

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 11

16. März 1940

76. Jahrg.

Heutiger Stand und Zukunftsmöglichkeiten der Wetterkühlung in heißen Gruben¹.

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

Das Problem der Wetterkühlung oder — noch umfassender ausgedrückt — der Klimaverbesserung für heiße und tiefe Grubenbetriebe ist in sein entscheidendes Stadium eingetreten. In den letzten Jahren haben eine ganze Anzahl von Gruben in verschiedenen Erzbergbaubezirken der Welt Teufen erreicht, in denen eine Weiterführung des Betriebes nur unter Anwendung irgendeines Verfahrens der künstlichen Wetterkühlung möglich ist. Diese Teufe sei als »kritische Teufe« bezeichnet. Von den Bezirken und Betrieben, die ihre kritische Teufe überschritten haben, sind besonders zu nennen die Goldgruben vom Witwatersrand in Transvaal, von Kolar in Indien, St. John del Rey in Brasilien, die Kupfergruben von Butte in Montana, Magma in Arizona und die Erzgruben von Příbram in Böhmen. Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die nach Kenntnis des Verfassers mit Kühlanlagen ausgerüsteten Gruben sowie die in ihnen erreichten Teufen:

Grube	Bergbaubezirk, Staat	Teufe m
Crown Mines	Witwatersrand, Transvaal	2600
Robinson Deep Mine	„ „	2600
East Rand Prop. Mine	„ „	2300
Morro Velho	Minas Geraes, Brasilien	2050
Champion Reef Mine	Kolar Goldfeld, Indien	1870
Mountain Cons. Mine	Butte, Montana, USA	1300
Badger State Mine .	„ „	1300
Magma Mine	Superior, Arizona, USA	1220

Diese Zusammenstellung zeigt, daß in der absoluten Lage der kritischen Teufe zwischen den einzelnen Grubenbezirken außerordentlich große Unterschiede bestehen, die auf die Verschiedenheit der geologisch-lagerstättlichen Verhältnisse, der außerklimatischen Bedingungen und der Betriebsgestaltung zurückzuführen sind. Die Unterschiede in diesen natürlichen Voraussetzungen sind auch der Grund, weshalb die zur Lösung der Klimaschwierigkeiten in den genannten Bergbaubezirken eingeschlagenen Wege weit voneinander abweichen. Es wäre deshalb falsch, einer blinden Übertragung der im Ausland gefundenen Lösungen auf deutsche Gruben das Wort zu reden, besonders aber die im Erzbergbau ausgebildeten Verfahren — wie im Schrifttum verschiedentlich versucht — ohne weiteres auf den Steinkohlenbergbau zu übertragen, bei dem die Wetterführung an sich schon wesentlich vielseitiger ist und schwierigere Probleme aufwirft. Trotzdem wird die Auswertung der im ausländischen Bergbau gemachten Erfahrungen bei gleichzeitiger Beachtung der natürlichen Verhältnisse für die Anwendung der Wetterkühlung im deutschen Steinkohlenbergbau von Bedeutung sein.

Aus dem bisher Gesagten geht schon hervor, daß die Klimatisierung von Grubenbauen — wie man die Wetterkühlung umschreibend nennen kann — im Gegensatz zur Klimatisierung von Wohn- und Versammlungsräumen nicht ein rein maschinentechnisch-klimatechnisches Problem ist, sondern im gleichen Maße ein bergmännisches und darüber hinaus eine Aufgabe für den Hygieniker und Physiologen, insoweit die Einwirkung des Grubenklimas auf den Gesundheitszustand und die Leistungsfähigkeit des Bergmanns zu beurteilen ist. Es handelt sich also bei der Wetterkühlung

um ein ausgesprochenes Grenzgebiet, zu dessen Betrachtung die von Professor Dr. Dr.-Ing. C. H. Fritzsche, Aachen, angeregte und in seinem Institut begonnene vorliegende Arbeit als ein Beitrag von bergmännischer Seite gewertet werden will. Sie soll auf der einen Seite klären, welche bergmännischen Voraussetzungen vor der Einführung von Kältemaschinen in den Grubenbetrieb erfüllt sein müssen, andererseits soll sie die Anforderungen darstellen, die der Bergwerksbetrieb an Kühlanlagen zu stellen hat.

Die Fülle des Stoffes machte in vieler Hinsicht eine Beschränkung notwendig. Auf die eingehende Behandlung einiger Teilgebiete konnte um so eher verzichtet werden, als bereits eine ganze Reihe wertvoller Veröffentlichungen vorliegt; so z. B. für die Fragen der Wärmequellen, der theoretischen Vorgänge beim Wärmeübergang vom Gestein an die Wetter und über die zahlreichen früher im deutschen Bergbau angestellten Versuche zur Wetterkühlung. Hier sei vor allem auf die Arbeiten von Jansen (19)¹, Stočes-Černík (10) und Kohl (38), aber auch auf zahlreiche andere, im Schrifttumsverzeichnis enthaltene Veröffentlichungen verwiesen. Auf der kältetechnischen Seite wurde die Darstellung in der Hauptsache auf die Kompressionskältemaschinen beschränkt. Hier seien aus dem Schrifttum neben den Standardwerken der Kältetechnik besonders die Arbeiten von Plank (4–6, 32) erwähnt. Inwieweit die weitere Entwicklung der Adsorptionskältemaschinen (59) einen Beitrag zur Wetterkühlung zu liefern vermag, sei dahingestellt. Schließlich sei auf das bemerkenswerte Gebiet der Anwendung entfeuchteter Preßluft verwiesen, die als zusätzliche Kältequelle im Grubenbetrieb größte Beachtung verdient.

Auf die jüngsten Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Wetterkühlung, so vor allem auf eine Arbeit von Martin (69), konnte nicht mehr mit der an sich wünschenswerten Ausführlichkeit eingegangen werden, da die vorliegende Arbeit bereits abgeschlossen war.

Das Problem der Wetterkühlung im deutschen Bergbau.

Auch in Deutschland haben eine ganze Reihe von Steinkohlen-, Erz- und Kaligruben erhebliche Teufen und damit schwierige Wetter- und Klimaverhältnisse in ihren tiefsten Grubenbauen erreicht. Dazu gehören Erzgruben an der Lahn und im Siegerland, Kaligruben in Hannover, Steinkohlengruben in Zwickau. Die größte Bedeutung wird das Problem der Grubenkühlung aber zweifellos im Steinkohlenbergbau des Ruhrgebiets erlangen. Wenn auch die mittlere gewogene Teufe aller Zechen des Reviers erst knapp über 600 m liegt und der jährliche Teufenzuwachs nur 5–15 m beträgt, so haben doch eine ganze Reihe von Zechen — und zwar nicht nur die nördlichen Randzechen — diesen Mittelwert schon erheblich überschritten und bewegen sich mit ihren Aufschlußarbeiten bereits jenseits der 1000-m-Teufe. Für diese Zechen wird es nicht nur notwendig sein, innerhalb der nächsten 10 Jahre die Wetterkühlung technisch zu lösen, sondern die zu findenden Lösungen werden auch der Forderung nach strengster Wirtschaftlichkeit genügen müssen, um die Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Betriebe zu gewährleisten.

¹ Die Ziffern in Klammern beziehen sich auf das Schrifttumsverzeichnis am Schluß der Arbeit.

¹ Von der Technischen Hochschule Aachen genehmigte Dissertation.

Bei flüchtiger Betrachtung erscheint es merkwürdig, daß Deutschland als das Land, von dem die ersten Anregungen und Versuche zur Wetterkühlung ausgegangen sind, bisher noch keine in Betrieb befindliche Wetterkühlanlage aufzuweisen hat. Diese Tatsache wird gern damit begründet, daß die früheren Versuche versagt und die Zwecklosigkeit des Einsatzes von Kühleinrichtungen im Bergbau bewiesen hätten. Ohne auf die seit vor dem Weltkrieg angestellten und auch im Schrifttum ausführlich besprochenen Versuche näher einzugehen, ist folgendes festzustellen: Die meisten dieser Verfahren haben deshalb versagt, weil sie sich in irgendeiner Form die Verdunstungskälte des Wassers zur Luftkühlung zunutze machten. Daß damit keine Verbesserung des Grubenklimas zu erzielen ist, ist heute bekannt. Wesentlich ist jedoch, daß eigentliche Kältemaschinen — mit einer Ausnahme — im deutschen Bergbau zur Wetterkühlung nicht eingesetzt worden sind, daß die scheinbaren und tatsächlichen Mißerfolge der früheren Versuche also nicht auf sie bezogen werden dürfen. Tatsächlich bestanden vor etwa 10–15 Jahren gegen den Einsatz von Kältemaschinen im Bergbau untertage mit Recht Bedenken. Heute wird jedoch eine sachliche Prüfung ergeben, daß im Bau und Betrieb der Kälteerzeugungsanlagen große Fortschritte gemacht worden sind, die ihren Einsatz auch untertage und auch im Steinkohlenbergbau möglich erscheinen lassen.

Der Hauptgrund für das Versagen der früheren Versuche im deutschen Bergbau liegt aber nicht auf klimatechnischem oder maschinellen Gebiet, sondern auf bergmännisch-wettertechnischem: Die Betriebe waren für eine Wetterkühlung nicht nur nicht reif, sondern sie bedurften ihrer noch gar nicht endgültig; die damaligen Temperaturschwierigkeiten hatten ihren Grund in der Hauptsache in dem allgemeinen Zuschnitt der Gruben und in der wegen ihrer Zersplitterung wenig wirkungsvollen Wetterführung. Im Zuge der Rationalisierung des Untertagebetriebs gingen die betroffenen Zechen den allein richtigen Weg; sie schöpften zunächst alle Möglichkeiten aus, welche die Wetterführung selbst zur Beseitigung der Klimaschwierigkeiten bietet: Erhöhung der Wettermengen und der Wettergeschwindigkeit, Vergrößerung der Querschnitte vor allem in den Ausziehewetterwegen, Vermeidung der Verzettelung der Wetterströme, Beseitigung unnötiger Widerstände, Milderung erwärmender Einflüsse, Einführung leistungsfähiger Ventilatoren in der Haupt- und Sonderbewetterung usw. Es ist kein Zufall, daß in die Zeitspanne der vergangenen 15 Jahre der Übergang von der rein handwerksmäßigen zur wissenschaftlichen Betrachtung und Lösung aller Fragen der Wetterführung und der Wetterwirtschaft fiel.

Wenn man heute aus allen diesen Anstrengungen die Bilanz zieht, so kann der deutsche Bergbau feststellen, daß das Fehlen jeglicher Wetterkühlrichtungen keine Rückständigkeit bedeutet, sondern geradezu ein Beweis für den ausgezeichneten Zuschnitt seiner Untertagebetriebe ist. Auch in Zukunft muß es oberster Grundsatz sein, zu dem letzten und teuersten Hilfsmittel, nämlich der Wetterkühlung, erst dann zu greifen, wenn die gesamte Wetterführung der Grube einen Bestwert erreicht hat. Daher kommt nach wie vor allen Maßnahmen zur Vermeidung der Wettererwärmung und -befeuchtung erhöhte Bedeutung zu. Im folgenden Abschnitt sollen solche bergmännischen Maßnahmen im Zusammenhang mit einer knappen Besprechung der Wärmequellen behandelt werden.

Die Wärmequellen.

Bergmännische Maßnahmen zur Milderung ihres Einflusses.

Als Quellen der Wettererwärmung und klimabeeinflussende Erscheinungen seien zusammenfassend genannt: 1. die Selbstverdichtung der Luft im Einziehschacht und in allen abfallenden Strecken; 2. die Gebirgswärme, deren Ausdruck die geothermische Tiefenstufe ist; 3. die chemischen Umsetzungen der Mineralien; 4. die Verdunstung oder Kondensation von Wasser; 5. die Wärme-

oder Kälteabgabe maschineller Anlagen; 6. von geringerer Bedeutung: die Wärmeentwicklung des menschlichen Körpers, des Gelechts sowie beim Schießen; 7. als akute Wärmequelle: der Grubenbrand.

Bevor Maßnahmen zur Klimaverbesserung getroffen werden, ist eine genaue Kenntnis des Verhältnisses notwendig, in dem die einzelnen Wärmequellen an der Klimaverschlechterung beteiligt sind. Dazu sind in jedem Fall betriebliche Untersuchungen erforderlich — wie sie etwa Jansen (19) auf Zeche Sachsen angestellt hat —, welche die Unterlagen zur Aufstellung eines Wärme- und Feuchtigkeitsschaubildes liefern. Die Darstellung der gesamten Zustandsänderungen, die der Wetterstrom auf seinem Weg durch die Grube erfährt, geschieht nach Martin (67) zweckmäßig im Entropiediagramm. Nunmehr ist zu überlegen, welche der als maßgebend ermittelten Wärmequellen oder sonstigen ungünstigen Klimaeinflüsse durch betriebliche Maßnahmen wenn auch nicht beseitigt, so aber doch gemildert werden können.

Wettererwärmung durch Selbstverdichtung.

