

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 19

8. Mai 1920

56. Jahrg.

Wärmeverluste der Dampfleitungen.

Mitteilung der Abteilung für Wärme- und Kraftwirtschaft beim Dampfkessel-Überwachungs-Verein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen.

Die Wärmeverluste nicht isolierter Dampfleitungen sind höher, als allgemein angenommen wird. Abb. 1 läßt diese Verluste bei verschiedenen Dampftemperaturen in WE/st erkennen. Bei einer Dampf Temperatur von etwa 190°, entsprechend 12 at Überdruck, beträgt danach der stündliche Wärmeverlust rd. 2500 WE/qm. Bei ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb, 360 Arbeitstagen im Jahr, einem Kohlenpreis (1. April 1920) von 200 *M*/t frei Kesselhaus und einem Wirkungsgrad der Kesselanlage (ohne Überhitzer und Vorwärmer) von annähernd 60% belaufen sich die jährlichen Wärmekosten für 1 qm nackter Rohrleitung auf $\frac{2500 \cdot 360 \cdot 24 \cdot 200}{7200 \cdot 0,6 \cdot 1000}$ = rd. 1000 *M*. Hierin sind die Kondensatverluste, die durch Ableitung des entstehenden Kondenswassers, durch

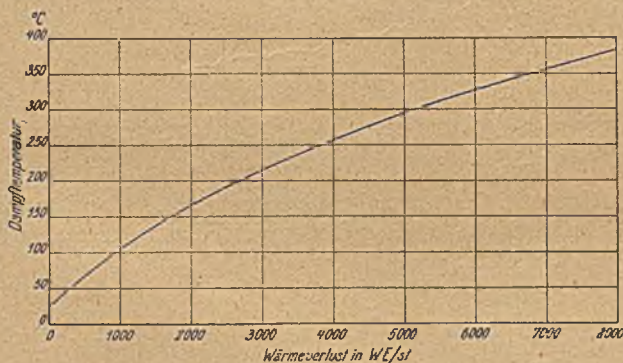


Abb. 1. Wärmeverluste nackter eiserner Rohre auf 1 qm Oberfläche bei einer Dampfgeschwindigkeit von 25 m/sek.

undichte Kondensstöpfe usw. entstehen, nicht enthalten. Die jährlichen Wärmekosten betragen bei überhitztem Dampf von 300° etwa das Doppelte, bei Leitungen für Abdampf von etwa 100° rd. 4/10 des genannten Wertes. Hierbei ist eine Dampfgeschwindigkeit von 25 m/sek zugrunde gelegt. Bei überhitztem Dampf wachsen die Verluste mit zunehmender Dampfgeschwindigkeit, jedoch unwesentlich. Bei gesättigtem Dampf übt die Dampfgeschwindigkeit keinen merkbaren Einfluß auf die Verluste aus. Durch Versuche des Bayerischen Revisions-Vereins ist festgestellt worden, daß ein Flanschpaar auf 1 qm Oberfläche denselben Wärmeverlust hat wie 1 qm nackte Rohroberfläche. Die Flanschisolation ist daher ebenso wichtig wie die Iso-

lierung von Rohrleitungen. Dasselbe gilt von der Isolierung der T-Stücke, +Stücke, Ventile und Wasserabscheider. In Zahlentafel 1 sind die jährlichen Wärmekosten für 1 lfd. m Rohroberfläche für ein nacktes Flanschpaar, für ein nacktes T-Stück und für ein nacktes Ventil bei Rohrdurchmessern von 100, 200, 300 und 400 mm lichter Weite, in Zahlentafel 2 die jährlichen Kohlenkosten infolge von Wärmeverlusten für die Stirnböden und Dampfdomen von Flammrohrkesseln und für die Stirnböden von Wasserrohrkesseln zusammengestellt. Die Übersichten zeigen, wie hoch sich die Verluste bei nicht isolierten Rohrleitungen und Kesselteilen stellen.

Zahlentafel 1.

Wärmeverluste nicht isolierter Dampfleitungsteile bei 190° C oder 12 at Überdruck, 25 m Dampfgeschwindigkeit in 1 sek und einem Kohlenpreis von 200 *M*/t.

lichter Rohrlängendurchmesser mm	Jährliche Kohlenkosten durch Wärmeverlust für			
	1 lfd. m nackte Rohrleitung	1 nacktes Flanschpaar	1 nacktes T-Stück ¹	1 nacktes Ventil ²
	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
100	340	230	640	600
200	680	480	1540	1360
300	1000	720	2590	2250
400	1320	1100	4200	3540

¹ einschl. zweier Flanschpaare. ² einschl. zweier Flanschpaare, jedoch ohne die auch bei Isolierung verbleibenden Wärmeverluste von Deckel, Säulenaufsatz, Handrad und Spindel.

Zahlentafel 2.

Wärmeverluste nicht isolierter Dampfkesselteile bei 190° C oder 12 at Überdruck und einem Kohlenpreis von 200 *M*/t.

Kesselart	Kesselteil	Mündel-	Flammrohr-	Jährl. Kohlenkosten infolge Wärmeverluste der anderen Kesselteile
		durchmesser mm		
Einflammrohrkessel	Stirnboden	2200	1250/1350	2370
Zweiflammrohrkessel	Stirnboden	2300	850/950	2780
Dreiflammrohrkessel	Stirnboden	2500	800/900 700/800	3240
Flammrohrkessel	Dampfdom	800	—	1200
Wasserrohrkessel	2 Oberkesselböden	1800	—	5000

Sehr erheblich sind daher auch die durch Isolierung zu erzielenden Ersparnisse, die naturgemäß mit der Stärke der Isolierung wachsen. Aber auch schon mit der geringen Auftragstärke von 20 mm lassen sich Wirkungsgrade von 83% bei Rohrdurchmessern von 300 - 400 mm erreichen. Bei 60 mm Isolierung und 400 mm Rohrdurchmesser steigt der Wirkungsgrad auf 91,5%. Er wächst ferner, abgesehen von der Auftragstärke, mit zunehmendem Rohrdurchmesser. Wenn auch die glatten Rohre in den meisten Anlagen isoliert sind, so wird doch häufig auf die Ausbesserung beschädigter Stellen nicht der ihr nach den vorstehenden Angaben zukommende Wert gelegt. Vor allem findet man sehr häufig Anlagen,

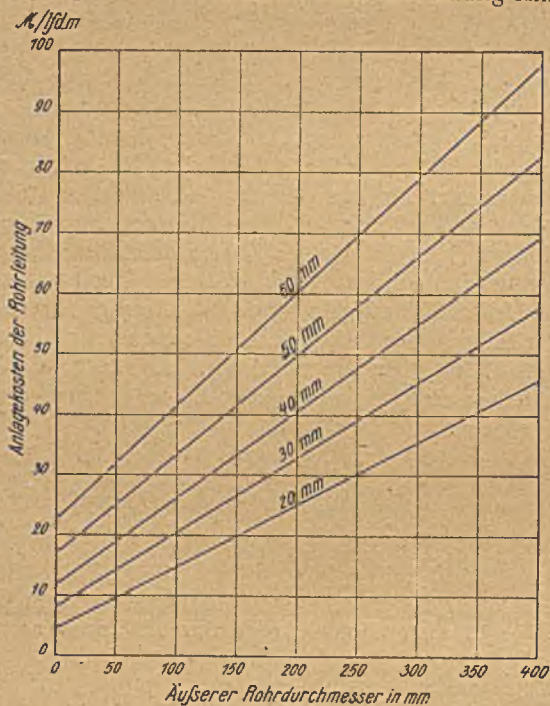


Abb. 2. Kosten für die Isolierung nackter Dampfleitungen bei verschiedenen Rohrdurchmessern und Auftragstärken.

bei denen Flanschen, Formstücke und Ventile nicht isoliert sind. Ein Vergleich der durch die Isolierung ersparten Beträge mit den für den Wärmeschutz aufzuwendenden Kosten zeigt, daß diese überreichlich aufgewogen werden:

Aus Abb. 2 lassen sich die Isolierungskosten für Dampfleitungen bei verschiedenen Rohrdurchmessern und Auftragstärken ersehen. Nach diesen Preisen und den Wirkungsgraden für die verschiedenen Rohrdurchmesser und Auftragstärken sind die Kurven in Abb. 3 berechnet worden, aus denen hervorgeht, daß für die verschiedenen Rohrdurchmesser ein wirtschaftliches Höchstmaß der Auftragstärke besteht. Bei der Berechnung dieser Kurven sind für Abschreibung und Verzinsung der Isolierung 20%, für ihre Instandhaltung ebenfalls 20% eingesetzt worden. Die wirtschaftlichste Auftragstärke für Rohrdurchmesser von 100 200 300 400 mm beträgt danach 40 50 60 70 mm. Bei Kesselböden und Domen wird zweckmäßig eine Isolierstärke von 60 mm gewählt.

Die Kurve für die Kosten nachträglicher Flanschenisolierung bei verschiedenen Rohrdurchmessern ist in Abb. 4 wiedergegeben. Ein Vergleich mit den Wärmekosten zeigt, daß sich die Flanschenisolierung bei großen Durchmessern bereits in 1 Monat, bei kleinen

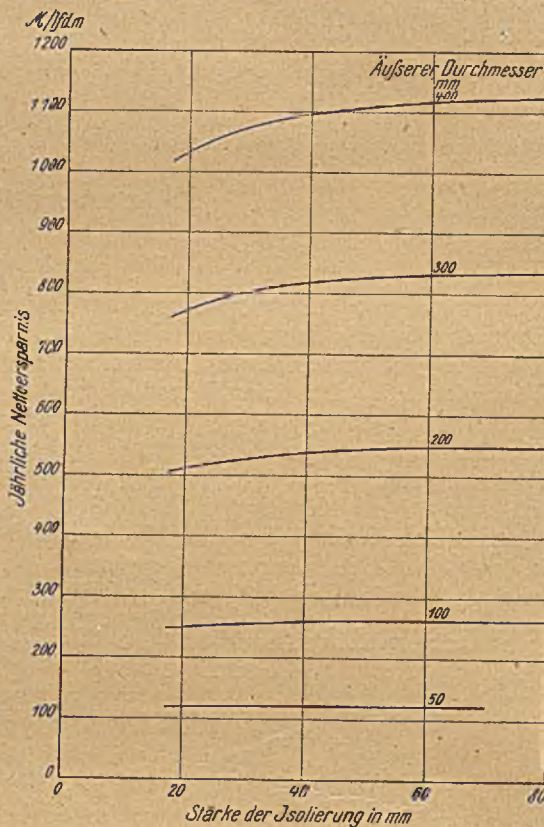


Abb. 3. Jährliche Nettoersparnis durch Isolierung bei verschiedenen Rohrdurchmessern und Auftragstärken.

Durchmessern in etwa 3 Monaten bezahlt macht. Für die Isolierung der Kesselböden und Dome gelten etwa folgende Preise:

	M
Einflammrohrkessel	300
Zweiflammrohrkessel	350
Dreiflammrohrkessel	400
Dampfdom	150
Vorderer und hinterer Stirnboden eines Wasserrohrkessels zusammen rd.	600

Die Kosten für die Isolierung solcher Kesselteile werden in etwa 2 Monaten ausgeglichen.

Die für den Wärmeschutz in Frage kommenden Isolierstoffe sind ziemlich gleichwertig. Ihre Wärmeleitahlen bei verschiedenen Temperaturen sind aus den Kurven der Abb. 5 zu ersehen. Danach ist von den hochwertigen Isolierstoffen dem Asbest der geringste Wert beizumessen. Die Wärmeleitahlen der im rheinisch-westfälischen Bezirk am häufigsten verwandten Isolierstoffe, nämlich Kieselgur, DPG-Masse der Deutschen Patent-Wärmeschutz-A.G. und Caloritmasse, weisen nur geringe Unterschiede auf. Bemerkenswert ist der flache Verlauf der Wärmeleitahlen bei der DPG-Masse gegenüber dem steilern Verlauf bei Kieselgur, die also bei sehr hohen

Überhitzungen als weniger zweckmäßig erscheint. An Stelle der sehr teuren Asbestschnur hat sich neuerdings Schnur aus Schlackenwolle bewährt. Ihre Wärmeleitzahl

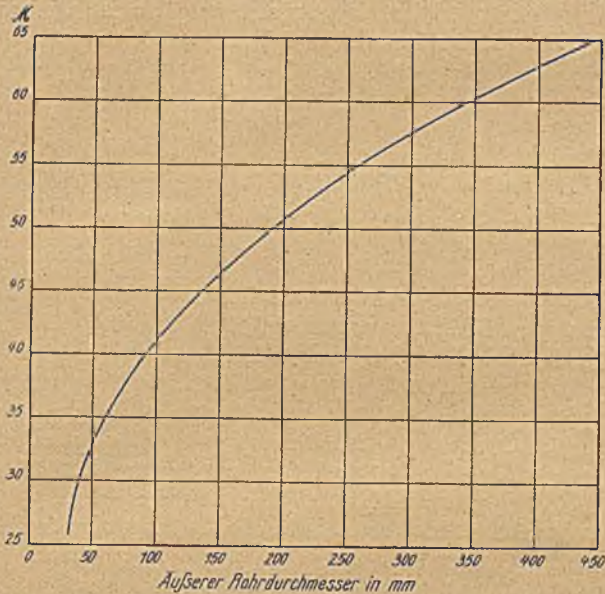


Abb. 4. Kosten für nachträgliche Flanschenisolierung bei verschiedenen Rohrdurchmessern.

ist 0,095 bei Temperaturen von 25 - 128°. Statt der teuren Hanfumwicklung wird heute Zellstoff verwendet. Einige Firmen umhüllen die Rohrleitungen zunächst mit Schalen aus gebrannter Isoliermasse, ziehen darüber ein Drahtnetz und glätten das Ganze durch eine Kalk- oder Zementschicht ab. Das Verfahren dürfte sich bei erschütterungs-

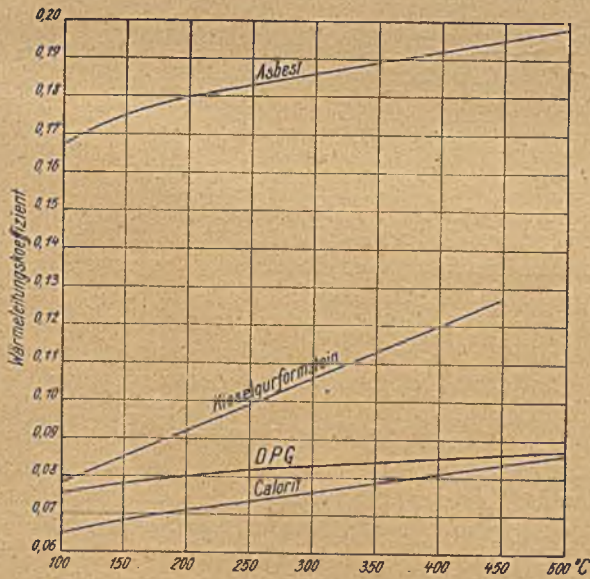


Abb. 5. Wärmeleitzahlen verschiedener Isolierstoffe.

freien Rohrleitungen bewahren. Ist jedoch mit starken Erschütterungen zu rechnen, so besteht die Gefahr, daß die Drähte in die sehr poröse Wärmeschutzmasse einschneiden.

Für die Isolierung der Flanschen und Ventile hatte man vor dem Kriege mit doppelten Blechkappen und dazwischen liegender Isolierstofffüllung gute Ergebnisse erzielt. Bei der Schwierigkeit des Feinblechbezuges und dessen hohem Preis dürfte jedoch diese Art der Isolierung von Flanschen und Ventilen zur Zeit kaum in Frage kommen. Es empfiehlt sich daher, diese ebenso wie die Rohrleitungen mit Isoliermasse zu umhüllen, wobei jedoch darauf Rücksicht zu nehmen ist, daß das Tropfwasser durch ein Röhrchen abtropfen kann, ohne die Isolierung und ihre Umhüllung zu beschädigen.

Ein Beispiel möge die vorstehenden Ausführungen erläutern. Es handle sich um eine Flammrohrkesselanlage mit 20 Zweiflammrohrkesseln von je 100 qm Heizfläche und 10 at Betriebsdruck, von denen 18 dauernd in Betrieb stehen. Die stündliche Dampfleistung betrage etwa $18 \cdot 2 = 36$ t. Die Anschlußleitungen mit 100 mm Durchmesser und je einem Ventil von 100 mm Durchmesser von den einzelnen Kesseln bis zur Hauptdampfleitung seien etwa 4 m lang. Die Anschlußstutzen an die Hauptdampfleitung sollen zur Vermeidung von T-Stücken und unnötigen Flanschverbindungen aufgeschweißt sein. Die Flammrohrkessel liegen in Gruppen von je 2 nebeneinander, so daß sich zwischen den einzelnen Kesseln 9 Durchgänge von je 1 m Breite ergeben. Die Hauptdampfleitung über den Kesseln, die 300 mm lichte Weite besitzen möge, hat demnach im Kesselhaus eine Länge von rd. 80 m; außerhalb des Kesselhauses sei sie 100 m lang. Für die Hauptdampfleitung im Kesselhaus seien 10 Flanschenpaare gerechnet, außerhalb des Kesselhauses 20 Flanschenpaare, außerdem 2 Ventile von 300 mm Durchmesser. Sind außer dieser Rohrleitung die Stirnböden der Flammrohrkessel und die Dampfdomen nicht isoliert, so betragen die Kohlenkosten infolge der Wärmeverluste jährlich 321 700 \mathcal{M} . Durch Isolierung können 273 000 \mathcal{M} gespart werden. Die Isolierkosten betragen 32 300 \mathcal{M} . Diese werden also in etwa $1\frac{1}{2}$ Monaten ausgeglichen. Sind die Stirnböden, die Dome und die glatten Rohrleitungen isoliert, die Flanschen und Ventile dagegen nicht, so entfallen auf die durch Wärmeverluste entstehenden Kohlenkosten für die nicht-isolierten Teile jährlich 42 700 \mathcal{M} . Durch Isolierung lassen sich 32 000 \mathcal{M} sparen. Die Isolierung kostet 5700 \mathcal{M} und macht sich daher in etwa 2 Monaten bezahlt. Im ersten Fall entsprechen die durch Isolierung erzielten Ersparnisse von 273 000 \mathcal{M} einer Kohlenmenge von 1435 t, also zwei Dritteln des Jahresverbrauches eines Flammrohrkessels von 100 qm Heizfläche. Für den im zweiten Falle zu ersparenden Betrag von 32 000 \mathcal{M} lassen sich 170 t, der Monatsverbrauch eines Flammrohrkessels, beschaffen.

Aus diesem Beispiel geht hervor, wie wichtig der Wärmeschutz der Dampfleitungen ist. In größeren Anlagen wird es sich lohnen, einen Wärmeschutztrupp mit der Isolierung ungeschützter Rohrleitungs- und Kesselteile und der unverzüglichen Ausbesserung beschädigter Isolierungen zu beschäftigen. Auf kleineren Werken wird der Betriebsführer der dauernden Instandhaltung der Rohrleitungs-Isolierungen sein besonderes Augenmerk zuzuwenden haben. Die Ingenieure der Abteilung für

Wärme- und Kraftwirtschaft beim Dampfkessel-Überwachungs-Verein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund haben Anweisung, bei Gelegenheit ihrer regelmäßigen Betriebsuntersuchungen auf die Isolierung der Rohrleitungen besonders zu achten.

Zusammenfassung.

Es werden Angaben über die jährlichen Wärmekosten nackter Rohrleitungen und über die durch Isolierung zu erzielenden Ersparnisse gemacht und an einem Beispiel erläutert.

Der unterirdische Wasserdampf und seine Bedeutung für die geothermische Tiefenstufe.

Von Vermessungsingenieur Chr. Mezger, Gernsbach (Murgtal).

(Schluß statt Fortsetzung.)

Die Dichte und die Spannung des Wasserdampfes und der Luft in der Grube zu Pribram.

Nach Keilhack¹ soll die Wasserführung in den tiefen Gruben zu Pribram von einer Tiefe von 800 m an in den Gesteinen ein Ende haben. Das ist wohl so zu verstehen, daß jenseits der Tiefe von 800 m in diesen Gruben das Wasser nur noch in Form von Bergfeuchtigkeit, also hygroskopisch gebunden, auftritt, aber nicht mehr als freibewegliches oder fließendes Wasser (Grundwasser) vorkommt. Hiernach ist anzunehmen, daß in der Adalbertgrube der Wasserdampf bis zu der genannten Tiefe hinab von seiner Sättigung im allgemeinen nicht weit entfernt sein wird, da in den wasserführenden Schichten, besonders in den tiefsten und wärmsten, sich durch Verdunstung reichlich Dampf entwickeln muß und die zur Sättigung erforderliche Dampfmenge nach oben hin, der abnehmenden Temperatur entsprechend, immer kleiner wird. Man wird also, wenn man sich über die Dampfdichte und -spannung in der Grube Rechenschaft geben will, am besten vom gesättigten Zustand des Dampfes ausgehen, zumal mit der Temperatur auch die Dichte und die Spannung des gesättigten Dampfes gegeben sind.

Zahlentafel 3.

Spannung und Dichte gesättigten Wasserdampfes.

