

# DIE ROLLE OBERFLÄCHENAKTIVER SUBSTANZEN BEI DER BENETZUNG VON VERSCHIEDENEN INDUSTRIESTAUBEN\*

Von  
Z. CSÜRÖS

Institut für Organisch-Chemische Technologie der Technischen Universität, Budapest

Die Bedeutung der Benetzung des Industriestaubes liegt in der Herabsetzung seiner Schwebefähigkeit. In allen durch Staubexplosion gefährdeten Industriezweigen trachtet man seit jeher, dieser Gefahr zu begegnen, u. zw. im allgemeinen durch Verringerung der Konzentration des entflammaren Staubes in der Luft bis unter den kritischen Wert, doch hatten diese Bestrebungen bisher nicht den gewünschten Erfolg.

Die Bekämpfung des Industriestaubes bezweckt einerseits die Verhinderung der Explosion des brennbaren oder explosionsgefährlichen Staubes, andererseits die Verhütung der als Pneumokoniose bekannten Lungenerkrankung infolge Einatmung von Staub.

In den Vereinigten Staaten von Amerika besteht in insgesamt etwa dreißigtausend Betrieben Staubgefahr [1], den Bergbau [2] nicht inbegriffen. Innerhalb 50 Jahren verursachten Staubexplosionen 460 tödliche Unfälle, während sich der materielle Schaden auf 90 Millionen Dollar belief [3, 4]. Noch schlimmer liegen die Verhältnisse im Bergbau [5]. Einer österreichischen Statistik gemäß mußten von 45 Betrieben 28 als staubgefährdet erklärt werden [6], und ähnlich ungünstig ist die Lage in Ungarn.

Das Staubproblem stellt die Abwehr vor stets neue Aufgaben [8].

Die Staubgefahr erhöht sich nicht nur im Bergbau, sondern nimmt auch in der Industrie zu. Einer jüngst erschienenen Mitteilung [9] gemäß kann die Zahl der Chemikalien, deren Erzeugung in industriellem Maßstab neu anläuft, mit jährlich 10 000 angesetzt werden. Ein hoher Prozentsatz dieser Produkte gelangt in Pulverform in den Verkehr. Infolge der stürmischen Entwicklung der Kunststoffindustrie wächst auch die durch Kunststoffstaub verursachte Gefahr [10], weshalb man dieser durch neue Methoden vorzubeugen bemüht ist.

In der Sowjetunion wurden mehrere technische Neuerungen — Staubfänger [11], moderne Streckenvortriebe [12] — zur Verringerung der Staubschäden [13] und zur Eliminierung von Explosionen eingeführt.

\* Vorgetragen an der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 24. 10. 1958.

Tabelle I

Explosionen verschiedener Arten von Staub in den USA binnen 50 Jahren

Art des Staubes	Zahl der Explosionen	Todesfälle	Verletzte
Getreide	191	127	337
Holz	129	37	156
Lebensmittel	113	64	260
Mehl	101	33	88
Stärke	43	144	146
Zucker	26	12	31
Kunststoffe	25	12	45
Schwefel	24	2	39
Sonstige	80	27	99

Im Zentralforschungsinstitut der verstaatlichten englischen Bergwerke sind Versuche zur Bekämpfung von Kohlenstaubexplosionen im Gange [14, 15, 16, 17], während in Belgien in erster Reihe Verfahren zur Bindung des Kohlenstaubes ausgearbeitet werden [18]. In der Bundesrepublik wurde für die Bekämpfung von Gesundheitsschäden durch Staub und für die Entschädigung der an Silikose Erkrankten in sechs Jahren die Summe von 1,28 Milliarden Mark [19], für Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete 9 Millionen Mark verausgabt. Die Abnahme der durch Staub verursachten Beeinträchtigung der Gesundheit als Folge dieser Bestrebungen konnte auch zahlenmäßig nachgewiesen werden [20], wenn auch das Problem selbst dadurch noch nicht gelöst wurde. In Ungarn werden auf die Entschädigung der an Silikose Erkrankten jährlich 20 Millionen Forint aufgewendet, es erübrigt sich demnach, auf die Wichtigkeit der Bekämpfung der Staubgefahr näher einzugehen.

Unter den in der Industrie auffallenden Staubarten unterscheidet man explosionsgefährliche und die Gesundheit schädigende Staube.

Tabelle II

Einteilung der Industriestaube vom Gesichtspunkt der Staubbekämpfung

Explosionsgefährliche	Pneumokoniose verursachende
S t a u b e	
1. Kohlenstaub	1. Beim Erzbergbau und beim Mahlen entstehender Staub
2. Kunststoffstaub	2. In der Silikate verarbeitenden Industrie vorkommender Staub
3. Sonstige Staubarten (Sägespäne, Textil-, Lebensmittelstaube)	3. Sonstiger Staub

Besonders wichtig ist die Bestimmung des Gefahrenbereiches der verschiedenen in der Industrie vorkommenden Staubarten, namentlich des unteren Grenzwertes noch brennbarer Staubkonzentration. Einige dieser unteren Sicherheitsgrenzwerte gemäß GECK [21] sind der Tabelle III zu entnehmen.

Tabelle III

Höchstzulässige Konzentration einiger Staubarten in Luft vom Gesichtspunkt der Staubexplosion

Zucker	17,5 g/m <sup>3</sup>
Stärke	10,0 „
Holz	12,0 „
Mehl	10,0 „
Baumwolle	6,2 „

In strömender Luft befindet sich die Staubwolke in ständiger Wanderung, die Konzentration des Staub-Luftgemisches je m<sup>3</sup> kann sich mithin beständig ändern.

Die Staubkonzentration erreicht die obere kritische Grenze nur selten. Diese ist meistens so hoch, daß die Sauerstoffkonzentration des strömenden Staub-Luftgemisches zum Verbrennen des Staubes nicht mehr ausreicht. Nur bei der pneumatischen Förderung von Getreide und Mehl gelangen stoßweise derartig große Staubmengen in die Luft.

Der sedimentierte Flugstaub einzelner Kohlensorten kann je nach der Feinheit des Staubes und der Dichte der Schicht bereits bei 150° C zum Glühen kommen [22]. Die von Methanexplosionen herrührenden plötzlichen Luftstöße bedeuten eine weitere Gefahr durch Aufwirbelung des in den Strecken bereits abgesetzten Staubes. Wird hierdurch die kritische minimale Konzentration überschritten, kann eine Staubexplosion ausgelöst werden.

Vornehmlich Professor CZIBULSKY [Polen, 23] war es, der Untersuchungen zur Ermittlung der minimalen Konzentrationen unternahm. Er stellte fest, daß bei gegebener Körnungsgröße vor allem der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen für die untere Grenze der Entzündbarkeit bestimmend ist. Der Staub gasreicher Kohlen kann bereits bei einer Konzentration von weniger als 100 g/m<sup>3</sup> Luft explodieren. Plötzliche Funkenentladung der durch Reibung statisch aufgeladenen Staubteilchen (Staubblitz), äußere Wärme, Explosionen usw. können dabei inizierend wirken [24].

Mit der Explosion von Kunststoffstaub befaßt sich in einer kürzlich (September 1958) erschienenen Publikation [10] JENSKY, ein tschechoslowakischer Autor. Als explosionsgefährlich führt er den Staub nahezu aller wichtiger Kunststoffe — Methyl-Metakrylat, Polystyrol, Polyäthylen, Zelluloseazetat, Phenolharze, PVC-Pulver usw. — an. Jensky bestimmte die minimale explo-

sionsgefährliche Konzentration, die Entzündungstemperatur, den maximalen Explosionsdruck und die zur Explosion erforderliche minimale Sauerstoffkonzentration der unterschiedlichen Arten von Kunststoffstaub.