Die Erwärmung der Wetter infolge ihrer Selbstverdichtung im einziehenden Schacht und in allen abfallenden Strecken läßt sich weder beseitigen noch mildern. Sie folgt einem physikalischen Gesetz und wirkt daher immer und unter allen Umständen, ganz unabhängig von der Wettermenge und der absoluten Höhe der Wettertemperatur. Sie wirkt also auch bei einer Vorkühlung des Wetterstromes übertage, deren Wirkung sie zu einem großen Teil wieder aufhebt. Die Zunahme der Trockentemperatur durch die Selbstverdichtung beträgt rd. $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ Teufe, die Zunahme des Naßwärmegrades, der wegen seiner engen Beziehung zur Kühlstärke der Wetter besonders wichtig ist, $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Diese Werte gelten unter Voraussetzung adiabatischer Verdichtung und völliger Trockenheit im Schacht. Beide Voraussetzungen werden praktisch nie erfüllt sein, müssen aber angestrebt werden, denn es ist für die Klimaverhältnisse im übrigen Grubengebäude entscheidend, den Naßwärmegrad am Fuß des Einziehschachtes möglichst tief zu halten. Der adiabatische Verlauf der Selbstverdichtung setzt eine Isolierung des Schachtes gegen die Gesteinswärme voraus — einen Zustand, dem nur auf ihre ganze Teufe gemauerte, betonierte oder mit Tübbingausbau versehene Schächte nach der ersten Auskühlung des Gesteinsmantels nahekommen. In diesen Schächten läßt sich auch die zweite Voraussetzung der Trockenhaltung der Wetter erfüllen. Ungünstiger sind Schächte, die ganz oder in größeren Teufen im Festen stehen. Hier wird zwar meist die Zunahme der Trockentemperatur durch die mit der Feuchtigkeitsaufnahme verbundene Abkühlung verschleiert, aber der Naßwärmegrad steigt über das oben angegebene theoretische Maß hinaus. So fand im 700 m tiefen Schacht einer Erzgrube eine Zunahme des Wasserdampfgehaltes der Luft von 5 auf $12 = 7\text{ g/kg}$ statt, die in diesem Fall eine Vermehrung des Naßwärmegrades von 7 auf 17°C zur Folge hatte, während die Erhöhung theoretisch nur 4°C betragen dürfte. In der Robinson Deep Mine herrschte 1933 am Füllort der 2300-m-Sohle im Jahresdurchschnitt ein Naßwärmegrad von $27,3^{\circ}$, während er bei einer Außentemperatur von $10,5^{\circ}$ nur 22° betragen sollte.

Der Einfluß der Gesteinswärme.

Die Gesteinswärme wird — trotz aller Möglichkeiten zur Milderung ihrer Einwirkung auf die Wetter — letzten Endes die Grenze des Bergbaues nach der Teufe zu bestimmen. Ihr Ausdruck ist die geothermische Tiefenstufe, die für eine Reihe von Grubenbezirken aus der folgenden Aufstellung zu ersehen ist.

Große geothermische Tiefenstufen lassen auf hohe Leitfähigkeit und Gleichförmigkeit der Gesteine sowie auf deren Auskühlung infolge des Fehlens einer jüngeren Überdeckung schließen, wie am Witwatersrand, oder auf weitgehende Durchkühlung des Gebirges infolge besonderer tektonischer Vorgänge, wie im Aachener und Lim-

burgischen Kohlengebiet. Niedrige Tiefenstufen finden sich vor allem in Gebieten jungen Vulkanismus', wie in Butte, oder aber sie sind durch die Aufeinanderfolge von Schichten mit sehr unterschiedlicher Leitfähigkeit zu erklären.

	m ⁰ C
Butte, Montana	16-20
Saargebiet	25
Ruhrgebiet	28
Magma Mine, Arizona . . .	39
Aachen	55
Oberer See, USA	68
Kolar, Indien	71
Morro Velho, Brasilien . . .	77
Witwatersrand	115

Gestein und Wetter beeinflussen sich gegenseitig; ihre Temperaturen streben einem Ausgleich zu. Zwar gleicht sich die Wettertemperatur in einer genügend langen Strecke endgültig der Gesteinstemperatur an (10), aber dieser Punkt der Angleichung wandert mit der Zeit immer tiefer in das Grubengebäude hinein, weil die Streckenstöße allmählich durchgekühlt werden. Diese planmäßige Durchkühlung ist eine Möglichkeit der Auseinandersetzung mit der Gesteinswärme; die andere Möglichkeit besteht in der Isolierung der Wetterwege.

Die vom Gestein an die Wetter übergehende Wärmemenge ist der Berührungsfläche, der Wärmeübergangszahl und dem Temperaturgefälle verhältnisgleich und richtet sich nach dem Newtonschen Gesetz

$$Q_s = \alpha_s \cdot (t_o - t_w) \cdot F \dots \dots \dots 1,$$

worin bedeuten

- Q_s (kcal/s) die übertragene Wärmemenge,
- t_o (°C) die Temperatur der Gesteinsoberfläche,
- t_w (°C) die mittlere Wettertemperatur zwischen zwei Bezugspunkten,
- α_s (kcal/m² · s · °C) die Wärmeübergangszahl = $\frac{\alpha}{3600}$,
- F (m²) die Heizfläche.

Die Wärmeübergangszahl α ist schwer zu bestimmen. Die von Stöces und Cernik gegebene Annäherungsformel lautet $\alpha = 2 + \alpha' \sqrt{c}$, worin $\alpha' = 5$ bis 10 ein Beiwert für die Beschaffenheit der Grenzfläche, c (m/s) die Wettergeschwindigkeit ist.

Die Formel 1 ist jedoch nur so lange anwendbar, wie die Oberflächentemperatur t_o der ursprünglichen Gesteinstemperatur t_g gleichgesetzt werden kann, was eigentlich nur auf den täglich frisch freigelegten Strebstoß und auf manche Aus- und Vorrichtungsbaue zutrifft. Sobald jedoch die Auskühlung der Stöße begonnen hat, ist nicht mehr die Wärmeübergangszahl α , sondern die geringere Wärmeleitfähigkeit λ des Gesteins für die Wärmeabgabe maßgebend, d. h. es wird sich ein Gleichgewichtszustand zwischen der im Gestein nachströmenden und der von den Wettern abgeführten Wärme einstellen. Die dabei erreichte Durchkühlungstiefe ist bei Gesteinen mit hoher Leitfähigkeit größer als bei solchen mit geringerer Leitfähigkeit. Allgemein rechnet man mit Durchkühlungstiefen von 12-25 m bei Sandstein, 8-10 m bei Schiefer und 3-5 m bei Kohle. In der Robinson Deep Mine am Witwatersrand wurden, der hohen Leitfähigkeit der Konglomerate entsprechend, nach Inbetriebnahme der Kühlanlage Durchkühlungstiefen bis zu 50 m gemessen.

Wärmeleitzahl λ für verschiedene Gesteine.

Granit	2,7-3,5	Kalkstein . . .	0,6-0,8
Sandstein	1,1-1,5	Steinkohle . .	0,12-0,15
Schiefer	0,8-0,9		

Die vom Gestein abgegebene Wärmemenge wird der Wettermenge V (m³) vom spezifischen Gewicht γ und der spezifischen Wärme c_p mitgeteilt.

$$Q = V \cdot \gamma \cdot c_p = G \cdot c_p$$

Infolgedessen ergibt sich die durch die Gesteinswärme erzeugte Wettertemperaturerhöhung auf der Strecke dx zu (10, S. 8):

$$dt = \frac{\lambda_s \cdot U \cdot dx (t_g - t)}{G \cdot c_p} \dots \dots \dots 2$$

oder, nach Integration und Vereinfachung,

$$t_2 = t_g - \frac{t_g - t_1}{e^{S \cdot x}} \dots \dots \dots 3,$$

worin G (kg/s) das Gewicht der Wettermenge je s, t_1 die Wettertemperatur am Bezugspunkt 1, t_2 die Wettertemperatur am Bezugspunkt 2, x die Länge des Streckenabschnitts zwischen den beiden Bezugspunkten,

$$S = \frac{\lambda \cdot U}{G \cdot c_p}$$

U den Streckenumfang bedeutet.

Nach Formel 2 ist die Wettertemperaturerhöhung durch die Gesteinswärme verhältnisgleich der freigelegten Gesteinsoberfläche (Heizfläche), der Leitfähigkeit des Gesteins und dem Temperaturgefälle, umgekehrt proportional aber der Wettermenge. Der Einfluß des Temperaturgefälles besagt, daß der Wärmefluß desto heftiger wird, je größer die Spanne zwischen Gesteins- und Lufttemperatur ist. Bei der Planung von Kühlanlagen muß man diese Beziehung besonders beachten, da ihnen nicht die vorher festgestellte, sondern die bei einem viel größeren Temperaturgefälle zu erwartende Wärmeabgabe des Gesteins zugrunde gelegt werden muß.

Nach Formel 2 läßt sich der Einfluß der Gesteinswärme entweder durch Verkleinerung der Heizfläche oder durch Vergrößerung der Wettermenge mildern. Jede Verkürzung der Streckenlänge bedeutet eine Verkleinerung der Heizfläche; so kommen am Witwatersrand die einziehenden Wetter durch einen einzigen seigeren Schacht um etwa 6° kälter auf die 1800-m-Sohle als durch die bisher übliche Aufeinanderfolge eines seigeren und mehrerer tonnlägiger Schächte, in denen infolge der längeren Berührung mit dem Gestein in Teufen, wo es schon warm ist, eine zusätzliche Temperaturerhöhung stattfindet.

Jede unnötige Aufteilung und Zersplitterung des Frischwetterstromes vergrößert die Heizfläche und erhöht den Einfluß der Gesteinswärme. Deshalb ist der Einziehstrom nicht nur möglichst weit geschlossen zu führen, sondern es ist für die von ihm durchströmten Wetterwege das günstigste Verhältnis von Umfang zu Querschnitt, die Kreisform, anzustreben. Die früher vorgeschlagene Verkleinerung der Heizfläche durch möglichst enge Bemessung der Einziehewetterwege ist abzulehnen, da sie die Streckenwiderstände steigert und damit die Gesamtwetterführung ungünstig beeinflusst. Die Praxis ist bekanntlich den gegenteiligen Weg gegangen und hat durch die Wahl angemessener Streckenquerschnitte bei tragbaren Wettergeschwindigkeiten die Wettermengen erhöht und damit das Mittel gewählt, das am sichersten den Einfluß der Gebirgswärme verdeckt. Die Tatsache, daß der Einfluß der Gebirgswärme selbst in tiefen Einziehschächten gering, im Streckennetz (nach Abzweigung von Teilströmen) größer und im Abbau am größten ist, ist in der Hauptsache eine Folge der umgekehrten Proportionalität zwischen Wettermenge und Temperaturerhöhung. Die im deutschen Bergbau im allgemeinen rechtzeitig erkannte Bedeutung, die eine ausreichende Wettermenge und eine straffe Wetterführung für die Grubenkühlung haben, kann nicht scharf genug betont werden. Bei der Betrachtung des ausländischen, besonders des englischen, südafrikanischen und amerikanischen Schrifttums hat man zuweilen den Eindruck, als seien diese natürlichsten Mittel zugunsten der scheinbar umfassenderen künstlichen Wetterkühlung vernachlässigt worden. Es ist immerhin bemerkenswert, daß in einer neueren englischen Veröffentlichung (65) der Wert einer ausreichenden Wettermenge in seitenlangen Ausführungen dem Witwatersrand gewissermaßen ins Stammbuch geschrieben werden mußte.

Auf das gleiche Ziel der Ausnutzung der Vorteile einer großen Wettermenge kommt der Vorschlag hinaus, die einziehenden Wetter durch besondere Wetterkanäle von engem Querschnitt mit höchster Geschwindigkeit den heißen Betriebspunkten zuzuführen. Die hierbei stark ansteigenden Streckenwiderstände erfordern den Einsatz von Sonderlüftern mit sehr hohem Kraftverbrauch. Es bleibt im Einzelfall nachzuprüfen, ob die erzielte Temperatursenkung den erhöhten Kraftverbrauch rechtfertigt. Wird in einer Strecke von 1000 m Länge und 10 m² Querschnitt bei einer Gesteinstemperatur von 45° eine Wettermenge von 1200 m³/min von 20 auf 28,3° erwärmt, so beträgt bei einer Erhöhung der Wettergeschwindigkeit auf das Dreifache durch Querschnittsverminderung auf 3,3 m² die Endtemperatur immer noch 25°. Die erzielte Temperatursenkung beträgt also nur 3,3°, während der Kraftverbrauch auf das Neunfache ansteigt und monatliche Mehrkosten von über 1000 *RM* verursacht.

