gefahr nicht in der Durchführung des Kälteprozesses selbst liegt, sondern in der Natur der angewandten Kältemittel. Ohne Zweifel hat

man trotz gelegentlicher Unfälle im Betrieb von Kältemaschinen übertage einen hohen Grad von Sicherheit erreicht, obgleich keines der bisher in größerem Maßstab angewandten Kältemittel harmlos ist.

Im Grubenbetrieb, besonders in Steinkohlengruben, wird man jedoch an Kälteanlagen noch viel schärfere Anforderungen stellen müssen. Die bekannten und bewährten Kältemittel sind zum großen Teil brennbar und bilden mit der Luft explosive Gemische; die meisten sind giftig oder haben sonst unangenehme Wirkungen auf den menschlichen Körper. Über diese Eigenschaften unterrichtet die folgende Aufstellung:

Kältemittel	Eigenschaften	Explosions-	Menge, die schnell tötet	Nach $\frac{1}{2}$ –1 Stunde ernste leichte Einwirkungen	
		Vol.-%		Vol.-%	Vol.-%
SO_2	unbrennbar	—	0,2	0,04	0,005
NH_3	brennbar	13,1–26,8	0,5–1,0	0,35	0,03
CH_3Cl	brennbar	8,9–15,5	15–30	5–10	2–3
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	brennbar	4,3–14,0	15–30	6–10	2
CO_2	unbrennbar	—	30	6–8	4–6
CH_2Cl_2	unbrennbar	—	geringe	Einwirkung	
$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$	brennbar	—	fast ohne	Einwirkung	

Stoëcs und Černik (10) empfehlen für den Untertagebetrieb das hochexplosive Chloräthyl, dessen Explosionsgrenzen ähnlich denen des Methan zwischen 4 und 14% liegen. Sie begründen ihren Vorschlag damit, daß das in den meisten Steinkohlengruben vorhandene Grubengas eine viel größere Gefahrenquelle darstelle als eine etwa mit Chloräthyl betriebene Kältemaschine. Diese leichtfertige Äußerung muß zurückgewiesen werden. An dem Vorhandensein des Grubengases in sogenannten Schlagwettergruben kann der Bergmann vorläufig nichts ändern; sein ganzes Bemühen geht dahin, die Bildung entzündlicher Methan-Luftgemische zu verhindern und jede Ursache der Zündung eines etwa doch vorhandenen Schlagwettergemisches und vor allem jeden Anstoß für eine Kohlenstaubexplosion auszuschalten. Und hierin liegt die Gefahr der Anwendung explosibler (brennbarer) Kältemittel vor allem, nicht so sehr in der unmittelbar zerstörenden Wirkung einer Explosion etwa im Kältemaschinenraum. Stoëcs und Černik rechnen aus, daß die für eine solche Explosion erforderliche Konzentration nie erreicht werde. Auch das ist wieder ein Fehlschluß. Wenn eine bestimmte Menge von Chloräthyl frei wird, so wird es sich allmählich mit der Luft vermischen, und man kann natürlich ausrechnen, daß es vom Gesamtluftinhalt des betreffenden Raumes nur einen geringen Teil ausmacht; aber während des Vermischungsvorganges werden alle Stufen von 100 bis 1% $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ und damit zwangsläufig das Gebiet der explosiblen Gemische durchlaufen. Selbst dann wird in den seltensten Fällen eine Explosion stattfinden; auch die wenigsten Schlagwettergemische explodieren. Unser Bestreben geht aber darauf hinaus, alle Zündmöglichkeiten auszuschalten. Erfolgt einmal ein Zerknall im Kältemaschinenraum, so besteht eben in Schlagwettergruben stets die Gefahr der Ausbreitung dieses zunächst örtlichen Vorganges und der Zündung von Kohlenstaub-Luftgemischen. Diese Möglichkeit läßt sich grundsätzlich nicht dadurch beseitigen, daß man den Aufstellungsort einer Kältemaschine unmittelbar mit dem ausziehenden Wetterstrom verbindet, eine Möglichkeit, die Stoëcs und Černik übrigens nicht vorgesehen haben, da sie Kleinstkältemaschinen vor Ort aufstellen wollen.

Wichtiger noch als die Entzündbarkeit ist die schädliche Einwirkung der Gase auf den menschlichen Körper. Bei allen bisher gebrauchten Kältemitteln, wie Ammoniak, Kohlensäure, Schwefeldioxyd, Methylchlorid und anderen, besteht die Gefahr, daß sie beim Übertreten in die Luft der Räumlichkeiten den mit der Wartung der Kältemaschinen betrauten Personen erheblichen Schaden zufügen. Ein solches Übertreten kann bei Instandsetzungen,

Ventilbrüchen, Zerknall, infolge unzulässiger Druckerhöhung, Undichtigkeiten usw. eintreten. Im Bergwerksbetriebe bedrohen die infolge von Undichtigkeiten oder Beschädigung aus Maschinen austretenden Gase nicht nur die mit der Wartung der Kältemaschinen Beschäftigten, sondern auch alle die, die sich in den Ausziehwetterwegen aufhalten. Wenn man zu dem Ergebnis kommen wird, Kühleinrichtungen für ein Revier zu planen und etwa am Stapel aufzustellen, so wird man die Kältemaschinenkammer zwar sonderbewettern, aber die Abwetter doch im Stapel hochführen, jedenfalls durch Grubenbaue, die nicht frei von Leuten sind. Bei einer Aufstellung einer Kleinkältemaschine möglichst nahe vor Ort entfällt auch diese Möglichkeit der Sonderbewetterung, und die angeführten Gesichtspunkte gelten im verstärkten Maße.

Man wird aus diesen Gründen auf eine Anwendung der bewährten »klassischen« Kältemittel verzichten müssen, deren Eigenschaften im folgenden kurz besprochen seien. Bei dem weitaus am meisten gebrauchten Mittel NH_3 sind die Entzündbarkeit des ausströmenden Gases und die Explosionsgefahr ziemlich gering; die Explosionsgrenzen liegen zwischen 13 und 27% NH_3 -Gehalt in Luft. Bereits 0,03% NH_3 -Dämpfe im Ausziehwetterstrom rufen schädliche Einwirkungen hervor, und dieser Hundertsatz ist natürlich auch in großen Wettermengen leicht erreichbar, zumal mit viel größeren Kältemittelmengen gearbeitet werden muß, als SO_2 s und $Cernik$ ihren Berechnungen zugrunde legen. Noch viel schädlicher als NH_3 wirkt SO_2 auf den menschlichen Organismus, da von diesem Stoff schon 0,2 Vol.-% in der Luft tödlich wirken können. Die Anregung von SO_2 s und $Cernik$, man könnte sich ja auf Grund des ätzenden SO_2 -Geruches sofort »in frische Luft« begeben, ist in der Grube nicht immer auszuführen.

Eine besondere Stellung nimmt die Kohlensäure ein. Die Gesundheitsschädlichkeit beginnt hier bei etwa 5% CO_2 -Gehalt in Luft, und erst 30% wirken tödlich. Obgleich die Kohlensäure also erheblich gefahrloser ist als die bisher erwähnten Kältemittel, können doch örtlich die erwähnten Anreicherungen infolge unglücklicher Zufälle auftreten und zu Schädigungen einzelner führen, zumal CO_2 geruchlos ist und seine Anwesenheit nicht bemerkt wird. Gegen eine Anwendung des CO_2 in Grubenkühlanlagen sprechen aber neben diesen sicherheitlichen noch technische Gesichtspunkte. Man wird im Grubenbetrieb in den meisten Fällen mit ziemlich hohen Kühlwassertemperaturen rechnen müssen und infolgedessen bei Verwendung von CO_2 der kritischen Temperatur sehr nahe kommen, was sich auf die Wirtschaftlichkeit des Kälteprozesses ungünstig auswirkt.