Tabelle IV

Höchstzulässige Konzentration von Kunststoffstaub, Entzündungstemperatur, maximaler Explosionsdruck und minimale Sauerstoffkonzentration

	Minimale Konz. g/m <sup>3</sup>	Entzündungs- temperatur °C Korngröße kleiner als 50 $\mu$	Max. Explosions- druck in kg/cm <sup>2</sup> bei einer Staub- konz. von 500 g/m <sup>3</sup>	Min. Sauer- stoffkonz. in Vol.%
Polystyrol	20	491	3,1	7
Polymethyl-Metakrylat	20	442	4,0	7
Polyäthylen	25	448	5,9	8
Phenolharze	35	461	3,6	9
Zelluloseazetat	35	410	4,8	7
PVC	40	548	3,5	11

Andere explosionsgefährliche Staubarten sind z. B. Getreide-, Mehl-, Stärke-, Zucker- und Textilstaub, unter denen der Textilstaub der bedeutendste ist [25].

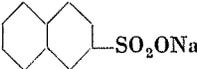
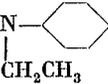
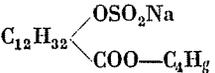
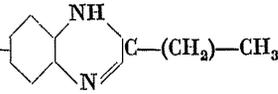
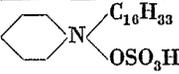
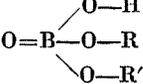
Der Textilstaub ist durch den hohen Anteil feinstgekörnter Schwebstoffe gekennzeichnet. 1 g Baumwollstaub enthält z. B. mehr als 3 Millionen unter 50  $\mu$  kleiner Teilchen [26]. Die feinsten Teilchen setzen sich langsam (0,03—50 cm/Sek) und mit gleichmäßiger Bewegung ab. Es zeigte sich, daß bei Teilchengrößen von weniger als 5  $\mu$  die Absetzgeschwindigkeit vom spez. Gewicht unabhängig ist, da die Verschiedenheit der Massen in strömender Luft offenbar nicht mehr zur Geltung gelangt [27].

Feinster Textilstaub bleibt in unbewegter Luft 24 Stunden im schwebenden Zustand. Besonders in Staubabzugkanälen kommen Explosionen vor, die dann auf den Maschinenraum übergreifen können.

Die Staubexplosionen sind im allgemeinen auf zwei Ursachen zurückzuführen, auf elektrostatische und auf thermische Iniziiierung. Auf sämtliche möglichen Ursachen der Explosionen hier einzugehen, würde zu weit führen, doch steht fest, daß ohne Staub keine Staubexplosion erfolgen kann. Es sollen daher im folgenden die Verfahren zur Bindung des Staubes kurz erörtert werden.

Die Aufzählung der die Silikose verursachenden Faktoren und die Beschreibung der Pneumokoniose gehört nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes, weshalb hier die Feststellung genügen mag, daß in erster Linie der

**Tabelle V**  
Einige physikalische Daten der angewandten Netzmittel

Gruppe	Marke	Formel	Molekulargewicht	$\gamma_0$ — $\gamma_{20g/l}$	$\gamma_0$ — $\gamma_{2g/l}$	Schaumprobe (ml Schaum nach 10 Min.)	
Anionaktive Substanzen	Typ. Fettalkoholsulfonat	Lissapol C	$C_{12}H_{26}OSO_3Na$	288	33	17	42 (27)
		Gardinol CA	$C_{18}H_{36}OSO_3Na$	370	39	26	34 (21)
		Cyclanon O	ca : $C_{18}H_{36}OSO_3Na$	370	26,32	14	36 (34)
		Cyclanon WN	ca : $C_{18}H_{36}OSO_3Na$	370	29	19	60 (50)
		Detergol MS	ca : $C_{18}H_{36}OSO_3Na$	370	32	16	2 (1)
	Typ. Nokal	Nokal AEM	ca : R  $SO_2ONa$	285	27	15	40 (28)
		Nokal BX	Dipropyl-Naphthalinsulfosaures-Na	285	42	29	16 (8)
		Tinovetin NR	Typ. Nokal	285	40	31	35 (24)
		Invadin IFC	ca. Typ Nokal + Eiweiß-Abbauprodukte	560	25	14	28 (16)
	Sonstige Netzmittel	Omnosol R	Ölsaure Seife	304	40	33	28(4)
		Seife	Na-Oleat	304			
		Hostapon T	$C_{18}H_{36}-SO_2-NH-CH_2N(CH_2)2-SO_3Na$	474	39	23	60 (50)
		Humectol C	$C_{17}H_{33}-CO-N$  $CH_2CH_3$	385	39	28	35 (6)
		Monoglycerin-sulfat-Na	$C_{17}H_{33}-O-CH_2CH(OH)-CH_2-O-SO_3-Na$	430		16	0 (0)
		Tinopolöl	$C_{12}H_{32}$ 	456	40	30	40 (6)
		Albatex PO	ca : $HO_3S$ 	ca. 600	25	19	7 (5)4
		Ultravon W	Heptadozil-Benzimidazol-Monosulfonsäure-Na		26	14	48 (35)
		Medialan A	$C_{17}H_{33}-CO-N(CH_3)-CH_2-COO-Na$	375		22	60 (48)4
		Lemepon A	$C_{17}H_{35}-CO-NHR, (-CONHR)_xCOONa$	ca. 700	28	14	6 (0)
		Intrasol	Sulforicinoleat		24,12	12	28 (8)
		Dispersol VL	Triäthanolamin-Salz des Laurylalkoholsulfats		20	9	26 (14)
	Pentazikon T	Sulforizinoleat + teilweise neutralisiert		26	11	0 (0)	
	Kationaktive Substanzen	Fixanol C		421	36	29	62 (54)
		Levantin KB	$C_{17}H_{33}-CO-NH-CH_2-CH_2-N$ 	413	38	22	10 (3)
		Liovantin R	$O=B$ 		0,0	00	48 (35)
	Ioneninaktive Substanzen	Peregal OK	ca : Oleylamin + 6 $C_2H_4O$	460		32	60 (36)
		Palatinechtsalz O	ca : $C_nH_{2n} + 1(OC_2H_4)_xOH$ $x = 10-20$	780	28	19	30 (26)
Hostapal W		Iso-dodecylphenol + 6 $C_2H_4O$					
Igepal C		Dodecylphenol + 12 $C_2H_4O$	490	38	14	44 (18)	
Peregal O		Allylalkohole + 20 $C_2H_4O$	1106	22	14	30 (14)	
Diazopon A		Allylalkohole + 20 $C_2H_4O$	1106	21	14	34 (22)	
Emulphor OL		Abietinöl + 40 $C_2H_4O$	1925	26	18	18 (10)	
Emulphor A		Olivenöl + Aethylenoxyd		34	29	0 (0)	
Servital OK		Alkyl : Phenol-Polyäthoxy-Ester		26	14	48 (35)	

feine Staub bis zur Korngröße von wenigen Mikron die Gesundheit gefährdet. Außer den Siliziumdioxid enthaltenden Staubarten können auch andere Arten industriellen Staubes in der Lunge gebunden werden. Die Fachliteratur setzt die obere Grenze der gefährlichen Körnungsgröße zu  $7 \mu$  an [28].

Zur Entfernung des Staubes bedient man sich physikalischer und physikalisch-chemischer Methoden.

### Physikalische Methoden der Entstaubung

Ventilation ist zur Entstaubung im allgemeinen ungeeignet [29].

Mittels *Zyklonen* [30, 31] kann Staub aus strömender Luft in Abhängigkeit von der granulometrischen Zusammensetzung, der Haftfestigkeit und der Benetzbarkeit des Staubes abgeschieden werden. Die sowjetische Anlage SPN-7 [32], ein trocken arbeitender Staubsammler reinigt die Luft durch Einwirkung der Fliehkraft und eines großen Geschwindigkeitsgefälles bis zu 98,8—99,1%, doch werden auch feuchte Zyklone verwendet.

In gewissen Fällen wird auch die elektrostatische Entstaubung mit Erfolg angewendet [34]. Ferner kann ein elektrisch geladener Staub dadurch ausgefällt werden, daß ein Staub entgegengesetzter Ladung der staubhaltigen Luft beigemischt wird, wobei sich die entgegengesetzten Ladungen gegenseitig neutralisieren [35].