Lauf	Tiefe m	Temperatur		Bei Gestein- temperatur gesättigter Wasserdampf		Bei Luft- temperatur gesättigter Wasserdampf	
		des Gesteins °C	der Grundluft °C	Span- nung mm	Dichte g/cbm	Span- nung mm	Dichte g/cbm
2	74,5	10,1	13,0	9,2	9,4	11,2	11,3
7	190,6	10,8	11,6	9,7	9,9	10,2	10,4
9	286,3	12,9	13,8	11,1	11,2	11,8	11,9
13	395,7	14,7	15,2	12,5	12,5	12,9	12,9
19	505,5	16,7	16,8	14,2	14,1	14,2	14,2
21	581,4	17,7	18,0	15,1	15,0	15,4	15,3
24	699,8	19,5	19,2	16,5	16,3	16,6	16,4
26	775,2	20,5	20,2	18,0	17,7	17,6	17,4
28	889,2	23,0	23,2	20,9	20,4	21,2	20,7
30	1000,0	24,3	24,1	22,6	22,0	22,3	21,8

In Zahlentafel 3 sind für die in den Jahren 1882 und 1883 in der Adalbertgrube beobachteten Temperaturen die Dampfspannungen und Dampfdichten angegeben, und zwar sowohl für die Lufttemperatur als auch für die

Gesteintemperatur¹. Trägt man diese Werte mit den zugehörigen Tiefen in rechtwinklige Koordinatennetze ein (s. die Abb. 3 und 4) und verbindet man die zusammengehörenden Einträge durch gerade Linien, so ergeben sich Schaulinien von ähnlicher Form, wie sie Abb. 2 zeigt. In den Abb. 3 und 4 entspricht die ausgezogene Linie der Dampfspannung bzw. der Dampfdichte für die Gesteintemperatur, die strichgepunktete Verbindung den gleichartigen, für die Lufttemperatur berechneten Größen.

Auf Lauf 30 ist die tatsächliche Dampfdichte zu 85% von derjenigen gefunden worden, die gesättigter Dampf bei einer Temperatur von 24,5° aufweist; sie muß also $22,2 \cdot 0,85 = 18,9$ g/cbm betragen haben. Dem entspricht eine Spannung von $22,9 \cdot 0,85 = 19,4$ mm. Über Tage betrug die mittlere relative Feuchtigkeit 78% bei einer mittlern Temperatur von 7,4°. Gesättigter Wasserdampf von 7,4° hat eine Dichte von 8,0 g/cbm, so daß sich für eine relative Feuchtigkeit von 78% die Dichte zu 6,2 g/cbm ergibt. Da aber die Dichte gesättigten Wasserdampfes nicht proportional der Temperatur, sondern rascher wächst als diese, so muß für einen gegebenen Temperaturabschnitt ihr Mittel größer sein als die der mittlern Temperatur entsprechende Sättigungsdichte. Auf Grund der meteorologischen Erfahrung kann man im vorliegenden Falle die mittlere Luftdichte über Tage zu rd. 7,0 g/cbm annehmen. Die mittlere Dampfspannung ist dann 6,8 mm.

Trägt man die beiden Werte in die Abb. 3 und 4 ein, so treffen sie fast genau in die Verlängerung der Verbindungslinie zwischen den Punkten 7 und 9, sie passen sich also dem Verlauf der stark ausgezogenen Schaulinie von Lauf 7 bis Lauf 24 ausgezeichnet an. Das gleiche gilt von dem die tatsächliche Dampfspannung bzw. -dichte in 1000 m Tiefe andeutenden Kreis. Man wird also anzunehmen haben, daß die stark ausgezogenen Schaulinien der beiden Abbildungen den tatsächlichen Zustand des der Grundluft beigemischten Wasserdampfes ziemlich richtig wiedergeben. Es würde sich demnach von der Tagesoberfläche bis auf Lauf 7 und zwischen den Läufen 24 und 30 um ungesättigten, im übrigen um vollgesättigten Wasserdampf handeln. Aus Abb. 4 ergibt sich die mittlere Dampfdichte für Lufttemperatur zu 13,84 g/cbm, das Gewicht der 1000 m hohen Dampfsäule bei einem Querschnitt von 1 qm also zu 13,84 kg.

¹ Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde, 2. Aufl., S. 105.

¹ Die Zahlen sind dem Werke »Die Luft und die Methoden der Hygrometrie« von A. und H. Wolpert, S. 37 und 43, entnommen.

Da jetzt außer der Gesamtspannung der Atmosphäre, wie sie vom Barometer angezeigt wird, auch die Spannung des der Luft beigemischten Wasserdampfes bekannt ist, so kann man die Spannung der trocknen Luft oder die Luftspannung, wie weiterhin zum Unterschied von der Atmosphärenspannung kurz gesagt werden mag, aus diesen beiden Werten ableiten; sie ist gleich dem Überschuß der Atmosphärenspannung über die Dampfspannung und beträgt demnach im vorliegenden Falle über Tage $717 - 6,8 = 710,2$, und in 1000 m Teufe $806 - 19,4 = 786,6$ mm. Da man für beide Orte auch die Temperatur kennt, so läßt sich die Dichte der Luft ebenfalls ableiten, und zwar auf Grund der Gleichung $d =$

$$1,293 \cdot \frac{272,5}{760} \cdot \frac{p}{T} = 0,4636 \frac{p}{T},$$

worin die Zahl

1,293 das Gewicht von 1 cbm Luft in kg bei einem Druck von 760 mm und einer Temperatur von 0° C angibt, p die Spannung der Luft und T die absolute Temperatur bedeutet. Man erhält hiernach

$$\text{für die Luft über Tage } d = 0,4636 \cdot \frac{710,2}{272,5 + 7,4} = 1,176 \text{ kg/cbm}$$

und in 1000 m Teufe $d =$

$$0,4636 \cdot \frac{786,6}{272,5 + 24,3} = 1,229 \text{ kg/cbm.}$$

Die Luftdichte nimmt also mit der Tiefe zu, und zwar durchschnittlich 0,053 g/cbm auf das fallende Meter, während beim Wasserdampf die Dichtezunahme 0,015 g/cbm auf 1 m Tiefe beträgt.

Das Daltonsche Gesetz über die Teildrücke in seiner Anwendung auf die Atmosphäre.

Die auf der Sohle der Adalbertgrube vorgenommenen Beobachtungen zeigen, daß sich in 1000 m Tiefe die Witterungsschwankungen über Tage nicht mehr fühlbar machen; auf Lauf 30 wurde nicht nur die Temperatur, sondern auch die Luft- und die Dampfspannung in den Jahren 1882 und 1883 stets gleich gefunden. Hier muß demnach die Atmosphäre im Gleichgewicht sein, ihr Druck also der Spannung genau entsprechen. In bezug auf das Jahresmittel kann man das gleiche auch von der freien Atmosphäre annehmen. Man erhält somit das Gewicht der 1000 m hohen, auf der Grubensohle aufsitzenden und bis zur Erdoberfläche reichenden Luft- und Dampfsäule in kg für 1 qm Querschnitt, wenn man den Unterschied der für die beiden Endflächen der Säule ermittelten Barometerstände mit dem spezifischen Gewicht des Quecksilbers vervielfältigt, also

$$G = (806 - 717) \cdot 13,596 = 1210,04 \text{ kg/qm.}$$

Zieht man von dieser Zahl das oben zu 13,84 kg/qm angegebene Gewicht des Wasserdampfes ab, so verbleibt ein Luftgewicht von 1196,20 kg/qm. Für die Grubensohle berechnet sich demnach der Luftdruck zu $710 \cdot 13,596 + 1196,20 = 10\,849,36$ kg/qm, während die Luftspannung hier nur $786,6 \cdot 13,596 = 10\,694,61$ kg/qm beträgt. Somit

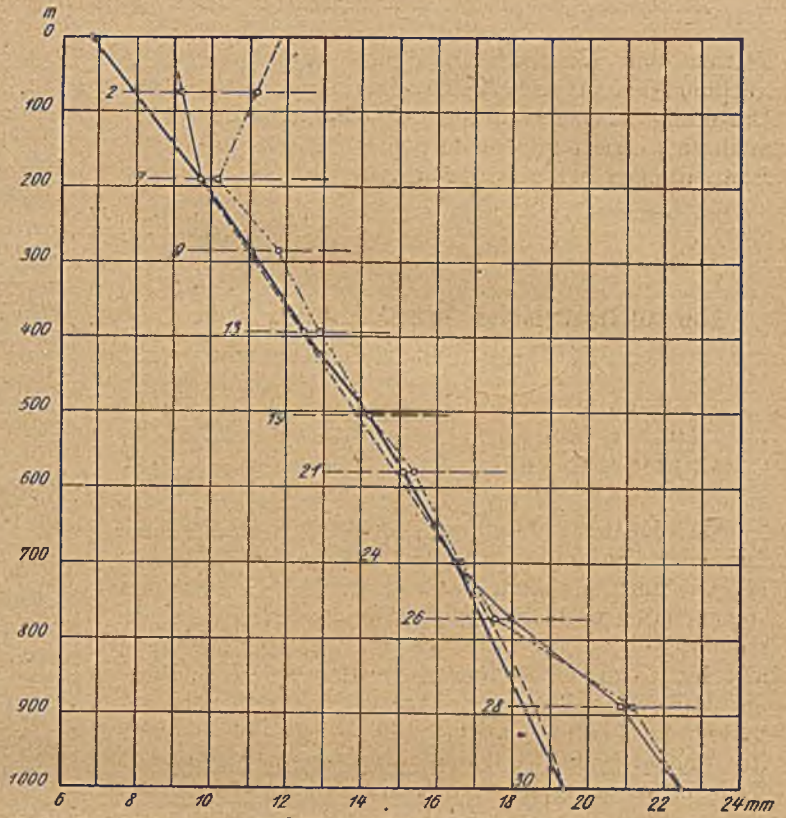


Abb. 3. Spannkraft des Wasserdampfes in der Grube zu Příbram.

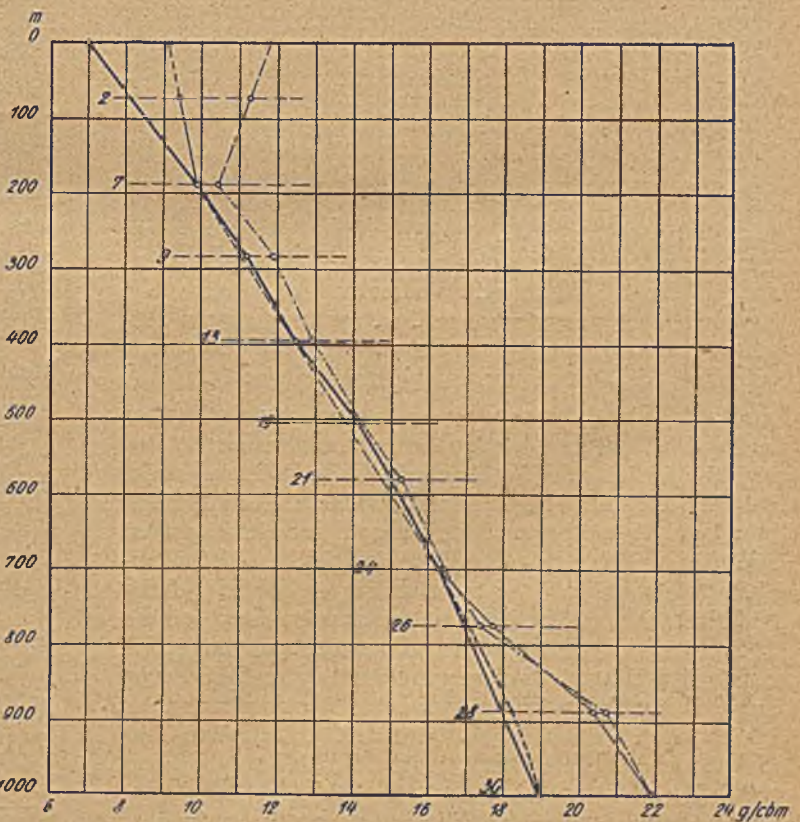


Abb. 4. Dichte des Wasserdampfes in der Grube zu Příbram.

ergibt sich also ein Überschuß des Luftdrucks über die Luftspannung von 154,75 kg/qm. Genau so groß ist natürlich der Überschuß der Dampfspannung über den Dampfdruck; die erstere beträgt $19,4 \cdot 13,596 = 263,76$, der letztere $7,0 \cdot 13,596 + 13,84 = 109,01$ kg/qm, der Unterschied also 154,75 kg/qm.

Die Zunahme des Luftdrucks zwischen der Tagesoberfläche und der Grubensohle kann man auch unmittelbar aus der Luftdichte berechnen. Man erhält dabei

$$G = \frac{1}{2} (1,176 + 1,229) 1000 = 1202,5 \text{ kg/qm,}$$

das sind 6,3 kg/qm mehr, als sich aus dem Spannungsunterschied ergibt. Diese unerhebliche Abweichung läßt sich aus dem Umstand erklären, daß die beobachteten Barometerstände nur in vollen Millimetern angegeben worden sind. Nimmt man versuchsweise den Barometerstand über Tage um 0,3 mm kleiner und den auf der Grubensohle um 0,2 mm größer an, so verschwindet die kleine Unstimmigkeit fast vollständig. Man erhält dann den Unterschied des Atmosphärendrucks zu (806,2 - 716,7) $13,596 = 1216,84$ kg/qm und hiernach das Gewicht der 1000 m hohen auf der Grubensohle ruhenden Luftsäule zu $1216,84 - 13,84 = 1203,0$ kg/qm, während die Luftdichte durch die vorgenommene Änderung in den Angaben über den Barometerstand nicht fühlbar beeinflußt wird.

Der Überschuß des Luftdrucks über die Luftspannung wird also durch den Überschuß der Dampfspannung über den Dampfdruck restlos ausgeglichen. Damit ist erwiesen, daß der Wasserdampf einen Teil des Luftdrucks aufnimmt, daß er also nicht nur unter dem Druck seines Eigengewichts, sondern auch unter dem der Luft steht; er hält einem seiner Spannkräfte gleichkommenden Teil des Atmosphärendrucks das Gleichgewicht, ganz unabhängig davon, wieviel er selbst zu diesem Druck beiträgt.

Die Schlüsse, die man aus dem Daltonschen Gesetz auf das gegenseitige Verhalten der Gase in der freien Atmosphäre gezogen hat und die oben näher dargelegt worden sind, erweisen sich also der Erfahrung gegenüber als unhaltbar. Nach dieser Richtung kann man das Ergebnis der vorstehenden Untersuchung unter Anlehnung an die aus dem Hannschen Lehrbuch mitgeteilten Sätze etwa wie folgt umschreiben:

Nach dem Daltonschen Gesetz verteilt sich ein Gas im luftgefüllten Raume so, als ob die andern Gase nicht vorhanden wären. Man kann deshalb die Atmosphäre als aus mehreren sich durchdringenden Atmosphären bestehend betrachten. In jeder dieser Atmosphären nimmt die Dichte mit der Höhe im gleichen Verhältnis ab, soweit es sich nicht um Dämpfe handelt, deren Anteilverhältnis an der Gesamtatmosphäre ständig wechselt und deren Dichteabnahme nicht ausschließlich durch Druck und Temperatur, sondern zum Teil durch ihren Taupunkt bestimmt wird. Abgesehen von dem wechselnden Gehalt an Wasserdampf und Kohlensäure ändert sich die Zusammensetzung der Atmosphäre mit der Höhe nicht. Hinsichtlich der übrigen Gase bleibt daher auch das Anteilverhältnis an der Spannung der Atmosphäre für jede Höhe gleich.

Die Dampfströmungen und das Gesetz der Diffusion.

Im ungleich erwärmten Raume muß ein Gas bei gleichmäßiger Dichte verschiedene Spannung und bei gleichmäßiger Spannung verschiedene Dichte haben. Jedes für sich in einem zusammenhängenden Raume eingeschlossene Gas sucht aber seine Spannung durch den ganzen Raum hindurch auszugleichen, indem es sich an Stellen mit höherer Spannung ausdehnt und diese hier vermindert, dafür an Stellen mit schwächerer Spannung zusammengepreßt wird und dort seine Spannung erhöht. Diesem Streben nach gleichmäßiger Spannung wirkt nur das Eigengewicht des Gases entgegen, das einen mit der Höhe wechselnden Druck bedingt, dem sich die Spannung an jeder Stelle anpassen muß, wenn sich Gleichgewicht ergeben soll. In bezug auf die Dämpfe pflegt man diesen Sachverhalt durch den Satz auszudrücken, daß in zusammenhängenden Räumen mit ungleicher Temperatur die Dämpfe, nachdem sie ins Gleichgewicht des Druckes gekommen sind, diejenige Spannkraft haben, die dem Höchstmaß der Spannkraft für die Temperatur des kältesten Raumes entspricht¹. Auf diesen Satz der aus Versuchen mit Dämpfen in geschlossenen, luftleer gemachten Gefäßen abgeleitet ist und der demnach zunächst nur für den luftleeren Raum gilt, habe ich seiner Zeit die Lehre von der selbständigen Bewegung des atmosphärischen Wasserdampfes gestützt, indem ich ihn auf den freien luftgefüllten Raum übertrug². Nach dem Ergebnis, zu dem die hier durchgeführte Untersuchung über das Verhalten des Wasserdampfes zur Grundluft in der Grube von Příbram geführt hat, ist diese Übertragung nicht ohne weiteres zulässig. Wie sich bei der genannten Untersuchung gezeigt hat, können in der Atmosphäre die Unterschiede der Dampfspannung durch den Luftdruck restlos ausgeglichen werden, so daß im Spannungsgefälle des Dampfes keine Kraft mehr wirksam bleibt, die eine Dampf Bewegung hervorrufen könnte; die einzelnen Bestandteile der Atmosphäre sind in bezug auf Druck und Spannung im Gleichgewicht, wenn die Atmosphäre als Ganzes im Gleichgewicht ist. Wenn sich gleichwohl der atmosphärische Wasserdampf durch die Luft hindurchbewegt, wie ich in einer früher veröffentlichten Abhandlung³ an Hand von Beobachtungen nachgewiesen habe, so muß dies einen andern als den früher von mir angenommenen Grund haben, man wird also an Stelle der Spannungsunterschiede nach einer andern Bewegungsursache suchen müssen.

Die Gase suchen nicht nur eine gleichmäßige Spannung, sondern auch eine gleichmäßige Dichte herzustellen. Das Streben nach einer gleichmäßigen Verteilung im Raume teilen die elastischen Flüssigkeiten mit den tropfbaren und den Lösungen; auch der Übergang vom flüssigen in den festen Zustand steht noch unter seiner Herrschaft. Es handelt sich also hier um ein ganz allgemeines Naturgesetz. Daß die auf die Herstellung gleichmäßiger Dichte abzielenden Bewegungen nicht etwa durch Unterschiede der Spannung oder des Druckes

¹ Müller-Pouillet, Bd. 2, Abt. 2, S. 214.

² Gesundheits-Ingenieur 1906, S. 572.

³ s. Glückauf 1918, S. 332.

hervorgerufen werden, läßt sich in überzeugender Weise zeigen, wenn man zwei ineinander diffundierende Flüssigkeiten durch eine poröse Wand trennt, die nur die eine der beiden Flüssigkeiten durchläßt oder doch die eine leichter als die andere. In diesem Falle beobachtet man bekanntlich, daß sich auf der Seite der Wand, nach der die stärkere Diffusionsströmung gerichtet ist, der Flüssigkeitsspiegel mehr und mehr hebt, während er auf der andern Seite sinkt. Dabei geht der Unterschied zwischen den beiden Spiegellagen weit über das durch die verschiedenen spezifischen Gewichte bedingte Maß hinaus, so daß also der Durchgang der einen Flüssigkeit durch die poröse Wand oder zum mindesten ihr Austritt daraus scheinbar unter Überwindung eines starken Gegen-drucks erfolgt¹. Wird die Flüssigkeit auf der Seite der Wand, auf welcher der Gewinn den Verlust überwiegt, am Steigen verhindert, so tritt hier eine entsprechende Verstärkung der Spannung ein, die sich mit einem Manometer leicht nachweisen läßt². Die Endosmose, wie der Austausch von Flüssigkeiten durch eine poröse Scheidewand genannt wird, dauert fort, bis die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Wand ganz gleichartig sind, also jede von ihnen beiderseits der Wand die gleiche Dichte hat. Da aber der Durchgang der einen Flüssigkeit durch die poröse Wand entgegengesetzt zur Richtung des Druck- oder Spannungsgefälles erfolgt, so muß der Dichteausgleich durch andere Kräfte als durch Druck- oder Spannungsunterschiede hervorgerufen sein. Nach Pfaundler ist für die Diffusion der Gase gegeneinander, bei der sie durch keine Scheidewand getrennt sind, das Dichtegefälle bestimmend. Nach ihm ist die Stärke der Diffusionsströmung »dem Unterschiede der Dichtigkeit des diffundierenden Gases an zwei um die Längeneinheit abstehenden Stellen und der Diffusionskonstante proportional«³. Mit dieser Auffassung ist auch das, was hier über die Diffusion der Gase durch poröse Wände gesagt worden ist, durchaus vereinbar, es fragt sich dabei nur, woher ein Dichtegefälle unabhängig von seinen Beziehungen zur Spannung eine Kraft darstellen kann.