Die amerikanische Gesellschaft Carrier-Brunswick, die in der Entwicklung von Kreiselverdichtern für Großkälteanlagen führend gewesen ist, hat sich besonders des Dichloräthylen $C_2H_2Cl_2$ und des Methylenchlorids CH_2Cl_2 als Kältemittel für Kreiselmaschinen bedient. Carrier stellt folgende Anforderungen an die thermischen Eigenschaften eines für Kreiselverdichter geeigneten Kältemittels (4):

1. Großes spez. Volumen des verdichteten Dampfes.
2. Hohes Molekulargewicht; damit wird a) Verdampfungswärme r klein und das Gewicht des umlaufenden Kältemittels groß, b) der adiabatische Exponent κ klein.
3. Geringe spez. Wärme der Flüssigkeit.
4. Günstige Lage der Spannungskurve, a) bei den üblichen Temperaturen kein zu hoher Verflüssigerdruck und kein zu niedriger Verdampferdruck, b) kleiner zu überwindender Druckunterschied.

Nach Krause (9) sind für Kreiselmaschinen Stoffe mit möglichst vielen Atomen im Molekül erforderlich, da bei diesen das Verhältnis c_p/c_v klein und damit die Endtemperatur der adiabatischen Verdichtung niedrig ist. Zu dieser Gruppe gehören die obengenannten Stoffe $C_2H_2Cl_2$ und CH_2Cl_2 , über deren thermische Eigenschaften die nachstehende Aufstellung unterrichtet (6, 28):

Eigenschaften	$C_2H_2Cl_2$	CH_2Cl_2
Siedetemperatur bei 760 mm Hg .	47,6°	40,3°
Kondensatordruck p bei $t = +25^\circ$	0,395	0,577
Verdampferdruck p_0 bei $t_0 = -10^\circ$	0,076	0,114
$\kappa = c_p/c_v$	1,14	—
p/p_0	5,21	5,06
Molekulargewicht	97	85
Feuergefährlichkeit	brennbar	sehr gering
Toxische Wirkung	sehr gering	gering

Beide Stoffe haben ein sehr hohes Molekulargewicht, ihre Siedepunkte liegen günstig, Eigenschaften, die ein großes Ansaugvolumen erlauben, was ja für Kreiselmaschinen Vorbedingung ist. Da sich beide Stoffe mit Öl mischen, muß die Schmierung der Maschinen mit Glycerin erfolgen. Dies ist angängig, da sich die Schmierung von Kreiselmaschinen auf das Innenlager und die Stopfbüchse beschränkt. Gegen Metalle sind beide Stoffe beständig und im Wasser praktisch unlöslich. Methylenchlorid ist nur sehr schwach brennbar, so daß seine Flamme in ihren eigenen Verbrennungsgasen erlischt. Es ist nicht ganz ohne Einwirkung auf den menschlichen Körper, ein Umstand, der sich im Betrieb als nicht weiter störend erweist, da in der Kältemaschine ein hoher Unterdruck herrscht. Es dient als Kältemittel für eine in einer südafrikanischen Anlage eingesetzte Frigibloc-Kühlanlage von Brown-Boveri. Das sehr flüchtige Dichloräthylen übt keine nennenswerte Einwirkung auf den menschlichen Körper aus, ist aber brennbar. Es sei hier deshalb erwähnt, weil es als Kältemittel für die im Jahre 1930 von Carrier für die Grube Morro Velho in Brasilien gelieferte Kälteanlage dient. Die Anlage steht untertage, und zwar hat sie am Füllort der 1800-m-Sohle Aufstellung gefunden, wo sie zur Unterstützung einer älteren, übertage aufgestellten NH_3 -Großkälteanlage dient.

Heute wird man auf Dichloräthylen nicht mehr zurückzugreifen brauchen, da die Suche nach neuen Kältemitteln, die größeren Anforderungen an ihre Sicherheit gerecht werden, in den letzten Jahren verschiedentlich Erfolg gehabt hat. Aus der Reihe der vorgeschlagenen Stoffe seien vor allem die Halogenderivate des Methans erwähnt.

Über Halogensubstitutionsprodukte aliphatischer Kohlenwasserstoffe (CH_4 , C_2H_6) berichtet Plank (32), daß ihre Entzündbarkeit abnimmt, je mehr H-Atome durch Halogenatome ersetzt werden, und daß ihre Giftigkeit abnimmt, je mehr von diesen Halogenatomen Fluoratome sind. Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über diese Verbindungen.

Formel	Abgekürzte Bezeichnung	Molekulargewicht	Siedepunkt °C
$CFCl_3$	F 11	137,38	+ 23,8
CF_2Cl_2	F 12	120,92	- 29,8
CF_3Cl	F 13	104,46	- 82
CF_4	F 14	88,00	- 131

Die wichtigsten dieser Verbindungen sind zweifellos CF_2Cl_2 und $CFCl_3$. Difluordichlormethan CF_2Cl_2 , das in Amerika die Bezeichnung Freon 12 führt, wird in Deutschland neuerdings unter dem geschützten Wortzeichen »Frigen« von der I. G. Farbenindustrie hergestellt und vertrieben. Es hat sich in Amerika nicht nur statt SO_2 in Kleinkältemaschinen bewährt, bei denen wegen ihrer Wartung durch Laien der Gebrauch eines unschädlichen Kältemittels ebenfalls sehr wünschenswert ist (6), sondern hat seine technische Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit schon in zahlreichen Großanlagen erwiesen, die bisher den Ammoniakkältemaschinen vorbehalten waren (5). Das gleiche gilt für Monofluortrichlormethan $CFCl_3$, das in den Kälteanlagen der Robinson Deep Mine und der Magma Mine verwandt wird. Während sich aber F 12 besonders für Kolbenverdichter eignet, ist das F 11 besser für Kreiselverdichter brauchbar. Hierzu wird es durch sein hohes Molekulargewicht und seinen verhältnismäßig hohen Siedepunkt befähigt, der ein hohes Ansaugvolumen gewährleistet und nur wenige Stufen erfordert.

Über die Eigenschaften der beiden Stoffe unterrichtet die nachstehende Übersicht (6):

Eigenschaften	CFCl ₃	CF ₂ Cl ₂
Farbe	farblos	
Geruch	geruchlos	
Brennbarkeit	nicht brennbar	
Toxische Wirkung	praktisch unschädlich	
Molekulargewicht	137,4	121,0
Siedepunkt °C	23,8	- 29,8
Schmelzpunkt °C	-111,0	-155,0
Kritische Temperatur . . . °C	196,0	112,0
$\kappa = c_p/c_v$	1,1	1,13

In sicherheitlicher Beziehung genügen beide Stoffe durchaus den hohen Anforderungen, die im Bergbaubetrieb unerlässlich sind. Die Gase, die sich bei den im Betrieb vorkommenden Temperaturen nicht zersetzen, sind unbrennbar und praktisch ungiftig; bei CFCl₃ tritt eine toxische Einwirkung vielleicht etwas eher ein, weil nur ein H-Atom durch F ersetzt ist. Die beiden Stoffe haben nur einen sehr schwachen Geruch, ähnlich dem von Chloroform; es wird sich empfehlen, ihnen, wie bei geruchlosen Kältemitteln üblich, einen unschädlichen Riechstoff zuzusetzen, damit Undichtigkeiten an den Kälteanlagen sofort zu erkennen sind.