Diese Methoden bedeuten jedoch keine vollkommene Lösung des Problems und sind überdies zu kostspielig [3].

### Physikalisch-chemische Methoden der Staubbinding

Zur Verringerung der Explosionsgefahr wird dem brennbaren Staub ein nichtbrennbarer Staub [37] beigemischt. Die Gegenwart von 80—90% eines nicht brennbaren Staubes — bezogen auf dem brennbaren Staub — gewährt im allgemeinen hinreichenden Schutz [38]. Man verwendet hierzu Kreide, Kieselgur und ähnliche Gesteinarten. Im Bergbau werden Dämme aus trockenem und feuchtem Steinsand angewendet [39]. Ihr Nachteil besteht in der ständig notwendigen Überwachung und umständlichen Behandlung. Auch Kochsalz [40] pflegt man in den Strecken aufzustreuen, oder es wird — bei genügender Luftfeuchtigkeit — im ganzen Profilquerschnitt eine ständig feuchte Kochsalzdecke ausgebildet [41]. Man bedient sich auch hygroskopischer Salze — etwa des Kalziumchlorids —, da sie den auf die abgelagerten Kohlenstaub binden [42]. Zur Erzielung der erforderlichen Wirkung werden jedoch große Mengen Chemikalien benötigt, die von Zeit zu Zeit ergänzt oder erneuert werden müssen. Auf diesem Gebiete leistete die Forschergruppe des Kohlenbergwerkstrusts in Pécs wertvolle Arbeit.

Bekannt ist auch das Verfahren der *Ölzerstäubung* [43] zwecks Bindung des Staubes, wobei die feinen Staubteilchen durch feinen Ölnebel agglomeriert werden.

Schließlich wird auch Wasser zum Binden des Staubes verwendet [44]. Vor dem Abbau wird in die Kohlenwand unter hohem Druck Wasser gepreßt, oder man besprengt den zu Hanf gegangenen Kohlenstaub mit Wasser [45, 46], denn Kohle mit hohem Wassergehalt bildet keinen Staub. In den meisten Fällen ist dies jedoch von geringer Wirkung, da hydrophobe Kohle vom Wasser unbenetzt bleibt. Zur Erhöhung der befeuchtenden Wirkung des Wassers wurden oberflächenaktive Stoffe vorgeschlagen [47]. So empfiehlt der Engländer HOUBERECHTS [48] Fettalkoholsulfonate, der sowjetische Forscher K. A. GALKINA [49] hingegen das Benetzungsmittel OP-7, eine klebrige braune, in Wasser beliebiger Härte restlos lösliche Substanz, in der optimalen Konzentration von 0,05%.

Offenbar ist die Verwendung von Benetzungsmitteln die einfachste und billigste Methode zum Binden des Kohlenstaubes, weshalb sich die meisten Forschungsarbeiten auf dieses Gebiet, d. h. auf die Suche nach einem universal anwendbaren Benetzungsmittel konzentriert. Nachteilig für diese Arbeiten wirkte sich der Umstand aus, daß einheitliche Methode zur Messung der Benetzbarkeit verschiedener Staubarten entwickelt wurde.

Infolge der Mannigfaltigkeit der in der Industrie vorkommenden Staubarten müßten in jedem konkreten Fall zur Bestimmung des bestgeeigneten Benetzungsmittels und dessen optimaler Konzentration stets Vorversuche ausgeführt werden, u. zw. mit schwebendem und mit abgelagertem Staub, da alle Arten von Staub in der Industrie in beiden Zuständen vorkommen. Dementsprechend wurden zwei Untersuchungsmethoden ausgearbeitet, u. zw. zur Messung der Benetzung des bereits abgelagerten Staubes die Methode des Untertauchens in eine Netzmittellösung und zur Messung der Benetzung schwebenden Staubes die Staubkammermethode. Im folgenden sollen die hierzu konstruierten Apparate, die Meßergebnisse und deren Auswertung beschrieben werden.

Im Zuge der Untersuchungen wurden etwa 50 oberflächenaktive Substanzen an Kohlen- und Kunststoffstaub, ferner an verschiedenen, dem Erzbergbau und der Silikatindustrie entstammenden Staubarten sowie an Stärke- und Textilstaub erprobt [50].

#### Neuer Apparat zur Bestimmung der Benetzbarkeit sedimentierter Staube

Der Vergleich der Wirkung verschiedener oberflächenaktiver Substanzen erfordert zahlreiche in kurzer Zeit und mit hinreichender Genauigkeit vorzunehmende Messungen. Die Untertauchmethode für abgelagerte Staube erlaubt Serienmessungen, doch ist ihre Genauigkeit geringer. Die Staubkammer-

methode für Flugstaub ist zwar langsamer, aber genauer. (Die Fehler bleiben unter 0,1%).

Das Netzvermögen der Lösung eines oberflächenaktiven Stoffes wurde an der Zeit gemessen, die zwischen dem Aufbringen des Staubes an der Flüssigkeitsoberfläche und dessen Untersinken verstrich. Der zur Messung verwendete

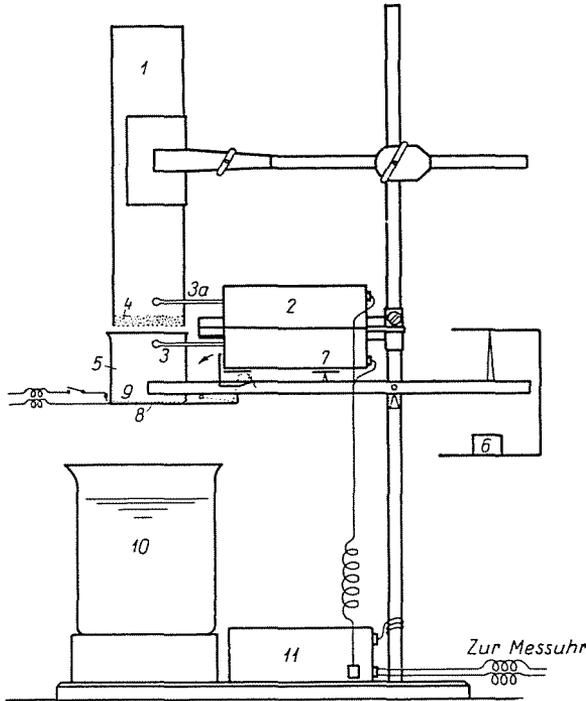


Bild 1

Apparat ermöglicht es, gleiche Mengen einer Staubfraktion in gleichmäßiger Verteilung auf die Flüssigkeitsoberfläche aufzubringen.

Zum Messen wird der Staub zunächst durch eine elektrisch angetriebene Siebserie gesiebt und nur die zwischen 1—100  $\mu$  liegenden Fraktionen werden verwendet. Die für diesen Fraktionsbereich (1—30, 30—60, 60—100  $\mu$ ) aufgetragenen Benetzungskurven für verschiedene oberflächenaktive Stoffe zeigten ähnlichen Verlauf.

Bild 1. Das Speiserohr [1] des Meßapparates wird mit dem zu untersuchenden Staub gefüllt. Der Hammer [3] einer elektrischen Glocke [2] bringt das Speiserohr in Schwingung, wobei der im Rohr befindliche Staub durch das an seinem unteren Ende angebrachte austauschbare Sieb [4] in die Waagschale [5] des Apparates gelangt. Diese sinkt herab, sobald sie mit der dem

Gewichte [6] entsprechenden Staubmenge belastet ist, wodurch der Stromkreis der Glocke [7] und dadurch auch die weitere Zuführung des Pulvers unterbrochen wird. Nun wird der Boden [8] der Waagschale geöffnet und der Stromkreis des Glockenhammers [3a] geschlossen. Der Hammer bringt das ebenfalls austauschbare Sieb [9] am Boden der Waagschale in Schwingung, wodurch das Pulver in gleichmäßiger Schicht auf die Flüssigkeit [10] gestreut wird. Die Einrichtung ermöglicht das Aufbringen einer Pulverschicht von der Stärke eines einzigen Staubteilchens.