Auf eine hier naheliegende Betrachtung der Erscheinung des Wärmeausgleichsmantels kann unter Hinweis auf das Schritttum verzichtet werden. Es sei nur auf einen häufig an diese Erscheinung geknüpften Trugschluß hingewiesen. Der Wärmeausgleichsmantel wirkt dahingehend, daß jenseits eines bestimmten Punktes im Grubengebäude (der häufig im Hauptquerschlag oder in der Haupttrichterstrecke liegt) die jahreszeitlichen Schwankungen der Lufttemperatur übertage nicht mehr fühlbar sind. Tritt nun im einziehenden Wetterstrom ein das ganze Jahr hindurch dauernder erwärmender Einfluß auf — z. B. die Hauptpreßluftleitung —, so wird er auf keinen Fall durch den Wärmeausgleichsmantel beseitigt, sondern er erhöht die mittlere Wettertemperatur auch in den hinter dem Ausgleichsmantel liegenden Grubenbauen um ein entsprechendes Maß. Wird jedoch durch eine übertage aufgestellte Kühlanlage die Gesamtwettermenge das ganze Jahr hindurch mit der gleichen tiefen Temperatur in die Grube geschickt, so entfällt die Erscheinung des Ausgleichsmantels; es erfolgt nur die Bildung und allmähliche Vergrößerung des Kühlmantels, d. h. die Herausbildung eines Gleichgewichtszustandes, dessen Merkmal die Abführung der regelmäßig aus dem Gebirge nachströmenden Wärme ist.

In der Frage der Isolierung der Wetterwege liegen neuere Erfahrungen und Versuche nicht vor. Allgemein dürfen die auf der Streckenisolierung beruhenden Möglichkeiten nicht überschätzt werden. Sie wäre in solchen Grubenbauen am nötigsten, in denen der Einfluß der Gebirgswärme am stärksten ist: in Abbaustrecken, Aufhauen, Gesteinsbergen, Abteilungsquerschlägen usw. Aber gerade in diesen Strecken, die den Einwirkungen des Abbaues am meisten ausgesetzt sind, ist die Isolierung am schwierigsten durchführbar. Gleichwohl muß im Einzelfall, wie jede Möglichkeit zur Verhinderung einer ungünstigen Vorerwärmung der Wetter, auch die Frage der Isolation der Frischwetterwege geprüft werden; dies gilt vor allem für Strecken in Gesteinen von hoher Leitfähigkeit. Die Durchführung der Isolierung muß sich nach der Art des Streckenausbaues richten und kann z. B. in einer Verschalung mit Hinterfüllung durch wärmeabhaltende Stoffe oder in einer Verkleidung der Stöße mit Formsteinen nach Art von Aerolavaplatten oder ähnlichen Stoffen geschehen.

Ganz anders ist die Streckenisolierung zu beurteilen, wenn sie in Verbindung mit einer Wetterkühlanlage angewandt wird. Da der Wärmefluß vom Gestein an die Wetter dem Temperaturgefälle verhältnismäßig ist, sind Strecken, durch die ein gekühlter Wetterstrom fließt, einer erheblichen Wärmezufuhr aus dem Nebengestein auch dann ausgesetzt, wenn sie vor Einführung der Kühlung schon ausgekühlt waren. Bei der Planung von Kühlanlagen sollte daher die Streckenisolierung unter allen Umständen mit vorgesehen werden.

Die chemische Umsetzung der Mineralien.

Eine erhebliche Erwärmung der Wetter kann von der chemischen Umsetzung der Mineralien ausgehen. Im Erzbergbau spielt dabei besonders die Oxydation des fein-

verteilten Schwefelkieses eine Rolle. Horwood (65) erwähnt den erheblichen Anteil, den die in feuchter Luft besonders heftige Umsetzung des Pyrits an der Gesamterhöhung des Naßwärmegrades in der Robinson Deep Mine hat. Auch die ungünstigen klimatischen Verhältnisse in den Abbauen der Kupfergruben von Butte sind weitgehend auf die Umsetzung des Schwefelkieses zurückzuführen, die darüber hinaus eine häufige Ursache von Grubenbränden ist. Immerhin bleibt diese Wärmequelle im Erzbergbau auf die Abbaubetriebe beschränkt.

Dagegen spielt die Oxydationswärme im Steinkohlenbergbau eine umfassendere Rolle. Bekanntlich führt die Zunahme des CO₂-Gehaltes der Wetter um 0,01% eine Erwärmung um 1,5° C herbei, und nach Jansen (19) ist in Steinkohlengruben von 1000 m Teufe ein Drittel der Gesamtwettererwärmung auf die Oxydation der Kohle zurückzuführen, die sich nicht nur auf den Abbau beschränkt, sondern überall da als ungünstige Vorerwärmung wirkt, wo eine innige Berührung der frischen Wetter mit Feinkohle stattfindet, also in allen Förderwegen, die gleichzeitig Frischwetterwege sind. Da es sich hierbei zum größten Teil um eine vermeidbare Wettertemperaturerhöhung handelt, ist der Verhinderung der Staubbildung und der Staubaufwirbelung größte Beachtung zu schenken. Selbstverständlich ist es nach der technischen Entwicklung des Steinkohlenbergbaues während der letzten 10 Jahre heute nicht mehr möglich, wie früher (19) zur Vermeidung der Staubbildung eine Einschränkung der maschinellen Gewinnung und der mechanischen Fördermittel zu fordern; jedoch kommen der Wetterführung alle die Maßnahmen zu statt, die z. B. aus Absatzgründen zur Schonung der Kohle unternommen werden. Neben der Schräg- und Schlitzarbeit sind hier der Übergang von der Rutschen- zur Bandförderung im Streb und in der Abbaustrecke, die Einführung von Bremsförderern in halbsteiler Lagerung und von Seigerförderern, Wendelrutschen und ähnlichen Mitteln zur senkrechten Abwärtsförderung, die Entwicklung besonderer Abbaufahrten bei steiler Lagerung sowie die Regelung des Austrags an Ladestellen zu nennen. Noch mehr Aufmerksamkeit verdient die Frage der Staubabsaugung an Großladestellen, wie sie auf verschiedenen Zechen bereits eingeführt ist. Das Niederschlagen des Kohlenstaubes, besonders an Ladestellen, durch Bebrausen mit Wasser erfüllt zwar seinen Zweck, erhöht jedoch die Feuchtigkeit der Wetter und kann aus aufbereitungstechnischen Gründen nur beschränkt ausgenutzt werden, da es eine spätere Staubabsaugung erschwert.

Wenn die genannten Maßnahmen auch Teilerfolge zulassen, so würde einen wesentlichen Wandel doch erst die Umstellung des Betriebes auf Förderung mit dem Wetterstrom bringen, da in diesem Fall die durch Oxydation der Feinkohle entstehende Wärme nicht mehr an den frischen, sondern an den verbrauchten Wetterstrom übergeht. Förderung mit dem Wetterstrom bedeutet praktisch den Übergang zum gelösten Unterwerksbau. Vom fördertechnischen Standpunkt aus ist die Aufwärtsförderung der großen in Betracht kommenden Haufwerksmengen bis zur Hauptförderersohle — noch dazu bei den heute üblichen Sohlenabständen — unnatürlich, sie wird sich aber technisch lösen lassen. Sie verlangt einen erheblichen zusätzlichen Kraftaufwand, der nicht unbedingt unerwünscht ist, da es sich um lastenhebende Maschinen handelt, die bei Preßluftantrieb zusätzliche Kühlung bringen können. Allerdings erfolgt diese Kühlung an einer Stelle der Grube, die ihrer weniger bedarf, da sie hinter den Abbaubetriebspunkten liegt. Immerhin kann man sich eine Möglichkeit zur Verwendung der kalten Abluft durch ihre Fortleitung in isolierten Lutten schaffen.

Ogleich bei Förderung mit dem Wetterstrom die Vereinigung von Förder- und Wettersohle scheinbar die gegebene Lösung ist, können Lokomotivstrecken natürlich nicht Abwetterstrecken sein, sondern müssen durch Frischluftteilströme bewettert werden. Daher wird sich grundsätzlich folgende Sohleneinteilung ergeben: Tiefste (n^{te})

Sohle: Frischwettersohle; (n-1^{te}) Sohle: Hauptförder-sohle; (n-2^{te}) Sohle: Wettersohle.

Eine Verlegung der Produktenförderung in den Ausziehschacht ist wegen der störenden Schachtschleusen unerwünscht, aber nicht unmöglich. Wo die Einziehschächte auch weiterhin Förderschächte bleiben, wird man sich darauf beschränken müssen, Staubaufwirbelungen am Füllort und im Schacht weitgehend zu unterbinden. Ob die Verwendung von neuzeitlichen Gefäßförderungen in den Hauptschächten dazu beitragen kann, hängt davon ab, inwieweit das Entleeren der Förderwagen in die Bunker und das Füllen der Gefäße staubfrei erfolgen kann.

Zusammenfassend sei über die Möglichkeiten der Förderung mit dem Wetterstrom folgendes gesagt: Dem reinen Unterwerksbau gegenüber bedeutet der gelöste Unterwerksbau einen Fortschritt, da er eine einwandfreie Wetterführung ermöglicht. Wegen seiner Nachteile wendet man ihn im gewöhnlichen Betrieb nur in Ausnahmefällen an. Die Nachteile liegen in der Aufwärtsförderung und Instandhaltung eines wesentlich größeren Streckennetzes. Trotzdem kann in heißen Gruben der Fall eintreten, daß man diese Verhältnisse um einer Verbesserung des Grubenklimas willen in Kauf nehmen muß. In den wenigsten Fällen wird es sich um eine Umstellung des gesamten Betriebes handeln. Einzelne Flöze lassen sich ohne große Umstände und mit wesentlichen Vorteilen im gelösten Unterwerksbau bauen. So plant eine tiefe Zeche die Vorrichtung des 5,5 m mächtigen Flözes 18 so zu betreiben, daß die Frischwetter durch ein vom Einziehschacht ausgehendes Aufhauen dem jeweiligen Streb zuströmen, während die Kohlen durch ein zweites Aufhauen unmittelbar zum ausziehenden Wetterschacht gelangen, der gegebenenfalls mit einer Skipförderung ausgerüstet wird. Damit würde der einziehende Schacht von der Kohlenförderung befreit und der Frischwetterstrom erheblich kühler und frei von Grubengas zum Füllort gelangen.

Der Einfluß der Feuchtigkeit.

Die Verdunstung von Wasser wirkt abkühlend auf die Wetter, erhöht jedoch ihre Feuchtigkeit, d. h. sie schafft keine klimatischen Verbesserungen. Verläuft der Vorgang der Aufsättigung adiabatisch, wird also die zur Wasserverdampfung notwendige Wärme der Luft selbst entzogen, so bleibt der Naßwärmegrad bis zur Erreichung des Sättigungspunktes der gleiche. Werden die Wetter jedoch neben der Feuchtigkeitsaufnahme gleichzeitig durch eine äußere Quelle erwärmt, wird z. B. die Verdampfungswärme dem Gestein entzogen, so steigt die Feuchtkugeltemperatur an. In der Praxis wird — mit Ausnahme weniger Schächte — stets der zweite Fall vorliegen, so daß mit der Feuchtigkeitsaufnahme eine wirkliche klimatische Verschlechterung verbunden ist. Diese Beziehungen, die im folgenden Hauptabschnitt ausgewertet sind, verlangen, daß in warmen Gruben sowohl jede Vorerwärmung als auch jede Vorbefeuchtung, d. h. jede Berührung des Frischwetterstromes mit Wasser, vermieden wird. Es ist von Vorteil, daß die tiefsten Sohlen unserer Steinkohlengruben in der Regel trocken sind und damit die Wetter eine niedrige relative Feuchtigkeit von 40–60% aufweisen. Ausnahmen bilden nur die Gesteinsbetriebe, soweit man in ihnen naß bohrt oder Haufwerk und Stöße berieselt.

Welchen Einfluß die zur Verhütung der Silikose zwangsmäßig auferlegte Anwendung des Wassers auf das Grubenklima haben kann, zeigt das später besprochene Beispiel der Witwatersrandgruben.

Im Gegensatz zu den tiefen Steinkohlengruben haben tiefe Erzgruben häufig mit erheblichen Zuflüssen heißer, oft mineralischer Wässer zu tun, die besonders bei den Vorrichtungsarbeiten sehr schlechte Klimaverhältnisse schaffen können. So nahm in einem Fall die Feuchtkugeltemperatur, die übertage 7°C betrug, auf dem 1600 m langen Einziehweg (Hauptschacht—Querschlag—Blindschacht) bis zur 1000-m-Sohle auf 30°C zu, ohne daß der Wetterstrom schon Arbeitspunkte bestrichen hatte. Die

Wetter berührten auf einem großen Teil ihres Weges die in der Wasserrösche im Gegenstrom fließenden warmen Wässer und wurden durch sie erwärmt und befeuchtet. Allein durch Abdecken der Rösche konnte der endgültige Naßwärmegrad um 5–7°C gesenkt werden. Eine Feuchtigkeitsisolierung der Strecken ist daher unter allen Umständen notwendig und erfolgreich.

Die Einflüsse maschineller Anlagen.

Über die Einflüsse maschineller Anlagen auf das Grubenklima liegen wertvolle neue Veröffentlichungen vor, auf die hier verwiesen sei (52, 55). Besondere Beachtung verdienen die Versuche zur Anwendung entfeuchteter Preßluft für den Antrieb der Untertagemaschinen, die mit Demag-Pfeilradmotoren auf einer Grube der Daggafontein Mines Ltd. am Witwatersrand gemacht worden sind. Die Grundlagen der Erzeugung und Anwendung entfeuchteter Preßluft sind von Ewing und Egan (14) ausführlich dargestellt.