Neben den sicherheitlichen dürfen natürlich die technischen Eigenschaften eines Kältemittels nicht zurückstehen, wenn es wirtschaftlich angewandt werden soll. Diese seien für das Frigen eingehender betrachtet. Der Forderung, daß die Vorgänge der Verdampfung und Verflüssigung sich unter technisch ausführbaren Drücken abspielen müssen, genügt das Frigen ohne weiteres, wie aus den folgenden Spannungen hervorgeht:

°C	at abs.
- 30	1,023
0	3,14
+ 40	9,77

Man braucht also selbst bei -30° C Verdampfer-temperatur, die für Grubenkühlanlagen sehr tief liegt, noch nicht mit Vakuum zu arbeiten, was bei der Größe der erforderlichen Anlagen ein Vorteil ist, und braucht selbst bei hohen Kühlwassertemperaturen keine unerwünschte hohen Spannungen in Kauf zu nehmen. Das Frigen genügt auch der Forderung nach einem tiefen Siedepunkt, der zwischen dem von NH₃ und CH₃Cl liegt, wie überhaupt das Verhalten des CF₂Cl₂ dem der beiden anderen Kältemittel ähnelt. Allerdings liegt die Verdampfungswärme eines kg Frigen beträchtlich unter der der bewährten Kältemittel (bei 0° C 37 kcal/kg), jedoch hat es infolge seines hohen spezifischen Gewichtes eine hohe Verdampfungswärme je m³, die 428 kcal/m³ beträgt und mit der Frigen nach CO₂ (3532) und NH₃ (687,2) an dritter Stelle steht, während die von Chlormethyl bei 381 und von Chloräthyl bei nur 103,4 liegt. Das für die gleiche Kälteleistung erforderliche Kompressor-Hubvolumen der drei Stoffe NH₃, CF₂Cl₂ und CH₃Cl verhält sich sinngemäß wie 1:1,6:1,8. Da man für die endgültige Kälteleistung eines Stoffes von der Verdampfungswärme noch die Flüssigkeitswärme in Abzug bringen muß, ist deren Anteil an der Verdampfungswärme für ein Kältemittel recht kennzeichnend. Dieser Anteil beträgt bei -10°/+10° bei

CF ₂ Cl ₂	11,7 %
NH ₃	7,12 %
CO ₂	19,9 %

Aus den obigen Angaben ist zu ersehen, daß die thermischen Eigenschaften des Frigen etwas ungünstiger sind als die von Ammoniak, Kohlensäure und zum Teil auch von den übrigen Kältemitteln. Diese Unterschiede sind aber nicht so groß, daß sie nicht durch die sicherheitlichen Vorzüge des CF₂Cl₂ voll ausgeglichen würden.

Zu untersuchen ist noch die Frage des Verhaltens von Frigen zu den Metallen und Dichtungsstoffen und zu den

Schmiermitteln. Beim flüssigen CF₂Cl₂ besteht so lange keine Korrosionsgefahr, als es vollkommen wasserfrei ist. Von nicht wasserfreiem CF₂Cl₂ werden fast alle Metalle unter Bildung von HCl und HF angegriffen. Die Maschinenteile, die Frigen enthalten oder zu seiner Fortleitung dienen, sind vor der Füllung sorgfältig zu trocknen, wie das auch bei anderen Kältemitteln geschieht. Da der Kälteprozeß nicht im Vakuum verläuft, besteht die Gefahr des Eindringens feuchter Luft nicht, solange nicht die Kolbenstange beschlägt. Dieses geschieht jedoch nur beim Arbeiten mit so tiefen Temperaturen, wie die geplanten Anlagen sie nicht benötigen. Ferner verbietet sich in Frigen-Kompressoren die Anwendung von Glycerin oder anderen hygroskopischen Stoffen als Schmiermittel. Von dem dampfförmigen CF₂Cl₂ werden nach Plank Phosphorbronze und Messing angegriffen. Über das Verhalten des Frigen gegenüber Ölen und Gummi ist Nachteiliges nicht bekannt. Jedoch muß peinlich darauf geachtet werden, daß die Schmieröle wasserfrei sind. Beim Umgang mit Frigen ist eine gewisse Vorsicht nötig, da die rasch verdampfenden Flüssigkeitströpfchen auf der Haut Frostbeulen hinterlassen. An offener Flamme zersetzt sich das CF₂Cl₂ unter teilweiser Bildung von Phosgen, das sehr giftig ist. Bis 500° ist jedoch das Frigen chemisch vollkommen beständig, so daß im Betrieb selbst die Gefahr der Phosgenbildung nicht besteht.

Der Preis von Frigen beträgt 7 RM/kg und liegt damit noch sehr hoch. Auch die Anlagekosten erhöhen sich gegenüber NH₃, und zwar einmal, jedoch nur unerheblich, wegen des größeren Hubvolumens des Kompressors, dann aber wegen der größeren Querschnitte der Rohrleitungen, die erforderlich sind, weil die stündlich umlaufende Menge bei CF₂Cl₂ infolge der ungünstigeren thermischen Eigenschaften viel größer sein muß als bei NH₃. Außerdem liegen die günstigsten Leitungsgeschwindigkeiten für Frigen etwas unter den Werten für Ammoniak, und zwar betragen sie auf der Saugseite 13-18 m/s, auf der Druckseite 18-22 m/s. Die Querschnitte der Flüssigkeitsleitungen werden bei Frigen viermal so groß wie bei NH₃, dreimal so groß wie bei SO₂ und doppelt so groß wie für CH₃Cl. Der jährliche Verbrauch von CF₂Cl₂ infolge von Undichtigkeitsverlusten beträgt etwa 60 kg/100 000 kcal. Von amerikanischer Seite sind Zahlentafeln für die thermischen Eigenschaften des CF₂Cl₂ im Sättigungs- und Überhitzungsgebiet aufgestellt worden. Die Umrechnung dieser Werte in das metrische Maßsystem und die Darstellung im i-log-p-Diagramm nach Mollier erfolgte durch M. Kemmler im Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe. Zahlentafel und Diagramm wurden von R. Plank veröffentlicht (32).

Zusammenfassend kann über die neuen Kältemittel gesagt werden, daß sie sicherheitlich vorzügliche Eigenschaften haben und technisch befriedigen. Ihre wirtschaftliche Anwendung ist nur mehr eine Frage des Herstellungspreises. Sie scheint in den Vereinigten Staaten gelöst zu sein, sonst hätte man dort wohl nicht die übertägige Großkälteanlage der Robinson Deep Mine für CFCl₃ entworfen. Es besteht im übrigen kein Zweifel, daß die planmäßige Suche nach geeigneten Kältemitteln auch weiterhin Erfolg haben wird.

Die Kältemaschine.

Für den übertägigen Betrieb von Kälteerzeugungsanlagen zur Wetterkühlung können die üblichen Bauarten der Kältetechnik Verwendung finden, deren Beschreibung sich hier erübrigt. Großanlagen von mehr als 2 Mill. kcal stündlicher Kälteleistung werden zweckmäßig unterteilt, wobei jede Einheit vom Kompressor bis zum Luftkühler und zum Rückkühlwerk ein für sich allein betriebsfähiges Ganzes bildet. Hierdurch wird eine gute Anpassungsfähigkeit an die außenklimatischen Verhältnisse und damit eine Abstufung der Kälteleistung im Großen erreicht, ferner bei Betriebsstörungen an einer Einheit die Fortführung mindestens einer Teilkühlung gewährleistet.