Die Zeit zwischen Öffnen des Bodens [8] der Waagschale und Untersinken der ganzen Staubmenge in die Flüssigkeit wird mit einer Stoppuhr gemessen. Die automatische Speisung gestattet ein rasches Messen und die Ausführung zahlreicher paralleler Versuche. Dank der beschriebenen Anordnung des Apparates läßt sich die Staubmenge genau einstellen.

Es wurde auch die Reproduzierbarkeit der Messungen kontrolliert. Selbst bei kürzeren Sinkzeiten betrug die Abweichung zwischen parallelen Messungen nur  $\pm 5\%$ . Die Flüssigkeit wurde mittels eines Höppler-Ulthar-mostaten auf konstanter Temperatur gehalten.

Durch Änderung der bei den Messungen verwendeten Staubmengen wurde festgestellt, daß man zweckmäßig eine Menge von 0,1—0,2 g dosiert.

Die verwendeten oberflächenaktiven Substanzen waren industrielle Produkte verschiedenen Fabrikats. Ihre chemische Zusammensetzung konnte aus der Literatur [50] festgestellt werden, so daß nur eine geringe Anzahl unbekannter Zusammensetzung war. Einige physikalische Daten der verwendeten oberflächenaktiven Substanzen bekannter Zusammensetzung zeigt Tabelle V in der üblichen Gruppierung nach anionaktiven, kationaktiven und ioneinaktiven Stoffen.

### Untersuchung der Benetzung von Kohlenstaub

Zur Charakterisierung von Kohlenstaubproben aus einheimischen Bergwerken wurden diese im Wege der üblichen Normprüfungen untersucht.

Es wurde angenommen, daß die Benetzbarkeit der einzelnen Kohlenarten vorwiegend durch ihren Bitumengehalt beeinflußt wird. Die Untersuchungen zeigten, daß sich Kohlenstaub verschiedenen Bitumengehaltes oberflächenaktiven Substanzen gegenüber unterschiedlich, in einzelnen Fällen sogar extrem abweichend verhält. Kapillaraktive Substanzen, die Kohlen geringen Bitumengehaltes gut netzen, sind gegenüber solchen mit hohem Bitumengehalt nahezu unwirksam. So sinkt z. B. die 1,5% Bitumen enthaltende Komlóer Kohle in einer Peregál O-Lösung innerhalb 3 Sekunden unter, während dies bei Nagybatónyer Kohle mit 12,5% Bitumengehalt 300 Sekunden dauert. Es wurde jedoch auch das Gegenteil beobachtet; Lamepon A z. B. benetzt Nagybatónyer Kohle in 67, Komlóer dagegen nur in 280 Sekunden.

Tabelle VI

Benetzungsdauer bei Verwendung verschiedener oberflächenaktiven Substanzen in Sekunden gemessen an Kohlenstäuben

Netzmittel	Doroger	Kombóer	Tatabányae	Nagybányae	Mátranovák	Netzmittel	Doroger	Kombóer	Tatabányae	Nagybányae	Mátranovák
Lissapol C	32	.	.	150	.	Palatinechtsalz	5	30	262	.	.
Gardinol CA	.	.	.	.	.	Hostapol W	20	100	40	20	180
Cyclanon O	35	25	.	130	.	Igepal C	5	10	63	180	150
Cyclanon WN	10	31	.	35	.	Peregal O	3	.	.	.	.
Detergol MS	10	10	.	.	.	Diazapon A	7	20	.	.	.
Nekal AEM	6	.	105	.	.	Emulphor OL	3	.	.	282	.
Nekal BX	4	50	125	1	180	Emulphor A	6	20	.	.	.
Tinovetin NR	30	40	40	30	180	Servital OK	.	.	.	.	.
Invadin IFC	8	53	.	.	.	Leonil AR	14	80	40	12	.
Omnosol R	6	.	.	.	.	Hostapal BW	6	13	22	10	120
Seife	.	.	.	.	.	Eryfor A	4	.	120	.	.
Hostapon T	5	29	62	29	.	Diadavin AP	10	32	228	57	300
Humectol C	3	.	63	70	.	Levasol V	16	.	.	.	180
Monoglycerin-sulfat Na	9	.	.	300	.	Tekanetzöl AM	20	20	.	.	.
Tinopolöl	3	22	45	35	300	Avolan O	5	.	.	.	.
Albatex PO	12	40	.	.	.	Hungantin HW	4	.	.	.	.
Ultravon W	.	180	.	.	.	Diphasol M	9	25	223	.	.
Medialan A	5	.	100	.	.	Julipon P	250	.	.	.	.
Lamepon A	280	60	.	67	.	Hungetol CX	30	35	28	60	.
Leomin F	3	.	.	.	.	Solovet 4	3	5	23	5	7
Intrasol	.	.	.	.	.	Aquamollin BCS	.	30	.	180	.
Dispersol VL	.	20	.	.	.	Rz Löser A	6	.	.	.	.
Pentazikon T	.	.	.	.	.	Eryfor	4	5	.	.	.
Fixanol C	10	.	.	.	.	Hostapol CV	7	10	78	60	35
Levatin KB	6	180	119	.	.	Hostapon CT	20	5	174	70	300
Liovatin R	180	.	.	.	.	Hostapon T	5	8	.	.	150
Peregal OK	2	4	44	96	.	Hostapon KTW	.	.	.	.	.
						Hostapal WN	5	10	.	8	15
						Hostapal KA		120	213	.	.

Kohle aus Mátranovák mit 13,1% Bitumengehalt konnte nur von wenigen oberflächenaktiven Substanzen innerhalb 300 Sekunden benetzt werden.

Nebst dem Bitumengehalt hängt die Untertauchgeschwindigkeit vom spezifischen Gewicht bzw. bei sehr geringer Teilchengröße von der spezifischen

Oberfläche ab. Tabelle VI zeigt die Untertauchgeschwindigkeiten von Kohlenstaub mit verschiedenem Bitumengehalt in Lösungen anionaktiver, kationaktiver und nicht ionisierender oberflächenaktiver Substanzen bei einer Konzentration von 2 g/l.

Die Kurven in Bild 2 zeigen an einigen Beispielen den Zusammenhang zwischen Untertauchgeschwindigkeit und Konzentration. Die Kurve für

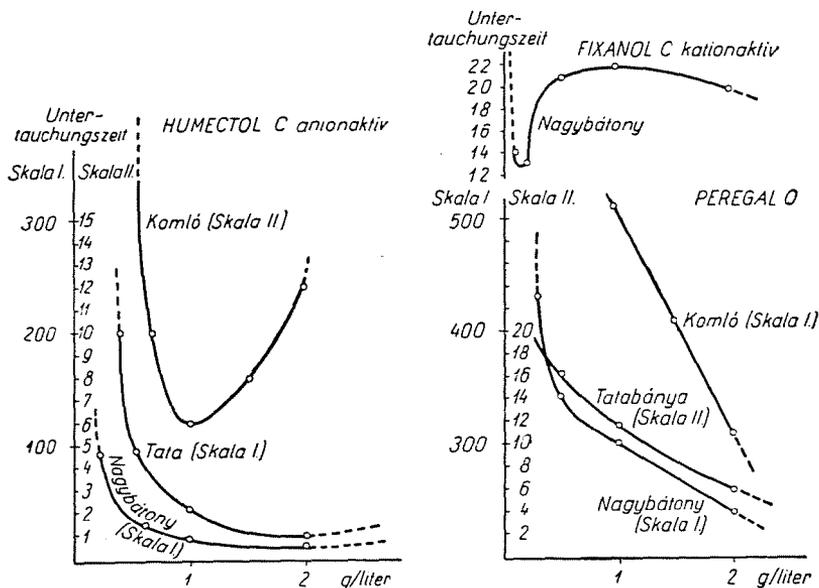


Bild 2

Komlóer Kohle, mit dem anionaktiven Humectol C befeuchtet, ergibt in Abhängigkeit von der Konzentration ein Minimum. Nagybatonyer Kohle, mit dem kationaktiven Fixanol C befeuchtet, ergibt eine Kurve mit einem Minimum und einem Maximum, während nicht ionisierende Substanzen innerhalb des gemessenen Konzentrationsbereiches monoton absinkende Kurven zeigen.