Die heutige Physik spricht in bezug auf die Diffusion und mit dieser verwandte Vorgänge von »Molekularkräften«. In der Tat bleibt den hier besprochenen Erscheinungen gegenüber nur die Annahme, daß dabei Kräfte tätig sind, die sich nur an den kleinsten Teilchen der Materie äußern und die nur innerhalb der aus diesen Teilchen zusammengesetzten Verbände oder Systeme, die man Stoffe nennt, zur Wirkung kommen, nach außen sich aber nicht geltend machen. Wahrscheinlich verschieben sich unter der Wirkung dieser innern Kräfte die kleinsten Massenteilchen einzeln und ohne Zusammenhang miteinander nach Maßgabe der Über-

zahl. Diese Verschiebungen führen zu örtlichen Änderungen der Dichte und damit auch der Spannung, die sich aber in bezug auf das ganze System gegenseitig aufheben, so daß die mittlere Dichte oder die mittlere Spannung nicht davon berührt werden, wenn nicht etwa die Verschiebung über den ursprünglichen Rauminhalt der betreffenden Stoffe hinausgreift. Da die Diffusionsströmung der Richtung nach sowohl mit dem Gefälle des Gesamtdrucks oder der Gesamtspannung zusammenfallen als auch entgegengesetzt zu ihm verlaufen kann, so muß man notwendigerweise annehmen, daß die dem Einfluß der Überzahl gehorchende Verschiebung der Massenteilchen widerstandslos erfolgt oder daß ihr zum mindesten Druck und Spannung keinen Widerstand entgegenseetzen¹. Die bewegende Kraft wird man also einfach dem Unterschied in der Zahl der Massenteilchen proportional zu setzen haben, der sich, auf die Raumeinheit bezogen, zwischen zwei um die Längeneinheit abstehenden Stellen ergibt. Dieser Unterschied ist aber nichts anderes als das relative Dichtegefälle.

Dem Gesetz der Diffusion unterliegt auch die Bewegung des atmosphärischen Wasserdampfes, soweit sie nicht mit der Bewegung der Luft nach Richtung und Stärke zusammenfällt. Das über die Diffusion der Gase im allgemeinen Gesagte gilt also im besondern auch für die selbständigen Dampfströmungen innerhalb der Atmosphäre. An Stelle des Spannungsgefälles, auf das ich früher diese Strömungen zurückführen zu müssen glaubte, tritt jetzt als Bewegungsursache der durch das Dichtegefälle nach Richtung und Stärke angedeutete Unterschied der sogenannten Molekularkräfte, also der Unterschied der innern, auf die gleichmäßige Anordnung der kleinsten Massenteilchen gerichteten Kräfte.

In der Atmosphäre verlaufen das Dichte- und das Spannungsgefälle des Wasserdampfes fast stets in der gleichen Richtung und annähernd parallel zueinander². Außer der Einführung einer andern Bewegungsursache ändert sich daher an der Darstellung, die ich früher von der Entwicklung und dem Verlauf der atmosphärischen Dampfströmungen gegeben habe³, durch das Ergebnis der vorstehenden Untersuchung nichts weiter. Ein Unterschied ergibt sich nur noch insofern, als man es bei den Spannungsunterschieden mit Kräften zu tun hat, die der unmittelbaren Messung zugänglich sind, während man sich von den sogenannten Molekularkräften und ihrer Stärke nur auf Umwegen Kenntnis verschaffen kann. Angesichts der großen Werte, die man für die bei den Benetzungsercheinungen, der Absorption und der Quellung wirksamen »Molekularkräfte« berechnet hat, darf es aber als zweifellos gelten, daß sie hinreichend sind, um die in der Atmosphäre nachgewiesenen selbständigen Dampfströmungen hervorzubringen.

Der Wasserdampf folgt bei seiner Bewegung in der Luft einem doppelten Antrieb: einmal mit der Luft dem Druck- oder Spannungsgefälle der Gesamtatmosphäre und dann für sich allein seinem Dichtegefälle.

¹ vgl. Müller-Pouillet, Bd. 1, S. 455.
² Wihl, Ostwald: Grundriß der allg. Chemie, 3. Aufl. S. 191.
³ Müller-Pouillet, Bd. 1, S. 603. Im Gegensatz hierzu setzt O. E. Meyer (Die kinetische Theorie der Gase, 2. Aufl., S. 250) die Intensität des Diffusionsstromes dem »Gefälle des Teildruckes« proportional. Da das Spannungsgefälle bei gleichmäßiger Temperatur sich mit dem Dichtegefälle nach Richtung und Stärke deckt, so geht aus den bezüglichen Versuchen nicht ohne weiteres hervor, ob die Diffusion den Dichte- oder den Spannungsunterschieden folgt. An anderer Stelle (Bd. 2, S. 590) spricht auch Pfaundler vom Gefälle des Partialdrucks statt vom Dichtegefälle und selbst an der zuerst angezogenen Stelle bringt er die Diffusionsgeschwindigkeit zum Partialdruck in Beziehung. Die Ansichten in dieser Frage sind also noch etwas verschwommen.

¹ Wie die Erfahrung lehrt, haben die gegeneinander diffundierenden Gase einen gewissen Reibungswiderstand zu überwinden, vgl. Glückauf 1918, S. 346.

² vgl. hierzu die Abb. 3 und 4.

³ s. Glückauf 1908, S. 1529.

In der äußern Atmosphäre wird in der Regel der erstgenannte Antrieb, in der unterirdischen Atmosphäre, die von ihrem Gleichgewichtszustand im allgemeinen nicht weit entfernt sein kann, der letztgenannte überwiegen. Einige Erscheinungen in der äußern Atmosphäre, wie das Ausbleiben des Taues bei stark bewegter Luft oder die Begünstigung der Gewitterbildung durch Windstille, deuten darauf hin, daß lebhaftere Winde die Entwicklung selbständiger Dampfströmungen verhindern können, auch wenn der Verlauf des Dichtegefälles von der Windrichtung bis zu 90° abweicht.

Die aufsteigende Dampfströmung in der Grube zu Příbram und ihre Wirkung auf die Grubentemperatur.

Wenn sich der Druck der Atmosphäre, wie gezeigt wurde, auf ihre Bestandteile nach deren Leistungsfähigkeit (Spannkraft) und ohne Rücksicht auf ihren Eigendruck verteilt, so daß sich für jedes der die Atmosphäre zusammensetzenden Gase Gleichgewicht zwischen Druck und Spannung ergibt, so müssen die Bedingungen für eine Diffusion des Wasserdampfes gegen die übrige Atmosphäre von der Richtung seines Dichtegefälles unabhängig sein. Der Dampf hat bei seinem Durchgang durch die Luft nur den Reibungswiderstand zu überwinden, den sie seiner Bewegung entgegengesetzt, gleichviel in welcher Richtung die Diffusion auch verlaufen mag. In der Grube zu Příbram muß sich somit unter den in den Abb. 2–4 dargestellten Verhältnissen in gleicher Weise eine aufsteigende Dampfströmung entwickeln, wie ich sie auf Grund eigener Beobachtungen in einem Stollen im Monvauxthal bei Metz in waagrechter Richtung habe nachweisen können¹. Für die Stärke der Strömung sind hier wie dort ausschließlich das Dichtegefälle des Dampfes und der von der Gesamtdichte der Atmosphäre abhängige Reibungswiderstand bestimmend.

Soll eine aufsteigende Dampfströmung andauern, so muß der aufsteigende Dampf an der Erdoberfläche ins Freie ausziehen oder in den höhern Erdschichten durch Kondensation in tropfbar-flüssiges Wasser übergehen, während sich in der Tiefe durch Verdunstung fortwährend neuer Dampf bildet. Mit dieser Dampfentwicklung in der Tiefe ist aber ein starker Wärmeverbrauch verbunden; die Wärmemenge, die bei der Verdunstung von 1 g Wasser gebunden und bei der Kondensation von 1 g Dampf wieder frei wird, genügt, wie schon erwähnt, um 1 cbm Luft von 20° und 760 mm Spannung um 2° zu erwärmen. In jedem Falle wird durch die aufsteigende Dampfströmung also ein beträchtlicher Wärmeumsatz herbeigeführt werden, der sich in einer Abkühlung der den Ausgangspunkt der Strömung bildenden Schichten, und wo sie unter Tage endigt, auch in einer Erwärmung der Schlußstrecke des Stromweges aussprechen muß. Das Ergebnis wird also gegenüber dem Zustand, wie er sich bei trockener Grundluft einstellt, in einer Abschwächung des nach oben gerichteten Temperaturgefälles, also in einer Verlängerung der geothermischen Tiefenstufe bestehen.

Rein rechnermäßig ergibt sich eine Vergrößerung der geothermischen Tiefenstufe schon aus der bloßen Beimischung des Wasserdampfes zur Grundluft, und zwar infolge der Wirkung, die diese Beimischung auf die Dichte der Atmosphäre ausübt. Da der in trockene Luft eindringende Wasserdampf einen Teil des auf der Luft lastenden Eigendruckes aufnimmt, so muß diese sich unter dem verminderten noch verbleibenden Druck entsprechend ausdehnen, ohne daß die so bewirkte Verdünnung der Atmosphäre durch den hinzugekommenen Wasserdampf vollständig ausgeglichen würde. Setzt man die Dichte trockener Luft gleich 1, so gilt für diejenige feuchter (dampfhaltiger) Luft der Ausdruck $1 - 0,377 \frac{p}{P}$, wenn mit p die mittlere Dampfspannung

und mit P der mittlere Atmosphärendruck bezeichnet wird. Solange die Spannung der Atmosphäre unverändert bleibt, die durch die Luftverdünnung bewirkte Abnahme der Luftspannung sich also gegen die Spannung des hinzugekommenen Wasserdampfes ausgleicht, erhält man demnach die geothermische Tiefenstufe, wenn man ihren für trockene Luft geltenden (Normal-) Wert mit h

bezeichnet, gleich $\frac{h}{1 - 0,377 \frac{p}{P}}$. Rechnet man mit dieser

Gleichung, wie es von A. Eckardt¹ versucht worden ist, so kommt man zu Werten, die von dem genannten Normalwert nur wenig nach oben abweichen. Bei den so gefundenen geothermischen Stufen müßte aber entweder die Luftdichte oder die Dampfdichte nach unten hin abnehmen, was mit einem stabilen Gleichgewichtszustand der Atmosphäre nicht verträglich ist. Es bleibt demnach noch eine Formel für stabiles Gleichgewicht abzuleiten, wobei von einer Zunahme der Luft- und Dampfdichte mit der Tiefe auszugehen sein wird.

Das Gleichgewicht der unterirdischen Atmosphäre ist an die Bedingung gebunden, daß ihr Druck mit der Tiefe in gleichem Maße wächst wie ihre Spannung. Für einen gegebenen Tiefenabstand ergibt sich die Druckzunahme als das Produkt aus der Größe dieses Abstandes und der mittlern Atmosphärendichte, während die Spannung durch die Dichte, die Temperatur und den dynamischen Wirkungsgrad der die Atmosphäre bildenden Gase bestimmt wird. Bezeichnet man den einer Temperaturzunahme um 1° entsprechenden Tiefenabstand (oder die geothermische Tiefenstufe) mit h, die Dampfspannungen an den Endflächen einer Luft- und Dampfsäule von der Höhe h mit p und p₁, die Luftspannungen mit P und P₁, die entsprechenden Dampfdichten mit d und d₁, die Luftdichten mit D und D₁, und läßt p₁, P₁, d₁ und D₁ für die untere Endfläche der Säule gelten, so besteht zwischen den genannten Größen im Gleichgewichtsfalle die Beziehung

$$P_1 + p_1 - (P + p) = \frac{1}{2} h (D_1 + d_1 + D + d).$$

Hieraus ergibt sich, wenn man die übrigen Größen als bekannt annimmt,

$$h = 2 \cdot \frac{P_1 + p_1 - P - p}{D_1 + d_1 + D + d}$$

¹ Glückauf 1918, S. 332.

¹ vgl. Glückauf 1915, S. 1255.

Die geothermische Tiefenstufe vermag sich demnach bei dampfhaltiger Atmosphäre der Luftdichte auch dann anzupassen, wenn $D_1 > D$ ist, die Luftdichte also mit der Tiefe zunimmt.

Setzt man die Temperatur und damit auch die geothermische Tiefenstufe als gegeben und P_1 und D_1 als unbekannt voraus, so findet man aus der ersten Gleichung

$$D_1 = \frac{P_1 + p_1 - P - p - \frac{1}{2} h (d_1 + D + d)}{\frac{1}{2} h}$$

Für P_1 kann man setzen $D_1 T_1 k$, wobei T_1 die absolute Temperatur der untern Endfläche der betrachteten Luftsäule von der Höhe h und k den dynamischen Wirkungsgrad (oder die Gaskonstante) der Luft bedeutet. Man hat dann

$$D_1 \cdot \frac{1}{2} h = D_1 T_1 k + p_1 - P - p - \frac{1}{2} h (d_1 + D + d),$$

woraus sich $D_1 (T_1 k - \frac{1}{2} h) = \frac{1}{2} h (D + d + d_1) + P + p - p_1$

$$\text{und schließlich } D_1 = \frac{\frac{1}{2} h (D + d + d_1) + P + p - p_1}{T_1 k - \frac{1}{2} h}$$

ergibt. Mit D_1 und T_1 ist auch P_1 bekannt.

Die letzte Gleichung besagt, daß bei jeder geothermischen Tiefenstufe und bei jedem Dampfgehalt der unterirdischen Atmosphäre Gleichgewicht zwischen dem Atmosphären- und der Atmosphärenspannung möglich ist, solange der für D_1 erhaltene Wert nicht negativ wird. Dieser Fall tritt ein, wenn die Dampfspannung den Atmosphären- und der Dichten D und d entsprechenden Atmosphärenspannung an.

Die hier abgeleiteten Gleichungen zeigen deutlich, daß der Einfluß, den der Wasserdampf durch seinen höhern dynamischen Wirkungsgrad unmittelbar auf die Dichte der Atmosphäre ausübt, für die geothermische Tiefenstufe nicht von entscheidender Bedeutung sein kann, weil sich die Dichte und die Spannung der Luft innerhalb weiter Grenzen jedem Dampfgehalt und jedem Wert der geothermischen Tiefenstufe anzupassen vermögen. Wenn also die ungewöhnliche Größe der geothermischen Stufe in der Grube zu Příbram, wie vermutet, durch den Dampfgehalt der Atmosphäre bedingt oder mitbedingt ist, so muß dies irgendwie mit der aufsteigenden Bewegung des Dampfes zusammenhängen.

Wie schon gezeigt worden ist, geht mit der aufsteigenden Dampfströmung eine gleichgerichtete Wärmeverchiebung Hand in Hand, die auf die Temperaturunterschiede, durch die sie letzten Endes hervorgerufen wird, abschwächend wirkt, also im Sinne einer Verlängerung der geothermischen Tiefenstufe. Es fragt sich also nur noch, wie sich das Maß ihres Einflusses auf die Wärmeschichtung bestimmt und durch welche Gegenwirkungen ihre Selbstaufhebung durch restlosen Ausgleich der in senkrechter Richtung vorhandenen Temperaturunterschiede verhindert wird.

Der Vorgang der Dampfströmung innerhalb der Atmosphäre ist bislang weder theoretisch genügend durchgearbeitet noch durch Versuche und Beobachtungen eingehender erforscht worden, man ist also in dieser Hinsicht ganz auf die Ergebnisse der Untersuchungen angewiesen, die über die Diffusion der Gase

im allgemeinen angestellt worden sind; da man aber zu den bezüglichen Versuchen dem Anschein nach durchweg Gase von gleichmäßiger Temperatur verwendet hat, so kann man im Zweifel sein, ob sich ihre Ergebnisse ohne weiteres auf die atmosphärischen Dampfströmungen übertragen lassen, bei denen in der Regel außer dem Dichtegefälle des Dampfes noch ein Temperaturgefälle vorhanden ist und bei denen es sich nicht um einen einmaligen Dichteausgleich handelt, sondern um eine andauernde auf einen solchen gerichtete Bewegung, wobei es zu einem vollständigen Ausgleich der Dichteunterschiede überhaupt nicht kommt. Es bleibt also nur übrig, auf die atmosphärischen Dampfströmungen versuchsweise die allgemeinen Diffusionsgesetze anzuwenden und zuzusehen, ob man damit zum Ziele kommt.

Wie schon ausgeführt wurde, ist die Stärke der Diffusionsströmung dem auf die Längeneinheit bezogenen Dichtegefälle des diffundierenden Gases und der Diffusionskonstanten proportional. Nach Losschmidts Versuchen steht die letztere zu dem Gesamtdruck der an der Diffusion beteiligten Gase im umgekehrten und zu dem Quadrat der absoluten Temperatur im direkten Verhältnis¹. Bezeichnet man die Stromstärke, d. i. die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt Eins hindurchgehende Gasmenge, mit M , das relative Dichtegefälle mit a und die Diffusionskonstante mit k , so gilt demnach

$$M_1 : M = a_1 k_1 : a k$$

und wenn man für k den Ausdruck $\frac{T^2}{P+p}$ setzt, wobei T die absolute Temperatur und $P+p$ den Gesamtdruck der gegeneinander diffundierenden Gase bedeutet,

$$M_1 : M = \frac{a_1 T_1^2}{P_1 + p_1} : \frac{a T^2}{P + p}$$

Aus der letzten Gleichung, die für verschiedene Zustände ein und desselben Gases gilt, geht zunächst hervor, daß die Stromstärke von der absoluten Dichte des diffundierenden Gases unabhängig ist. Auf die Dampfströmung angewandt will dies besagen, daß bei gleichmäßiger Dichteabnahme der Strom an jeder Stelle seines Weges die gleiche Stärke haben muß, sofern die Temperatur und der Gesamtdruck überall gleich sind oder doch das Verhältnis $T^2 : (P+p)$ sich nicht ändert. Da die Stromstärke sich als das Produkt aus Dichte und Geschwindigkeit darstellt, so muß unter der angegebenen Voraussetzung die Stromgeschwindigkeit mit abnehmender Dampfichte im gleichen Verhältnis wachsen.

Weiter ist aus der Gleichung zu entnehmen, daß sich der Diffusionsstrom auf seinem Wege abschwächen muß, wenn die Temperatur in der Stromrichtung abnimmt, und zwar vermindert sich die Stromstärke proportional dem Quadrat der Temperaturabnahme. Bezieht man M_1 und T_1 auf die Anfangs- und M und T auf die Endstrecke einer Strombahn von gleichmäßigem Dichtegefälle, so ergibt sich unter der Voraussetzung eines gleichmäßigen Gesamtdrucks aus der vorstehenden Formel

$$M_1 : M = T_1^2 : T^2$$

¹ Müller-Pouillet, Bd. 2, Abt. 2, S. 590.

Auf die gleiche Weise findet man, daß der Diffusionsstrom auf seinem Wege an Stärke zunehmen muß, wenn bei gleichmäßigem Dichtegefälle und gleichmäßiger Temperatur der Gesamtdruck in der Stromrichtung schwächer wird. Für diesen Fall gilt

$$M_1 : M = \frac{1}{P_1 + p_1} : \frac{1}{P + p} = (P + p) : (P_1 + p_1).$$

Nimmt die Erdwärme mit der Tiefe gleichmäßig zu, so wird das Spannungsgefälle des in der Erdkruste enthaltenen gesättigten Wasserdampfes mit abnehmender Tiefe immer schwächer (vgl. Zahlentafel 1). Bei bildlicher Darstellung ergibt sich für die Dampfdichte eine Gefällelinie von ähnlicher Form, wie sie Abb. 1 für die Dampfspannung zeigt. In diesem Falle müssen also mit dem Fortschreiten der Dampfströmung das Dichtegefälle und die Temperatur eine Abschwächung der Stromstärke herbeizuführen suchen, während der abnehmende Atmosphärendruck im entgegengesetzten Sinne wirkt. Das Ergebnis dieser gegensinnigen Einwirkungen läßt sich an Hand der Zahlentafel 1 und der zugehörigen Abbildung berechnen. Wählt man als Beispiel die Stromstrecken von 920–770 und von 770–620 m, entsprechend den Temperaturabschnitten von 40–35 und 35–30°, so hat man zur Einsetzung in die Gleichung

$$M_1 : M = \frac{\alpha_1 T_1^2}{P_1 + p_1} : \frac{\alpha T^2}{P + p}$$

die folgenden zahlungsmäßigen Näherungswerte:

$$\alpha_1 = 0,0116 \text{ kg/cbm}$$

$$T_1 = 272,5 + \frac{40 + 35}{2} = 310^\circ$$

$$P_1 = 10064 + 1,215 (845 - 20) = 11066 \text{ kg/qm}$$

$$p_1 = \frac{147 + 141}{2} = 144 \text{ kg/qm}$$

$$P_1 + p_1 = 11210 \text{ kg/qm}$$

Man erhält hiernach

$$M_1 : M = \frac{0,0116 \cdot 310^2}{11210} : \frac{0,0091 \cdot 305^2}{11022} = 0,09943 : 0,07680 = 1 : 0,77$$

Bei gleichmäßiger Temperaturabnahme in der Stromrichtung und voller Sättigung des Dampfes erfährt also die in der Erdrinde aufsteigende Dampfströmung bei ihrem Fortschreiten eine erhebliche Abschwächung. Diese beruht in der Hauptsache auf der Änderung des Dichtegefälles, denn bei gleichmäßigem Dichtegefälle ergibt sich in dem gewählten Beispiel

$$M_1 : M = \frac{310^2}{11210} : \frac{305^2}{11022} = 8,573 : 8,440 = 1 : 0,98,$$

also nur eine geringfügige Abnahme der Stromstärke.