Für manche Steinkohlenzeche kann es von Bedeutung sein, daß die übertägige Kälteerzeugung auch mit Hilfe der Dampfstrahlkältemaschine erfolgen kann. Diese Kältemaschinenart hat ja bekanntlich einen verhältnismäßig schlechten Wirkungsgrad, jedoch kann diese Tatsache unter Umständen eine geringe Rolle spielen für solche Zechen, die über eine erhebliche Abdampfmenge verfügen oder bei denen eine erhebliche Menge unverkäuflicher Abfallerzeugnisse anfällt, die sich nur im eignen Betriebe wirtschaftlich verfeuern lassen. Die für die oben angenommene Kälteleistung von 6 Mill. kcal/h notwendige Dampfmenge beträgt etwa 20 t/h, d. h. ungefähr $\frac{1}{5}$ des normalen Dampfselbstverbrauches einer mittleren Zeche. Die Betriebskosten einer Dampfstrahlkältemaschine sind natürlich in der Hauptsache eine Funktion des innerbetrieblichen Dampfverrechnungspreises; bei einem Preis von 2 *R.M.*/t Dampf werden sich die Kosten auf etwa 0,80 *R.M.*/t Kohle stellen. Der Kühlwasserbedarf einer solchen Anlage beträgt etwa das Dreifache des oben errechneten Bedarfs der Kompressionskältemaschine gleicher Leistung, ist also mit 40 m³/min außerordentlich hoch.

Die Frage der Kälteerzeugung untertage kann vom Standpunkt der Grubensicherheit aus als gelöst gelten, jedoch müssen die Anlagen in allen Einzelheiten den Eigenschaften der neuen Kältemittel angepaßt werden. Die dabei einzuhaltenden Grundsätze hat Plank (5) an Hand der Erfahrungen der amerikanischen Kältetechnik dargestellt.

Verdichter.

Bei der Kühlung einzelner Reviere wird es sich zumeist um Kälteanlagen von 300000–500000 kcal/h Kälteleistung handeln, also um Kälteanlagen mittlerer Leistung. Dabei ist die Frage zu prüfen, ob man solche Anlagen mit Kolben- oder Kreiselpverdichtern ausstattet. Für beide stehen sicherheitlich einwandfreie Kältemittel zur Verfügung. Der Bergmann wird zunächst der Kolbenmaschine als der unverwüstlicheren untertage den Vorzug geben. Da aber die Vorteile der Kreiselpverdichter für den Grubenbetrieb besonders wertvoll sind, muß auf jeden Fall versucht werden, sie sich nutzbar zu machen. Ein wesentlicher Vorteil des Kreiselpverdichters ist sein geringer Platzbedarf und der Wegfall des Schwungrades. Ein Kolbenkompressor für die oben angegebene Kälteleistung erfordert einen Raum von mindestens 130–150 m³ und ein Schwungrad von 3,5 m Dmr. Nun kann man ja geltend machen, daß Verdampfer und Verflüssiger einen viel größeren Rauminhalt beanspruchen als der Kompressor, daß also die Platzersparnis — im ganzen gesehen — unbedeutend sei, wenn man Kolben durch Kreiselpverdichter ersetze. Das mag im allgemeinen richtig sein, im Grubenbetrieb ist jedoch noch zu beachten, daß Verdampfer und Verflüssiger sehr gut in Strecken angeordnet werden können, also in langen, schmalen Grubenbauen, die verhältnismäßig leicht aufrechtzuerhalten sind. Kolbenverdichter mittlerer und großer Leistung erfordern dagegen große, breite Maschinenkammern, die sich schwerer herstellen und unterhalten lassen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es also sehr wichtig, ob man einen kleinen Kreiselpverdichter oder einen Kolbenkompressor unterzubringen hat. Das gleiche gilt für Fundamente, die bei Kreiselmachines viel leichter sein können als bei Kolbenmaschinen. Schließlich bieten die Kreiselpverdichter den Vorteil der unmittelbaren Kupplung mit einem Elektromotor oder — bei Anwendung entfeuchteter Preßluft — mit einem Pfeilradmotor. Auch der Wegfall von Ventilen und hin- und hergehenden Bauteilen wird sich untertage nur günstig bemerkbar machen. Weitere Vorteile der Kreiselpverdichter sind: Die leichte Regelbarkeit der Menge des umlaufenden Kältemittels und damit der Kälteleistung sowie die Ölfreiheit des Kältemittels. Der Vorzug der leichten Regelbarkeit hat für den Grubenbetrieb zwar geringere Bedeutung, da es in der Grube, im Gegensatz zu manchen industriellen Klimatisierungsanlagen, nicht auf die Einhaltung bestimmter enger Temperaturgrenzen ankommt. Hingegen spielt die Ölfreiheit des Kältemittels eine

große Rolle, und zwar nicht nur zur Vermeidung einer Verminderung der Wärmeübertragung im Verdampfer und Verflüssiger, sondern vor allem im Hinblick auf die Mischbarkeit der Freone mit den Schmiermitteln. Diese Schwierigkeit, die für CF₂Cl₂-Kolbenkompressoren ein langwieriges Suchen nach dem geeigneten Schmieröl notwendig machte (5), entfällt bei Kreiselpverdichtern, da in diesen eine Berührung von Kältemittel und Schmiermittel nicht stattfindet. Als letzter Punkt sei erwähnt, daß die Anlagekosten der Kreiselpverdichter von einer bestimmten Grenzkälteleistung an geringer sind und daß diese in den meisten Fällen überschritten wird. Kreiselpverdichter lassen sich nur dann wirtschaftlich ausführen, wenn das stündliche Kompressionsendvolumen nicht zu klein ist, da nur dann die Spalt-, Ventilations- und Stoßverluste im richtigen Verhältnis zur Gasmenge stehen. Das Mindestendvolumen beträgt nach Hsia (28) 1000–1500 m³/h, so daß schon Stoffe von sehr geringer spezifischer Kälteleistung und Verdampfungswärme erforderlich sind, um mit Kreiselpverdichtern kleinere bis mittlere Kälteleistungen zu erhalten. Das Arbeiten mit einem solchen Kältemittel ist natürlich unwirtschaftlich. Immerhin lassen sich für Kälteleistungen von 100000 kcal aufwärts schon Kreiselpverdichter anwenden. Für das Kältemittel CFC₁₂ liegt die Grenzkälteleistung bei etwa 200000 kcal/h. Unter Würdigung aller Gesichtspunkte wird man den Kreiselpverdichtern untertage unbedenklich den Vorzug geben können.

In diesem Zusammenhang sei auf die bei den Crown Mines erwähnte Klimaanlage »Frigibloc« von Brown Boveri & Cie. näher eingegangen, deren geschlossene Bauart, geringer Raumbedarf, geringes Gewicht und leichte Beförderungsmöglichkeit sie zu einem für den Untertagebetrieb geeigneten Gerät machen (33); Antriebsmotor und Verdichter liegen auf einem Trägerrost über den mit einem geschweißten Mantel umgebenen Rohrbündeln des Verflüssigers und Verdampfers und sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, das luftdicht abgeschlossen und schlagwittersicher ist. Die Schmierung der Kugel- und Wälzlager erfolgt selbsttätig, so daß sich die Bedienung der Maschine auf das An- und Abstellen beschränkt. Die Betriebssicherheit wird durch eine Anzahl selbsttätiger Vorrichtungen erreicht: Eine Überlastung des Motors beim Anfahren wird durch eine Blockierung verhindert, die ein Einschalten unmöglich macht, wenn die Saugdrosselklappe des Verdichters geöffnet ist. Ein Fahren ohne ausreichende Kühlwasserzufuhr ist unmöglich, da ein in die Kühlwasserzuleitung zum Kondensator eingebauter Strömungsanzeiger den Motor abschaltet, sobald eine gewisse Wassermenge unterschritten wird. Unzulässig hohe Dampfdrücke und damit ein Austritt von Kältemitteldampf in die umgebende Luft werden durch Thermostaten vermieden, die am Dampf- und -austritt des Kondensators eingebaut sind und den Motor abschalten, wenn die Temperaturen des Dampfes im Verdichter bzw. des Sattdampfes im Kondensator zu hoch liegen.