Der Kurvenverlauf gibt auch die in der Praxis anzuwendende Konzentration der Lösung an.

Die einzelnen oberflächenaktiven Substanzen sind nur bestimmten Arten von Staub gegenüber wirksam. So haben Fettalkoholsulfonate keine Wirkung auf Kohle aus Tatabánya, eignen sich dagegen für Kohlen aus Nagybatony und Komló.

### Untersuchung sonstiger Staubarten

Zwecks Bekämpfung der Silikosegefahr wurden Untersuchungen mit Staub aus Erzbergwerken und Mineralmahlbetrieben vorgenommen. Die Untersuchungsmethoden stimmten mit den bei Kohlenstaub angewandten überein.

Die Meßergebnisse sind aus Tabelle VII zu ersehen. In der Benetzung verschiedener Staubarten zeigen sich wesentliche Abweichungen. So ist z. B. der Flugstaub aus Erzaufbereitungsbetrieben von Reesk durch die wenigsten

Tabelle VII  
Benetzung von Staub in Erzbergwerken

Netzmittel					Netzmittel				
	Sand von Reesk	Flugstaub von Reesk	Bohrmehl	Staub der Erzaufbereitungswerke		Sand von Reesk	Flugstaub von Reesk	Bohrmehl	Staub der Erzaufbereitungswerke
Gardinol CA	30	.	125	180	Palatinechtsalz O	.	.	80	120
Lissapol C	24	..	50	.	Hostapal W	9	.	45	
Cyclanon O	29	.	60	.	Igepal C	20	300	31	.
Cyclanon WN	115	.	50	.	Peregal O	24	.	65	180
Detergol MS	13	.	50	180	Diazopon A	13	.	37	120
Nekal AEN	16	260	75	75	Emulphor OL	.	.	.	.
Nekal BX	31	.	47	180	Emulphor A	48	.	45	.
Tinovetin NR	4	.	40	180	Servital OK	.	.	90	.
Invadin IFC	39	.	61	.	Leonil AR	14	80	60	120
Omnasol R	9	.	.	180	Hostapal BW	9	.	50	50
Seife	.	.	49	.	Eryfor A	50	.	37	.
Hostapon T	27	122	60	35	Diadavin AP	15	.	58	180
Humectol C	19	.	52	180	Levasol V	21	.	67	.
Monoglycerin-sulfat Na	180	.	80	.	Tekanetzöl AM	21	.	77	180
Tinopolöl	15	.	57	180	Avolan O	18	.	40	180
Albatex PO	34	.	68	180	Hungantin HW	19	.	65	120
Untravon W	42	.	63	.	Diphasol M	10	.	73	60
Medialan A	115	300	58	180	Julipon P	21	.	76	180
Lamepon A	47	.	49	180	Hungetol CX	21	.	90	180
Leomin F	.	.	69	.	Solovet 4	9	15	60	.
Intrasol	30	300	60	180	Aquamollin BCS	60	.	45	.
Dispersol VL	17	300	54	180	Rz Löser A	21	.	38	.
Pentazikon T	54	.	60	180	Eryfor	13	.	67	.
Fixanol C	55	.	60	180	Hostapal CV	13	.	40	45
Levantin KB	16	.	49	120	Hostapon CT	14	.	33	.
Liovatin R	.	.	90	180	Hostapon T	13	122	30	65
Peregal OK		245			Hostapon KTW	27	.	120	180
					Hostapal WN	8	25	39	120
					Hostapal KA	.	.	41	180

oberflächenaktiven Substanzen netzbar, während das Vitriolerz in der Lösung nahezu sämtlicher oberflächenaktiver Stoffe versinkt.

Tabelle VIII  
Benetzung von Staub in der Silikatindustrie

Netzmittel	Kaolin von Prosjanow	Kaolin von Bulgarien	Tonerde von Petány	Tonerde von Pils	Netzmittel	Kaolin von Prosjanow	Kaolin von Bulgarien	Tonerde von Petány	Tonerde von Pils
Lissapol C	52	37	63	90	Palatinechtsalz	34	61	16	98
Gardinol CA	77	4	52	26	Hostapal W	90	53	14	68
Cyclanon O	33	30	29	116	Igepal C	3	14	20	10
Cyclanon WN	41	83	240	29	Peregal O	.	19	15	40
Detergol MS	.	55	30	62	Diazopon A	.	26	12	9
Nekal AEM	14	57	7	107	Emulphor OL	107	25	18	29
Nekal BX	.	30	15	13	Emulphor A	240	83		133
Tinovetin NR	.	13	22	8	Servital OK	.	47	26	.
Invadin IFC	155	28	27	10	Leonil AR	6	35	22	8
Omnosol R	42	10	9	16	Hostapal BW	5	10	10	22
Seife	.	.	300	166	Eryfor A	240	47	61	56
Hustapon T	2	42		7	Diadavin AP	18	12	30	11
Humectol C	13	20	44	54	Levasol V	12	8	25	90
Monoglycerin- sulfat Na	45	40	32	70	Takanetzöl AM	.	53	29	41
Tinopolöl	5	40	16	9	Avolan O	.	32	16	73
Albatex PO	.	47	12	.	Hungantin HW	.	32	18	56
Ultravon W	46	55	40	82	Diphasol M	12	26	32	34
Medialan A	.	10	26	55	Julipon P	.	47	20	62
Lamepon A	6	43	61	15	Hungetol CX	210	50	15	38
Leomin F	.	20	57	64	Solovet 4	2	16	12	6
Intrasol	.	47	11	52	Aquamollin BCS	63	19	27	43
Dispersol VL	64	31	32	68	Rz Löser A	65	46	41	34
Pentazikon T	1	86	29	90	Eryfor	.	19	26	8
Fixanol C	64	32	12	18	Hostapal CV	.	23	26	45
Levantin KB	2	40	15	93	Hostapal CT	4	15	25	61
Liovatin R	57	28	14	.	Hostapal T	2	20	17	7
Peregal OK	26	72	14	33	Hostapal KTW	23	18	30	26
					Hostapal KA	36	34	35	26
					Hostapal WN	6	24	24	13

Ferner wurden Versuche mit dem Staub der verschiedenen in der Porzellanindustrie zur Verwendung gelangenden Stoffe vorgenommen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle VIII.

Tabelle IX.

Benetzung verschiedener Arten von Kunststoffstaub und der Stärke

Netzmittel	Phenoplast (Predpulver)	Aminoplast Pred- pulver »Nikeplast«	Stärke	Netzmittel	Phenoplast (Predpulver)	Aminoplast Pred- pulver »Nikeplast«	Stärke
Lissapol C	.	57	21	Palatinechtsalz	.	35	9
Gardinol CA	.	4	18	Hostapal W	32	16	19
Cyclanon O	.	30	10	Igepal C	.	37	16
Cyclanon WN	.	83	18	Peregal O	.	72	10
Detergol MS	.	62	10	Diasopon A	.	28	9
Nekal AEM	.	27	12	Emulphor OL	.		20
Nekal BX	.	45	18	Emulphor A	.	31	11
Tinovetin NR	.	17	13	Servital OK	.	57	11
Invadin IFC	.	92	9	Leonil AR	.	65	14
Omnosol R	.		10	Hostapal BW	37	21	10
Seife	.		9	Eryfor A	.	67	17
Hostapon T	.		18	Diadavin AP	.	41	11
Humectol C	.	32	23	Levasol V	300	77	9
Monoglyzerinsulfat Na	.	60	13	Takanetzöl AM	.	55	8
Tinopolöl	.	55	17	Avolan O	.	41	8
Albatex PO	.	48	11	Hungantin HW	.	27	13
Ultravon W	.	32	8	Diphasol M	.	25	21
Medialan A	.	21	20	Julipon T	.	36	9
Lamepon A	.	60	10	Hungetol CX	.	62	24
Leomin F	300	87	22	Solovet 4	300		14
Intrasol	.	31	8	Aquamollin BCS	.	37	9
Dispersol VL	.	34	9	Rz Löser A	.	45	12
Pentazikon T	.		13	Eryfor	.	26	9
Fixanol C	.	39	11	Hostapal CV	.		57
Levantin KB	.	14	16	Hostapon CT	300		12
Liovatin R	.	37	22	Hostapon T	.		18
Peregal OK	.	30	13	Hostapon KTW	.		15
				Hostapal WN	.		11
				Hostapal KA	.	39	11

Die Versuche mit Phenoplasten und Aminoplasten zeitigten die in Tabelle IX zusammengefaßten Resultate, die erkennen lassen, daß nur die wenigsten Substanzen Phenoplasten gegenüber wirksam sind.