Bei voller Sättigung des Dampfes muß jede Abschwächung des Stromes bei seinem Fortschreiten mit einem Ausscheiden von Dampf durch Kondensation verbunden sein; eine andauernde Dampfströmung muß also, soweit es sich dabei um gesättigten Dampf handelt und die Temperatur in der Stromrichtung gleichmäßig abnimmt, wie dies in Abb. 1 der Fall ist, an jeder Stelle des von ihr zurückgelegten Weges eine andauernde Überführung von Dampf in tropfbar-flüssiges Wasser

bewirken. Die Menge des in die tropfbar-flüssige Form übergehenden Dampfes wird dabei desto größer, je höher die Temperatur ist.

In feinkörnigen, nicht zerklüfteten Erdschichten muß es dabei bald zu einer kapillaren Übersättigung des Gesteins kommen und damit zu einem andauernden Wechsel zwischen dem Aufstieg des Wassers in Dampfform und seinem Absinken in tropfbar-flüssiger Form, wie dies bereits des nähern dargelegt worden ist. Dieses Wechselspiel wirkt auf die Temperaturunterschiede, durch die es hervorgerufen wird, immer im Sinne einer Abschwächung. Aber auch in grobkörnigem oder zerklüftetem Gestein, in dem das absinkende Wasser noch Wege für den aufsteigenden Dampf freiläßt, muß der mit der Dampfströmung verbundene Wärmeumsatz auf die Temperaturunterschiede zwischen den Enden der Strombahn im gleichen Sinne wirken, nur verlangt hier die Ableitung der freiwerdenden Kondensationswärme, die sich im vorliegenden Falle auf eine lange Strecke der Strombahn verteilt und bei der Ableitung summiert, eine nach oben hin fortschreitende Verschärfung des Temperaturgefälles, damit die Stärke der Wärme- strömung, entsprechend der Summierung der Kondensationswärmen, auf ihrem Wege ständig wächst¹. Hierin scheint auf den ersten Blick ein Widerspruch zu liegen: Das Temperaturgefälle soll sich im ganzen abschwächen, im einzelnen aber, von Strecke zu Strecke, nach oben hin verschärfen. Dieser Widerspruch löst sich dadurch, daß der letztern Forderung auch genügt wird, wenn das

$$\alpha = 0,0091 \text{ kg/cbm}$$

$$T = 272,5 + \frac{35 + 30}{2} = 305^\circ$$

$$P = 10064 + 1,215 (695 - 20) = 10884 \text{ kg/qm}$$

$$p = \frac{141 + 135}{2} = 138 \text{ kg/qm}$$

$$P + p = 11022 \text{ kg/qm}$$

Temperaturgefälle nach unten hin schwächer wird, was in einer Verlängerung der geothermischen Stufe mit der Tiefe zum Ausdruck kommt. Jedenfalls ist mit einer andauernden Strömung gesättigten Wasserdampfes ein gleichmäßiges Temperaturgefälle nicht vereinbar; eine unbegrenzte Fortdauer der Strömung ist an die Voraussetzung geknüpft, daß der Strom von dem Punkte an, wo die Sättigung des Dampfes beginnt, an jeder Stelle seines Weges die gleiche Stärke hat, so daß nur auf den Endstrecken Dampf ausgeschieden und aufgenommen wird. Wie oben gezeigt wurde, ist dies bei gleichmäßigem Dichtegefälle nahezu der Fall. Damit bei gesättigtem Dampf das Dichtegefälle gleichmäßig wird, muß der einer Temperaturabnahme von 1° entsprechende Längen- oder Tiefenabstand, hier also das Maß der geothermischen Stufe, an jeder Stelle des Stromweges der durch diese Temperaturabnahme bedingten Verminderung der Dampfdichte proportional sein. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich ist, wächst aber der auf gleiche Temperaturunterschiede treffende Unter-

¹ Bei einem engbegrenzten Stromquerschnitt, wie ihn beispielsweise in einem Schacht aufsteigende Dampfströmung zeigt, kann die Kondensationswärme an jeder Stelle seitlich abfließen, so daß keine Summierung stattfindet. Bei weitausgedehnten Strömungen wird der seitliche Wärmeabfluß gegen den in der Stromrichtung in der Regel fast ganz zurücktreten.

schied der Dampfdichte mit steigender Temperatur, woraus folgt, daß ein gleichmäßiges Dichtegefälle des Dampfes eine mit der Temperatur oder der Tiefe wachsende geothermische Stufe voraussetzt.

Bei bildlicher Darstellung muß sich unter der Annahme einer gleichmäßigen Dichteabnahme für das Temperaturgefälle eine Linie von ähnlicher parabolischer Form ergeben, wie man sie bei gleichmäßigem Temperaturgefälle für das Dichtegefälle erhält oder wie sie in Abb. 1 für die Dampfspannung angegeben ist, nur mit entgegengesetzt gerichteter Krümmung: Die Linie des Temperaturgefälles für gleichmäßige Abnahme der Dampfdichte entspricht annähernd dem Spiegelbild der Linie des Spannungsgefälles bei gleichmäßiger Temperaturabnahme. Mit dem auf den bezüglichen Temperaturabschnitt entfallenden Teil dieses Spiegelbildes zeigt die in Abb. 2 nach den Beobachtungen von 1882/83 für die Grube von Příbram gezeichnete Temperaturlinie zwischen den Tiefen von 200 und 700 m eine weitgehende Übereinstimmung. Um diese Übereinstimmung, die auch in dem fast geradlinigen Verlauf der Dichtelinie zwischen den Punkten 7 und 24 in Abb. 4 zum Ausdruck kommt, noch schärfer hervortreten zu lassen, mag die einem völlig gleichmäßigen Dichtegefälle entsprechende Temperaturkurve berechnet und aufgezichnet und sodann mit den beobachteten Temperaturen verglichen werden.

Bezeichnet man den einer Temperaturabnahme von 1° entsprechenden Längenabstand mit l und die durch diese Temperaturabnahme bedingte Verminderung der Dichte gesättigten Wasserdampfes mit ϑ , so gilt die Gleichung

$$l_1 : l = \vartheta_1 : \vartheta.$$

Hieraus erhält man

$$l_1 = \frac{l \vartheta_1}{\vartheta}.$$

Nach dieser Gleichung sind in Zahlentafel 4 die Tiefenabstände für eine gradweise Temperaturzunahme von 10 auf 20° berechnet worden; die der Rechnung zugrunde gelegten Dampfdichten sind dem schon angezogenen Werke von A. und H. Wolpert entnommen. Die Rechnung ist unter Anpassung an die durch die Abb. 2 und 4 wiedergegebenen Temperatur- und Dichteverhältnisse des Wasserdampfes in der Grube zu Příbram durchgeführt. Ausgegangen wurde dabei von dem Temperaturabschnitt von $12-13^\circ$; der diesem Abschnitt zukommende Tiefenabstand ist versuchsweise für die Lufttemperatur zu 58,0 m, für die Gesteintemperatur zu 52,8 m angenommen und der Temperatur von 12° im ersten Falle die Tiefe von 200,0 m, im zweiten Falle diejenige von 250,0 m zugeordnet worden. In Abb. 5, in der die Ergebnisse der Rechnung durch Kurven dargestellt sind, bezieht sich die durchbrochene Linie auf die Luft-, die voll ausgezogene Linie auf die Gesteintemperatur. Die beobachteten Temperaturen sind wieder durch kleine Kreise bezeichnet, von denen die für die Gesteintemperatur geltenden schwarz ausgefüllt sind. Die Abweichung dieser Kreise von der berechneten, als ausgleichende Linie gedachten Kurve geht nicht über $0,3^\circ$ hinaus, ist also verhältnismäßig geringfügig. Dies

Zahlentafel 4.

Berechnung von Temperaturkurven für ein gleichmäßiges Dichtegefälle gesättigten Wasserdampfes.

Temperatur ° C	Dichte gesättigten Dampfes g/cbm	Dichte-zunahme auf 1° (ϑ) g/cbm	Tiefen-	Tiefen-	Tiefen-	Tiefen-
			abstand l	abstand l	abstand l	abstand l
			für Lufttemperatur m	m	für Gesteintemperatur m	m
10	9,37	0,60	51,2	95,2	46,8	153,3
11	9,97	0,64	54,6	146,4	49,9	200,1
12	10,61	0,68	58,0	200,0	52,8	250,0
13	11,29	0,72	61,4	258,0	55,9	302,8
14	12,01	0,75	64,0	319,4	58,3	358,7
15	12,76	0,79	67,4	383,4	61,4	417,0
16	13,55	0,84	71,6	450,8	65,2	478,4
17	14,39	0,88	74,9	522,4	68,3	543,6
18	15,27	0,93	79,2	597,3	72,1	611,9
19	16,20	0,98	83,5	676,5	76,0	684,0
20	17,18			760,0		760,0

gilt sowohl von der Luft- als auch von der Gesteintemperatur. Die Verschärfung des Temperaturgefälles mit abnehmender Tiefe, wie sie Abb. 5 zeigt, deutet auf eine Verstärkung der Wärmeströmung in der Stromrichtung. Eine solche Verstärkung ist erforderlich zur Abführung der Reibungs- oder Diffusionswärme, deren Entwicklung sich in dem bereits erwähnten Stollen bei Metz hat nachweisen lassen und die sich auf die ganze Länge der Strombahn verteilt, so daß sie sich bei ihrer

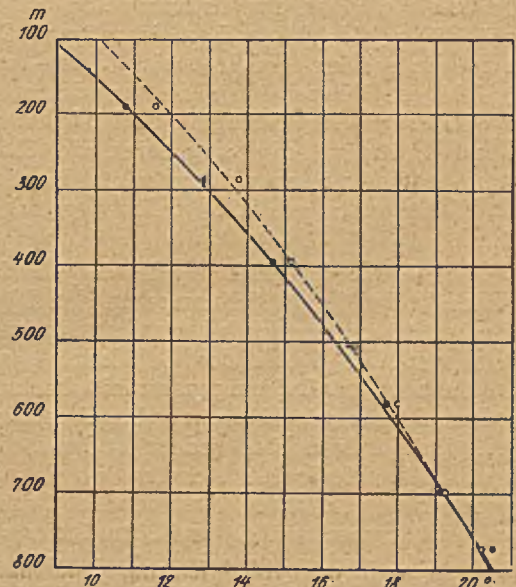


Abb. 5. Berechnetes Temperaturgefälle für ein gleichmäßiges Dichtegefälle gesättigten Wasserdampfes in der Grube von Příbram.

Ableitung summieren muß. Ein nach oben hin sich verschärfendes Temperaturgefälle wird also bei feuchter Grundluft sowohl vom Dampfzug als auch vom Wärmeabfluß gefordert, bei dampfhaltiger Atmosphäre braucht demnach die Verschärfung des Temperaturgefälles mit keiner Abkühlung des Gesteins oder der Grundluft verbunden zu sein.

Damit bei gleichmäßigem Dichtegefälle die Dampfströmung auf ihrem ganzen Wege die gleiche Stärke beibehält, muß, wie oben nachgewiesen wurde, der Atmosphärendruck im gleichen Verhältnis abnehmen wie das Quadrat der absoluten Temperatur. Auch diese Forderung ist hinsichtlich der für die Gesteintemperatur berechneten Kurve fast genau erfüllt. Rechnet man mit einer gleichmäßigen Zunahme des Atmosphärendrucks mit der Tiefe, was für die unterirdische Atmosphäre der Wirklichkeit entsprechen dürfte, so erhält man beispielsweise für die den Temperaturabschnitten von 12–13 und von 19–20° entsprechenden Stromstrecken den mittlern Atmosphärendruck zu $717 + 0,089 \cdot 275 = 741,5$ mm bzw. zu $717 + 0,089 \cdot 720 = 781,0$ mm und sonach für gleiches Dichtegefälle die Stromstärken

$$M_1 : M = \frac{(272,5 + 12,5)^2}{741,5} : \frac{(272,5 + 19,5)^2}{781,0} \\ = 109,5 : 109,2.$$

Für die Lufttemperatur ist der Unterschied zwischen den beiden Werten etwas größer, er beträgt hier genau 1%, was den Umständen nach nicht als erheblich angesehen werden kann. Man ist demnach berechtigt, für die aufsteigende Dampfströmung in der Grube zu Příbram, soweit es sich dabei um gesättigten Dampf handelt, ein gleichmäßiges Dichtegefälle anzunehmen. Dieses gleichmäßige Dichtegefälle setzt eine ganz bestimmte Wärmeschichtung voraus, bei der die geothermische Tiefenstufe mit der Tiefe wächst. Diese Wärmeschichtung, wie sie in der Grube von Příbram nachgewiesenermaßen vorliegt, läßt sich weder auf die Wärmeleitung noch auf den unterirdischen Luftkreislauf zurückführen, da beide in gleichartigem Gestein – und um ein solches handelt es sich hier – auf ein gleichmäßiges Temperaturgefälle hinwirken. Es bleibt also nur der Schluß, daß sich in der Grube zu Příbram die aufsteigende Dampfströmung das für ihre unbegrenzte Fortdauer nötige Temperaturgefälle selbst geschaffen hat.

Eine auffallende Erscheinung in der Grube zu Příbram ist die im Jahre 1882 zwischen den Läufen 7 und 2 beobachtete, und auch bei der Gesteintemperatur durch einen starken Knick der Gefällelinie¹ gekennzeichnete Zunahme der Lufttemperatur mit abnehmender Tiefe. Der Beobachter hält zwar das Ergebnis vom zweiten Lauf für unbrauchbar², jedoch ist damit die Tatsache, daß während einer 8 Monate, von Januar bis August dauernden Beobachtungszeit die Grubenluft in 75 m Tiefe durchschnittlich um 1,4° wärmer war als in 190 m Tiefe, weder aus der Welt geschafft noch irgendwie erklärt. Auf den Wetterzug läßt sich diese Erscheinung nicht zurückführen, da die Temperatur

über Tage im Durchschnitt der Monate Januar bis August erfahrungsgemäß das Jahresmittel noch nicht einmal um einen vollen Grad übersteigt. Die auf Lauf 2 gefundene mittlere Lufttemperatur von 13,0°, die 5,6° über das Jahresmittel an der Erdoberfläche hinausgeht, bleibt also zunächst unverstänlich, jedoch birgt die in der Grube nachgewiesene aufsteigende Dampfströmung auch die Lösung für dieses Rätsel.

Das in Abb. 4 von Lauf 7 bis zur Tagesoberfläche durch eine kräftige, voll ausgezogene Linie angedeutete Dichtegefälle des Wasserdampfes versteht sich für das Jahresmittel. Im Winterhalbjahr muß das jeweilige tatsächliche Dichtegefälle dieser Stromstrecke nämlich wesentlich stärker, im Sommerhalbjahr dagegen entsprechend schwächer sein als im Jahresdurchschnitt, da der obere Endpunkt der Gefällelinie durch den mit der Jahreszeit stark wechselnden Dampfgehalt der Außenluft bestimmt wird, während für Lauf 7 mit seiner konstanten Temperatur die Dampfdichte als unveränderlich gelten kann. Nach den anderwärts gemachten Erfahrungen kann man für Příbram mit 49° nördlicher Breite und 529 m Seehöhe den durchschnittlichen Dampfgehalt der äußern Atmosphäre für das Winterhalbjahr um 2 g/cbm niedriger und für das Sommerhalbjahr um ebensoviele höher annehmen als das Jahresmittel. Innerhalb des Tiefenabschnitts von Lauf 7 bis zur Erdoberfläche muß sich demnach das Dichtegefälle im Winter annähernd um den gleichen Betrag verstärken, um den es sich im Sommer abschwächt. Dasselbe gilt in guter Annäherung auch von der Stärke der Dampfströmung, wie sie sich nach der Gleichung

$$M_1 : M = \frac{a_1 T_1^2}{P_1 + p_1} : \frac{a T^2}{P + p}$$

rechnungsmäßig ergibt. Sobald aber die Stromstärke, die zwischen den Läufen 24 bis 7 als unveränderlich gelten kann, auf ihrem weitem Wege zu- oder abnimmt, muß sie im erstern Falle Dampf aufnehmen, der ihr nur durch eine in der durchströmten Erdschicht stattfindende Verdunstung zugeführt werden kann, im zweiten Fall aber Dampf durch Kondensation abgeben. Da die Verdunstung hauptsächlich im Winter, die Kondensation vornehmlich im Sommer stattfindet, muß die aufsteigende Dampfströmung die Erdschicht, auf die sich der jahreszeitliche Wechsel des Dichtegefälles erstreckt, im Winterhalbjahr abkühlen, im Sommerhalbjahr dagegen erwärmen. Würde also die Stromstärke in der Tat im Winter um ebensoviele über das dem durchschnittlichen Dichtegefälle entsprechende Maß hinausgehen, um das sie im Sommer hinter ihm zurückbleibt, wie sich dies aus der oben angedeuteten Rechnung ergibt, so müßte die im Winter verbrauchte Verdunstungswärme sich gegen die im Sommer freiwerdende Kondensationswärme aufheben, so daß also das Jahresmittel der Gesteintemperatur durch die wechselnde Stärke der Dampfströmung kaum in fühlbarer Weise berührt werden könnte. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse anders: Das verschärfte Dichtegefälle, wie es sich für die kältere Jahreszeit ergibt, kommt auf die Stromstärke nur voll zur Geltung, solange der Wasserdampf ungehindert aus dem Boden ausziehen kann, während die in die wärmere Jahreszeit fallende Abschwächung

¹ vgl. Abb. 2 und Zahlentafel 2.

² vgl. S. 356.

des Dichtegefalles ihre Wirkung auf die Stromstärke nie verfehlt. Das Ausströmen des Wasserdampfes aus dem Boden kann aber durch die verschiedensten Umstände erschwert oder auch ganz verhindert werden. Hierher zählen z. B. das Eindringen des Niederschlagswassers in den Boden und dessen Übersättigung mit Wasser, das Auftauen gefrorenen Bodens, Glatteis, frischgefallener Schnee, Bedeckung des Bodens mit dicht stehenden Pflanzen, mit Laub oder sonstigen Pflanzenresten, die nächtliche Temperaturumkehr in der äußern Atmosphäre, mit der in der Regel eine gegen den Boden gerichtete, durch Tau- oder Reifbildung gekennzeichnete Dampfströmung über Tage verbunden ist, und endlich der rasche Umschlag von Frost- in Tauwetter, bei dem unter gewissen Voraussetzungen der Wasserdampf von außen in den Boden einströmt. Nun ist aber die Dampfmenge, die der aufsteigende Dampfstrom auf seinem Wege von Lauf 7 bis zur Oberfläche aufnimmt oder verliert, offenbar gleich dem Unterschied zwischen dem auf Lauf 7 von unten ankommenden und dem an der Oberfläche ins Freie austretenden Dampf. Dieser Unterschied hat entgegengesetzte Vorzeichen, je nachdem das Dichtegefälle über sein Mittelmaß hinausgeht oder darunter zurückbleibt. Im erstern Fall wird der Unterschied durch die Schwächung oder die zeitweilige Verhinderung des Dampfaustritts verkleinert, und damit auch das Maß der Verdunstung, im zweiten Falle wird er vergrößert und so die Kondensation gesteigert. Die Umstände, die den Dampfaustritt aus dem Boden erschweren oder ihn vorübergehend unmöglich machen, sind zwar nicht durchweg auf den Winter beschränkt, sondern machen sich zum Teil auch während der übrigen Jahreszeit geltend, aber sie üben in der obersten Erdschicht, für die im vorliegenden Falle eine Mächtigkeit von fast 200 m angenommen werden kann, auf die Verdunstung die entgegengesetzte Wirkung aus wie auf die Kondensation. Aus diesem Grunde muß hier im Jahresdurchschnitt die Kondensation ganz beträchtlich über die Verdunstung hinausgehen und somit auch die Wärmeentwicklung bei der Dampfausscheidung weit größer sein als der Wärmeverbrauch bei dem Übergang von tropfbar-flüssigem Wasser in Dampf. Dieser Überschuß der jährlichen Wärmeentwicklung über den jährlichen Wärmeverbrauch kommt im Verlauf der in Abb. 2 gezeichneten Schaulinie der Lufttemperatur fast handgreiflich zum Ausdruck, noch treffender aber in der Linie der Gesteintemperatur, die in ihrem obersten Teil dem Jahresmittel besser entsprechen dürfte als die Linie der Lufttemperatur.

Die hier versuchte Beweisführung steht zu der herrschenden, auf gewissen meteorologischen Vorgängen über Tage fußenden Anschauung, daß eine Kondensation von atmosphärischem Wasserdampf notwendigerweise eine Abkühlung der Luft voraussetze, und daß die Verdunstung unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Temperatur unter allen Umständen zunehme, insofern im Widerspruch, als hier behauptet wird, daß in der obersten Erdschicht der Grube von Příbram die Kondensation vorwiegend in die wärmere, die Verdunstung hauptsächlich in die kältere Jahreszeit falle. Es er-

scheint daher geboten, den Vorgang der Dampfausscheidung bei steigender wie den der Dampfentwicklung bei fallender Temperatur etwas näher darzulegen, und zwar um so mehr, als beide Erscheinungen auch in der freien Atmosphäre vorkommen und dort für die Wetterlage sehr bedeutungsvoll werden können.