Die vom Elektromotor erzeugte Wärme wird durch zweckmäßige Führung eines Kältemittelteilstromes unmittelbar zum Kondensator abgeführt, beeinflusst die Verdichterleistung also nicht. Der Frigibloc wird bis zu Kälteleistungen von 2 Mill. kcal gebaut. Als Kältemittel dient Methylenchlorid, dessen Eigenschaften oben besprochen worden sind.

Verdampfer und Verflüssiger.

Von den Verdampfern empfehlen sich alle Bauarten, die mit einer möglichst hohen Flächenleistung eine den Grubenverhältnissen angepaßte Form vereinigen. Am zweckmäßigsten ist die liegende Anordnung in Strecken.

Im Hinblick auf die im Grubenbetrieb verwandten teuren Kältemitteln sind Berieselungsverdampfer am Platze, bei denen das flüssige Kältemittel die Solerohre nicht überflutet, sondern nur berieselt, so daß eine viel geringere Füllung notwendig ist. Ein Vorteil des Berieselungsverdampfers ist nach Plank außerdem der bessere Wärmedurchgang, während die Notwendigkeit einer besonderen

Umlaufpumpe für das siedende Kältemittel einen Nachteil bedeutet.

Das über die Formgebung der Verdampfer Gesagte gilt auch für die Verflüssiger. Man wird auch hierfür liegende Vielröhrenbauarten bevorzugen.

Der Plan der untertägigen Kälteerzeugung steht und fällt mit der Kühlwasserbeschaffung für den Verflüssiger. Für das hier herangezogene Beispiel einer Revierkühlanlage ist bereits eine Kühlwassermenge von 1–1,5 m³/min notwendig. Steht Grubenwasser von passender Temperatur in genügender Menge zur Verfügung, so kann es nach Gebrauch mit der gewöhnlichen Wasserhaltung zutage gefördert werden. Reicht das jeweils anfallende Frischwasser zur Deckung des Kühlwasserbedarfs nicht aus, so muß es zum Teil nach Durchlaufen eines im Ausziehstrom aufzustellenden Rückkühlwerks wiederverwandt werden. Dabei wird die Kondensatorwärme an den ausziehenden Wetterstrom abgegeben. Mit Rücksicht auf die Temperatur der Abwetter ist das Rückkühlwerk als Regenkühler auszubilden. Aber nicht nur der Menge nach wird die Beschaffung des Kühlwassers häufig schwierig sein, sondern vor allem liegen die Temperaturen der Grubenwässer so hoch, daß sie sich zu Kühlzwecken nicht ohne weiteres verwenden lassen. Während man bei Kälteanlagen über Tage die Verflüssigungstemperatur zwischen 20 und 30° wählt, da ja allgemein das ganze Jahr hindurch mit einer Kühlwassertemperatur von 15° und darunter gerechnet werden kann, muß man bei Kälteanlagen unter Tage mit der Verflüssigungstemperatur auf 40–50° heraufgehen, und auch um diese Werte zu erreichen, darf die Kühlwassertemperatur nicht über 30–35° liegen. Steht Wasser von dieser Temperatur nicht zur Verfügung, so muß es selbst erst heruntergekühlt werden. Dafür wird der oben erwähnte Regenkühler nicht im Ausziehstrom aufgestellt, sondern man gestaltet zweckmäßig einen seigeren Aufbruch als Kühlturm aus, in dem die Grubenwässer im Gegenstrom gegen aufsteigende Kaltluft herunterrieseln. Die Kaltluft muß als Teilstrom von dem gekühlten Wetterstrom abgezweigt werden. Auf der Grube Magma ist es mit diesem Verfahren gelungen, Grubenwasser von etwa 50° auf 32 bis 35° herabzukühlen und damit eine Verflüssigungstemperatur im Kondensator von 48° zu erzielen. Wo die natürlichen Wasserzuflüsse zur Deckung des Bedarfs an Kühlwasser nicht ausreichen, kann dieses auch hier zwischen Kondensator und Rückkühlwerk im Kreislauf gehalten werden.

Bezogen sich die bisherigen Betrachtungen auf Verflüssiger üblicher Bauart, so soll im folgenden noch auf eine Sonderbauart für Kühlwassermangel verwiesen werden:

auf den Verdunstungsverflüssiger (5), einen Berieselungsverflüssiger mit Rückkühlwerk. In diesem Gerät rieselt das Kühlwasser über die Kondensatorrohrschlangen im Gegenstrom gegen aufsteigende Luft, die von einem Lüfter durch die Anlage gezogen wird. Der Luftverbrauch ist groß; er beträgt je nach der Lufttemperatur 100–150 m³/h je 1000 kcal/h Kälteleistung. Nach einem von Plank erwähnten Beispiel ist zur Erzielung einer Verflüssigungstemperatur von 43,3° eine Luftmenge von 110 m³/h · 1000 kcal nötig, wobei die Lufttemperatur 25,5° feucht, die Austrittstemperatur 34,4° feucht beträgt. Da ohne weiteres ein verbrauchter Wetterstrom von nicht zu hoher Temperatur Verwendung finden kann, verdient die Bauart des Verdunstungskühlers für Grubenkühlanlagen Beachtung. Für die geplante Kälteleistung von 350000 kcal/h beträgt die nötige Luftmenge 600–700 m³/h von einem Naßwärmegrad zwischen 26 und 28° C.

Luftkühler.

Von der Möglichkeit einer unmittelbaren Luftkühlung am Verdampfer wird man wegen der großen zu kühlenden Wettermengen keinen Gebrauch machen, sondern eine mittelbare Luftkühlung durch Zwischenschaltung eines Wasser- oder Solekreislaufs schon deshalb wählen, weil dann die Kälte in isolierten Rohrleitungen noch größere Strecken bis zum Luftkühler fortgeleitet werden kann. In diesem Fall muß die Verdampfungstemperatur um 5–6° niedriger liegen als bei unmittelbarer Luftkühlung, also 8–10° unter der zu erzielenden Wettertemperatur.

In allen Fällen, in denen die Kühlung bis zum Taupunkt oder darunter, also eine Wasserabscheidung aus den Wettern erfolgt, sind nasse Luftkühler zu verwenden, d. h. Berieselungs- oder Regenkühler. Als Kälte Träger ist nur dort Sole nötig, wo die Verdampfungstemperaturen unter 0° liegen. Sonst genügt Kaltwasser, das sich im Kreislauf befindet. Erfolgt die Kühlung der Wetter nicht bis zum Taupunkt, so muß man Oberflächenkühler anwenden, da die Wetter in einem Regenkühler schädlich befeuchtet würden.

Die Luftkühler werden in einer geräumigen Strecke von großem Querschnitt angeordnet, durch die der kühlende Wetterstrom hindurchgesaugt wird. Zur Überwindung des Kühlerwiderstandes ist ein Sonderlüfter notwendig, dessen motorische Wärme entweder getrennt abgeführt oder bei der Berechnung der Kälteanlage mitberücksichtigt werden muß.