Versuche mit stark hydrophiler Stärke, deren Staub zur Explosion neigt, zeigten, daß deren Staub in 25° C warmen Wasser innerhalb 15 Sekunden einsinkt. Die Anwendung oberflächenaktiver Substanzen ist theoretisch dennoch interessant, da solche in einzelnen Fällen (z. B. Lissapol C gemäß Tabelle IX) eine negative Wirkung ausüben. In Lösungen solcher Substanzen versinkt die Stärke langsamer als in reinem Wasser.

### Messungen mit Lösungen zweier oberflächenaktiver Substanzen

Im weiteren wurde das Verhalten von Lösungen zweier oberflächenaktiver Substanzen gegenüber verschiedenen Arten von Kohlenstaub untersucht.

Nicht ionisierende Substanzen können ihre Wirkung gegenseitig verstärken. So wurde auch festgestellt, daß Stoffe, die im allgemeinen nicht als oberflächenaktive Substanzen gelten und für sich allein wirkungslos sind, wie z. B. Polyvinylalkohol oder Aquamollin, die Wirkung oberflächenaktiver Substanzen erhöhen können. Einige Angaben betreffend Komlóer Kohle enthält Tabelle X.

Tabelle X

Synergetische Wirkung verschiedener oberflächenaktiver Substanzen.  
Gesamtkonzentration 2 g/l. Temperatur 25° C

Oberflächenakt. Substanz	Untertauchzeit	Oberflächenakt. Substanz	Untertauchzeit	Untertauchzeit in der Lösung beider Substanzen
Hostapal CV	60	Lamepon A	67	30
Lamepon A	67	Polyvinilalk.	300	30
Hostapal CV	60	RZ Löser A	500	4,5
Hostapal CV	60	Aquamollin	180	3
Solovet 4	5	Tinopolöl	200	3

Von den übrigen mit verschiedenen Arten von Staub vorgenommen Untersuchungen soll hier nur auf diejenigen mit dem Staub von Textilien eingegangen werden.

Explosionen von Textilstaub kommen hauptsächlich in Baumwoll- und Faservorbereitungsbetrieben vor, weshalb vornehmlich der Staub in Baumwoll- und Hanfspinnereien untersucht wurde.

Die anionischen Substanzen Türkischrotöl und Mavepon sowie das nicht ionisierende Polyäthylenglykol erwiesen sich gegen Staub aus Baum-

wollspinnereien als unwirksam. Bei einem Teil der sonstigen oberflächenaktiven Substanzen — Humectol C, Hostapon T — zeigt die Benetzungsdauer — etwa 1 Minute — ein Minimum bei einer Konzentration von etwa 2 g/l (Bild 3), wonach mit steigender Konzentration die Benetzungszeit rasch zunimmt. Bei andern Netzmitteln — Nekal BX, Dodezylbenzolsulfonat —

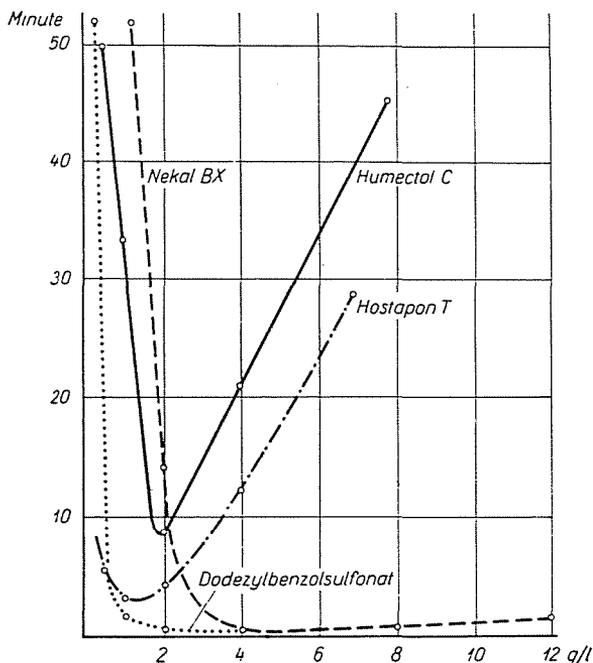


Bild 3

nimmt die Benetzungsdauer mit steigender Konzentration ständig ab und nähert sich der Null.

Staub geringeren Wachsgehaltes aus Hanfspinnereien verhält sich ganz anders, und es wurden hier keine gänzlich unwirksamen Substanzen gefunden. Allgemein kann immerhin festgestellt werden, daß Hanfstaub — wahrscheinlich infolge des größeren Faserndurchmessers — langsamer benetzt wird und die Benetzungszeit ihr Minimum bei höheren Konzentrationen als beim Baumwollstaub erreicht, doch konnte ein plötzliches Ansteigen der Benetzungszeit mit steigender Konzentration in keinem Falle beobachtet werden. Die Benetzungszeiten des Baumwoll- und Hanfspinnereistaubes bei den Netzmitteln Nekal BX, Dodezylbenzolsulfonat und Igepal C erwies sich in Abhängigkeit von der Konzentration als annähernd gleich.

Ein besonderes Verhalten zeigen Fettalkoholsulfonate, die den Staub von Hanfspinnereien rascher benetzen als denjenigen von Baumwollspinn-

reien; das Minimum liegt bei den ersteren wesentlich tiefer als bei den letzteren.

Die extreme Verschiedenheit in den Eigenschaften der untersuchten Arten von Staub legt es nahe, nach der vorgeschlagenen Methode eher nach optimalen Mitteln für den gegebenen Staub als nach Universalmitteln für jede Art von Staub zu suchen.

### Untersuchung der Bindung des Flugstaubes in der Staubkammer

Die Entwicklung der Versuchsmethoden setzte sich zum Ziel einerseits die in der Praxis bestehenden Umstände möglichst genau zu reproduzieren.

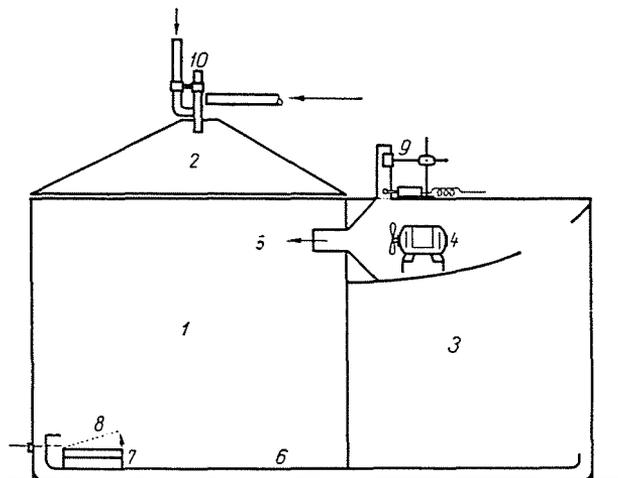


Bild 4

andererseits der zu untersuchenden Erscheinung — Netzbarkeit des Staubes und Netzvermögen der oberflächenaktiven Substanzen — von verschiedenen Seiten näherzukommen.