Im ersten Einsatz wurden zwei 400-PS-Motoren zum Antrieb von Pumpen verwandt. Bei 5 atü Betriebsdruck, 1500 U/min und 22°C Lufttemperatur wurden auf dem Prüfstand Luftendtemperaturen von –58,5° und Wirkungsgrade bis zu 70% erreicht. Der Luftverbrauch beträgt je Motor 180–200 m³ min, die in isolierten Leitungen vom Standort der Pumpen zu den Verbrauchsstellen geleitet werden, wo eine Mischung mit den Grubenwettern erfolgt. Erfahrungen der Grube über die Bewährung der Anlage sind noch nicht bekanntgegeben worden. Ebenso wenig ist etwas verlautet über den weiteren Ausbau dieses Verfahrens, das man ursprünglich auf andere Untertagemotoren ausdehnen und sogar zum Antrieb elektrischer Generatoren untertage benutzen wollte, um den gesamten Bedarf der Grube an Kühlluft auf diese Art zu decken. Ein so weit über den eigentlichen Bedarf der Grube an Preßluft hinausgehender Ausbau des Verfahrens kommt praktisch einer Verwendung der gesamten Niederdruckluftwirtschaft der Grube als einer großen Kältemaschine gleich, unter bewußtem Verzicht auf jede Wirtschaftlichkeit der Energieübertragung, für die nur ein Gesamtwirkungsgrad von rd. 32% angegeben werden kann. Daher sind die Kosten des Verfahrens besonders hoch. Ob es daher zur Klimatisierung von Gruben im großen Stile in Betracht kommt, sei dahingestellt. Jedoch sollte man sich die Vorzüge der entfeuchteten Preßluft in heißen Grubenbetrieben für alle Motoren, die ohnehin mit Preßluft betrieben werden, und gegebenenfalls sogar für alle lastenhebenden Untertagemaschinen zunutze machen.

Alle genannten Mittel und Maßnahmen, die dazu dienen, die kritische Teufe unserer Gruben hinauszuschieben, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß diese kritische Teufe einmal erreicht wird. Sie sollen aber auch dann noch beibehalten werden, wenn der Einsatz besonderer Kühlanlagen unumgänglich ist, ja, manche Maßnahmen, wie z. B. die Isolierung der Wetterwege, gewinnen ihre eigentliche Bedeutung erst in Verbindung mit einer Kühlanlage.

Grubenklima und Leistung.

Den Anstoß zu den ersten Versuchen zur Wetterkühlung im deutschen Bergbau gab bereits vor dem Krieg die bergpolizeiliche Forderung nach Schichtverkürzung beim Überschreiten der 28°-Grenze. Infolgedessen war auch das Ziel der meisten früher in Deutschland unternommenen Versuche zur Wetterbehandlung, die Wettertemperaturen an den Arbeitspunkten unter dieser Grenze zu halten. Bei den Versuchen, diese Aufgabe durch Wasserverdunstung zu lösen, stellte sich heraus, daß die bloße Einhaltung einer bestimmten Wettertemperatur keine Verbesserung der Arbeitsbedingungen zur Folge hatte, daß also in den »heißen« Gruben in Wirklichkeit kein reines Temperaturproblem, sondern ein Klimaproblem der Lösung harnte.

Trotz dieser Erkenntnis, daß nicht die Trocken- temperatur allein, sondern der sich aus Temperatur,

Feuchtigkeit und Wettergeschwindigkeit ergebende Luftzustand die Arbeitsbedingungen beeinflusst, ist die 23°-Grenze bis heute grundsätzlich aufrechterhalten worden, und zwar zweifellos aus Mangel an einem anderen, treffenderen Maßstab. Wenn nun auch von dem Zwang zur Schichtzeitverkürzung in vielen Fällen Ausnahmen gemacht werden, so kann der heutige Zustand der allgemeinen Unsicherheit doch nicht befriedigen, und zwar einmal deshalb nicht, weil aus gewissen psychologischen Erwägungen heraus eine freimütige Erörterung des gesamten Fragenkomplexes unterbleibt; ferner ist die jetzige Regelung deshalb so wenig befriedigend, weil sie dazu geführt hat, daß man das Klimaproblem der tiefen Gruben viel zu sehr vom Standpunkt der bei 28° eintretenden Schichtverkürzung aus ansieht und daher von der Wetterkühlung nicht viel mehr erwartet als die Vermeidung dieser Schichtzeitverkürzung und des damit verbundenen Arbeitsausfalls. In Wirklichkeit sitzt das Problem aber tiefer. Wenn man sich in den nächsten Jahren zu einem so wichtigen und teuren Schritt entschließen wird, wie ihn die Klimatisierung ganzer Grubengebäude bedeutet, so wird das geschehen, um die Fortdauer des Betriebes überhaupt zu sichern und damit die Gewinnung wertvoller Rohstoffe in größeren Teufen zu ermöglichen. Eine solche Entwicklung darf durch eine willkürliche Grenze weder aufgehalten noch in ihrer wirtschaftlichen Gestaltung gehemmt werden. Ganz allgemein gesagt, ist es daher Aufgabe der Klimatisierung, solche Wetterbedingungen zu schaffen, die ohne gesundheitliche Schädigungen noch eine volle Leistungsentfaltung des Bergmannes zulassen.

Welche Luftzustände werden diesen Anforderungen genügen und welchen Maßstab wird man anwenden können, um solche Zustände einwandfrei zu kennzeichnen? Es ist zweckmäßig, hier von den Begriffen der modernen Klimatechnik auszugehen. Bei der Klimatisierung von Wohn- und Aufenthaltsräumen pflegt man Luftzustände einzuhalten, die erfahrungsgemäß für das Wohlbefinden körperlich nicht arbeitender Menschen am zweckmäßigsten sind. Die folgende Zahlentafel zeigt verschiedene Wertepaare von Temperatur und Feuchtigkeit, die bei schwachbewegter Luft in bezug auf die Behaglichkeit einander gleichwertig sind (35):

Raumtemperatur . . °C	22	23	24	25
Relative Feuchtigkeit %	100	79	58	42

Trägt man solche Zustandspunkte in ein i-x-Diagramm ein, so ergibt sich eine Behaglichkeitslinie, die bei Sommer- und Winterverhältnissen verschieden liegt. Beide Behaglichkeitslinien bilden die Grenzen der Behaglichkeitszone (Abb. 1).

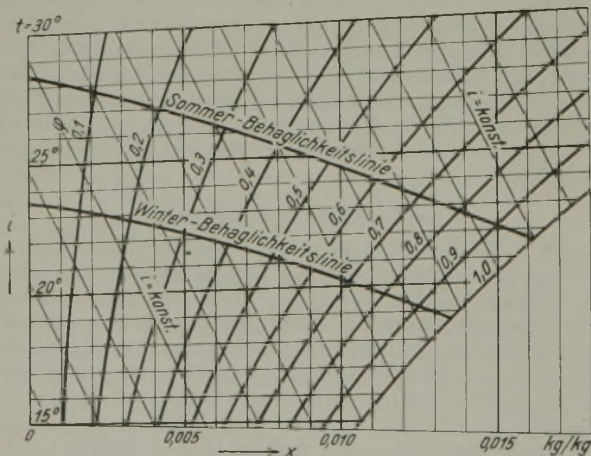


Abb. 1. Behaglichkeitslinien im i-x-Diagramm nach Linge (35).

Etwas Ähnliches muß für die Verhältnisse des Grubenbetriebes entwickelt werden, nur daß es sich hier nicht um ruhende, sondern um körperlich schwer arbeitende

Personen handelt und daß als dritte wesentliche Komponente die Wettergeschwindigkeit dazukommt. Zweckmäßig wird man hier nicht von einer Behaglichkeitslinie, sondern einer Erträglichkeitsgrenze sprechen, unterhalb deren alle noch zu duldenen Luftzustände liegen, die eine volle Leistungsentfaltung ermöglichen und dabei noch als erträglich empfunden werden. Der Ausdruck »erträglich empfinden« deutet schon an, daß es nicht nur gilt, einen Luftzustand physikalisch eindeutig zu kennzeichnen, sondern seine physiologischen Einwirkungen auf den Menschen in die Rechnung einzubeziehen. In der Klimatechnik, die sich vor die gleiche Aufgabe gestellt sah, haben sich zahlreiche Forscher um eine solche »Einheit der Behaglichkeit« bemüht (17, 62). Da es aber eine objektive Behaglichkeit nicht gibt, spielen die Beobachtungen am Menschen selbst eine ausschlaggebende Rolle.

Für die Beurteilung des Einflusses von Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt und Geschwindigkeit der Wetter auf den menschlichen Körper ist die Art der Wärmeabgabe des Körpers wichtig. Bei ruhender Umgebung geschieht die Hälfte der gesamten Energieabfuhr durch Abstrahlung, solange die Umgebungstemperatur unter der Körpertemperatur liegt, und ein Viertel durch Wasserverdunstung; in den Rest teilen sich Strömung und Leitung, wobei die Strömung vorwiegt (Abb. 2).

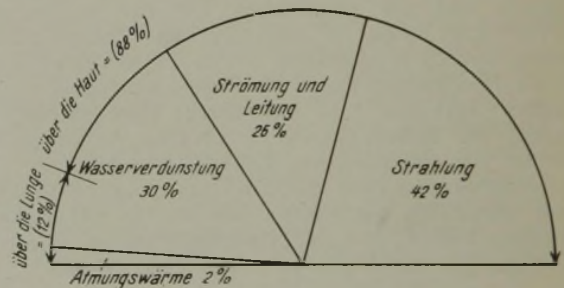


Abb. 2. Aufteilung der Wärmeabgabe des Körpers nach Bradtke und Liese (17).

Liegt die Umgebungstemperatur, also z. B. diejenige der Strecken- oder Strebstöße, über der Körpertemperatur, so ist eine Wärmeabgabe durch Abstrahlung nicht mehr möglich; die Einstrahlung von den Stößen auf den Körper macht sich unangenehm bemerkbar. Gerade die meßtechnische Erfassung dieser Einstrahlung bereitet bei der Entwicklung von Behaglichkeitskennziffern große Schwierigkeiten.

Luftbewegung vergrößert, solange die Temperatur der Luft unter der Körpertemperatur liegt, den Umfang der Wärmeabgabe durch Leitung und Strömung außerordentlich, ist also besonders dann sehr wichtig, wenn der Körper keine Möglichkeit zur Abstrahlung mehr hat. Liegt auch die Temperatur der Luft über der Hauttemperatur, so entfällt die Wärmeabgabe durch Strömung und Leitung, und dem Körper verbleibt nur noch der letzte Weg der Wärmeabgabe durch Schweißverdunstung von der Haut. Dieser Vorgang hat zwei Voraussetzungen: die physiologische des Vermögens der Schweißbildung und die physikalische der Verdampfungsmöglichkeit für den Schweiß, die von der Luftfeuchtigkeit abhängig ist (17).

Die Einflüsse der Luftfeuchtigkeit auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der Temperatur sind auch für den Hygieniker und Klimatechniker verwickelt. Hohe relative Feuchtigkeit steigert nach zahlreichen Beobachtungen bei niedrigen Temperaturen das Kältegefühl, bei hohen das Wärmegefühl. Im allgemeinen werden hohe Feuchtigkeitsgrade bei mittleren Temperaturen im Bergbaubetrieb nicht als ungünstig empfunden. In zahlreichen Streben kann man bei Temperaturen von 18–25°C eine relative Feuchtigkeit von 85–95% messen, ohne daß das Grubenklima selbst bei schwerer Arbeit als unerträglich bezeichnet würde; denn bei den im Steinkohlenbergbau meist herrschenden guten Wettergeschwindigkeiten »wird

der Beginn der fühlbaren Wasserverdunstung durch Schweißabgabe auf eine höhere Temperatur hinausgeschoben und damit zunächst der Feuchtigkeitsgehalt belanglos«. In heißen Gruben oder Betriebspunkten ist jedoch eine hohe relative Feuchtigkeit der Wetter der größte Feind des Bergmanns, da sie ihm die letzte Möglichkeit zur Wärmeabgabe nimmt. Sie führt entweder zu einer unwillkürlichen Verminderung der Arbeitsleistung oder zu Wärmestauungen und im Grenzfall zu Hitzschlägen, wie sie aus dem südafrikanischen Goldbergbau bekannt sind (21). Aus diesen Gründen muß die Kühlung der Wetter durch Wasserverdunstung in hohen Temperaturbereichen als ein gänzlich zweckloses Mittel angesehen werden.

Von den Klimakennziffern, die für den Bergwerksbetrieb Bedeutung haben, sollen zwei im Rahmen dieser Arbeit besprochen werden: die mit dem Katathermometer gemessene Kühlstärke und die »wirksame Temperatur« der Amerikaner.