In Abb. 6 sind die in Abb. 4 dargestellten Dichteverhältnisse des Wasserdampfes bis zu 300 m Tiefe in vergrößertem Maßstab wiedergegeben. Von der bei Punkt 7 sich teilenden voll ausgezogenen Linie stellt der linke Zweig das dem mittlern Dampfgehalt der äußern

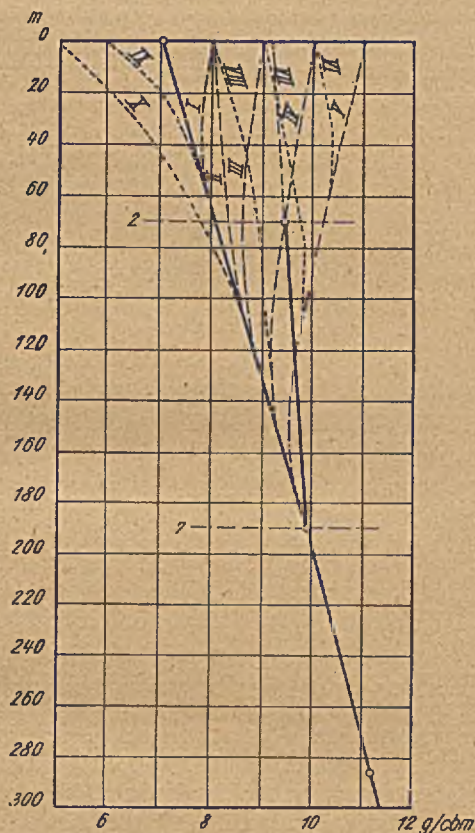


Abb. 6. Wechsel des Dichtegefalles mit der Jahreszeit.

Atmosphäre entsprechende Dichtegefälle dar, während der rechte das durchschnittliche Gefälle für die Beobachtungszeit (Januar bis August) angibt. Abwärts von Lauf 7 ist die Dampfdichte keinem jahreszeitlichen Wechsel unterworfen. Die Dampfdichten verstehen sich für die Gesteintemperatur; in den Gängen und Schächten einer Grube, in denen sich der ausscheidende Wasserdampf erfahrungsgemäß fast restlos an den Wänden niederschlägt, kann die Dampfdichte nicht erheblich über die der Temperatur des anstehenden Gesteins entsprechende Höchstdichte hinausgehen. Für die Dichte, die der Wasserdampf erreichen kann, ist also in allen Teilen einer Grube im wesentlichen die Temperatur des Gesteins und nicht die der Luft maßgebend. Wenn aber, wie hier aufgestellt wird, die auf Lauf 7 der Grube von Příbram festgestellten Temperaturschwankungen eine Wirkung der Dampfkondensation sind und diese von dem wechselnden Dichtegefälle des Dampfes abhängig ist, so müssen offenbar die Änderungen der

Gesteintemperatur dem Wechsel des Dichtegefälles mit mehr oder weniger Verspätung folgen.

Über Tage erreicht die Dampfdichte ihren Mittelwert gegen Ende April oder Anfang Mai. Man wird nicht weit fehlgreifen, wenn man annimmt, daß um diese Zeit der Wasserdampf zwischen Lauf 7 und der neutralen Fläche durchweg gesättigt ist, so daß das Temperaturgefälle annähernd der in Abb. 2 eingezeichneten gepunkteten Linie zwischen Lauf 7 und der Erdoberfläche entsprechen wird. Von dieser Annahme ausgehend kommt man zu folgenden Überlegungen.

Erhöht sich die Dampfdichte über Tage mit fortschreitender Jahreszeit von 7 auf 8 g/cbm, so wird die damit parallel laufende Temperatursteigerung zunächst auf die äußere Atmosphäre und eine Bodenschicht von wenigen Dezimetern Dicke beschränkt bleiben. Auch das Dichtegefälle des Dampfes kann sich nicht sofort bis auf Lauf 7 hinab auf den erhöhten Dampfgehalt der Außenluft einstellen, vielmehr wird sich zuerst von der Erdoberfläche aus ein nach unten gerichtetes Dichtegefälle ergeben, das sich nach der Tiefe zu abschwächt, bis es gleich Null wird und schließlich in das ursprüngliche, nach oben gerichtete übergeht, wie dies in Abb. 6 die gestrichelte Linie I andeutet. Später müßte sich etwa das durch die Linie II bezeichnete Gefälle herausbilden, wenn nicht inzwischen die Dampfdichte über Tage eine weitere Steigerung erfahren würde. Dem Mittelwert der auf Lauf 2 beobachteten Temperaturen dürfte ungefähr die Dichtelinie IV entsprechen, während die Linie V als eine annähernde Darstellung der Dichteverhältnisse vor der zweiten jährlichen Temperaturumkehr über Tage gelten kann, die im Juli oder im August einsetzt. Wie man sieht, bildet sich in der wärmern Jahreszeit, etwa von Ende April an, mit steigender Temperatur für den Wasserdampf unter Tage ein gegensinniges Dichtegefälle heraus. Dadurch werden zwei entgegengesetzte Dampfströmungen bedingt, von denen die eine ihren Ausgangspunkt in der Tiefe, die andere in der freien Atmosphäre hat und die in wechselnder Stärke und in verschiedener Tiefe aufeinanderstoßen. Treffen aber zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Dampfströmungen an einer Stelle aufeinander, an der die vom Dampf erreichbare Höchstspannung niedriger ist als die Spannung der beiden Stromausgangspunkte, so muß es dort nach dem Gesetz über das Gleichgewicht der Dämpfe im ungleich erwärmten Raum zu einer Dampfausscheidung durch Kondensation kommen. Das läßt sich auch an Hand der Abb. 6 leicht zeigen. Die der Gefälleinie IV entsprechenden Dampfströmungen werden z. B. in etwa 120 m Tiefe aufeinanderstoßen; dem hier liegenden Wendepunkt des Dichtegefälles muß von oben wie von unten her Dampf zuströmen, was naturgemäß, da ein Dampfabfluß ausgeschlossen ist, zu einer Dampfansammlung oder mit andern Worten zu einer Steigerung der Dampfdichte führen wird. Wäre die hier vom Dampf erreichbare Dichte nicht durch die Temperatur begrenzt, so müßte sie nach einiger Zeit bis auf 10 g/cbm steigen, worauf bei fortwährendem Dampfzufluß von unten zwischen der Oberfläche und der Tiefe von 120 m eine Umkehrung des Gefälles erfolgen und das Gegengefälle damit ver-

schwinden würde. Da aber zu der betreffenden Zeit, etwa gegen Mitte Mai, das Gestein in 120 m Tiefe kälter sein muß als die Luft an der Erdoberfläche, deren Temperatur bei einer Dampfdichte von 10 g/cbm nicht weniger als 11° betragen kann, so muß hier Dampf ausgeschieden werden, bevor er die Dichte von 10 g/cbm erreicht hat. Diese Dampfausscheidung durch Kondensation ist aber nicht auf den Wendepunkt des Dichtegefälles beschränkt, sondern setzt schon dort ein, wo die Dampfströmung infolge der Gefälleverminderung anfängt, schwächer zu werden. Kann der Dampf seine Dichte nicht weiter steigern, so muß an jeder Stelle also, an welcher der Zufluß den Abfluß überwiegt, eine entsprechende Dampfmenge ausgeschieden werden. In dem gewählten Beispiel wird sich die Kondensation etwa von 80 bis 150 m Tiefe erstrecken, und zwar muß, da die Stromstärke im Wendepunkt des Dichtegefälles gleich Null wird, in der bezeichneten Erdschicht von 70 m Mächtigkeit die ganze von unten und von oben zuströmende Dampfmenge in tropfbar-flüssiges Wasser übergehen.

Geht im Spätsommer und Herbst die Temperatur und damit auch der Dampfgehalt der äußern Atmosphäre zurück, so kann die Abkühlung des Bodens und der darunterliegenden Gesteinschichten wieder, nur langsam, also mit mehr oder weniger Verspätung folgen. Es werden sich jetzt für den Wasserdampf in den obern Erdschichten Dichteverhältnisse herausbilden, wie sie in Abb. 6 durch die gepunkteten Linien VI–X angedeutet sind. Die Gefälleinien zeigen jetzt durchweg eine aus dem Boden ausziehende Dampfströmung und in ihrem obern Teil eine erhöhte Stromstärke an. Auch kommt es wieder zu entgegengesetzten Stromrichtungen, nur verlaufen die Strömungen jetzt nicht mehr gegeneinander, sondern auseinander. An den neuen Wendepunkten des Dichtegefälles findet also kein Zusammenstoß, sondern eine Scheidung der Dampfströmungen statt. Eine solche Strom- oder Dampfscheide ergibt z. B. die Linie VI in 50 m und die Linie VII in 110 m Tiefe. Daß in den Schichten, in die sie fällt, eine Verdunstung stattfinden muß, bedarf keines weitern Nachweises.

Nach diesen Ausführungen kann es nicht mehr zweifelhaft sein, daß eine Verdunstung auch bei sinkender Temperatur möglich ist, und daß die Kondensation von atmosphärischem Wasserdampf nicht notwendigerweise eine Abkühlung voraussetzt, sondern auch bei steigender Temperatur stattfinden kann. Entscheidend ist bei beiden Vorgängen nicht sowohl der zeitliche Wechsel der Temperatur als vielmehr ihre räumliche Verschiedenheit, die Unterschiede der Dampfdichte hervorruft und damit die Vorbedingung für eine aus eigener Kraft erfolgende Bewegung des Dampfes schafft. Diese selbständige Bewegung des Dampfes führt zu einer Verminderung der Dampfdichte an den wärmsten und zu einer Anreicherung oder Verdichtung des Dampfes an den kältesten Stellen des Raumes und kann so am Orte des Dampfzuges eine Verdunstung und am Orte des Dampfzuflusses eine Kondensation verursachen, die unbeschadet aller zeitlichen Temperaturänderungen andauern, solange ein räumlicher Temperaturunterschied, ein »Temperaturgefälle«, verbleibt und genügend tropfbar-

flüssiges Wasser für die Dampfentwicklung zur Verfügung steht.

Nummehr wird auch die bereits angeführte Bemerkung des Beobachters verständlich, daß im zweiten Lauf der Grube von Příbram, also in einer Tiefe von 75 m die Ablesungen am Thermometer mit der Tages-temperatur schwankten. Diese Wahrnehmung steht zu der Erfahrung, daß sich die Temperaturschwankungen über Tage im Boden nur bis zu einer Tiefe von 15–20° fühlbar machen, in einem gewissen Widerspruch, der durch den Hinweis auf den Wetterzug ebensowenig zu erklären ist wie die hohe Temperatur, die auf Lauf 2 beobachtet worden ist. Die beobachteten Temperaturschwankungen sind offenbar eine Folge des Wechsels zwischen Kondensation und Verdunstung und ihrer andauernden Stärke-schwankungen, die ja mit den Witterungsvorgängen über Tage auf das engste zusammenhängen.

Die meteorologischen Verhältnisse der Grube zu Příbram, wie sie durch die in den Jahren 1882 und 1883 ausgeführten Beobachtungen erfaßt worden sind, liefern also einen vollgültigen Beweis für das Vorkommen aufsteigender, durch Unterschiede der Dampfdichten hervorgerufener Dampfströmungen und zeigen zugleich, daß die thermischen Wirkungen, die mit diesen Dampfströmungen verknüpft sind, sehr erheblich sein können. Nach dem Ergebnis der vorstehenden Untersuchung darf es als zweifellos gelten, daß die ungewöhnlich große geothermische Tiefenstufe, die für die Grube zu Příbram gefunden worden ist und die fast genau das Doppelte des gewöhnlichen Wertes beträgt, in der Hauptsache, wenn nicht gar ausschließlich auf den Wasserdampf und seine selbständige Bewegung innerhalb der unterirdischen Atmosphäre zurückzuführen ist. Bei einer normalen geothermischen Stufe von 30 m würde sich für die Sohle der Grube eine Temperatur von $8,1 + \frac{1000 - 20}{30} = 40,8^{\circ}$

ergeben, während sie in Wirklichkeit zu $24,1^{\circ}$, also um $16,7^{\circ}$ niedriger gefunden wurde. Die letztgenannte Zahl kann man als das annähernde Maß der durch den aufsteigenden Dampfstrom in 1000 m Teufe verursachten Abkühlung betrachten.

Schlußbetrachtungen.

Angesichts der tiefgreifenden Beeinflussung der Wärmeschichtung wie der mittlern Temperatur der Grube zu Příbram durch den aufsteigenden Wasserdampf muß es auffallen, daß die Temperaturbeobachtungen in Tiefbohrlöchern von einer Einwirkung des Dampfes auf die geothermische Tiefenstufe, soweit durch diese die mittlere Temperaturzunahme für die gesamten vom Bohrloch durchsunkenen Schichten bezeichnet wird, nichts erkennen lassen. Offenbar liegen die Verhältnisse dort, wo noch keine Bauten unter Tage ausgeführt worden sind, in dieser Hinsicht ganz anders als in der tiefen und weitausgedehnten Grube von Příbram. Bei näherer Prüfung des Sachverhalts findet

man in der Tat, daß sich die für Příbram nachgewiesene aufsteigende Dampfströmung erst im Verlaufe und als Folge des Bergbaues entwickelt haben kann und daß demnach auch dort vor der Inangriffnahme der Tiefbaue die geothermische Stufe einen ganz andern Wert gehabt haben muß als heute. Der Grauwackensandstein, in dem der Adalbertschacht abgeteuft ist, zeigt eine

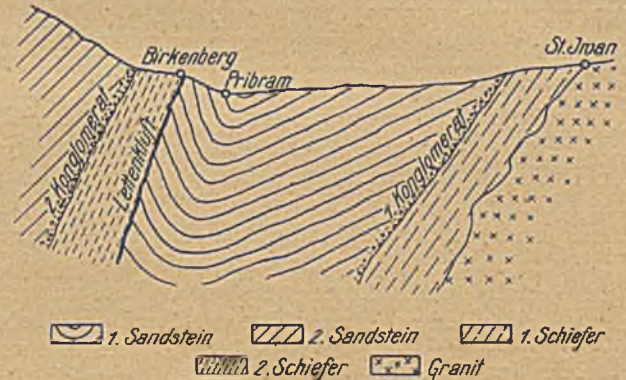


Abb. 7.
Lagerung der Schichten im Příbramer Bergbauegebiet.

muldenförmige Schichtenlagerung und ist auf zwei Seiten durch steilefallende Schieferschichten eingeschlossen, wie es Abb. 7 veranschaulicht, die einer von der Bergdirektion in Příbram herausgegebenen Abhandlung¹ entnommen ist. Da das Gebirge Wasser führt, das zu einem großen Teil einem Entwässerungstollen von 22 km Länge, dem in etwa 95 m Tiefe verlaufenden Erbstollen, mit natürlichem Gefälle zufließt, muß das Wasser vor seiner künstlichen Ableitung sehr hoch gestanden und bei der angeebenen Lagerung der Schichten und dem grobkörnigen Gefüge des Gesteins das ganze Gebirge ziemlich gleichmäßig durchsetzt haben, so daß es höchstens in den obersten, den Grundwasserspiegel überdeckenden Schichten zu einer nennenswerten Dampfentwicklung und einem lebhaftern Dampfabzug kommen konnte². Damals mußte das Wasser ein tiefes, weitausgedehntes Becken bilden, während es heute, wo es in den Strecken überall den Wasserhaltungskünsten frei zufließen kann, im Gestein nur noch in Form vereinzelter Adern auftreten wird, so daß dessen Hohlräume im großen und ganzen für Luft und Wasserdampf frei sein müssen. Dadurch ist die Möglichkeit für eine reichliche Entwicklung von Wasserdampf und dessen Abzug nach oben gegeben, wobei die weitläufigen, in zahlreichen Sohlen übereinander liegenden Grubenräume naturgemäß nur förderlich sein können. Da gleich günstige Verhältnisse in den vom Bergbau nicht berührten Teilen der Erdkruste wohl selten anzutreffen sein dürften, wird es durchaus verständlich, daß die in Tiefbohrlöchern angestellten Temperaturbeobachtungen

¹ Montan-Geologische Beschreibung des Příbramer Bergbauvereins, Wien 1892.

² In der bereits erwähnten Festschrift ist bei der Darstellung des Entwicklungsganges des Příbramer Bergbaues mehrfach von frühern Wasserleitungen die Rede und von den zur Wältigung des Wassergetroffenen Einrichtungen, so z. B. auf Seite 36 und 37. Zu Anfang des Jahres 1818 war das Abteufen des Adalbertschachtes wegen allzu großen Wasserandranges eingestellt worden (S. 39) und in den Jahren 1834 bis 1837 dieser Schacht wegen Mangels an Aufschlagwässern für die Kunst außer Belegung und der Tiefbau ertränkt, so daß die Wasser $9\frac{1}{2}'$ über den 12. Lauf stiegen (S. 41).

von einem Einfluß des Wasserdampfes auf die geothermische Tiefenstufe nichts erkennen lassen¹.

Wie in Příbram, so hat man auch anderwärts die Beobachtung gemacht, daß das Gestein der Gruben mit zunehmender Teufe trockner wird. Diese Erscheinung hängt ebenfalls mit der Verdunstung und dem Abzug des Dampfes nach oben zusammen, wie sich leicht zeigen läßt. Nach Abb. 3 reicht die Verdunstungszone in der Grube von Příbram von der Grubensohle bis über Lauf 26 hinauf². Nimmt man für diese 200–300 m mächtige Zone eine tägliche Verdunstungshöhe von nur 2 mm an, so wird die jährliche Verdunstung mit 730 mm schon annähernd gleich der jährlichen Niederschlagshöhe im deutschen Flachland, so daß also die Niederschläge aus der äußeren Atmosphäre durch die Verdunstung in 700–1000 m Tiefe hier restlos aufgezehrt werden würden, wenn die aufsteigende Dampfströmung die ganze Verdunstungsmenge in die äußere Atmosphäre entführte. Wie oben gezeigt wurde, ist dies aber nicht der Fall, vielmehr wird ein Teil des aufsteigenden Dampfes in den obersten Erdschichten kondensiert, um als tropfbar-flüssiges Wasser nochmals den Weg in die Tiefe anzutreten; zweifellos ist aber die schon erwähnte Tatsache, daß in der Grube zu Příbram die Wasserführung des Gesteins in 800 m Tiefe endigt, mit auf die Verdunstung in der vorgenannten Zone zurückzuführen.

Nimmt man eine bestimmte Verdunstungshöhe an, so kann man sich durch eine einfache Rechnung eine annähernde Vorstellung von der Wirkung bilden, die das Aufsteigen des Dampfes aus der Tiefe auf die Gestein-temperatur ausüben muß. Nach der Formel von Clausius erhält man für eine mittlere Temperatur von 22° wie sie die Verdunstungszone in der Grube von Příbram aufweist, die Verdampfungs- oder Verdunstungswärme zu $607 - 0,708 \cdot 22 = 590$ WE. Diese Wärmemenge wird bei der Verdunstung von 1 g oder 1 ccm Wasser gebunden und bei der Kondensation wieder frei. Eine tägliche Verdunstungshöhe von 2 mm, wie sie oben angenommen wurde, ergibt für einen Querschnitt von 1 qm eine Verdunstungsmenge von $100 \cdot 100 \cdot 0,2 = 2000$ ccm. Rechnet man für feuchtes Gestein mit einem spezifischen Gewicht

¹ Daß in den obersten Erdschichten bis zu 100 und mehr Metern Tiefe aufsteigende Dampfströmungen ohne weitverbreitete Erscheinung sind, läßt sich an den Schwankungen der Grundwasserstände und ihrem Zusammenhang mit bestimmten Witterungsvorgängen über Tage deutlich zeigen. Auch der wechselnde Andrang der Grubenwasser, der in der Regel auf die gleichen Ursachen zurückgeht wie die Grundwasserschwankungen, gibt von diesen Dampfströmungen Zeugnis (vgl. Glückauf 1908, S. 1326).

² Der Verstärkung, die der Dampfstrom auf dieser Strecke erfährt, trägt in Abb. 3 die durchbrochene Gefüellinie zwischen den Läufen 24 und 30 Rechnung.

von 2,70 und einer spezifischen Wärme von 0,40, so kann man mit den $2000 \cdot 590 = 1\,180\,000$ WE, die zur Verdunstung von 2000 ccm Wasser erforderlich sind, 1 cbm oder 1 000 000 ccm des Gesteins um

$$\frac{1\,180\,000}{2,7 \cdot 0,4 \cdot 1\,000\,000} = 1,1^{\circ}$$

erwärmen¹. Würde sich die Verdunstung gleichmäßig auf eine Gesteinschicht von 200 m Mächtigkeit verteilen, so müßte sich diese unter der Voraussetzung, daß ihr durch Leitung genau so viel Wärme entzogen wie

$$\frac{1,1 \cdot 365}{200}$$

= 2,0° abkühlen. Um dasselbe Maß müßte sich eine Gesteinschicht von der gleichen Mächtigkeit und unter den gleichen Voraussetzungen erwärmen, wenn während eines Jahres tagtäglich 2000 g Wasserdampf kondensiert würden.