Die Wirkung oberflächenaktiver Stoffe auf Flugstaub wurde in der Staubkammer untersucht. Das Arbeitsprinzip besteht in der Messung der Konzentrationsabnahme schwebenden Staubes infolge Berieselung mit einer Netzmittellösung.

Bild 4 zeigt die Staubkammer, die durch eine Scheidewand in zwei Teile geteilt ist. Der eine Teil ist der Prüfraum [1] mit einem pyramidenförmigen, oben offenen Deckel [2]. Im anderen Teil [3] ist ein motorisch angetriebener Windflügel untergebracht [4], der die Luftströmung erzeugt. Die beiden Teile sind durch eine Einblasöffnung [5] miteinander verbunden. Die ganze Staubkammer ist mit doppeltem Boden [6] versehen. Der obere der beiden Böden ist durchlocht und dient zur Entfernung des Staubüberschusses.

Der in den Prüfraum geblasene Staub verhält sich je nach seinem spezifischen Gewicht und seiner Teilchengröße unterschiedlich. Größere Teilchen (100—150  $\mu$ ) setzen sich sofort ab und bilden keinen Gegenstand der Untersuchung. Geprüft werden nur Fraktionen, die im zirkulierenden Luftstrom dauernd im schwebenden Zustand verharren.

### Messung der Staubkonzentration

Ein Wiegen ist hierfür zu ungenau, weshalb die viel umständlichere, jedoch wesentlich genauere Methode der Zählung der Teilchen gewählt wurde.

An beliebigen Stellen des Prüfraumes untergebrachte 5 Stück Prüfkästchen [7] enthalten unter ihrem beweglichen Deckel [8] zur Staubbildung präparierte Objektträger.

Wichtig ist die Ausschaltung der Wandwirkung, die darin besteht, daß der von den Wänden zurückprallende Staub sich an die in Wandnähe befindliche Objektträger ablagert, so daß die Teilchenzahl an diesen größer ist als an den entfernter liegenden.

Auf Grund eingehenden Studiums der aerodynamischen Verhältnisse konnte die Konstruktion des Prüfraumes — so u. a. die richtige Wahl der Stelle, der Form und der Größe der Einblasöffnung — so ausgebildet werden, daß die Wandwirkung ausgeschaltet blieb. Die Ergebnisse waren von der Lage der Prüfkästchen unabhängig.

Der Staub wird durch einen motorisch angetriebenen Windflügel in den Prüfraum geblasen. Zur Dosierung dient eine elektrische Vibrationsglocke [9], eine vereinfachte Ausführung des bei den Untertauchversuchen bereits beschriebenen Apparates.

Von dem in den Prüfraum gelangten Staub setzen sich die größeren Teilchen rasch, etwa in einer Minute ab. Nach Ablauf dieser Zeit nimmt die je Zeiteinheit sich absetzende Menge ab, d. h. im Prüfraum ist vornehmlich nur der schwer sedimentierende schwebende Staub zurückgeblieben. Nun wird — durch Öffnen einer oder mehrerer Deckel — die Konzentration gemessen, worauf die Berieselung folgt. Danach muß abgewartet werden, daß die Berieselungsflüssigkeit den Staub benetzt. Nach unseren Untersuchungen genügt hierzu eine Minute. Nach Ablauf dieser Zeit wird die durch die Berieselung verminderte Staubkonzentration gemessen. Es wurden auch Blindversuche zur Bestimmung der spontanen Sedimentation ausgeführt, die während der gleichen Zeit ohne Berieselung erfolgen würde.

Die Netzmittellösung wurde mittels eines mit einer Stickstoffbombe verbundenen Zerstäubers [10] in den Prüfraum geblasen. Der Zerstäuber ist so angebracht, daß das ihm entströmende Gas die Zirkulation im Prüfraum nicht stört. Das Einblasen erfolgt bei 0,25—0,5 atü.

Die Staubkonzentration wurde im allgemeinen so eingestellt, daß bei

einer 100fachen Vergrößerung im Gesichtsfeld des Mikroskops vor der Berieselung etwa 85 Teilchen zu sehen waren.

Zur Zählung farbiger Staube müssen entsprechend gewählte Farbfilter verwendet werden. Die Bestimmung mittels des Mikroskops ermöglicht auch die Zählung nach einzelnen Fraktionen.

### Fehlerquellen des Messens

Das häufige — nach jeder Untersuchung erfolgende — Öffnen des Prüf-raumes erhöht den Flugstaubgehalt des Außenraumes, so daß sich an den Platten während des Zählens unter dem Mikroskop zusätzlicher Staub abgelagern kann. Es empfiehlt sich daher, das Zählen in einem abgesonderten Raume auszuführen.

Die die Objektträger bedeckenden Platten müssen vorsichtig bewegt werden, damit nicht der auf ihre Innenseite abgelagerte Staub auf die Objektgläser falle.

Zur Vermeidung einer nachträglichen Staubablagerung sollen die Objektgläser nur nach beendeter Zirkulation entfernt werden.

Die Glaswand der Staubkammer ermöglicht die Anbringung eines Tyndaloskops an die eine Seite des Prüf-raumes, der die unmittelbare Beobachtung der Staubteilchenbewegung erlaubt. Die Untersuchungen werden in dieser Richtung fortgesetzt.

### Auswertung der Staubkammerversuche

Es wurde zunächst untersucht, inwieweit die Abnahme der Flugstaubkonzentration von der Menge der in den Prüf-raum gelangten Berieselungsflüssigkeit abhängt. In den bezüglichen Schaubildern ist auf die Abszisse die Menge der Netzmittellösungen gleicher Konzentration (2 g/l) in ml aufgetragen, auf die Ordinate hingegen die durch Berieselung erfolgte prozentuelle Abnahme der Staubkonzentration.

Bild 5 zeigt die Wirkung von Medialan *A* auf verschiedene Arten von Staub, Bild 6 die Wirkung verschiedener Netzmittel auf Nagybatonyer Kohlenstaub, beide in Abhängigkeit von den eingespritzten Netzmittelmengen.

Die Messungen erwiesen, daß sich nur benetzte Teilchen absetzen.

Tabelle XI zeigt die Reihenfolge der Wirksamkeit einiger oberflächenaktiver Substanzen auf verschiedene Arten von Staub. Die Tabelle läßt folgende Feststellungen zu :

Im Fall der untersuchten Staubarten sind alle Netzmittel wirksamer als Wasser. Doch auch Wasser wirkt ungleich auf die verschiedenen Staubsorten. Während es Kohlenstaube aus Tatabánya und Komló überhaupt

nicht benetzt, wird 19% des Flugstaubes von Erzaufbereitungsanlagen und 23% der Bohrmehle durch Wasser zum Absetzen gebracht.

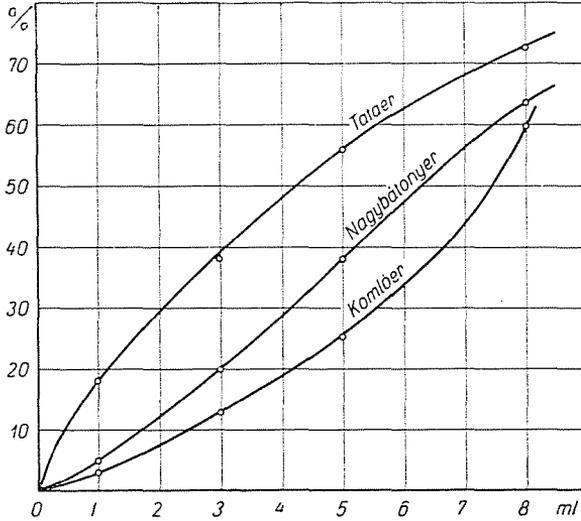


Bild 5

Die Staubkammerversuche bewiesen die Überlegenheit des Pregelal 0, das beim Flugstaub der Erzvorbereitung und bei Bohrmehl die beste und auch bei verschiedenen Kohlenarten entsprechende Wirkung ausübt.