Die Einführung des Katathermometers ist seinerzeit gerade deshalb sehr begrüßt worden, weil es den eben umrissenen Gesichtspunkten anscheinend weitgehend gerecht wurde. Das feuchte Katathermometer ergibt einen aus Temperatur, Feuchtigkeit und Strömungsgeschwindigkeit zusammengesetzten Wert und wurde deshalb häufig als Abbild der menschlichen Haut bezeichnet. Die Kritik wies jedoch darauf hin, daß das Katathermometer den genannten Einflüssen in einem anderen Verhältnis ausgesetzt sei als der menschliche Körper. Einmal gelte für das Thermometer

eine andere Wärmeübergangszahl, und zweitens sei der menschliche Körper nur bei ungewöhnlich hohen Temperaturen über seine ganze Oberfläche mit Schweiß bedeckt. Auf jeden Fall werden also beim Katathermometer die Anteile von Strahlung, Leitung und Verdunstung an der Gesamtwärmeabgabe in einem anderen Verhältnis zueinander stehen als beim menschlichen Körper. Es kann also durchaus der Fall eintreten, daß der menschliche Körper nicht ohne weiteres an zwei Stellen das gleiche Behaglichkeitsgefühl hat, an denen das Katathermometer die gleiche Kühlstärke anzeigt. So kann z. B. beim Katathermometer eine hohe Kühlstärkezahl durch eine große Luftgeschwindigkeit erreicht werden, die dem Menschen ein Kältegefühl verschafft, das er schon nicht mehr als angenehm empfindet. Diese Feststellung ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß die mit dem Katathermometer gemessene Kühlstärke nicht die gesuchte Behaglichkeitskennziffer an sich ist, die die Kühlwirkung des gemessenen Wetterstromes auf den menschlichen Körper eindeutig festlegt, sondern lediglich ein Maßstab für die Wärmeabgabe des Katathermometers selbst (62). Den Kritikern des Katathermometers kann weiter entgegengehalten werden, daß schon deshalb kein Gerät die physiologischen Einflüsse der umgebenden Luft auf den Menschen in vollkommener Weise anzuzeigen vermag, weil es den menschlichen Körper mit eindeutig festliegenden Empfindungen nicht gibt. Es wird daher bei der Beurteilung von Luftzuständen nach der Angabe bestimmter Geräte stets auf die Art der Auswertung der Messungen ankommen.

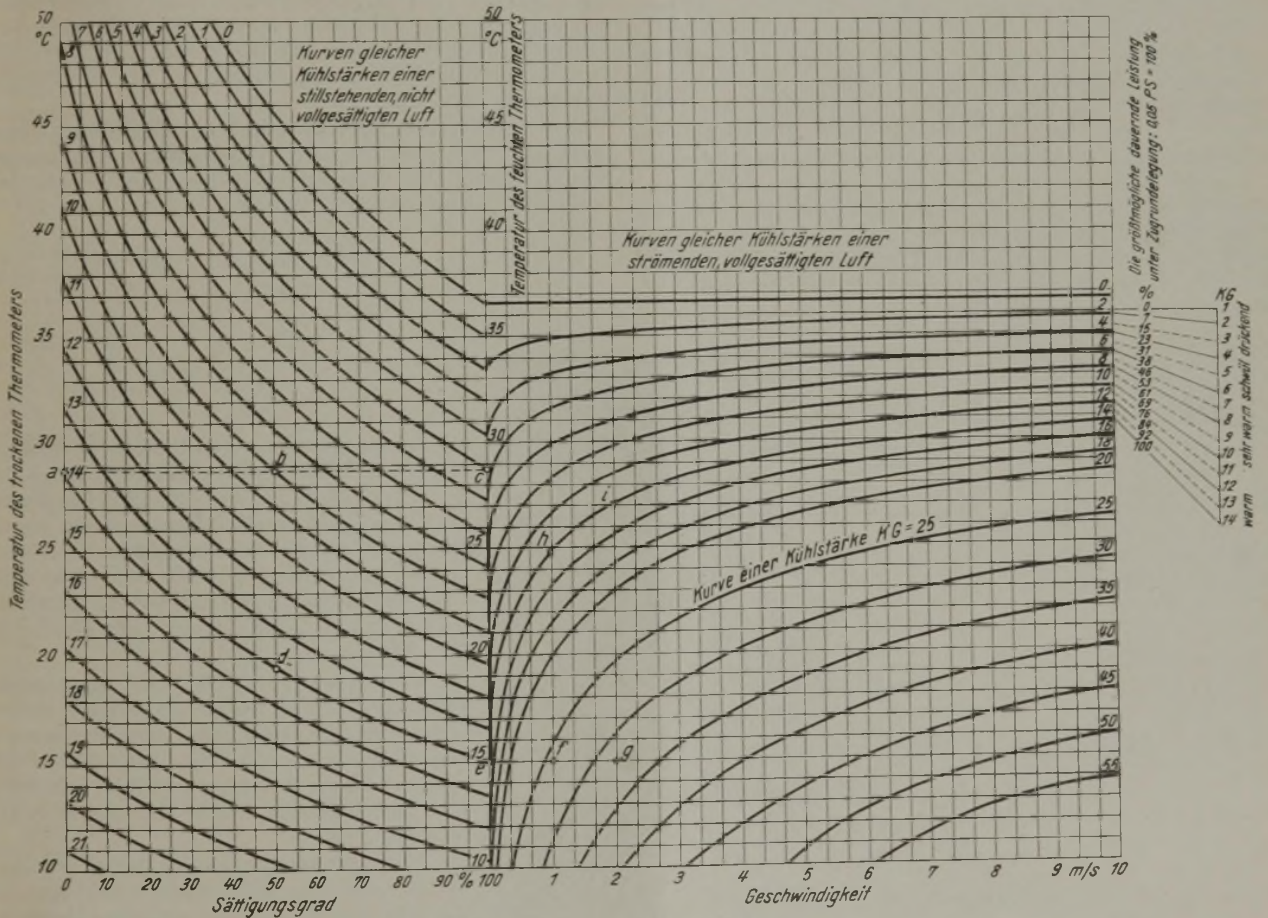


Abb. 3. Kurven gleicher Kühlstärken.

Für die Auswertung von Katathermometermessungen haben Stočes und Černik (10) bereits Tafeln aufgestellt, in denen die Kühlstärken in die Komponenten Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit aufgespalten sind, deren Messung auch einzeln durch die bekannten Geräte (Aspirationspsychrometer und Anemometer) erfolgen kann (Abb. 3). Weiterhin haben sie das Verhältnis von Leistung

und Kühlstärke untersucht und schaubildlich aufgetragen sowie in Übereinstimmung mit Jansen (19) festgestellt, daß bei einer Kühlstärke von 14 KG noch eine unverminderte Leistungsfähigkeit vorhanden ist, die mit sinkender Kühlstärkezahl abnimmt und bei 2 KG noch 7% beträgt. Dieser Aufstellung wurde eine normale, sich über 8 h erstreckende Leistung von 0,05 PS eines mit mittelschweren Arbeiten

beschäftigten Bergmanns zugrunde gelegt. Hier muß man allerdings die Einschränkung machen, daß die in Rechnung gestellte Kühlstärke nicht durch Wettergeschwindigkeiten von > 3 m/s erreicht sein darf, die bestimmt nicht mehr leistungsfördernd wirken. Unter Zugrundelegung einer Wettergeschwindigkeit von 3 m/s lassen sich bei folgenden Luftzuständen noch Vollerleistungen erzielen:

Temperatur °C	Feuchtigkeit %
36,5	50
34,5	60
33,0	70
31,5	80
30,0	90
28,8	Sättigung

Diese Werte zeigen, daß die 28°-Grenze zwar für Wetter mit voller Sättigung Gültigkeit haben kann, daß sie aber bei niedrigeren Feuchtigkeitsgehalten einen willkürlichen Schnitt bedeutet, jenseits dessen Luftzustände liegen, die durchaus noch volle Dauerleistungen ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen zulassen. Dies bestätigen die Erfahrungen in zahlreichen heißen Grubenbetrieben. So werden auf Steinkohlengruben, in denen die relative Feuchtigkeit häufig weniger als 60% beträgt, auch bei Temperaturen über 30° durchaus normale oder sogar über dem Ruhrdurchschnitt liegende Leistungen erzielt. In der Champion Reef Mine im Kolar-Goldfeld (Indien), die 1900 m tief ist, werden Temperaturen von 38° C noch nicht als ungünstig betrachtet, solange die Feuchtigkeit unter 70% bleibt. Am Witwatersrand wird ein Naßwärmegrad von 32° C bei allerdings geringer Wettergeschwindigkeit als obere Grenze für eine dauerhafte menschliche Arbeit angesehen. Schließlich sei noch das Beispiel einer deutschen Erzgrube erwähnt, in der jahrelang bei 34° C und fast völliger Sättigung eindrucksvolle Leistungen in Vorrichtungsbetrieben erzielt wurden.

Diese Beispiele beweisen zugleich, welche große Bedeutung der Gewöhnung des Menschen an ungünstigere Klimabedingungen zukommt. Die Gesichtspunkte der richtigen Auswahl und allmählichen Eingewöhnung der Belegschaften heißer Betriebspunkte müssen deshalb noch viel stärker beachtet werden (41, 50).

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Kälthermometer unter den genannten Einschränkungen — für Wettergeschwindigkeiten unter 3 m/s und Feuchtkugelttemperaturen unter 35° C — bei sorgfältiger Auswertung der Ergebnisse für Klimamessungen im Bergwerksbetrieb nach wie vor geeignet ist.

Die amerikanische Kältetechnik benutzt seit einigen Jahren als Behaglichkeitskennziffer die wirksame Temperatur (effective temperature)¹, einen in zahlreichen Versuchen an Tausenden von Menschen empirisch ermittelten Maßstab, der es gestattet, nach Temperatur, Feuchtigkeit und Strömungsgeschwindigkeit unterschiedliche Luftzustände miteinander zu vergleichen. Die Grundlage ist die schon besprochene Tatsache, »daß der Eindruck von Wärme, Kälte oder Behaglichkeit bei veränderlicher Lufttemperatur und -feuchtigkeit in gewissen Grenzen unverändert gehalten werden kann, wenn gleichzeitig die Luftgeschwindigkeit geändert wird«. Alle Luftzustände, die bei den Versuchspersonen die gleiche Empfindung hervorriefen wie ruhende, gesättigte Luft von der Temperatur t , erhielten diesen Wärmegrad als »wirksame Temperatur« t_w zugeordnet. Eine bestimmte Raumluft erhielt z. B. die wirksame Temperatur $t_w = 20° C$, wenn sie auf die Mehrzahl der Versuchspersonen ebenso behaglich wirkte wie feuchtigkeitsgesättigte Luft von 20°.

Die amerikanischen Beobachtungen ergaben bezüglich des Einflusses der Feuchtigkeit, daß bei 8° C in ruhender Luft eine Änderung des Feuchtigkeitsgrades keinerlei Änderung des Behaglichkeitsgefühls hervorruft. Dies geht auch aus der von Bradtke und Liese vorgenommenen Eintragung der wirksamen Temperaturen in eine Psychrometertafel hervor, in der die Linien der wirksamen Temperatur für 7–8° C mit denen der Trockentemperatur zusammenfallen (Abb. 4).

Bei größeren Luftgeschwindigkeiten liegt dieser Grenzwert bei entsprechend höheren Temperaturen, wie folgende Gegenüberstellung zeigt, welche die bereits früher erwähnten Zusammenhänge bestätigt:

Wettergeschwindigkeit m/s	Grenzwert °C
0	8
0,5	10
2	14
3	16

Bei Temperaturen unterhalb dieser Grenzwerte verstärkt zunehmende Feuchtigkeit das Kältegefühl, oberhalb das Wärmegefühl. Die Wettergeschwindigkeit hat bei Temperaturen von 35 bis 38° C keinerlei Einfluß mehr auf die wirksame Temperatur; oberhalb 38° wirkt Luftbewegung sogar ungünstig, weil in diesen Bereichen durch den Körper bereits Wärme aus der Luft aufgenommen wird.

Ogleich die Versuche zur Festlegung der wirksamen Temperaturen bei geringer körperlicher Anstrengung durchgeführt wurden, sollen die Werte auch für die Grubenarbeit Geltung haben. Sie werden deshalb im Schrifttum über amerikanische Wetterkühlanlagen häufig verwandt.

Nunmehr sei der oben gemachte Vorschlag zum Ersatz der 28°-Grenze durch eine Zustandsgrenze wieder aufgegriffen. Unter Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Klima und Leistung ist in Abb. 5 der Versuch zur Festlegung einer oberen Leistungsgrenze (Erträglichkeitsgrenze) im $i-x$ -Diagramm gemacht worden. Dabei erfolgte die Entwicklung der Grenzlinien für 3 verschiedene Wettergeschwindigkeiten nach folgenden Ge-

¹ Trans. Instn. Min. Engrs. 94 (1937) Teil 1; Trans. Amer. Soc. Heat. Vent. Engrs. 38 (1932).