In der nachfolgenden Besprechung der ausländischen Anlagen zur Wetterkühlung wird auf weitere technische Einzelheiten eingegangen. (Schluß folgt.)

U M S C H A U

Zuschriften an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortlichkeit der Schriftleitung.)

Als Verfasser eines Aufsatzes über Strebruchbau mit Wanderkasten¹ sei es mir gestattet, zu der kürzlich erschienenen Abhandlung von Dr.-Ing. Maevvert über Strebruchbau mit Reihensampeln bei flacher Lagerung² einige Gedanken zu äußern. Maevvert hat in dieser an sich sehr verdienstvollen Arbeit nachgewiesen, daß die Einführung des reinen Reihensampelausbaues in den Großbetrieben der Zeche Sachsen gegenüber dem Wanderkasten aus alten Eisenbahnschienen einen beachtlichen Fortschritt bedeutet, wie aus der Zusammenstellung der Betriebsergebnisse von acht Monaten klar hervorgeht. Bei aller Anerkennung dieser Erfolge darf man aber nicht übersehen, daß es sich hier um einen Vergleich zwischen einem der besten Stahlstempel der Gegenwart (Gerlachstempel) mit dem veralteten Schienenwanderkasten handelt. Beim Umsetzen solcher Schienenwanderkasten findet das berühmte System »Schlagschiene« Verwendung, wobei mit erheblicher Gefahr für die Umsetzer eine an den Rand gerückte Schiene unter Gebirgsdruck herausgeschlagen

werden muß. Es werden somit gute Stahlstempel mit schlechten Wanderkasten verglichen.

Außerdem ist das günstige Abschneiden der Stempel, wie Dr. Maevvert ausdrücklich hervorhebt, besonders dem mechanischen Rauben zu verdanken. Dieses gewaltsame Herausreißen unter stärkstem Druck (ohne vorherige Lösung der Schösser mit zum Teil 100 t waagrechter Spannung), muß jedoch nach und nach zur Zerstörung der gesamten Stempel führen. Man kann schon gefühlsmäßig eine so harte Behandlung eines Präzisionswerkstückes, wie es ein neuzeitlicher, kostbarer Stahlstempel immerhin darstellt, nicht gerade als Ideallösung ansehen. Da ist doch die Auslösung eines neuzeitlichen Wanderkastens mit entsprechender Vorrichtung dem heutigen Standpunkte der Bergtechnik besser angepaßt. Ob der Vergleich mit einem solchen Wanderkasten auf der Zeche Sachsen ebenso günstige Ergebnisse gezeigt hätte als der mit dem alten Schienenkasten, bleibe dahingestellt. Meines Wissens sind Großversuche dieser Art dort nicht durchgeführt worden. Genau so wie Maevvert, Fulda, Beckenbauer u. a. im Reihensampeln den idealen Hangendbrecher für den Strebruchbau gefunden zu haben glauben, vertreten andere, wie Spackeler, Spannagel, Geck, Haarmann (besonders auch Cookson, der Erfinder der besten Auslösevorrichtung), die Überzeugung, daß auf den Wander-

¹ Glückauf 75 (1939) S. 750.

² Glückauf 76 (1940) S. 25.

kasten mit guter Auslösevorrichtung aus bestem Material nie verzichtet werden kann und darf, da er bei allen vorkommenden Gebirgsverhältnissen sicher und wirtschaftlich Bruchbau zu treiben gestattet. Nur in Ausnahmefällen (etwa 5% aller Großbetriebe überhaupt) kommt die Anwendung des reinen Reihenstempelsystems in Betracht. Diesen Voraussetzungen werden wohl einige Großbetriebe des Ruhrbezirks entsprechen (auch Zeche Sachsen), im besonderen dann, wenn sie ein festes Liegendes und störungsfreies Hangendes besitzen. Zur Zeit (Januar 1940) werden im Ruhrbezirk 25% aller Großbetriebe in flacher Lagerung mit Strebruchbau geführt. Davon gehen 20% mit Wanderkastern zu Felde, während die restlichen 5% mit Reihenstempeln ausgerüstet sind. Dieser Verteilungsschlüssel gibt somit das wortlose Urteil des heimischen Bergbaues wieder. Reihenstempel auf weichem Liegenden und in gestörten Verhältnissen führen zu schweren Fehlschlägen, wie sie im französischen und belgischen Bergbau nachweislich vorgekommen sind. Bei allem anzuerkennenden Wagemut sollte man sich hier teures Lehrgeld ersparen.

Einer der Hauptvorteile des neuzeitlichen Wanderkastens ist jedenfalls die Tatsache, daß er der Betriebsführung die schwere Verantwortung für die Sicherheit der Belegschaft an der langen Strebfront in jeder Weise buchstäblich mit tragen hilft, weshalb man ihn zweckmäßig auch in den wenigen Fällen zur Anwendung bringt, in denen das Reihenstempelsystem an sich möglich wäre. Man ist dann vor Überraschungen aller Art geschützt, denn nichts ist »beständiger als der Wechsel«, besonders in den Großbetrieben des Ruhrbezirks.

Der rege Meinungsaustausch über die Frage »Wanderkastern oder Reihenstempel?« im Schrifttum der letzten Zeit zwischen den Vertretern der verschiedenen Richtungen, die an sich das Beste für den Bergbau im Auge haben, sollte dahin seine Einigung finden, daß man sagt: Wanderkastern und Stahlstempel. In der Verbindung dieser beiden Ausbaumittel von bester, neuzeitlicher Ausführung sind alle Forderungen nach gutem und sicherem Ausbau des Strebraums, planmäßigem Verbrauch des Daches im Alten Mann und stärkster Sicherung des langen, schmalen Strebstreifens in der Druckwelle vor dem Kohlenstoß nach dem heutigen Stande der Bergtechnik restlos erfüllt.

Diese Erkenntnis führt zu der Schlußfolgerung, daß die Entwicklung allzu schwerer Formen im Stahlstempelbau garnicht notwendig ist, da ja der Hauptdruck müheles von den Wanderkastern aufgenommen wird. Der Stahlstempel kommt mit einer Tragkraft von 30 bis 40 t völlig aus, kann also leicht, handlich und billig gehalten werden. Besonders wichtig erscheint die sichere, leichte Lösbarkeit beim Rauben unter Verzicht auf verwickelte Schösser mit Keilsystemen. (Am nächsten kommt diesem Ziele der Schwarzstempel, dessen neueste Ausführung auch der wichtigen Forderung nach schlagartiger Lösung Rechnung trägt. Der Haarmannsche Sprungstempel erscheint ebenfalls für die Ehe zwischen Wanderkastern und Stahlstempel durchaus geeignet.) In Verbindung mit einem einfachen, billigen Stempel sind die Gesamteinsatzkosten einer Strebfront für Ausbau und Hangendbrecher bei Anwendung von Wanderkastern und Stahlstempel somit nachweislich erheblich geringer als beim reinen Reihenstempelsystem, das einen viel teureren Stempel erfordert.

Abschließend sei nochmals festgestellt, daß erst in der Verbindung von guten Wanderkastern und neuzeitlichen Auslösevorrichtungen mit leichten, handlichen Stahlstempeln der Strebruchbau seine letzte Vollendung erfahren hat und auch behalten wird. Dabei ist streng an dem Grundsatz festzuhalten: Wanderkastern als Hangendbrecher an die Bruchkante, starre Stahlstempel zum Ausbauen in den Strebraum.

Fritz Keienburg, Gelsenkirchen-Erle.