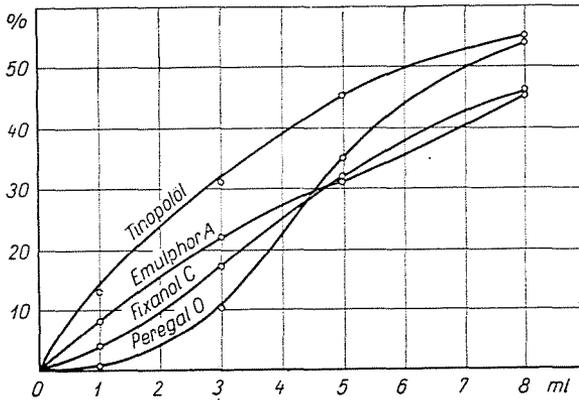


Bild 6

Solovet 4 ist das beste Mittel für Kohlenstaub, jedoch nahezu wirkungslos auf die beiden anderen Staubarten. Nekal BX verhält sich umgekehrt; es hat nur mittelmäßige bzw. geringe Wirkung auf Kohlenstaub, ist dagegen eines der besten Mittel für den Staub der Erzvorbereitung und für Bohrmehl.



Kohle ausgeführten Sprengung entstanden war, sollte sich möglichst rasch absetzen. Die Staubkonzentration wurde mittels eines Zeisskoniometers gemessen. Das Ergebnis war zufriedenstellend.

Tabelle XII

Netzmittel geordnet nach ihrer Wirkung auf Flugstaub in den Hanfspinnereien

Netzmittel	Staubbildung in % in einer Minute
Wasser	54
Nekal BX	56
Dodezilbenzolsulfonat	56
Igepal C	57
Türkischrotöl 2 g/l.	63
Tinopolöl AX	69
Türkischrotöl 12 gramm/l	78

Nach diesem Versuch wurde die von uns hergestellte Netzmittellösung betriebsmäßig angewendet.

Auch in anderen Bergwerken (Komló, Recsk, Pécs) sind Versuche zur Bestimmung des optimalen Netzmittels im Gange. Diese Versuche wären jedoch ohne die beschriebenen laboratoriumsmäßigen Untersuchungsmethoden erfolglos geblieben, da doch z. B. für Mátravidéker Kohle auch auf diese Weise nur drei geeignete Netzmittel gefunden werden konnten. Bei Betriebsversuchen wäre ein solches Ergebnis nur einem Zufall zu verdanken gewesen.

### Zusammenfassung

Der Flugstaub und der abgesetzte Staub in Bergwerken und Industriebetrieben kann zu Explosionen Veranlassung geben und ist gesundheitsschädlich. Zur Bindung der Staube und zu ihrem Absetzen eignen sich Lösungen oberflächenaktiver Substanzen.

Zur Entscheidung der Eignung oberflächenaktiver Substanzen arbeitete Verfasser zwei Laboratorium-Untersuchungsmethoden aus, u. zw. für abgesetzten Staub die Untersuchungsmethode, für Flugstaub die Staubkammermethode.

Die Schnelligkeit der Methoden ermöglichte die Untersuchung vieler Netzmittel an den verschiedensten Arten von Staub.

Die Meßergebnisse zeigen, daß es keine universal anwendbare Netzmittel gibt, vielmehr für jeden Staub das geeignete Netzmittel gesucht werden muß. Dies wird durch die Geschwindigkeit der Untersuchungsmethoden erleichtert.

Die auf Grund der Laboruntersuchungen ausgeführten Betriebsversuche waren zufriedenstellend.

## Literatur

1. BROWN, H. R. : Chemical Age, **10** 75 (1956).
2. HERNE, W. : Bergbau, **8** 149 (1957).
3. GECK, H. : Zündfähige Industriestäube, 215 S. Leipzig 1937.
4. OWINGS, C. W. : Mining Magazine, **95** 374 (1956).
5. BABOKIN, I. A. : Ugolj **32** 37 (1957).
6. INTELMANN, W. : Bergbautechnik **12** 15 (1956).
7. GYÖRKY J. : Bányászati Lapok **6** 8 (1954).
8. HAHN, E. A. : Grubensicherheit **10** 50 (1957).
9. BROWN, H. R. : Dust **10** 76 (1956).
10. JENSKY, H. : Chemicky Listy **10** 45 (1958).
11. WLADIMIROW, D. : Master Uglja **9** 22 (1956).
12. KLORIKOJAN, S. H. : Ugolj **31** 1 (1956).
13. ESKOSINSKLJ, A. : Ugolj **31** 31 (1956).
14. FOSTER, R. : Iron and Coal Review **173** 1237 (1956).
15. BROWN, W. B. : Colliery Guardian **193** 762 (1956).
16. JONES, T. A. : Colliery Guardian **193** 499 (1956).
17. JONES, W. I. : Colliery Guardian **193** 373 (1956).
18. FRIPIAT, J. : Ann. Min. Belg. **7** 627 (1957).
19. BÜCHLER, H. : Staub **11** 43 (1951).
20. SCHULTE, K. : Glückauf **45** 1333 (1956).
21. GECK, H. : Zündfähige Industriestäube 148. S.
22. HARDY, V. O. : Iron and Coal Review **174** 1162 (1957).
23. CZIBULSKY, M. W. : Neuere Forschungen über die Explosivität des Kohlenstaubes in einem polnischen Bergwerk. (KP 4592).
24. GECK, H. : Zündfähige Industriestäube. 195 S.
25. BROWN, W. : Colliery Guardian **193** 453 (1956).
26. SARKAR, P. B. : Indian Textile Journal **10** 743 (1952).
27. MÜLLER, H. : Staub, **46** 484 (1956).
28. KIRK, R. E.—OTHMER, D. F. : Encyclopedia of Chemical Technology IV. 282. S.
29. DAWES, J. G. : Colliery Guardian **193** 453 (1956).
30. MÜLLER, H.—KOHN, H. : Tonindustrie Zeitung **79** 261 (1955).
31. BERTUMÉ, I. : Revista Minelor **6** 93 (1955).
32. SATSCHKOW, A. F. : Gornij Schurnal **5** 31 (1955).
33. MUSCHAMP, N. J. : Colliery Guardian **193** 671 (1956).
34. MERIAN, H. : F. P. No. 1.060.550.
35. MARX, W. : Bergbau Rundschau **11** 622 (1955).
36. HALL, D. A. : Iron Coal **171** 90 (1955).
37. CZYBULSKY, M. W. : Revue de l'Industrie Minerale **36** 621 (1955).
38. BROWN, H. R. : Chemical Age **10** 77 (1956).
39. THOMPSON, A. : Colliery Guardian **193** 273 (1956).
40. SCHULTZE, K.—RHONHOF, H. : Revue de l'Industrie Minerale **39** 75 (1957).
41. MERKEL, H. : Glückauf **92** 1 (1956); BROOKES, R. F. : Colliery Guardian **194** 369 (1957).
42. BROOKES, F. R. : Trans. Inst. Min. **116** 989 (1957).
43. INICHAR, E. : Coal Age **60** 148 (1955).
44. HART, L. : Iron Coal, **170** 1291 (1955).
45. PLASCHE, F. : Bergbau Technik **6** 477 (1956).
46. MC DONAGH, J. : Iron and Coal Trades Review **173** 1214 (1956).
47. CHAMBLISS, J. M. : Power **99** 78 (1955).
48. HOUBERECHTS, A. : Iron and Coal Trades Review **173** 235 (1956).
49. GALKINA, K. A. : Higiene i Sanitaria **4** 20 (1955).
50. DIESERENS, L. : Neueste Fortschritte und Verfahren in der chemischen Technologie der Textilfasern, III. Basel, 1949.