Die Annahmen, auf denen die soeben durchgeführten Berechnungen beruhen, liegen durchaus im Rahmen des Möglichen; sie zeigen also deutlich, daß die aufsteigenden Dampfströme sowohl für den Wasserhaushalt als auch für die Wärmebilanz der Erdrinde von einschneidender Bedeutung sein müssen.

Nach den vorstehenden Ausführungen kann es nicht zweifelhaft sein, daß die aufsteigenden Dampfströmungen unter Umständen ein sehr wirksames Mittel zur Ermäßigung der Grubentemperatur abgeben können, das vielleicht bei großer Teufe jedem andern Hilfsmittel überlegen sein dürfte. Bevor man aber nach dieser Richtung Hoffnungen weckt oder zu Versuchen im großen ermutigt, wird es nötig sein, erst noch näher festzustellen, welchen Einfluß der verschiedene Durchlässigkeitsgrad und der Wechsel des Gesteins sowie das Absinken tropfbar-flüssigen Wassers in die Tiefe auf die Stärke aufsteigender Dampfströmungen ausüben und welche Wechselbeziehungen zwischen ihnen und der Bewetterung der Gruben bestehen. Auch für die Beantwortung dieser Fragen finden sich in dem bergmännischen, hydrologischen und agrikulturnphysikalischen Schrifttum wertvolle Anhaltspunkte, vieles bleibt aber auch noch nachzuprüfen und durch weitere Versuche zu klären. Ein näheres Eingehen auf die Folgerungen, die sich aus der vorstehenden Untersuchung für die Praxis ergeben, würde über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausführen, es muß daher bei diesem kurzen Hinweis auf die praktische Seite der Frage hier sein Bewenden haben.

¹ Die Aufstiegeschwindigkeit des Dampfes würde dabei etwa 3 m an Tage betragen, wenn man den freien Porenquerschnitt zu 0,5 des Gesteinquerchnitts annimmt.

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Kohलगewinnung der Ver. Staaten im Jahre 1918¹. Nach den endgültigen von der Geologischen Landesanstalt der Ver. Staaten veröffentlichten Zahlen betrug die Kohलगewinnung der Union, Weich- und Hartkohle zusammengefaßt, im Jahre 1918 678,2 Mill. t. Davon entfielen

¹ s. hierzu den Aufsatz von Dr. E. Jüngst: Der Steinkohlenbergbau der Ver. Staaten im Kriege, Glückauf 1920, S. 52 und 71.

579,4 Mill. t auf Weichkohle, bei deren Gewinnung 615 305 Mann beschäftigt waren gegen 603 143 in 1917. Die Zahl der im Weichkohlenbergbau verfahrenen Arbeitstage belief sich auf 249 (243 in 1917) und war höher als in irgendeinem früheren Jahr. Der Gesamtwert der Weichkohlenförderung betrug annähernd 1½ Milliarden \$, der von Weich- und Hartkohle zusammen 1,8 Milliarden \$. Im einzelnen unterrichtet über die Kohलगewinnung der Union im Jahre 1918 die folgende Zusammenstellung.

	Förderung 1000 l. t	Wert der Förderung		Zahl der	
		insges. Mill. \$	je t \$	Arbeits- tage	beschäftigten Personen
Weichkohle	579 386	1 492	2,58	249	615 305
Davon in:					
Alabama	19 185	55	2,85	278	26 221
Colorado	12 408	33	2,09	255	14 483
Illinois	89 291	207	2,32	238	85 965
Indiana	30 679	70	2,29	227	30 376
Kentucky	31 613	81	2,55	230	39 342
Ohio	45 813	118	2,58	223	48 450
Pennsylvanien	178 551	463	2,59	269	174 306
Virginien	10 200	26	2,51	277	11 004
West-Virginien	89 936	231	2,56	238	89 530
Hartkohle	98 826	336	3,40	293	147 121
Insgesamt	678 212	1 828	2,70	258	762 426

Über den Absatz und Verbrauch an amerikanischer Kohle in 1918 gibt die nachstehende Übersicht Aufschluß.

	Eisenbahn- versand	Land- absatz - und Berg- manns- kohle	Selbst- ver- brauch	Zur Koks- her- stellung ver- wandte Kohlen- menge
				1000 l. t
Weichkohle	503 089	18 682	12 521	45 094
Davon in:				
Alabama	16 062	304	594	2 225
Colorado	10 581	436	311	1 079
Illinois	83 269	3 641	2 381	—
Indiana	28 962	942	775	—
Kentucky	29 351	1 050	678	594
Ohio	42 889	2 016	909	—
Pennsylvanien	137 493	4 984	3 613	32 460
Virginien	8 189	393	108	1 601
West-Virginien	81 580	2 637	1 160	4 559
Hartkohle	85 928	2 674	10 224	—
Insgesamt	589 016	21 356	22 745	45 094

Kohlenausfuhr Großbritanniens im Februar 1920¹. Im Februar d. J. war die Ausfuhr Großbritanniens an mineralischem Brennstoff, wie der nachstehenden Zusammenstellung zu entnehmen ist, nur um 48 000 t oder 1,63 % größer als in dem entsprechenden Monat des Vorjahrs, dabei verzeichnet der Versand an Kohle einen Rückgang um 108 000 t, während die Ausfuhr von Koks um 116 000 t, die von Preßkohle um 40 000 t gestiegen ist. Sehr erheblich ist der Rückgang der Lieferungen von Kohle nach Italien

Bestimmungsland	Februar			Januar und Februar			± 1920 ge- gen 1919
	1913	1919	1920	1913	1919	1920	
Ägypten	243	105	74	557	212	169	- 43
Argerien	132	25	53	268	25	93	+ 68
Argentinien	309	38	49	629	60	131	+ 71
Belgien	197	10	98	394	15	167	+ 152
Brasilien	150	10	19	290	24	70	+ 46
Britisch-Indien	26	—	—	31	—	—	—
Chile	28	—	—	95	3	1	- 2
Dänemark	271	115	91	530	200	267	+ 67
Deutschland	594	—	—	1 263	—	0,479	—

¹ Nach den »Accounts relating to Trade and Navigation of the United Kingdom«.

Bestimmungsland	Februar			Januar und Februar			
	1913	1919	1920	1913	1919	1920	± 1920 ge- gen 1919
Frankreich	1 005	1 369	1 232	2 155	2 697	2 855	+ 158
Gibraltar	26	72	107	63	213	192	- 21
Griechenland	59	2	18	100	2	54	+ 52
Holland	186	25	32	389	39	114	+ 75
Italien	766	463	310	1 587	725	674	- 51
Malta	86	63	26	152	133	61	- 72
Norwegen	224	83	61	439	157	181	+ 24
Österreich-Ungarn	144	4	5	281	4	50	+ 46
Portugal	122	47	25	241	70	78	+ 8
Azoren u. Madeira	17	2	22	40	21	32	+ 11
Rußland	108	14	—	334	25	4	- 21
Schweden	300	108	158	606	160	322	+ 162
Spanien	231	65	31	463	106	67	- 39
Kanarische Inseln	113	—	28	242	—	57	+ 57
Uruguay	50	2	34	129	16	64	+ 48
Anderer Länder	183	87	128	367	152	256	+ 104
zus. Kohle	5 570	2 709	2 601	11 640	5 059	5 959	+ 900
dazu Koks	99	114	230	206	183	509	+ 326
dazu Preßkohle	154	123	163	351	253	330	+ 77
insgesamt	5 823	2 946	2 994	12 197	5 495	6 798	+ 1 303
Wert	3 982	5 405	11 464	8 326	9 880	24 869	+ 14 989
	in 1000 £						
Kohle usw. für Dampfer im aus- wärtigen Handel	1 540	822	1 038	3 297	1 759	2 204	+ 445

(— 153 000 t) und nach Frankreich (— 137 000 t), dagegen verzeichnen einen Mehrbezug Belgien (+ 88 000 t), Schweden (+ 50 000 t), Algerien (+ 28 000 t) und Argentinien (+ 11 000 t). Die Bunkerverschiffungen waren bei 1,038 Mill. t um 216 000 t größer als in dem entsprechenden Monat des Vorjahrs. Der Wert der Ausfuhr bezifferte sich auf 11,5 Mill. £ und war damit reichlich doppelt so groß wie im Februar 1919, wo er 5,4 Mill. £ betrug.

Kohleneinfuhr der Schweiz im Jahre 1919¹. Der Bezug der Schweiz an mineralischem Brennstoff gestaltete sich in den Jahren 1913 - 1919 wie folgt.

Jahr	Steinkohle t	Koks t	Preßkohle t	Rohbraun- kohle t
1913	1 969 454	439 495	968 530	1 528
1914	1 697 251	451 452	956 802	2 392
1915	1 868 999	588 940	852 293	1 210
1916	1 625 097	815 264	704 613	6 553
1917	1 227 564	620 878	415 404	6 027
1918	1 158 508	673 853	288 778	20 260
1919	1 258 176	191 415	281 295	3 879

Wenngleich im letzten Jahr die Einfuhr von Steinkohle um 99 668 t oder 8,60% gegen 1918 gestiegen ist, so fehlte immerhin noch an der im letzten Friedensjahr eingeführten Menge mehr als die Hälfte (711 278 t oder 56,53%). In den Kriegsjahren wurde der größte Teil der Steinkohle wie in der Friedenszeit aus Deutschland bezogen; noch im Jahre 1918 war Deutschland an der Gesamteinfuhr mit 948 186 t oder 81,85% beteiligt, 1919 hingegen fiel sein Anteil auf 220 910 t oder 17,56%. Im letzten Jahre hat auch die amerikanische Kohle auf dem Schweizer Markt Eingang gefunden, der ihr früher

¹ Schweizerische Handelsstatistik 1919, 4. Vierteljahr.

wegen ihres hohen Preises verschlossen war. Von der Einfuhr in 1919 entfällt auf die Ver. Staaten sogar der Hauptanteil mit 486 165 t oder 38,64%. Bemerkenswert ist der Rückgang in der Belieferung der Schweiz mit Koks; gegen das Vorjahr ergibt sich ein Abfall von 482 438 t oder 71,59%. Die Einfuhr aus Deutschland ist um 526 660 t oder 86,72% und der Bezug aus England um 21 103 t oder 54,46% zurückgegangen, dagegen hat sich die Einfuhr aus den übrigen Ententeländern gehoben.

Auch der Bezug von Braunkohle und Preßkohle verzeichnet im letzten Jahre gegen 1918 eine Abnahme, und zwar um 16 381 t und 7 483 t. Im übrigen sei auf die nachstehende Zusammenstellung verwiesen.

Einfuhr der Schweiz	4. Vierteljahr		Ganzes Jahr		
	1918 t	1919 t	1918 t	1919 t	± 1919 gegen 1918 t
Steinkohle					
Deutschland.....	121 545	72 927	948 186	220 910	-727 276
Österr.-Ungarn..	10	—	924	20	- 904
Frankreich.....	20 632	20 784	69 482	252 935	+183 453
Belgien.....	28 921	19 925	127 034	244 625	+117 591
Großbritannien..	1 600	26 180	12 882	53 521	+ 40 639
VereinigteStaaten	—	294 991	—	486 165	+486 165
zus.	172 708	434 807	1 158 508	1 258 176	+ 99 668

Einfuhr der Schweiz	4. Vierteljahr		Ganzes Jahr		
	1918 t	1919 t	1918 t	1919 t	± 1919 gegen 1918 t
Braunkohle					
Deutschland.....	—	92	—	241	+ 241
Österr.-Ungarn..	983	25	20 211	3 637	- 16 574
Frankreich.....	—	—	—	1	+ 1
Andere Länder..	1	—	49	—	- 49
zus.	984	117	20 260	3 879	- 16 381
Koks					
Deutschland.....	105 960	25 372	607 283	80 623	-526 660
Österr.-Ungarn..	155	756	6 390	2 729	- 3 661
Frankreich.....	2 004	5 271	21 238	40 116	+ 18 878
Belgien.....	—	8 076	195	37 030	+ 36 835
Holland.....	—	20	—	45	+ 45
Großbritannien..	21 202	2 333	38 747	17 644	- 21 103
VereinigteStaaten	—	13 071	—	13 228	+ 13 228
zus.	129 321	54 899	673 853	191 415	-482 438
Preßkohle					
Deutschland.....	33 596	23 531	287 770	98 628	-189 142
Österr.-Ungarn..	—	—	—	629	+ 629
Frankreich.....	—	95	—	5 414	+ 5 414
Belgien.....	—	19 093	887	164 760	+163 873
Großbritannien..	—	6 342	—	11 786	+ 11 786
Andere Länder..	23	78	121	78	- 43
zus.	33 619	49 139	288 778	281 295	- 7 483

Markscheidewesen.

Beobachtungen der Wetterwarte der Westfälischen Berggewerkschaftskasse im März 1920.

März 1920	Luftdruck, zurückgeführt auf 0° C und Meereshöhe				Unterschied zwischen Höchstwert und Mi. destw. mm.	Lufttemperatur				Unterschied zwischen Höchstwert und Mindestw. °C	Wind Richtung und Geschwindigkeit in m/sek., beobachtet 36 m über dem Erdboden und in 116 m Meereshöhe				Nieder- schläge Regenhöhe mm			
	Höchstwert mm	Zeit	Mindestwert mm	Zeit		Höchstwert °C	Zeit	Mindestwert °C	Zeit		Höchstwert	Zeit	Mindestwert	Zeit				
																Windrichtung	Windgeschwindigkeit	
1.	770,3	0 V	763,9	5 N	6,4	+18,6	3 N	+ 8,0	6 V	10,6	S	5	6-7 N	S	2	10-11 V	—	
2.	772,8	12 N	764,4	3 V	8,4	+15,7	12 V	+ 9,5	12 N	6,2	W	7	12-1 N	S	2	8-9 N	—	
3.	777,4	10 V	772,8	0 V	4,6	+11,0	4 N	+ 5,0	12 N	6,0	W	6	9-10 N	W	2	9-10 V	—	
4.	774,1	0 V	765,2	12 N	8,9	+13,3	4 N	+ 2,1	8 V	11,2	W	7	2-3 V	OSO	2	9-10 N	—	
5.	765,2	0 V	759,6	6 N	5,6	+17,0	4 N	+ 6,3	1 V	10,7	WSW	9	10-12 V	W	3	10-11 N	—	
6.	759,8	0 V	749,8	12 N	10,0	+18,5	1 N	+ 6,6	2 V	11,9	SSW	7	11-12 V	W	2	1-2 V	—	
7.	756,5	12 N	748,0	6 V	8,5	+16,0	1 V	+ 4,0	12 N	12,0	W	8	7-8 V	N	2	9-10 N	6,8	
8.	765,1	12 N	756,5	0 V	8,6	+ 5,0	3 N	+ 0,8	8 V	4,2	N	7	3-4 N	N	2	9-10 V	4,0	
9.	773,2	12 N	765,1	0 V	8,1	+ 5,0	4 N	+ 0,4	5 V	4,6	N	6	4-5 N	N	2	1-2 N	0,1	
10.	773,2	0 V	770,8	12 N	2,4	+ 4,2	3 N	+ 0,4	12 N	3,8	O	2	5-6 N	O	2	5-7 V	—	
11.	770,8	0 V	765,4	12 V	5,4	+ 6,5	3 N	- 1,5	7 V	8,0	SSW	5	2-3 N	S	2	8-9 V	—	
12.	765,4	0 V	758,8	5 N	6,6	+ 7,2	4 N	+ 1,0	6 V	6,2	S	7	8-9 N	S	2	2-3 N	—	
13.	760,9	7 V	755,1	12 N	5,8	+ 8,0	1 N	+ 2,0	5 V	6,0	SWS	6	12-1 N	O	3	9-10 N	1,0	
14.	755,1	0 V	740,6	12 N	14,5	+ 8,0	3 N	+ 1,6	7 V	6,4	SWS	9	11-12 V	S	2	8-9 V	—	
15.	742,6	12 N	735,8	11 V	6,8	+10,2	1 N	+ 5,4	0 V	4,8	SWS	9	1-2 V	W	2	4-5 N	1,1	
16.	758,5	12 N	742,6	0 V	15,9	+ 8,0	1 N	+ 3,4	7 V	4,6	W	6	5-6 N	W	2	8-9 N	2,7	
17.	761,8	12 N	758,5	0 V	3,3	+ 8,9	2 N	+ 3,2	7 V	5,7	W	10	1-2 N	W	5	12-1 V	—	
18.	766,4	12 N	761,5	4 V	4,9	+10,1	3 N	+ 8,0	12 N	2,1	W	9	12-2 V	WNW	3	8-9 N	0,15	
19.	773,3	12 N	766,4	0 V	6,9	+ 9,3	4 N	+ 3,8	8 V	5,5	NNW	6	2-3 N	W	2	8-9 V	2,0	
20.	773,6	8 V	772,7	4 N	0,9	+12,0	4 N	+ 2,7	3 V	9,3	W	6	12-2 N	N	2	10-11 N	—	
21.	774,6	11 V	772,3	12 N	2,3	+10,6	5 N	+ 6,5	7 V	4,1	WNW	3	2-3 N	N	2	3-4 V	—	
22.	772,3	0 V	767,2	12 N	5,1	+13,7	5 N	+ 7,9	5 V	5,8	NNW	3	3-4 N	N	2	6-9 N	—	
23.	767,2	0 V	763,4	6 N	3,8	+15,2	6 N	+ 2,4	7 V	12,8	W	3	7-9 V	W	2	12-7 V	—	
24.	764,3	8 V	763,3	6 N	1,0	+15,4	3 N	+ 4,8	7 V	10,6	O	3	5-6 V	W	2	2-11 N	—	
25.	764,1	2 V	761,5	12 N	2,6	+12,0	4 N	+ 5,6	1 V	6,4	SSW	5	10-11 N	S	2	12-10 N	—	
26.	761,5	0 V	758,3	12 N	3,2	+13,0	5 N	+ 7,5	2 V	5,5	SSW	6	1-2 N	SSW	2	5-7 V	—	
27.	758,3	0 V	756,5	8 V	1,8	+13,3	1 N	+10,2	7 V	3,1	SSW	9	10-11 V	SSW	4	6-7 N	—	
28.	758,2	2 V	755,2	12 N	3,0	+13,3	5 N	+ 9,2	7 V	10,1	S	7	3-4 N	S	3	5-6 V	1,6	
29.	755,2	0 V	752,1	5 N	3,1	+22,0	4 N	+13,0	6 V	9,0	S	6	9-10 V	S	2	2-3 V	—	
30.	756,1	12 N	752,5	4 V	3,6	+18,5	3 N	+ 7,5	7 V	11,0	OSO	6	12-1 N	W	2	10-12 N	—	
31.	756,1	0 V	748,2	12 N	7,9	+12,3	2 N	+ 9,0	12 N	3,3	ONO	9	2-3 N	N	2	7-8 V	—	
Monatsmittel	764,64		758,84		5,80	+12,19		+ 5,04		7,15							Monatssumme Monatsmittel aus 33 Jahren (seit 1888)	19,55 61,1

Marktbericht.

Brennstoffverkaufspreise des Reichskohlenverbandes.
Der »Reichsanzeiger« vom 29. April 1920 veröffentlicht eine Bekanntmachung des Reichskohlenverbandes, in der die ab 1. Mai 1920 geltenden Brennstoffverkaufspreise aufgeführt werden.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

Vom 6. April 1920 an:

5 c. Gr. 2. G. 44 172. Gustav Gloßmann, Beuthen (O.-S.). Verfahren zum Ablenken der Gefrierrohre von einer Schachtwand aus eisernen Auskleidungsplatten mit lotrechten äußern Führungsrohren. 3. 7. 16.

5 d. Gr. 1. B. 84 337. Norman B. Braly, Butte, Staat Montana (V. St. A.); Vertr.: Dr. B. Alexander-Katz und F. Bornhagen, Pat.-Anwälte, Berlin SW 48. Kuppung, besonders für Wetterluttonen. 8. 8. 17. V. St. v. Amerika. 8. 8. 16.

5 d. Gr. 3. K. 71 975. Heinrich Kroll, Werne (Kr. Bochum). Bewetterungsrohr für Aufbrüche. 6. 2. 20.

Vom 8. April 1920 an:

5 a. Gr. 4. Z. 10 249. Wilhelm Zimmermann, Erkelenz (Rhd.). Brems Scheibe für Tiefbohrbetriebe. 27. 12. 17.

10 a. Gr. 22. T. 23 483. Thyssen & Co., A.G., Mülheim (Ruhr). Verfahren der Beheizung von Drehöfen, die zur Schwelerei von Kohlen und ähnlichen Stoffen dienen. 2. 1. 20.

10 a. Gr. 23. J. 19 568. Paul Jentsch, Wolfenbüttel und Joseph Weidlich, Braunschweig, Riedestr. 15. Liegende, umlaufende Trommel zum Verschwelen von Kohle, bituminösem Schiefer, Erdpech u. dgl. unter Vakuum. 18. 8. 19.

10 a. Gr. 26. K. 70 605. Köln-Rottweil A.G., Berlin. Liegende Retorte zur fortlaufenden Destillation von Kohle, Holz, Torf o. dgl. bei gewöhnlichem Druck, Überdruck oder Vakuum. 20. 10. 19.