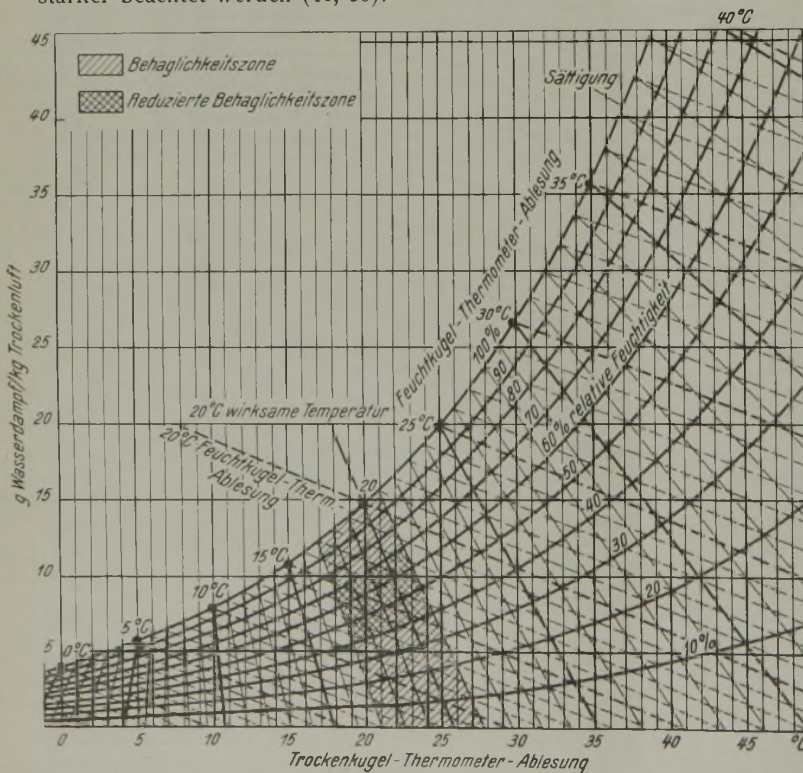


Abb. 4. Psychrometertafel mit wirksamen Temperaturen, nach Bradtke und Liese (17).

sichtspunkten: Im Bereich der vollen Sättigung wird die Grenze für Volleistungen tatsächlich bei 28-29°C liegen. Von hier aus sind die Linien so gezogen, daß sie einer Kühl-

stärke von 12 KG entsprechen, bis sie sich allmählich der Isotherme der Körpertemperatur anschmiegen. Nach oben hin muß die Körpertemperatur auch bei geringsten Feuchtigkeitswerten die Grenze bilden, da ja auch eine Steigerung der Wettergeschwindigkeit keine klimatische Verbesserung mehr bringen kann.

Benutzt man zur Beurteilung von Klimazuständen ein solches Schaubild, so können Katathermometermessungen und die mit ihrer Auswertung verbundenen Fehler vermieden werden. Es genügen die einwandfrei durchzuführenden Messungen der Trocken- und Feuchttemperatur und der Wettergeschwindigkeit. Liegen diese Zustandspunkte — in das i-x-Diagramm eingetragen — unter der entsprechenden Grenzlinie, so können die klimatischen Bedingungen als tragbar gelten.

Bei diesem Vorschlag zum Ersatz der reinen Temperaturgrenze kommt es zunächst mehr auf das Verfahren selbst als auf die absolute Lage der Kennlinien an. Es wäre zu begrüßen, wenn ein Austausch der auf heißen Gruben vorliegenden Erfahrungen dazu führen würde, die Grenzlinien genauer festzulegen. (Fortsetzung folgt.)

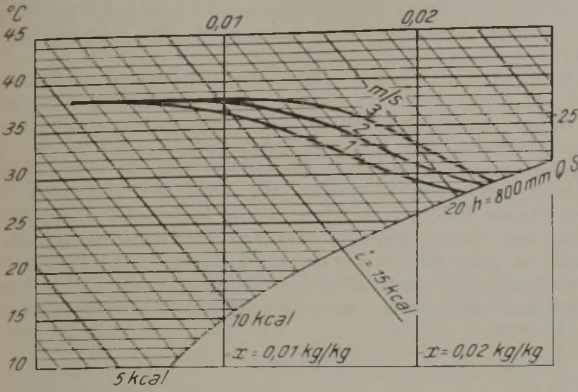


Abb. 5. Obere Leistungsgrenze für verschiedene Wettergeschwindigkeiten im i-x-Diagramm.

UMSCHAU

Betriebssicherheit beim Spalten an der Kreissäge.

Von Steiger Joh. Mang, Gelsenkirchen-Buer.

Beim Spalten des Holzes an der einfachen Kreissäge kommen immer noch verhältnismäßig viele meist schwere oder gar tödliche Unfälle vor, die in der Regel durch das Zurückschleudern des zu spaltenden Holzes entstehen. Schutzvorrichtungen gegen das Zurückschleudern des Holzes sind auf alle Fälle gut gemeint und theoretisch sinngemäß erdacht, aber in der Praxis versagen sie teilweise oder erschweren in einem solchen Maße den rhythmischen Arbeitsvorgang, daß, im Ganzen gesehen, ihr Wert doch fraglich ist. In Betracht kommen hier hauptsächlich der Spaltkeil, die Fangvorrichtung und die Polsterschürze.

Der Spaltkeil, der hinter dem Sägeblatt auf dem Säge Tisch angebracht ist, soll ungefähr so hoch sein, wie die zu schneidenden Hölzer dick sind; er soll auch ungefähr so stark sein wie das Sägeblatt einschließlich halber Schränkung. Ist also der Sägeschnitt etwa 5 mm stark, so kann der Spaltkeil eine Stärke von 4-4½ mm haben. Die Erfahrungen im Betriebe zeigen jedoch, daß trotz eines vorschriftsmäßigen Spaltkeils das Zurückschleudern des Holzes Unfälle hervorrufen kann. Die Ursache des Zurückschleuderns des Holzes ist darin zu suchen, daß sich das Holz im Schnitt beim Vorschub klemmt. Da der Spaltkeil den Schnitt offen halten und dadurch ein Klemmen vermeiden soll, liegt der Gedanke nahe, ihn stärker zu machen, als der Schnitt ist, um das Holz im Schnitt auseinander zu zwingen und so jedes Klemmen auszuschließen. Durch ein Auseinanderzwingen des Schnittes wird der Arbeiter entlastet und die Säge geschont. Beim Klemmen des Holzes muß man nämlich, abgesehen von der Unfallgefahr, berücksichtigen, daß die Sägeblätter den Schrank verlieren und dadurch die Gefahr des Klemmens noch zunimmt. Ist der Spaltkeil stärker, als der Sägeschnitt breit ist, so muß man damit rechnen, daß das Holz, sobald es an den Spaltkeil herankommt, an diesen anstößt und zurückgeschleudert wird. Eine solche Lösung wird also keinen Wert haben, sondern im Gegenteil noch unfallfördernd wirken. Ein anderer Gedanke ist der, den Spaltkeil konisch zu gestalten, d. h., ihn an der dem Sägeblatt zugekehrten Seite etwa 1-2 mm schwächer als den Sägeschnitt zu nehmen und die Stärke nach der entgegengesetzten Seite zu auf einige Millimeter über die Breite des Sägeschnittes zu erhöhen. Aber auch hier sind Bedenken am Platze. Der Spaltkeil wird sich zwar in diesem Falle ohne weiteres in den Sägeschnitt einfügen, ein Anstoßen und Zurückschleudern des Holzes beim Einfügen ist nicht zu erwarten, und das zu spaltende Holz wird durch den konisch verdickten Spaltkeil auseinandergezwingt. Auf der anderen Seite wird aber dadurch die Arbeit des Vorschubens wesentlich erschwert, das Holz reibt sich am Spaltkeil und wegen des Klemmens des Spaltkeiles im Sägeschnitt besteht wieder die Gefahr des Zurückschleuderns. Die Aussicht, durch besondere Aus-

arbeitung und Formgebung des Spaltkeiles die Betriebssicherheit zu erhöhen und die Arbeit zu erleichtern, ist also sehr fragwürdig.

Fangvorrichtungen an Kreissägen bestehen in der Regel aus Widerhaken, die sich gegen die Gangrichtung des Holzes auf dem Säge Tisch auswirken und durch Federkraft auf das Holz drücken. Eine Auslösung kann durch Hebel erfolgen. In den meisten Fällen wird aber der schnelle Arbeitsablauf durch die Fangvorrichtung erschwert, und die Beweglichkeit der Arbeiter leidet. Deshalb beobachtet man im Betriebe vielfach, daß die Fangvorrichtung gesperrt und nur dann in Tätigkeit gesetzt wird, wenn die Aufsicht in der Nähe ist. Zudem kommt es, besonders bei glattem und nassem Holz, vor, daß die Fangvorrichtung im Ernstfalle versagt. Erwiesenermaßen haben sich schon schwere Unfälle an Kreissägen ereignet, an denen Fangvorrichtungen eingebaut waren und sich in vorschriftsmäßigem Zustande befanden.

Die Polsterschürze, die aus Segeltuch mit einer starken Polsterung aus Filz, Seegras o. dgl. besteht, kann Unfälle überhaupt nicht verhüten, sondern nur ihre Folgen abschwächen. Die Polsterung muß so eingerichtet sein, daß die besonders gefährdeten Körperteile, wie Brust, Bauch und Leistengegend, geschützt sind. Ist diese Polsterung richtig und zweckentsprechend durchgeführt, so sind die Schürzen bei der Arbeit unbequem und hinderlich. Aus diesem Grunde werden sie nicht gern getragen, und an manchen Betriebsstellen hängen sie an der Wand.

Trotzdem also alle aufgezeigten Schutzvorrichtungen ihre Mängel haben, sind deren Anbringung und regelmäßiger Gebrauch unter allen Umständen durchzusetzen. Darüber hinaus ist zu untersuchen, welche Maßnahmen zur Erleichterung der Arbeit beitragen können und wie sich die Betriebssicherheit weiterhin erhöhen läßt. In den neuzeitlichen Großbetrieben spielt ja an sich die Kreissäge eine untergeordnete Rolle, da hier fortschrittliche Spaltmaschinen mit selbsttätigem Vorschub, bei denen die Gefahr des Zurückschleuderns ausgeschlossen ist, benutzt werden. Die Gefährdung an der Kreissäge kommt also hauptsächlich für Klein- und Einzelbetriebe in Betracht.

Das Spalten des Holzes an der Kreissäge wird in der Regel von 2 Arbeitern ausgeführt, von denen der eine auf schiebt und der zweite abnimmt. Es gilt nun, den Sägeschnitt nicht nur offen zu halten, sondern sogar das Holz im Schnitt auseinander zu zwingen und den aufschiebenden Arbeiter von dem Augenblick an, an dem das vordere Ende des Holzes hinter dem Sägeblatt hervorkommt, zu entlasten. Hierbei kann folgendes Verfahren dringend empfohlen werden. Der abnehmende Arbeiter hat ein kurzstielliges Hammerbeil und einen schmalen Hartholzkeil zur Hand. Sobald das gespaltene Holz mit seinem vorderen Ende den Spaltkeil verläßt, treibt er mit dem Hammer des Beiles den Keil in den Sägeschnitt des Holzes ein, schlägt mit dem Beil in das Holz und zieht. Durch das Eintreiben des Keiles wird der Sägeschnitt erweitert, das

Holz auseinandergewängt und ein Klemmen sicher vermieden. Der aufschiebende und der abnehmende Arbeiter teilen sich nunmehr in die Arbeit des Vorschubes; ja, den letzten Rest des Vorschubes kann der abnehmende Arbeiter durch Ziehen allein bewältigen, so daß der aufschiebende Arbeiter nicht Gefahr läuft, mit den Händen dem Sägeblatt zu nahe zu kommen. Verkehrt ist es auf alle Fälle, wenn der abnehmende Arbeiter mit beiden Händen das Holz beim Verlassen der Kreissäge faßt und zieht. Er berührt dann leicht das Sägeblatt und drückt zudem den Sägeschnitt zusammen, wodurch naturgemäß das Holz zurück- oder hochgeschleudert werden kann.

Getränksteuer bei Abgabe von Mineralwasser in Werkskantinen.

Ein Werk hatte innerhalb seiner Betriebsfläche verschiedene Kantinen eingerichtet, an deren Schaltern u. a. Mineralwasser verkauft wurde. Die Kantinen hatten keinen besonderen Verkaufsraum, boten auch keine Sitzgelegenheit. Aus betrieblichen Gründen war den Werksangehörigen sogar der längere Aufenthalt an den Kantinen untersagt. Die Gefolgschaftsmitglieder hatten lediglich die Möglichkeit, die Getränke zu kaufen und an ihrem Arbeitsplatz oder an einer anderen Stelle zu genießen.