Auf die vorstehenden Ausführungen erwidere ich:

1. Der Eisenpfeiler aus Schienen ist weder veraltet noch überholt, weil Hartholzwanderkastern bei starkem Gebirgsdruck eine übergroße Nachgiebigkeit besitzen. Auch kann die Schlagschiene — mit entsprechender Sicherung zur Verhütung des Herausschnellens von Schienen aus dem Pfeiler in Richtung auf den Versatzhauer — nicht als »berühmtes System« bezeichnet werden, weil die bekannten Auslösevorrichtungen nach den Erfahrungen der Zeche Sachsen in Eisenpfeilern bei hoher Belastung zerstört werden und daher ihr Einsatz nicht angebracht ist, ja gefahrvoll sein kann.

2. Das »Herausreißen« führt nicht zu übermäßigen Beschädigungen der Stempel, wie ich unter Nr. 13–19 der Übersicht über die Ergebnisse eines Reihenstempelbetriebes¹ nachgewiesen habe. Bei dem Rauben der Stempel mit der Winde gibt das im Schloß der Gerlach-Stempel vorhandene Holzklotzchen nach, so daß der Stempel etwas kürzer wird und umkippen kann. Manchmal wird auch durch den Stempelfuß eine dünne Schicht des Flözliegenden mitgerissen oder es wird die in der Zugrichtung gelegene Kante des Stempelkopfes in das weiche Schalholz hineingedrückt, so daß auch auf diese Weise der Stempel sich schrägstellen und umkippen kann.

3. Die Behauptung, daß überhaupt nur 5% aller Großbetriebe der flachen Lagerung die Anwendung des Reihenstempels gestatten, wird zu früh aufgestellt. Es ist unmöglich, eine solche Voraussage während der Einführungszeit mit dem Hinweis zu begründen, daß ja nur wenige Betriebe diese Art der Sicherung der Bruchkante anwenden.

Die Tatsache, daß der Bruchbau mit Reihenstempeln in den verschiedensten Formen ausgeführt und leicht den jeweiligen Gebirgs- und Druckverhältnissen angepaßt werden kann, ermöglicht seine Anwendung in den meisten Bruchbaubetrieben. Die Verringerung der Unfälle, die Erhöhung der Leistung und die Einsparung von Material der verschiedensten Art verlangen sogar im Interesse des Bergbaues und damit unserer Volkswirtschaft die Bevorzugung des Reihenstempelbetriebes. Bei der Anwendung des Strebruchbaues muß daher die Einführung des Reihenstempels bei ungestörtem Gebirge unbedingt versucht und darf nur in gestörtem Gebirge der Pfeiler an der Bruchkante von Anfang an bevorzugt werden. Maevert.

Als Schlußwort zu der Erwiderung von Dr.-Ing. Maevert bemerke ich folgendes:

Der Raummangel verbietet es, zu den drei Punkten der Erwiderung Dr. Maeverts eingehend Stellung zu nehmen. Hier mag also die Praxis das letzte Wort behalten. Der Hinweis auf Einsparungen beim Reihenstempelsystem zwingt mich jedoch nachstehenden kleinen Kostenvergleich für 150 m Strebfront bei 1 m Flözmächtigkeit anzustellen:

1. Reihenstempel: Je m Strebfront werden als Hangendbrecher und als Ausbaumaterial je 6 Stahlstempel, Bauart Gerlach, benötigt. 1 Stempel von passender Länge kostet 25,70 *R.M.* Da $6 \times 150 = 900$ Stempel gebraucht werden; betragen mithin die Einsatzkosten $900 \times 25,70 = 23\,130$ *R.M.*

2. Wanderkastern und Stahlstempel: Als Hangendbrecher braucht man 65 Wanderkastern aus bestem Eichenholz ($16 \times 16 \times 70$ cm) mit je zwei guten Auslösebalken. Gesamtkosten rd. 5500 *R.M.* Je m Strebfront sind hier nur 3 Stempel von einfacherer Ausführung notwendig. Man wählt zweckmäßig den starren Schwarzstempel, der in passender Länge nur 17,50 *R.M.* kostet. Demnach kosten $3 \times 150 = 450$ Stempel $450 \times 17,50 = 7875$ *R.M.* Im zweiten Falle betragen somit die Einsatzkosten $5500 + 7875$ gleich 13375 *R.M.* Der Vergleich ergibt einen Unterschied von 9755 *R.M.* an gespartem Einsatzkapital für den Ausbau »Wanderkastern mit Stahlstempel«, und das bei größerer Sicherheit und gleichen Raubleistungen.

Keienburg.

Die vorstehende Berechnung führt zu falschen Ergebnissen, weil bereits die Grundlagen der Rechnung falsch sind. Es ist zum Beispiel unmöglich, bei der Berechnung der Kosten des Strebaues mit Reihenstempeln einen Ausbau zu wählen, der den schwierigsten Verhältnissen gewachsen ist (1 m Feldabstand, kombinierter Ausbau, schwerster Stempel), aber bei der Berechnung der Kosten des Strebaues mit Wanderpfeilern einen Ausbau zugrunde zu legen, der nur bei günstigen Gebirgsverhältnissen angewandt werden kann (1,15 m Feldabstand, nachgiebiger Holzpfeiler, leichtester Stempel). Ein zutreffendes Bild vermittelt die nachstehende Gegenüberstellung für die Kosten des Strebaues bei einer Flözmächtigkeit von 1 m und einer mit Bruchbau betriebenen Streblänge von 150 m:

1. Reihenstempel bei Strebaubau in Einfällrichtung: Auf 1,9 m Bauhöhe stehen an der Bruchkante 4, auf der Kohlenseite 2 Stempel bei Beginn der Gewinnung. Es sind also 474 Stempel eingesetzt, die bei einem Preis von 20 *R.M.* je Stück 9480 *R.M.* kosten. Am Ende der Kohlen-gewinnung: 632 Stempel = 12640 *R.M.*

2. Reihenstempel bei Strebaubau in Streichrichtung: Auf 1 m Bauhöhe stehen 2 Endstempel unter jeder Kappe und 2 Zusatzstempel an der Bruchkante. Es sind also 4 Stempel je m oder 600 Stempel insgesamt eingesetzt, die 12000 *R.M.* kosten. Am Ende der Kohलगewinnung: 900 Stempel = 18000 *R.M.*

3. Wanderpfeiler: Bei einem Abstand der streichend gelegten Kappen von 1 m und Unterfangung jeder zweiten Kappe an der Bruchkante durch einen Wanderpfeiler sind im Streb 75 Pfeiler und 225 Stempel bei Beginn der Gewinnung eingesetzt. Für jeden Pfeiler entstehen an Kosten für Holz 22 *R.M.* und für 2 Auslösevorrichtungen 58 *R.M.* Insgesamt kostet also der Strebaubau ohne Kappen und Verzug 6000 + 4500 = 10500 *R.M.*

Vielfach ist es nicht möglich, die Stempel unter den durch die Pfeiler abgefangenen Kappen zu entfernen, weil das Gebirge dann beim Lösen der Pfeiler hereinbricht, bevor die Kanthölzer aus dem Bruchfeld herausgezogen sind. Bleiben diese Stempel in der Pfeilermitte oder hinter den Pfeilern auf der Seite des Alten Mannes stehen, so sind im Streb neben den 75 Pfeilern 300 Stempel vorhanden, die zusammen 6000 + 6000 = 12000 *R.M.* kosten. Am Ende der Kohलगewinnung: 75 Pfeiler + 600 Stempel gleich 18000 *R.M.* Maevert.

Aufruf Generalfeldmarschall Görings zur Sammlung kriegswichtiger Metalle.