24 c. Gr. 1. R. 49 381. Wilhelm Ruppman, Hütten-technisches Bureau, Stuttgart. Verfahren zur Ausnutzung und Rückführung der Abgaswärme von Rekuperativöfen. 27. 1. 20.

40 a. Gr. 4. R. 48 631. Rheinisch-Nassauische Bergwerks- und Hütten-A.G., Stolberg (Rhd.). Mechanischer Röstofen. 20. 10. 19.

43 a. Gr. 42. K. 71 034. Oskar Kregeloh, Essen, Maxstr. 11. Von außen einhängbare Kontrollmarke für Förderwagen. 20. 11. 19.

80 c. Gr. 13. K. 69 364. Fried. Krupp A.G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Entleerungsvorrichtung für Schachtofen, Silos u. dgl. 28. 6. 19.

81 e. Gr. 15. L. 47 548. Ewald Leveringhaus, Essen, Giselastr. 5. Verbindung für Hängerutschen. 23. 12. 18.

81 e. Gr. 21. W. 50 659. Walter Werner, Bruckdorf b. Halle. Kreiselwippen. 9. 4. 18.

81 e. Gr. 30. D. 36 791. Deutsche Maschinenfabrik A.G., Duisburg. Vorrichtung zum Befördern der Blöcke vom Ofen zur Walzenstraße. 1. 12. 19.

81 e. Gr. 38. F. 37 368. Hermann Fischer und Erich Eichler, Berlin, Linkstr. 12. Anlage zur Lagerung größerer Mengen feuergefährlicher Flüssigkeiten und Abgabe in Teilmengen; Zus. z. Pat. 292 350. 3. 10. 13.

81 e. Gr. 38. F. 38 106. Hermann Fischer und Erich Eichler, Berlin, Linkstr. 12. Anlage zur Lagerung größerer Mengen feuergefährlicher Flüssigkeiten und Abgabe in Teilmengen; Zus. z. Anm. F. 37 368. 28. 1. 14.

81 e. Gr. 38. F. 38 677. Hermann Fischer und Erich Eichler, Berlin, Linkstr. 12. Anlage zum Abfüllen feuergefährlicher Flüssigkeiten. 20. 4. 14.

81 e. Gr. 38. O. 10 918. Daniel Hendericus van Os, Maarssen (Holland); Vertr.: Dr. H. Göller, Pat.-Anw., Stuttgart. Schutzvorrichtung bei oberirdischen Lagerbehältern für feuergefährliche Flüssigkeiten. 13. 3. 19. Holland 15. 2. 18.

81 e. Gr. 39. W. 53 329. Fa. O. und H. Wickel, Bielefeld. Einrichtung zum Abbremsen der Wagen bei Hängebahnanlagen. 4. 9. 19.

Versagung.

Auf die am 5. Juli 1918 im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldung

27 c. F. 41 471. Kreiselverdichter für begrenzte Antriebsleistung. ist ein Patent versagt worden.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 6. April 1920.

5 a. 735 995. Johann Stürznickel, Hamborn, Buschhausener Str. 71a. Ausziehbares Anschlußrohr für Rutschmaschinen. 2. 3. 20.

5 a. 735 996. Johann Stürznickel, Hamborn, Buschhausener Str. 71a. Zweizylindrige Rutschmaschine mit seitlichen Schieberkasten. 2. 3. 20.

5 b. 735 974. Maschinenfabrik Schieß A.G., Düsseldorf. In das Auspuffgehäuse bei rotierend wirkenden Schrämmaschinen eingebauter Ölabscheider. 28. 2. 20.

20 d. 735 818. A.G. Lauchhammer, Lauchhammer. Schmiernuteanordnung für die Lagerzapfen von Förderwagenrädern. 1. 3. 20.

20 d. 736 143. Rheinisch-Westfälische Stahlwerke, G. m. b. H., Dorsten (Westf.). Untergestell für Grubenwagen. 1. 3. 20.

21 f. 735 817. Julius Schmidt, Zwickau, Goethestr. 33. Elektrische Grubenlampe. 26. 2. 20.

27 c. 735 876. Curt Malchow, Berlin-Südende, Bahnstraße 14. Ventilloser rotierender Kolbenkompressor. 29. 1. 19.

42 i. 736 122. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A.G., Frankfurt (Main). Vorrichtung zur Erkennung der richtigen Gießtemperatur von Metallen, Legierungen u. dgl. 23. 2. 20.

43 a. 736 218. Emil Stortz und Friedr. Kranemann, Derne (Westf.). Kontrollmarke an Förderwagen. 3. 3. 20.

59 b. 735 822. Dipl.-Ing. F. Neumann, Nürnberg, Schleiermacherstr. 8. Vielstufige Kreiselpumpe für große Saughöhe. 25. 4. 18.

80 c. 735 878. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Selbsttätige Beschickungsvorrichtung für Schachtofen. 26. 5. 19.

Änderung in der Person des Inhabers.

Folgendes Patent (die in der Klammer angegebenen Zahlen nennen mit Jahrgang und Seite der Zeitschrift die Stelle seiner Veröffentlichung) ist auf die genannte Firma übertragen worden.

40 a. 256 738 (1913, 348) Hoganäs - Billesholms Aktiebolag in Helsingborg (Schweden).

Aufhebung von Löschungen.

Die Löschung folgenden Patentes ist aufgehoben worden:

1 a. 240 607 (1911, 1901), 271 115 (1914, 477).

Deutsche Patente.

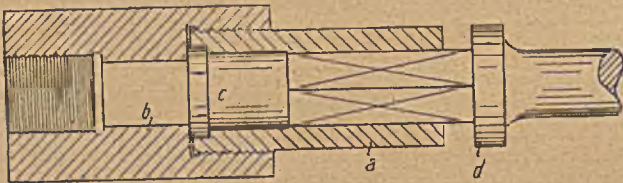
Der Buchstabe K (Kriegspatent) hinter der Überschrift der Beschreibung eines Patentes bedeutet, daß es auf Grund der Verordnung vom 8. Februar 1917 ohne vorausgegangene Bekanntmachung der Anmeldung erteilt worden ist.

1 a (7). 319 708, vom 10. November 1917. Theodor Steen in Charlottenburg. Verfahren zum Behandeln von Massengütern zwecks Reinigung oder mechanischer oder chemischer Aufbereitung.

Die Massengüter sollen zusammen mit einer Flüssigkeit mit Hilfe von Mischluftflüssigkeitshebern durch mehrere

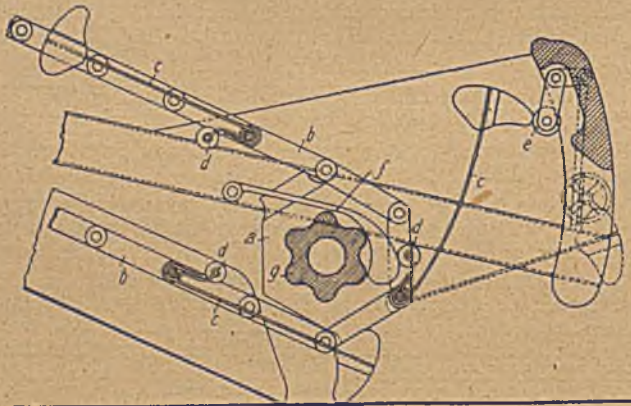
Behälter geleitet und nach dem Verlassen des letzten Behälters von der Flüssigkeit getrennt werden. Die abgesonderte Flüssigkeit soll alsdann in den ersten Behälter zurücklaufen. Während des Durchlaufens des Gutstroms durch die Behälter soll an einer oder an mehreren Stellen unterhalb der Mischluftflüssigkeitsheber Erneuerungsflüssigkeit so in diesen Strom eingeführt werden, daß ein im wesentlichen gegen die Bewegungsrichtung des Massengutes gerichteter, durch Überläufe von einem zum andern Behälter geleiteter, an Stärke zunehmender Strom entsteht, der Verunreinigungen des Gutes mitnimmt und nach der Abzapfstelle des ersten Behälters führt. Die Flüssigkeit, die an den verschiedenen Stellen in den Gutstrom eingeführt wird, kann verschieden wirken und verschiedene Temperaturen haben.

5 b (6). 319 614, vom 2. März 1919. Hugo Klerner in Gelsenkirchen. *Bohrhammerschlagkolben*.



Der Schaft *a* des Kolbens ist mit Hilfe eines Gewindes in den Kolben *b* eingeschraubt, und in den Schaft ist ein gehärtetes Zwischenstück *c* so eingesetzt, daß es beim Einschrauben des Schaftes zwischen diesem und dem Kolben festgeklemmt wird. Das Zwischenstück nimmt den Schlag des Kolbens auf den Bohrer *d* auf.

5 b (11). 319 615, vom 26. Juni 1919. Hermann Franke in Hannover. *Fahrbarer Beladebagger für trümmerförmiges Gut*. Zus. z. Pat. 317 252. Längste Dauer: 10. Dezember 1933.



Die federnden Stiele *c* der hammerartig ausgebildeten Kratzer des durch das Hauptpatent geschützten Baggers tragen auf einer Verlängerung die Laufrolle *d*. Innerhalb der die Stiele tragenden Kette sind exzentrisch zu deren Trommel *a* feste Führungsbahnen *f* für die Rollen *d* so angeordnet, daß die Stiele *c* gespannt werden, wenn die Kratzer sich bei ihrer Bewegung um die Trommel *a* gegen die feststehenden Anschlagrollen *e* legen. Die Führungsbahnen *f* können am Baggergestell schwingend aufgehängt und die Kratzer in der Mitte so verbreitert sein, daß sie auf den Gliedern *b* des obren Trumms der Kette aufruhren. Außerdem können die Umkehrtrommeln für die Kette an den den Kratzern gegenüberliegenden Stellen *g* einen kleineren Durchmesser haben als an den übrigen Stellen, und die erst genannten Stellen können unrund sein, so daß sie die sich auf die Kratzer legenden nicht genügend zerkleinerten Stücke des Gutes zerbrechen.

5 d (3). 319 607, vom 11. Juli 1918. Theodor Hackert in Recklinghausen. *Vorrichtung zur Ver-*

hinderung der Fortpflanzung von Grubenexplosionen durch Gesteinstaubverwirbelung.

An der Firste der Strecke ist ein Boden zur Aufnahme des Gesteinstaubes angeordnet, dessen Auflager von der der Explosionsflamme vorausseilenden Luftwelle beseitigt werden kann, so daß der Boden mit dem auf ihm liegenden Staub frei in die Strecke niederfällt.

12 f (2). 319 474, vom 6. Juli 1915. Isola, Gesellschaft für Wärme- und Kälte-Isolierung m. b. H. in Berlin. *Verfahren und Vorrichtung zur Beförderung flüssiger Luft zwecks Benutzung als Sprengmittel in Bergwerken.*

Die flüssige Luft soll am Herstellungsort in mehrere mit einer Schutzhülse versehene Dewarsche Gefäße gefüllt werden, worin sie mit Hilfe eines Gestelles, in dem die Gefäße unverrückbar feststehen, zur Verbrauchsstelle geschafft wird. Hier sollen die Saugpatronen in die Gefäße getaucht werden. Man kann die flüssige Luft auch in besondere Behälter füllen, in die man die Patronen taucht. Mehrere Gefäße können zu einem Gefäß vereinigt werden, indem man sie leicht lösbar jedoch gegeneinander unverrückbar miteinander verbindet.

12 o (1). 299 073, vom 14. Dezember 1915. Phönix Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb in Gelsenkirchen. *Verfahren zum Reinigen von Benzol und Homologen*. K.

Das zu reinigende Roherzeugnis soll mit Schwefelsäure behandelt und nur mit so viel festen Alkalien, Erdalkalien oder konzentrierten Lösungen davon in einer nach dem Säuregehalt berechneten Menge versetzt und gemischt werden, daß bei einer Destillation der beiden Schichten ein wasserlöslicher, zum Kühlhalten von Werkzeugmaschinen usw. verwendbarer Rückstand ohne Verlust oder Entstehung von Abwasser erhalten wird. Die Schichten können auch getrennt destilliert werden, wobei aus der untern Schicht eine als Klebmittel oder zur Seifenherstellung oder als Harzersatz verwendbare Masse gewonnen wird.

12 r (1). 298 823, vom 14. November 1913. Dr.-Ing. August Hartmann in Berlin. *Verfahren zur Gewinnung der Benzolkohlenwasserstoffe des Kokereigases aus dem Waschöl*. K.

Die Benzolkohlenwasserstoffe sollen aus dem Waschöl in ununterbrochenem Kreislauf ausschließlich mit Hilfe indirekten Dampfes betriebsüblicher Spannung ununterbrochen abgetrieben werden.

12 r (1). 319 656, vom 19. März 1918. Allgemeine Gesellschaft für chemische Industrie m. b. H. in Berlin. *Verfahren zur Trennung des Paraffins von dem Neutralöl und dem sauerstoffhaltigen Anteil des Destillats von Generator- oder Tieftemperaturteer*.

Die Destillate sollen mit Pyridin oder Pyridinbasen und Wasser fraktioniert gefällt werden. Falls aus den entsprechenden Fraktionen von Braunkohlenteer oder Erdöl Paraffin ausgeschieden werden soll, sind die Fraktionen mit zur Fällung des Paraffins ausreichenden Mengen Pyridin oder Pyridinbasen zu versetzen.

24 g (5). 319 665, vom 4. Februar 1919. Firma Friedrich von Hadeln in Hannover. *Staub- und Flugaschenabscheider mit in eine Erweiterung des Abzugskanals eingebauten, sich schuppenartig überdeckenden Gliedern*.

Die senkrecht oder annähernd senkrecht stehenden Glieder des Abscheiders sind in Reihen angeordnet, die im Grundriß schräg zur Strömungsrichtung der Gase stehen.

24 h (2). 319 666, vom 24. Dezember 1916. Léon Tréfois in Brüssel. *Mittels Schleuderscheiben arbeitende Beschickungsvorrichtung für Schachtofen und Gaserzeuger*.

Auf einer senkrechten, zwangsläufig angetriebenen Achse sind zwei oder mehr ringförmige Schleuderscheiben an-

geordnet, von denen die höher liegenden einen größern innern und äußern Durchmesser haben als die tiefer liegenden.

24 k (4). 319 667, vom 3. Mai 1918. Heinrich Hecker und Bender & Främbis G. m. b. H. in Hagen (Westf.). *Zweiräumiger Winderhitzer (Rekuperator) aus Steinen mit flachrechteckiger Lochung.*

Die Steine des Erhitzers sind außen flach sechskantig, und zwar haben sie zwei einander gegenüberliegende längere und vier gleiche kürzere Kanten. Je vier solcher Steine sind mit ihren kürzern Kanten aneinanderstoßend so zusammengefügt, daß sie mit den längern Außenkanten einen Abgaskanal einschließen, der von den als Luftzüge dienenden Lochungen der Steine auf vier Seiten umgeben ist.

26 a (1). 319 621, vom 1. August 1913. Jacobus Gerardus Aarts in Dongen (Holland). *Verfahren und Vorrichtung zur ununterbrochenen fraktionierten Destillation von bituminösen Brennstoffen in Stückform.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Belgien vom 1. August 1912 für die Ansprüche 1 und 4 beantragt.

Die Brennstoffe sollen in dem obern Teil von aufrecht stehenden, von außen beheizten Kammern von durchweg gleichem Querschnitt durch eine mechanische, nach den Kammerwänden und nach unten wirkende Druck- oder Stampfvorrichtung so verteilt werden, daß die Beschickung an den Kammerwänden am dichtesten ist und nach der Mitte der Kammer zu allmählich lockerer wird. Der mittlere, verhältnismäßig lockere Teil der Beschickung kann dabei bis zu der Stelle, an der sie infolge der Erwärmung unbeweglich zu werden beginnt, vom Druck von oben her entlastet werden. Das ständige Abführen der Beschickung aus den Kammern kann durch unterhalb der letztern angeordnete, mit Zähnen besetzte Walzen o. dgl. bewirkt werden. Das ausgetragene Gut kann in Wasser fallen, wobei sich die Menge des erzeugten Wasserdampfes im Verhältnis zur Menge der Beschickung regeln läßt. Auch die Geschwindigkeit und die Temperatur der Beschickung können geregelt werden, und zwar so, daß das erzeugte Wassergas in der Zone der Höchsttemperatur frei von unzersetztem Wasser ist.

27 c (8). 319 413, vom 31. Januar 1918. Dipl.-Ing. Albert Betz in Göttingen. *Schraubenventilator oder Schraubenpumpe.*

Bei den Flügeln der Pumpe oder des Ventilators ist das Verhältnis vom Wölbungspfeil der Saugseite zur Flügelbreite im abgewinkelten Zylinderschnitt durch den Flügel in der Nähe des Umfanges kleiner als 0,12 und in der Nähe der Nabe (bis zu einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ der Flügellänge von der Nabe) größer als 0,18.

49 f (15). 319 684, vom 2. Mai 1917. Chemische Fabrik Griesheim-Elektron in Frankfurt (Main). *Verfahren zum autogenen Schweißen von Aluminium.*

Als Schweißmittel sollen Salze verwendet werden, die keine in Wasser unlöslichen Rückstände ergeben, wie lösliche Fluorverbindungen.

59 b (4). 319 736, vom 18. April 1919. Wilhelm Bauer in Nowawes und Leo Welzer in Berlin. *Kreiselpumpe.*

Die Pumpe ist auf einem Schwimmer angeordnet, durch den das Pumpensaugrohr hindurchführt. Der Schwimmer kann unten offen sein und mit Druckluft gefüllt werden.

80 d (1). 319 699, vom 29. Juni 1919. August Manz, Max Fritz in Charlottenburg und Paul Gärtner in Berlin. *Steinbohrer.*

Der Bohrer besteht aus einem aus Stahl hergestellten Zylinder mit einer meißelartigen Schneide und mit schraubenförmig verlaufenden, von der Schneide ausgehenden Nuten am Umfang.

Löschungen.

Folgende Patente sind infolge Nichtzahlung der Gebühren usw. gelöscht oder für nichtig erklärt worden:

(Die fettgedruckte Zahl bezeichnet die Klasse, die schräge Zahl die Nummer des Patentbesitzers; die folgenden Zahlen nennen mit Jahrgang und Seite der Zeitschrift die Stelle der Veröffentlichung des Patentbesitzers.)

- 1 a. 308 296 1918 S. 669.
- 5 d. 305 280 1918 S. 321.
- 12 c. 202 401 1908 S. 1516, 271 201 1914 S. 515.
- 12 r. 312 776 1919 S. 519.
- 20 a. 306 463 1919 S. 1013.
- 21 h. 303 845 1919 S. 687.
- 27 c. 305 245 1918 S. 306.
- 38 h. 212 911 1909 S. 1540.
- 40 a. 173 209 1906 S. 1029, 250 773 1912 S. 1657.
- 40 b. 300 508 1917 S. 746, 300 917 1917 S. 773, 304 244 1919 S. 1014.
- 42 l. 285 920 1915 S. 793.
- 59 c. 299 570 1917 S. 638.
- 61 a. 316 973 1920 S. 102.
- 78 c. 268 131 1914 S. 41.
- 78 e. 315 431 1919 S. 972.
- 80 c. 315 775 1919 S. 993.
- 81 e. 222 002 1910 S. 818.

Bücherschau.

Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für höhere Schulen.

Große Ausgabe für Realgymnasien und Oberrealschulen sowie zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. Paul Wagner. 7., verb. Aufl. 227 S. mit 322 Abb. und 4 Taf. Leipzig 1919, B. G. Teubner. Preis geb. 4,80 M.

Dieses Buch, über dessen im Jahre 1917 erschienene 6. Auflage berichtet worden ist¹, liegt nach Verlauf von 2 weiteren Jahren in neuer Auflage vor. Der wohlverdiente Erfolg gründet sich auf die klare Darstellung und die geschickte Vorföhrung eines überreichlichen Stoffes, bei der alles Nebensächliche vermieden ist, alles Wichtige aber zur gebührenden Geltung kommt. Eine Eigenart in der Behandlung besteht darin, daß Mineralogie und Geologie nicht gesondert behandelt, sondern ineinander verwoben sind. Das Buch ist für die obern Klassen von Realgymnasien und Oberrealschulen sowie zum Selbstunterricht bestimmt, es dürfte auch zur Einführung in Bergschulen zu empfehlen sein. Der Umfang der neuen Auflage ist derselbe geblieben; irgendwelche Abweichungen gegen früher fallen nicht auf. Klockmann.

Eine Grundwasserstudie im Lößgebiet des Sündgaues (Oberelsaß). Von Hans Vatter. 51 S. mit 25 Abb. Stuttgart 1919, Konrad Wittwer. Preis geb. 3,85 M.

Der Arbeit liegen kriegsgeologische Beobachtungen zugrunde, die beim Stollenbau und bei Bohrungen gewonnen worden sind. Nicht immer einwandfreie Feststellungen betreffen die Wasserdurchlässigkeit von Lößlehm und Löß (Verhältnis 1:4) und den Wassergehalt beider Gesteine, der beim wassergesättigten Löß 48%, beim Lößlehm 44% des Volumens beträgt. Zwischen Lößlehm und Löß bildet sich kein Grundwasser, dagegen sind feuchte Zonen von 1 bis 2 m Mächtigkeit häufig. Für einige Teile des Ruhrgebietes hat die Feststellung Bedeutung, daß Brunnen im Löß wegen des hohen Reibungswiderstandes in der Regel nur wie Zisternen mit einem verhältnismäßig kleinen Einzugsgebiet wirken, in der trocknen Zeit meist wenig, aber schon nach kürzerer Regenzeit wieder reichlich Wasser liefern können.