Nach der Getränksteuerordnung der betreffenden Stadt unterliegt die entgeltliche Abgabe solcher Getränke dann einer Steuer, wenn die Getränke zum Genuß an Ort und Stelle abgegeben werden. Das OVG. ist in einer Entscheidung vom 19. Dezember 1939 — Aktenzeichen: II C 49/39 — zu dem Ergebnis gekommen, daß hier deshalb der nach der Steuerordnung erforderliche räumliche und zeitliche Zusammenhang zwischen der Abgabe der Getränke und ihrem Genuß vorhanden ist, weil die Getränke von den Werksangehörigen im Werk und während der Arbeitspause oder in der Arbeitszeit verzehrt werden. Die Ansicht des Werkes, der räumliche Zusammenhang sei deshalb nicht vorhanden, weil das Werksgelände einen erheblichen Umfang habe und von öffentlichen Straßen durchschnitten sei, sei unrichtig. Durch die Straßen werde der räumliche Zusammenhang schon deshalb nicht unterbrochen, weil in allen von den hindurchführenden Straßen gebildeten Abschnitten des Werksgeländes Kantinen vorhanden seien. Im übrigen sei der

erforderliche räumliche Zusammenhang selbst dann gegeben, wenn die Werksangehörigen die Straßen überschreiten und einen verhältnismäßig weiten Weg bis zur Kantine zurücklegen müßten. Die Länge des Weges spiele nämlich keine ausschlaggebende Rolle. Entscheidend sei vielmehr, ob die Stelle, an welcher der Verzehr stattfindet, in einer inneren Verbindung mit der Abgabestelle stehe. Da die Gefolgschaftsmitglieder hier die von der Werkskantine gekauften Getränke an ihren Arbeitsstätten im Werk verzehrten, sei diese Voraussetzung der Steuerpflicht erfüllt. Wenn Werksangehörige dagegen ausnahmsweise die in der Werkskantine gekauften Getränke aus dem Werk hinaus mit nach Hause nähmen, entstehe keine Getränkesteuerpflicht. Wenn das Werk insoweit Wert auf Steuerbefreiung lege, müsse es unter seiner Verantwortung die Menge des nicht-steuerpflichtigen Getränkes der Steuerbehörde angeben und gegebenenfalls auch zu entsprechenden Nachweisungen bereit sein. Beseler.

WIRTSCHAFTLICHES

Reichsindexziffern¹ für die Lebenshaltungskosten (1913/14 = 100).

Monatsdurchschnitt	Gesamtlebenshaltung	Ernährung	Wohnung	Heizung und Beleuchtung	Bekleidung	Verschiedenes
1936	124,5	122,4	121,3	126,0	120,3	141,4
1937	125,13	122,27	121,3	125,32	125,73	142,31
1938	125,7	122,1	121,2	124,8	130,5	142,3
1939: Jan. .	125,8	122,0	121,2	125,6	132,1	142,1
April .	125,9	122,2	121,2	125,3	132,9	142,0
Juli .	127,3	124,9	121,2	123,1	133,4	142,0
Okt. .	125,8	121,7	121,2	125,3	133,7	142,0
Dez. .	126,4	122,8	121,2	125,4	134,4	142,2
Durchschnitt	126,2	122,8	121,2	124,7	133,3	142,0
1940: Jan. .	127,0	123,5	121,2	125,5	135,1	142,7
Febr. .	127,2	123,7	121,2	125,4	135,8	143,1

¹ Reichsanz.

PATENTBERICHT

Patent-Anmeldungen,

die vom 29. Februar 1940 an drei Monate lang in der Ausbeilage des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 4. L. 95660. Erfinder, zugleich Anmelder: Dipl.-Ing. Werner Loibl, Beuthen (O.-S.). Verfahren und Vorrichtung zum Naßaufbereiten von Rohhaufwerk aller Art, besonders von Kohle. 24. 9. 38.

1b, 6. M. 144009. Erfinder: Georg Grave, Frankfurt (Main). Anmelder: Metallgesellschaft AG., Frankfurt (Main). Elektrostatischer Scheider für Erze und sonstige Stoffe; Zus. z. Anm. M. 143588. 23. 1. 39.

5b, 32. E. 52048. Erfinder: Fritz Vorthmann, Bochum. Anmelder: Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Auf einem Schlitten oder Fahrgestell verfahrbare Schrämmaschine. 6. 1. 39.

5c, 9/10. M. 142431. F. W. Moll Söhne, Maschinenfabrik, Witten (Ruhr). Eiserner Grubenausbau. 29. 4. 38. Österreich¹.

5d, 11. L. 95273. Erfinder: Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Heinz Schmitz, Köln, und Wilhelm Molzberger, Oberliblar bei Köln. Anmelder: Liblar-Tiefbau GmbH., Liblar (Bez. Köln). Übergabegerät zwischen Gewinnungs- oder Lademaschine und Hauptfördermittel. 27. 7. 38.

5d, 15/10. M. 138301. F. W. Moll Söhne, Maschinenfabrik, Witten (Ruhr). Aus Platten zusammengesetzte Schutzwand für den Bergeversatz. 8. 6. 37. Österreich.

10a, 11/05. W. 104398. Erfinder: James Verity, London. Anmelder: Woodall-Duckham (1920) Ltd., London. Beschickungsvorrichtung für stehende Verkokungsretorten. 17. 10. 38. Großbritannien 20. 12. 37 u. 4. 10. 38.

10a, 24/02. R. 101251. Erfinder: Leopold Kahl, Berlin. Anmelder: Rütgerswerke-AG., und Leopold Kahl, Berlin.

¹ Der Zusatz »Österreich« am Schluß eines Gebrauchsmusters und einer Patentanmeldung bedeutet, daß der Schutz sich auch auf das Land Österreich erstreckt.

Verfahren zur Gewinnung schwerflüchtiger Erzeugnisse aus Pechen o. dgl. 12. 1. 38. Österreich.

10a, 26.02. R. 103386. Erfinder: Dipl.-Ing. Eugen Primus, Berlin-Tegel. Anmelder: Rheinmetall Borsig AG., Berlin, und Carl Geißner, Berlin-Schöneberg. Lotrechter Schwelofen; Zus. z. Pat. 647617. 22. 9. 38.

10a, 38/01. H. 156305. Erfinder, zugleich Anmelder: Adolf Hölzel, Mödling bei Wien. Holzverkohlungssofen. 27. 6. 38.

81e, 1. M. 134377. Mitteldeutsche Stahlwerke AG., Riesa. Steilförderer. 2. 5. 36.

81e, 9. H. 154976. Erfinder: Hans Rätz, Essen-Stadtwald. Anmelder: Hauhinco Maschinenfabrik G. Hausherr, Jochums & Co., Essen. Gurtförderband. 28. 2. 38. Österreich.

81e, 9. T. 47243. Josef Topp, Frohnhausen, Post Warmen (Ruhr). Förderkettentrieb. 25. 7. 36.

81e, 10. E. 47849. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Gleitlager für Förderbandtragrollen mit feststehender Achse. 16. 7. 35.

81e, 10. H. 151312. Erfinder, zugleich Anmelder: Arthur Habermann, Bochum. Steuereinrichtung für das Geradelaufen von Förderbändern. 12. 4. 37. Österreich.

81e, 22. E. 48649. »Eintracht« Braunkohlenwerke und Brikettfabriken, Dr.-Ing. Max Mayer und Willi Appel, Welzow (N.-L.). Umlenkstation für in der Masse arbeitende Förderketten. 11. 8. 36.

81e, 22. E. 49458. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Fördervorrichtung. 14. 12. 35.

81e, 22. E. 50792. Erfinder: Fritz Vorthmann, Bochum. Anmelder: Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Kratzförderer. 9. 2. 38. Österreich.

81e, 45. H. 159363. Erfinder: Diplom-Bergingenieur Otto Vedder, Essen-Kupferdreh. Anmelder: Hinselmann & Co. Nachf. Diplom-Bergingenieur Otto Vedder, Essen-Kupferdreh. Verbindung der Schüsse von namentlich unter-

tage gebrauchten Rutschen mit Hilfe eines Kettengliedes. 19. 4. 39.

81e, 48. L. 95456. Erfinder, zugleich Anmelder: Peter Lühdorff, Köln-Lindenthal. Flachgängige Wendelrutsche, deren Gänge offen liegen oder in einem Zylinder eingebaut sind, die durch eine Rüttelvorrichtung lotrechte Schwingungen erhält. 20. 8. 38.

81e, 52. M. 141785. Erfinder: Walter Hardieck und Bernhard Siebers, Dortmund. Anmelder: F. W. Moll Söhne, Witten. Schüttelrutschenantrieb. 28. 5. 38.

81e, 58. M. 142841. Maschinenfabrik Halbach, Braun & Co., Wuppertal-Blombacherbach. Vorrichtung zum Freihalten der Laufbahn von Rollenrutschen durch eine Abdeckung. 21. 9. 38.

BÜCHERSCHAU

Die Kartelle im oberschlesischen Steinkohlenbergbau. Von Karl Euling. 82 S. Jena 1939, Gustav Fischer. Preis geh. 4 RM.

Dies ist mehr als ein wissenschaftlicher Beitrag zur geschichtlichen Entwicklung der Kartellfrage in einem Teile des deutschen Wirtschaftslebens. In den Aufzeichnungen der Erfahrungen eines Verstorbenen, der viele Jahre Wirtschaftsführer in Oberschlesien war und oft entscheidend in die stets vom Gemeinschaftsgedanken geleiteten Fragen des Zusammenschlusses im oberschlesischen Steinkohlenbergbau eingriff, wird ein lebendiges Bild wirtschaftlichen Strebens und Könnens entrollt. Der Reiz der Darstellung liegt darin, daß der Verfasser, wie er selbst zugibt, seine eigenen Ansichten in die objektive Schilderung der Tatsachen eingestreut hat. Wir erfahren dadurch nicht nur, wie sich aus den ersten Zusammenschlüssen des Jahres 1890 über die Kohlenkonvention nach dem Kriege das Kohlsyndikat, eine trotz grundverschiedenen Aufbaues von demselben Gedanken getragene Organisation, herausgebildet hat, es wird uns auch manches von den Hemmungen und Gegenströmungen mitgeteilt, das außerhalb Oberschlesiens — und selbst dort nicht allgemein — bisher nicht bekannt war. Be-

achtung verdienen vor allem die Darlegungen der Unterschiede zwischen Konvention und Syndikat, des Überganges von Mindest- zu Höchstpreisen, des Wechsels in der Definition von Versand und Eigenverbrauch und ganz besonders des Verhältnisses der Erzeuger zum Großhandel und der Bildung von Interessengemeinschaften als Kartellen innerhalb des Kartells. Bei der Entwicklung der Nachkriegszeit wird, wenn auch nur kurz, auf die ebenfalls aus der Oberschlesischen Kohlenkonvention hervorgegangene Allgemeine Polnische Kohlenkonvention eingegangen. Ein aufschlußreicher Abschnitt ist dem Kampf um den polnischen Handelsvertrag gewidmet, worin der Verfasser dafür eintritt, daß die Sperrung der polnischen Kohleneinfuhr nach Deutschland im Jahre 1925 nur der äußere Anlaß, nicht aber die Ursache zu dem zehnjährigen deutsch-polnischen Handelskrieg gewesen sei.

Hingewiesen sei auch noch auf die an verschiedenen Stellen des Buches klar herausgestellten Unterschiede, die zwischen dem oberschlesischen Kohlenkartell in seinen verschiedenen Formen und dem Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikat bestanden und bestehen und die Oberschlesien in der Kartellentwicklung manche Krisen und Kämpfe erspart haben. Dr.-Ing. G. Behaghel.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 21—23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Geologie und Lagerstättenkunde.

Erdöl. Krauer, Jos.: Die Ergebnisse einer Tiefbohrung im Erdölgebiet am Tegernsee in Oberbayern. Öl u. Kohle 36 (1940) Nr. 7 S. 63/66*. Geologische Übersicht. Schichtenfolge und Tektonik. Herkunft des Erdöls.

Riedel, Leonhard: Eine neue Deutung der Lagerungsverhältnisse und des Ölvorkommens im alten Ölgebiet Horst-Wipshausen nördlich Peine in Hannover. Öl u. Kohle 36 (1940) Nr. 5 S. 39/44. Geschichtlicher Rückblick. Geologischer Aufbau des Gebiets. Ölführung.

Gold. Klingner, Fritz-Erdmann: Die Goldlagerstätten der britischen Kolonie Goldküste (Westafrika). Berg- u. hüttenm. Mh. 88 (1940) Nr. 2 S. 17/22*. Geologische Verhältnisse. Entwicklung des Goldbergbaues. Beschreibung der Lagerstätten. Förderung.

Salz. Fulda, Ernst: Salzlagerstätten und Salzbergbau im ehemaligen Polen. Kali 34 (1940) Nr. 2 S. 15/18*. Das Bromberger Gebiet mit Salzstöcken des Oberen Zechsteins und seine bisherige Erschließung durch Bohrungen und den Bergbau. (Forts. f.)

Bergtechnik.

Allgemeines. Rakus, Emmerich: Der Steinkohlenbergbau des Ostrau-Karwiner Revieres. (Forts.) Montan. Rdsch. 32 (1940) Nr. 4 S. 62/64. Bildung von Grubengas, Kohlenstaub und deren Bekämpfung. Das Geleucht. Grubenbrände und Explosionen. Die Schießarbeit. Arten der Sprengstoffe: a) Nitroglyzerin-Sprengstoffe. b) Ammonsalpeter-Sprengstoffe. Transport und Aufbewahrung der Sprengmittel. Sprengkapseln. Zünder. Zündmaschinen. Besatz und Einrichtung der Schießarbeit. (Forts. f.)