Die Ausführungsbestimmungen zu dem auf S. 161 veröffentlichten Aufruf werden in der nächsten Nummer dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangen.

WIRTSCHAFTLICHES

Großbritanniens Gewinnung an Treib- und Kraftstoffen aus Kohle im Jahre 1938.

Gewinnung im Jahre 1938	Motoren- treibstoff	Kreosot, Schweröl, Dieselöl	Leichtöle ³ (außer Motoren- treibstoff)
	t	t	t
Koksöfen	123 300 ¹	68 300 ²	18 400
Gaswerke	41 100 ¹	107 200 ²	4 700
Teerdestillationen	49 200 ¹	291 200 ²	23 300
Hydrierwerke	140 900	—	—
Schwelanlagen	4 300	10 300 ⁴	—
zusammen	358 800	477 000 ⁵	46 400

¹ Motorenbenzol. — ² Hauptsächlich Kreosot. — ³ Vorwiegend in der chemischen Industrie gebraucht in Form von Reinbenzin, Toluol, Xylol, Naphtha usw. — ⁴ Einschl. geringer Mengen Dieselöl. — ⁵ Ein Teil dieser Menge wurde hydriert, um den ausgewiesenen Motorentreibstoff zu erhalten.

Die Kokereien, Gaswerke, Teerdestillationen sowie die schottischen Ölschiefergewinnungsanlagen lieferten rd. 58% der heimischen Erzeugung an Motorentreibstoff in Form von Benzol; 39,3% entfielen auf die einzige Hydrieranlage, 1,2% entstammten den 13 Schwelanlagen des Landes, die außerdem noch 2,2% zu der Gewinnung von Kreosot, Schwer- und Dieselöl beitrugen.

Entwicklung der Preise für Teererzeugnisse in England.

	Ende August 1939	Mitte Februar 1940	Steige- rung
	s	s	
Motorenbenzol	1/5	1/7	11,76
Reinbenzol	1/9-1/11	1/10	—
Solventnaphtha	1/6-1/8	1/8-1/9	7,89
Rohnaphtha	11-1/-	1/3-1/4	34,78
Karbolsäure (roh 60%)	1/8-1/9	3/3-3/6	97,56
Karbolsäure (kristallisiert)	/6-/7	/9-1/-	61,54
Kreosot	/23/4-/3	/4/2	56,52
Pech	25/-	32/6-35/-	35,00
Rohteer	23 -	32/6	41,30

BÜCHERSCHAU

Technische und wirtschaftliche Untersuchungen über die Baggerschwellen im deutschen Braunkohlentagebau. Von Bergassessor a. D. Dr.-Ing. Alfred Steffenhagen. 99 S. mit 37 Abb. Halle (Saale) 1939, Wilhelm Knapp. Preis geh. 5,40 *R.M.*, geb. 6 *R.M.*

Bei der stark zunehmenden Bedeutung der in ortsbeweglichen Gleisanlagen der Bagger, Absetzer und Abraumförderbrücken verwendeten »Baggerschwellen« für die Werkstoffwirtschaft der deutschen Braunkohlentagebaue ist es ein besonderes Verdienst des Verfassers, erstmalig im Zusammenhang dieses Sondergebietes des bergbaulichen Förderwesens nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten kritisch gewürdigt, untersucht und die Ergebnisse der Allgemeinheit vermittelt zu haben.

Nach einer Übersicht über die Arten und Mengen von Holz- und Stahlbaggerschwellen des deutschen Braunkohlenbergbaues werden Untersuchungen über deren zweckmäßige Formgebung angestellt und nach deren Ergebnis eine Neufassung des Normblattes für hölzerne Baggerschwellen vorgeschlagen. Weitere Untersuchungen befassen sich mit der Schienenbefestigung, dem Schutz der Schwellen gegen vorzeitige Zerstörung, der Ausführung des Schwellenrostes und der betrieblichen Eignung der einzelnen Schwellenarten.

Im wirtschaftlichen Teil werden Betrachtungen über die Deckung des Bedarfes an hölzernen Schwellen, Untersuchungen über die Bedeutung der Baggerschwellen in der Kostenrechnung der Tagebaubetriebe und über die Wirtschaftlichkeit von Schutzmaßnahmen sowie Kostenvergleiche zwischen Holz- und Stahlschwellen angestellt.

Die ausgezeichnete Arbeit vermittelt nicht nur dem Braunkohlenbergbau, sondern darüber hinaus dem ganzen Bergbau, vor allem aber auch der herstellenden Industrie von Holz- und Stahlschwellen wertvolle neuartige Erkenntnisse und mannigfache Anregungen zur Weiterarbeit auf diesem wichtigen Gebiet. de la Sauce.

Handbuch der Gasindustrie. Hrsg. von Dr.-Ing. Horst Brückner, Karlsruhe. Bd. 3: Gasreinigung und Nebenproduktengewinnung. 635 S. mit 250 Abb. München 1939, R. Oldenbourg. Preis geb. 48 *R.M.*

Nach den bereits früher erschienenen Bänden 1¹ und 2² liegt jetzt Band 3 des Handbuchs vor, der darauf Anspruch erheben kann, die Gasindustrie in weitestem Sinne zu umfassen, wenn auch, dem Zweck des Werkes entsprechend, das Stadtgas im Vordergrund steht. Dem Erzeugungsvorgang des Gases folgend, werden im ersten Hauptabschnitt die Gasförderung und -kühlung sowie die Teerscheidung besprochen, im zweiten die Gasreinigung und Gewinnung der Nebenerzeugnisse, im dritten die Feinreinigung von Stadtgas, im vierten die Gasentgiftung, während im fünften die Abwasserreinigung behandelt ist. Die fünf in diesem Band zu Worte kommenden Verfasser haben sich ihrer Aufgabe mit Geschick und Sachkenntnis unterzogen, so daß ein durch deutliche Abbildungen hinreichend ergänztes Werk entstanden ist, das dem Fachmann als Nachschlagewerk und dem Nachwuchs als Lehrbuch ausgezeichnete Dienste leisten wird. Hervorzuheben ist eine Zusammenstellung der an die Ammoniak- und Benzolerzeugnisse gestellten Anforderungen, die bisher im Schrifttum fehlte. Der Benzolgewinnung, als des heute wichtigsten Nebenerzeugnisses der Kohलगasbereitung, sind, ihrer großen Bedeutung für die deutsche Kraftstoffwirtschaft entsprechend, 108 Seiten eingeräumt, auf denen alle wichtigen Fragen dieses Arbeitsgebietes berücksichtigt sind. Der Gebrauch des Buches ist dadurch erleichtert worden, daß den in jedem Hauptabschnitt von neuem beginnenden Seitenzahlen jeweils die Abschnittnummer vorangesetzt ist. Dieser Band hat die an ihn gestellten Erwartungen übertroffen und läßt deutlich erkennen, was die Entwicklung der Gasindustrie deutschen Ingenieuren und Chemikern zu verdanken hat. A. Thau.

¹ Glückauf 75 (1939) S. 190.

² Glückauf 74 (1938) S. 94.

PERSÖNLICHES

Dem Generaldirektor Dr.-Ing. Roelen in Duisburg-Hamborn ist von der Technischen Hochschule Aachen die akademische Würde eines Ehrenbürgers verliehen worden.

Gestorben:

am 10. März in Breslau der Bergassessor Kurt Eichmeyer, Vorstandsmitglied der Norddeutschen Affinerie in Hamburg, Hauptmann und Kompagnieführer in einem Jäger-Bataillon, an den Folgen seiner im Polenfeldzug erlittenen schweren Verwundung, im Alter von 44 Jahren.