Th. Wegner, Münster.

¹ a. Glückauf 1917, S. 703.

Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften 1914-1919.

Unter Mitwirkung von Fachmännern hrsg. von Dr. Joseph Plaßmann. 30. Jg. 535 S. mit 253 Abb. im Text und auf 33 Taf. Freiburg (Breisgau) 1920, Herdersche Verlagshandlung. Preis geh. 22 Mk. geb. 26 Mk.

Das den Lesern der Zeitschrift schon von frühern Besprechungen her bekannte, nach fünfjähriger Pause wieder erschienene Werk zeigt im vorliegenden Jahrgang insofern eine grundsätzliche Änderung, als alle theoretischen Wissensgebiete, besonders Chemie und Physik, den angewandten Naturwissenschaften haben weichen müssen, worauf auch der erweiterte Titel des Werkes hinweist. Infolge dieser Neugestaltung des Werkes haben zahlreiche Abschnitte, wie diejenigen über Tief- und Hochbau, Maschinenteknik, Verkehrswesen, Chemische Technologie, Forst- und Landwirtschaft, Anthropologie, Medizin, Luftfahrt, Erd- und Himmelskunde einen reichhaltigern Inhalt gewonnen, der von der Mehrzahl der Leser lebhaft begrüßt werden wird. Weiterhin konnten aus dem gleichen Grunde auch Wissensgebiete aufgenommen werden, die in den frühern Auflagen entweder nur kurz gestreift oder gar nicht berücksichtigt worden waren, wie Berg- und Hüttenwesen, Tierheilkunde und die eine abschließende Darstellung bietende Kriegstechnik.

Aus allen diesen Zweigen der angewandten Naturwissenschaften findet der Leser über die neuern technischen Errungenschaften oder sonst behandelten Gegenstände fesselnd geschriebene Schilderungen, die um so wertvoller sind, als sie von sachkundiger Feder verfaßt und auf wissenschaftlichen Grundlagen aufgebaut, den dargebotenen Stoff in gemeinverständlicher Form bringen. In dem Abschnitt über Berg- und Hüttenwesen, der den Bergassessor van Rossum, Lehrer an der Bergschule zu Essen, zum Verfasser hat, werden im wesentlichen solche Verfahren oder Gegenstände behandelt, die während der Kriegsjahre besondere Bedeutung hatten und weiter vervollkommen worden sind, wie das Versteinungsverfahren, die Verwendung flüssiger Luft für Sprengzwecke, die Bekämpfung von Grubenexplosionen durch Gesteinstaub, die elektrische Grubenlampe, der Kreiselkompaß, Schlagwetterprüfer, das Schwimmverfahren, die Elektorroheisen-darstellung usw. Auf knappen Raum wird hier dem Leser unter Hervorhebung des Wesentlichen in ansprechender Form ein guter Überblick über die erwähnten Gegenstände geboten.

Die bildliche Ausstattung mit Textabbildungen und Tafeln entspricht nach jeder Richtung hin dem vielseitigen und gediegenen Inhalt des Werkes, das jedem, der die entsprechende Belehrung sucht, empfohlen werden kann. W.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 16 - 18 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Gegen die Bodenfremdheit der sächsisch-thüringischen Braunkohlenlagerstätten. Von Raefler. Braunk. 17. April. S. 1/6. Die einander gegenüberstehenden Ansichten über die Ablagerungsform der sächsischen Braunkohlenlager nach neuern Abhandlungen. Die Einwände gegen eine bodeneigene Entstehungsweise und ihre Widerlegung. (Forts. f.)

Die bauxitischen Basalteisensteinvorkommen bei Hörgenau am Vogelsberg. Von Landgraber. Techn. Bl. 17. April. S. 138/9. Kurze Angaben über Entstehung und geologische Verhältnisse der Eisenerzvorkommen sowie Gewinnung und Aufbereitung der Erze.

Bergbautechnik.

Über den neuern Bergbau in Bayern. Bergb. 8. April. S. 298/300. 15. April. S. 319/21. Die Entstehung der Steinkohlenvorkommen bei Stockheim, Reitsch und Erbdorf mit Angaben über die geologischen Verhältnisse sowie den früher dort umgegangenen und gegenwärtig wieder aufgenommenen Betrieb. Besprechung wichtiger Bestimmungen des neuen bayerischen Berggesetzes. (Forts. f.)

Über die Erzvorkommen von Schönficht und Perlsberg im Kaiserwald (Böhmen). Von Chlebus. (Forts.) Mont. Rdsch. 16. April. S. 161/3. Angaben über den Roteisenstein-, Silber-Wismut- und Uran-Manganbergbau in dem genannten Gebiet sowie über den alten Bergbau bei Ober-Perlsberg. Beschreibung des Roteisenerzvorkommens. (Schluß f.)

Die Entwicklung der neuern Schachtabteufverfahren. (Forts.) Bergb. 8. April. S. 297/8. 15. April. S. 317/9. Das Schachtabteufen mit der Thomsonschen Wasserziehvorrichtung und mit elektrischen Kreisel-pumpen, das Versteinungs- und das Gefrierverfahren. (Forts. f.)

Fächerförmiger Abbau eines Braunkohlenflözes im Tagebau. Von Rhein. Braunk. 31. März. S. 691/3*. Beschreibung zweier Abbauverfahren und Vergleich der mit ihnen erzielten Ergebnisse.

Die Bedeutung der Jordanbremse für die Steigerung der Förderleistung vorhandener Schachtenanlagen. Von Geitmann. Ann. Glaser. 1. April. S. 57/8*. Betrachtungen über die Grenzen der Förder-teufe bei Aufrechterhaltung der gegenwärtig bestehenden Sicherheitsvorschriften. Die Wirkungsweise der Jordanbremse und die Möglichkeit, bei ihrer Anwendung die Förder-teufe bis auf 2500 m zu erhöhen.

Note sur un coup de grisou survenu le 16 avril 1917 à la fosse Nr. 9 des mines de Nocux. Von Georges. Ann. Fr. H. 3. S. 129/65*. Die für die Beurteilung der Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosion, der 51 Bergleute zum Opfer fielen, in Frage kommenden Betriebsverhältnisse. Beschreibung der Explosion und der Rettungsarbeiten. Feststellungen und daraus gezogene Schlußfolgerungen der amtlichen Untersuchungskommission.

Über Stützpfiler von Bauten in Senkungsgebieten. Von Pollack. (Forts.) Mont. Rdsch. 16. April. S. 163/5. Wiedergabe der Erörterung, die sich an den Vortrag von Spencer geschlossen hatte. (Forts. f.)

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Über elektrisch geheizte Dampfkessel und Wärmespeicher. Von Höhn. (Forts.) Z. Bayer. Rev. V. 15. April. S. 50/2*. Die Wärmespeicherung durch Öl oder in Beton, verbunden mit Wärmeübertragung durch Öl. Wärmespeicher mit Röhrenverdampfern. Elektrisch betriebene Warmwasserheizungen. Allgemeine Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit der Umwandlung von elektrischem Strom in Wärme.

Kraft- und wärmetechnische Neuerungen bei der Ausgestaltung von Tagesanlagen. Von Föge. Kali. 1. April. S. 115/22*. Ältere Rauchgasvorwärmer

und ihre Nachteile. Betrachtungen über die für eine vorteilhafte Wärmeübertragung in Rauchgasvorwärmern grundlegenden Gesetze und darauf beruhende neuere Bauarten.

Neue Patente auf dem Gebiete der Dampfkesselfeuerung. Vierteljahrsbericht. Von Pradel. Z. Dampfk. Betr. 9. April. S. 105/8*. Die Rostanlage von Fr. Kramer, die Wanderroste von Thies und von Kropelin, die Wanderrost-Feuerbrücke, Bauart Beck, und der Abstreifer für Wanderroste des Bayerischen Hüttenamtes Weiherhammer. (Schluß f.)

Die Lokomotivenfeuerbüchse Bauart Jacobs-Shupert. Von Mayer. Dingl. J. 20. März. S. 63/5*. Nachteile der bisher allgemein verwendeten Feuerbüchsen. Die Einrichtung der Feuerbüchse von Jacobs-Shupert und ihre Vorzüge.

Mitteilungen über neuere Erfahrungen und Versuche mit Ersatzstoffen im Bau und Betrieb von Maschinen. Von v. Hanffstengel. Ann. Glaser. 1. April. S. 49/57*. Die Erfahrungen und Versuche erstrecken sich hauptsächlich auf Metalle, und zwar ihre Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse, verschiedene mechanische Eigenschaften, Verarbeitungsfähigkeit und Eignung zu Lagermetallen.

Panzerketten-Antriebswerke für Tiefbrunnenpumpen. Von Immerschitt. Kohle u. Erz. 12. April. S. 130/1*. An Antriebswerke von Tiefbrunnen zu stellende Anforderungen zur Erzielung eines wirtschaftlichen Betriebes. Der Panzerkettenantrieb und seine Vorteile.

Elektrotechnik.

Elektrische Kraftwerke mit Betrieb durch Verbrennungsmotoren. Von Wintermeyer. (Forts.) Techn. Bl. 17. April. S. 137/8*. Vorzüge, Wirkungsweise, Betriebsmittel und technische Einrichtungen des Dieselmotors zum Betriebe elektrischer Kraftwerke. (Schluß f.)

Die verschiedenen zum Kraftantrieb dienenden Elektromotorsysteme. Von Wintermeyer. Z. Dampfk. Betr. 2. April. S. 99/100*. 9. April. S. 108/9*. Wirkungsweise, Vorzüge und wichtigste Anwendungsgebiete der mit Gleichstrom und der mit Drehstrom betriebenen elektrischen Antriebmotoren. (Forts. f.)

Die Bemessung von Drehstrom-Kollektormotoren. Von Rüdtenberg. E. T. Z. 8. April. S. 265/9*. Wirkungsweise der Drehstrom-Kollektormotoren. Baubeschränkungen. Feld und Spannung. Leistung. (Schluß f.)

Die Berechnung des Wechselstromwiderstandes von massiven Eisenleitern beliebiger Querschnittsform. Von Zickler. El. u. Masch. 11. April. S. 165/70*. Nachweis für die Gültigkeit der früher nur für Eisenleiter mit voll kreisförmigem Querschnitt aufgestellten Gleichungen auch für massive Eisenleiter von beliebiger Querschnittsform. Die sich auf Grund dieser Gleichungen ergebenden weiteren Gleichungen und ihre Bedeutung.

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Electrolytic zinc plant of the Judge Mining & Smelting Co. Von Chapman. Chem. Metall. Eng. 24. März. S. 537/49*. Die Behandlung des 38% Zn, 3-5% Pb, etwas Silber und Spuren sonstiger Metalle enthaltenden Konzentrates auf dem Werk der genannten Gesellschaft in Park City, Utah. Beschreibung der Einrichtungen und Angaben über den Kraftverbrauch sowie die Erzeugung der elektrolytischen Anlage.

Aluminium rolling-mill practice. II/III. Melting furnaces, ingot pouring, ingot heating and

mill calculations. Von Robert J. Anderson und Marshall B. Anderson. Chem. Metall. Eng. 24. März. S. 545/50. 31. März. S. 599/604. Besprechung des ununterbrochenen und des absatzweisen Schmelzverfahrens sowie der dabei zu beachtenden Einzelheiten. Die verschiedenen Aluminiumblechsorten. Besprechung der Öfen zum Erhitzen der Blöcke. Berechnung der Blechabmessungen an Hand von Übersichten und Beispielen.

Über die Fortschritte auf dem Gebiet der Eisenhüttenkunde in den letzten Jahren. Von Dornhecker. Z. angew. Chem. 20. April. S. 96/100*. Kurze Kennzeichnung der praktisch wichtigeren Neuerungen auf dem Gebiete der Roheisenerzeugung seit dem Beginn des Jahres 1912 auf Grund der erschienenen Veröffentlichungen. (Forts. f.)

Crystallography of alpha and beta iron. Von Giolitti. Chem. Metall. Eng. 31. März. S. 585/9*. Besprechung der verschiedenen Kleingefügcarten in untereutektischen Stählen.

Einheitliche Fachwörter für Gießereierzeugnisse. Gießerei. 7. April. S. 61/2. Vorläufiger Entwurf des Arbeitsausschusses für einheitliche Fachwörter im Gießereiwesen des Normenausschusses der deutschen Industrie hinsichtlich einer zweckmäßigen Einteilung der Eisen- und Stahlerzeugnisse.

Wirtschaftlichkeit in der Modelltischlerei. Von Löwer. Gießerei. 7. April. S. 60/1. Steigerung der Wirtschaftlichkeit bei der Modellherstellung durch Auswahl geeigneter Arbeitskräfte.

Der Dampfverbrauch der Löscapparate. Von Heym. Kali. 1. April. S. 122/6. Rechnerische Ermittlung des Dampfverbrauchs in der Bernburger und der Eberhardtschen Lösevorrichtung an Hand praktischer Beispiele unter Hinweis auf die Wege zur Herbeiführung einer Dampfersparnis.

Political and commercial control of the nitrogen resources of the world. III. Von Gilbert. Chem. Metall. Eng. 24. März. S. 557/9. Die Aussichten der Stickstoffherzeugung aus Chilesalpeter, durch Bindung des Luftstickstoffs, aus Nebenerzeugnissen, organischen Stoffen und Ammoniak. Zusammenstellung des einschlägigen Schrifttums.

Gaserzeugung aus Braunkohle mit Wertstoffgewinnung. Von Krumbiegel. Braunk. 17. April. S. 6/9. Wärmetechnische Betrachtungen über die Vergasungsfrage mit der Schlußfolgerung, daß die Gaserzeugung aus deutschen Braunkohlen, falls sie nicht durchaus erforderlich ist, unwirtschaftlich ist, daß sich andererseits, falls sie notwendig ist, der Einbau von Teerabscheidern lohnt, das Schwelverfahren dem Generatorprozeß hinsichtlich der Teergewinnung überlegen ist und die Wertstoffgewinnung mit möglichst wenig Brennstoff große volkswirtschaftliche Bedeutung hat.

Das Doppelgas und seine Verwendung in Gaswerken. Von Strache. J. Gasbel. 10. April. S. 230/5*. Das Wesen des Doppelgasverfahrens. Beschreibung des Doppelgasgenerators. Seine Wärmebilanz. Art und Menge der Nebenerzeugnisse. Vorteile der Doppelgaserzeugung. Wirkung des Doppelgasverfahrens auf den Koksmarkt sowie auf die zu lagernden Brennstoffmengen. Verwendung des Doppelgases zu industriellen Zwecken. Gasfernleitung.

Über Neuerungen auf dem Gebiete der Mineralölanalyse und Mineralölindustrie im Jahre 1917. Von Singer. (Forts.) Petroleum. 2. April. S. 799/802. Aufzählung von Patenten und Berichten über verschiedene Erzeugnisse für Schmier- und sonstige Zwecke.

Über exakte gasanalytische Methoden. Von Ott. (Forts.) J. Gasbel. 17. April. S. 246/53. Ergebnisse der Untersuchungen von Mischungen der verschiedenen Gase, und zwar von Wasserstoff und Methan und einer Mischung vom Steinkohlengastypus. (Schluß f.)

Der Eisen- und Mangangehalt des Wassers und seine Enteisung und Entmanganung. Von Hooijer. J. Gasbel. 17. April. S. 253/5. Die im Wasser enthaltenen Eisen- und Manganverbindungen. Die üblichen Verfahren zur Enteisung und Entmanganung und die dabei auftretenden Vorgänge.

Determining the temperatures of spontaneous ignition of solid fuels. Von Sinatt und Moore. Coll. Guard. 16. April. S. 1077/8. Untersuchungen zur Feststellung der für die Selbstentzündung verschiedener Kohlenarten in Betracht kommenden Temperaturen. Der Einfluß des Feinheitsgrades und der flüchtigen Bestandteile.

Comparaison des températures d'explosion calculées à partir des chaleurs spécifiques et des températures d'explosion calculées à partir des pressions explosives. Von Muraour. Ann. Fr. H. 3. S. 166/80*. Ergebnisse von Versuchen zur vergleichenden Berechnung der Explosionstemperaturen auf Grund der spezifischen Wärmen und der Explosionsdrücke.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Die Konzession von Anlagen, insbesondere Dampfkesselanlagen, nach der Reichsgewerbeordnung. Von Werneburg. Feuerungstechn. 1. April. S. 109/11. Darlegung der wichtigsten die Genehmigung von Dampfkesselanlagen betreffenden Bestimmungen der Reichsgewerbeordnung.

Volkswirtschaft und Statistik.

L'industrie minière en Portugal. Von Bresson. Bull. St. Et. Jan./Febr. S. 19/63*. Überblick über die geographischen, wirtschaftlichen und geologischen Verhältnisse Portugals. Grundzüge der portugiesischen Berggesetzgebung. Die nutzbaren Mineralien in Portugal. Die Bergwerksindustrie des Landes und ihre Zukunftsaussichten.

Kohlenwirtschaftsstellen und Dampfkessel-Überwachungs-Vereine. Von Berner. Z. Dampf. Betr. 2. April. S. 97/8. Betrachtungen über die zweckmäßigste Einrichtung der Kohlenwirtschaftsstellen und die vorteilhafteste Art ihrer Betätigung.

Die Konjunktur des Benzinmarktes. Von Ostermann. (Forts.) Petroleum. 2. April. S. 796/9*. Die Benzinpreise in China. Überblick über die Benzinpreise auf dem Weltmarkt seit 1900. Benzinerzeugung und -ausfuhr der Vereinigten Staaten von Amerika. (Forts. f.)

Verkehrs- und Verladewesen.

Selbstentlader und Waggonkipper. Von Trebesius. Z. Bayer. Rev. V. 15. April. S. 49/50. Vor- und Nachteile der Selbstentlader und Güterwagenkipper.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

Die fachliche Ausbildung von Laboranten zu chemisch geschulten Analytikern für die Laboratorien der oberschlesischen Hüttenindustrie. Von Radisch. Kohle u. Erz. 12. April. Sp. 134/42*.

Die Fachausbildung der Laboranten in Experimentalchemie, qualitativer und quantitativer Analyse sowie metallurgischen Übungen an der staatlichen oberschlesischen Maschinenbau- und Hüttenerschule in Gleiwitz.

Personalien.

Der Bergassessor Schwager ist dem Bergrevier West-Halle vorübergehend als technischer Hilfsarbeiter überwiesen worden.

Beurlaubt worden sind:

der Berginspektor Anderheggen beim Bergrevier Hamm vom 12. April ab bis auf weiteres in den Dienst des Reichskommissars für die Kohlenverteilung,

der Berginspektor Dr.-Ing. Hilgenstock von dem Steinkohlenbergwerk Gerhard bei Saarbrücken, bisher beschäftigt bei dem Reichskommissar für die Kohlenverteilung, auf 2 Jahre zum Reichsministerium für Wiederaufbau behufs Übernahme der Leitung der Kohlenkommission in Essen,

der Bergassessor Georg Hoffmann weiter bis 14. August 1920 zur Fortsetzung seiner Tätigkeit als Bergwerksdirektor bei der A. Borsigschen Berg- und Hüttenverwaltung,

der Bergassessor Kretzschmar bis Ende März 1921 in den Dienst des Reichswirtschaftsministeriums.

Der frühere Generaldirektor im Thyssen-Konzern, Bergassessor Jacob, ist zum Generaldirektor der Hohenloherwerke-A.G. in Hohenlohehütte (O.-S.) ernannt worden.

Der Bergassessor Paul Becker ist aus seiner Stellung als technischer Leiter der Zechen Kaiserstuhl I und II ausgeschieden und als Betriebsdirektor der Zechen Adolf von Hansemann, Trenonia, Glückauf Tiefbau, Wiendahlsbank und Kaiser Friedrich in die Dienste der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft getreten.

An seiner Stelle ist der Berginspektor Bomke in die Dienste der Abteilung Bergbau bei dem Eisen- und Stahlwerk Hoesch getreten.

Der Bergwerksdirektor Karlik ist aus dem Vorstande der Schlesischen Kohlen- und Kokswerke in Gottesberg ausgeschieden.

Der leitende Bergingenieur bei der Gewerkschaft Wittelsbach in Hollfeld Landgräber ist aus dieser Stellung ausgeschieden und als Direktor der Bergwerksbetriebe in die Dienste des Ölschieferwerkes Karwendel in Krünn bei München getreten.

Gestorben:

am 24. April in Saarbrücken das frühere Mitglied der Bergwerksdirektion in Saarbrücken, Geh. Baurat Otto Giseke,

am 28. April in Aachen der Justizrat Wilhelm Oslender, langjähriger Justitiar, zuletzt Vorsitzender des Aufsichtsrats der Aktien-Gesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen, im Alter von 71 Jahren,

am 28. April in Waldenburg der Fürstlich Plessische Bergwerksdirektor Bergassessor Franz Balzer im Alter von 51 Jahren.