Tiefbohren. Schneider, F., und Lauter: Die zweitiefste Bohrung der Welt wurde mit einer dielektrischen Rotaryanlage gebohrt. Bohrtechn.-Ztg. 58 (1940) Nr. 2 S. 13/14. Bemerkenswertes über die in West-Oklahoma niedergebrachte rd. 4500 m tiefe Bohrung Projektor I: Bohrarbeit und Verrohrungsplan, Ausrüstung und Meißel, Spülung, wissenschaftliche Ausbeute.

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 RM für das Vierteljahr zu beziehen.

Paßler, Walter: Neigungsmesser zur Bestimmung der Richtung und Größe der Neigung von Bohrlochern. Bohrtechn.-Ztg. 58 (1940) Nr. 2 S. 14/15*. Erläuterung des in Zistersdorf entwickelten Geräts, mit dem man bei einer Fahrt leicht 8—10 Messungen durchführen kann.

Gewinnung. Steinhoff, W.-W., und W. v. Jähnichen: Untersuchung von Abbauhämmern unter besonderer Berücksichtigung des Rückstoßes. Glückauf 76 (1940) Nr. 9 S. 117/20*. Betrachtung des Arbeitsvorganges an Hand kinematischer Aufnahmen von hoher Bildzahl. Bedeutung des »Gleichlaufandrucks«. Nutzanwendung für die Beurteilung des Abbauhammers.

Nicolas: Lehren der Schießsteiger-Schulung im Ruhrbergbau nach Einführung der ummantelten Wettersprengstoffe. Bergbau 53 (1940) Nr. 5 S. 51/59*. Bedeutung des fachmännischen Abbohrens, Ladens, Besetzens und Zündens der Sprengschüsse. Nebenarbeiten.

Förderung. Kramm, Erich: Schrappergefäß zum Schrappen auf Versatz. Kali 34 (1940) Nr. 2 S. 21/22*. Beschreibung eines Schrappergefäßes mit verschiedenem Bodeneinsatz und seiner Arbeitsweise, die eine Verunreinigung des Fördergutes durch mitgerissenen Versatz ausschließt.

Gomolinsky, K.: Verhütung von Unfällen durch Schlepperhaspel. Glückauf 76 (1940) Nr. 9 S. 122/24*. Beschreibung eines mit Schutzbügel versehenen Schlepperhaspels, der einen bei beliebigem Wagenabstand stets rechtwinklig zur Trommelachse erfolgenden Seillauf gewährleistet.

Reimerdes: Unfallschutz durch neuartige Seilklemmen. Bergbau 53 (1940) Nr. 4 S. 42/43*. Beschreibung einer sehr zweckmäßig gestalteten und zuverlässigen Seilschelle sowie einer die Sicherheit erhöhenden Seilendschutzklemme.

v. Hindte, W.: Das Auswechseln von Förder- und Unterseilen. Bergbau 53 (1940) Nr. 4 S. 37/42*. Erörterung der verschiedenen Verfahren für das Ab- und Auflegen von Förderseilen bei Trommel- und bei Koepföföderung. Hilfsmittel und Vorsichtsmaßnahmen bei der Bestellung bzw. Anlieferung von Seilen.

Bewetterung. Kummer, Albert: Fehlerquellen bei Feuchtigkeitsmessungen mit dem Abmannschen Aspirationspsychrometer in Bergwerken. Kali 34

(1940) Nr. 2 S. 22/26*. Untersuchungen über die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse des genannten Gerätes im besonderen unter den in Kalibergwerken vorliegenden Bedingungen. Versuchsdurchführung. Verschiedene Ursachen für Meßfehler. Die Anwendungsmöglichkeit anderer Meßverfahren.

Grubenbrände. Bredenbruch, E.: Die Bekämpfung von Flözbränden durch Einschlämmen von Gesteinstaubtrübe. Glückauf 76 (1940) Nr. 8 S. 105/07*. Kennzeichnung des mehrfach mit Erfolg erprobten Verfahrens. Anwendungsbeispiel.

Markscheidewesen. Gröbel, Emil: Methoden und Meßinstrumente des Bergmannes. (Forts. und Schluß.) Montan. Rdsch. 32 (1940) Nr. 4 S. 57/61*. Bei der I. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft gebräuchliche Zwangszentrierung und besonderes Verfahren zur Durchführung der Längenmessung. Ergebnisse einzelner Probenmessungen. Bergmännische Durchschläge.

Aufbereitung und Brikettierung.

Allgemeines. Horn, Hans: Beseitigung von Schwierigkeiten bei der Entleerung von Kohlenstaubbunkern, Kohlenstaub-Spezialwagen usw. Braunkohle 39 (1940) Nr. 7 S. 65/67*. Mitteilung einfacher Mittel zur Steigerung der Entleerungsleistung und Behebung auftretender Schwierigkeiten.

Steinkohle. Demann, W., und R. Schön Müller: Versuche zur Herstellung aschenarmer Kohlen und Kokse. Glückauf 76 (1940) Nr. 8 S. 112/13. Hinweis auf Forschungsarbeiten der Fried. Krupp AG., bei denen es gelang, den Aschengehalt durch Behandlung mit verschiedenen Säuren auf rd. 0,6% zu senken.

Krafterzeugung, Kraftverteilung, Maschinenwesen.

Dampf. Schulze, Reinhard, und Janissen, Hubert: Einfluß der Korngröße und des Siebsprunges von Steinkohlensorten auf Wirkungsgrad und Leistung der Verbrennung. Wärme 63 (1940) Nr. 7 S. 61/64* u. Nr. 8 S. 73/75*. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung. Geringer Einfluß der Ausiebung. Günstigster Wirkungsgrad bei der Körnung von Nuß 5. (Schluß f.)

Verbrennungsturbine. Bertling, Günther: Die Verbrennungsturbine, Geschichtliches, Stand und Zukunftsaussichten. Wärme 63 (1940) Nr. 8 S. 69/73*. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen werden Gestaltung und Verwendungsmöglichkeit der Verbrennungsturbine beschrieben und mit denen anderer neuzeitlicher Maschinen verglichen.

Kreiselpverdichter. Havlíček, Franjo Ivan: Theoretische Untersuchungen über das Pumpen von Kreiselpverdichtern. Glückauf 76 (1940) Nr. 9 S. 120/22*. Aufstellung von Gleichungen für die Druckerhöhung an einem dreistufigen Kreiselpverdichter. Übereinstimmung der theoretisch gefundenen Pumpgrenze mit der gemessenen.

Schmiermittel. Burgdorf, Karl-W.: Sicherung der industriellen Leistungsfähigkeit durch Spar- und Umstellungsmaßnahmen in der Schmiermittelbewirtschaftung während des Krieges. Öl u. Kohle 36 (1940) Nr. 5 S. 44/52*. Sparmaßnahmen bei Einlagerung, Verteilung, Verwendung, Austausch, Rückgewinnung und Wiederaufbereitung der Schmieröle. Einsparung von eingeführten Zylinderölen und Turbinenölen. Heranziehung der Forschung. Schrifttum.

Elektrische Meßgeräte. Rogowski, W., und H. Böcker: Hochspannungsmesser für 600000 V. Z. VDI. 84 (1940) Nr. 7 S. 119/20*. Beschreibung eines elektrostatischen Meßverfahrens auf der Grundlage des Schutzringkondensators von Thomson. Messung der Anziehungskraft mit Hilfe der Induktionsmeßdose von Wallich und Opitz. Relative und absolute Messungen. Anordnung und Meßgenauigkeit der Vorrichtung.

Chemische Technologie.

Benzolgewinnung. Koepfel, Claus: Tensionsbestimmungen von Mischungen des Benzols mit Waschöl und mit Phenol. Gas- u. Wasserfach 83 (1940) Nr. 7 S. 73/79*. Ermittlung der Sättigungs- und Löslichkeitsbeziehungen von Benzol-Waschölgemischen. Das System Phenol-Benzol. Gleichgewichts- und Siedepunktsdiagramm des Systems Benzol-Waschöl.

Schwelerei. Sustmann, Heinz, und Karl Heinz Ziesecke: Der Einfluß des erhöhten Gasdruckes bei der Verschwelung von Steinkohlen. Brennstoff-Chem. 21 (1940) Nr. 4 S. 37/42*. Versuchsanordnung. Ergebnisse der mit Ruhr-, Saar- und oberschlesischer Kohle durchgeführten

Untersuchung der Gas- und Koksbeschaffenheit in Abhängigkeit von Druck und Temperatur.

Hydrierung. Boesler, W.: Die Entwicklung und der heutige Stand des I.G.-Hydrierverfahrens. Chem.-Ztg. 64 (1940) Nr. 17/18 S. 81/84*. Geschichtlicher Rückblick. Grundlagen des Verfahrens. Mitteilung einiger Einzelheiten über die großtechnische Durchführung.

Hüttenwesen.

Nichteisenmetalle. George, Willy: Die Stoffwirtschaft der Metallhütten. Met. u. Erz 37 (1940) Nr. 3 S. 48/51. Aufgaben der Stoffwirtschaft. Buchführung. Bestandsnachweis und Inventuren. Ausbringensberechnungen und Stoffbilanzen. Grundlagen, Aufbau, Zuverlässigkeit und Wert der Stoffbildungen. Organisation im Betriebe.

Recht und Verwaltung.

Entscheidungen aus verschiedenen Rechtsgebieten. Beseler, R.: Für den Bergbau wichtige Entscheidungen der Gerichte und Verwaltungsbehörden aus dem Jahre 1939. Glückauf 76 (1940) Nr. 8 S. 107/12. Erörterung verschiedener Bergschadensfälle. Bemerkenswerte arbeits-, knappschafts- und steuerrechtliche Entscheidungen. Sonstiges.

Steuerrecht. Heinemann, G. W.: Die Rückstellung für kommende Bergschäden im Steuerrecht. Glückauf 76 (1940) Nr. 8 S. 113/14. Besprechung der rechtlichen Grundlagen für die steuerliche Behandlung künftiger Bergschäden an Hand von Entscheidungen des Reichsfinanzhofes.

Eisenbahnverkehrsrecht. Küchler, Rolf: Haftung der Eisenbahnen für ohne Umladung in Wagenladungen beförderte Güter nach internationalem und deutschem Recht. Arch. Eisenbahnwes. 63 (1940) Nr. 1 S. 85/106. Die Rechtslage vor dem 1. Oktober 1938. Die Neugestaltung der Haftungsregelung auf Grund der Ergebnisse der Konferenz von Rom. Kritische Würdigung der Neuregelung. Schrifttum.

Knappschaft. Thielmann: Kriegsvorschriften im Verfahren der knappschaftlichen Versicherung. Kali 34 (1940) Nr. 2 S. 18/20. Die durch die Verordnung über die Vereinfachung des Verfahrens in der Reichsversicherung und der Arbeitslosenversicherung vom 28. Oktober 1939 im Verfahren der knappschaftlichen Versicherung eingetretenen Änderungen.

Bergwerksabgaben. Bormann: Alte Bergwerksabgaben im Ruhrbergbau. Bergbau 53 (1940) Nr. 4 S. 43/46. Der Zehnt der ältesten Bergordnungen. Entwicklung des Knappschaftswesens.

Wirtschaft und Statistik.

Kraftstoffe. Birk, Karl: Die internationale Kraftstoffwirtschaft. Öl u. Kohle 36 (1940) Nr. 7 S. 67/71*. Stellung der flüssigen Kraftstoffe in der Kraftwirtschaft der Welt. Weltvorräte an Erdöl, Ölschiefer und Kohle. (Schluß f.)

Eisen. Reichert, J. W.: Die englische Eisenwirtschaft im Weltkrieg. Stahl u. Eisen 60 (1940) Nr. 8 S. 149/56*. Gegenwartsaufgaben der englischen Industrie. Die Lage während des Weltkrieges: Englands Munitionsmünisterium. Industrielle Rückständigkeit. Arbeiterverhältnisse. Erweiterungsbauten von 1916-1918. Roheisengewinnung. Eisenerzversorgung. Stahlgewinnung. Granatstahllieferungen 1915-1918. Preisentwicklung. Zusammenschlußbewegung. Außenhandel. Rückblick.

Verschiedenes.

Holzschutzbehandlung. Wilms, W.: Holzschutz im Bergbau. Berg- u. hüttenm. Mh. 88 (1940) Nr. 2 S. 22/25*. Ursachen der Holzzerstörung. Vorbeugende Schutzmaßnahmen. Tränkverfahren. Imprägnierstoffe.

PERSÖNLICHES

Dem Bergassessor Braetsch, Direktor und Geschäftsführer der Niederschlesischen Steinkohlen-Bergbauhilfskasse in Waldenburg (Schl.), ist die Spange zum Eisernen Kreuz zweiter Klasse verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fand:

am 28. Februar der Bergbaubeflissene cand. rer. mont. Walter Helmuth Diekelmann, Wachtmeister bei einem L. A. K., im Alter von 25 Jahren.