

Neuerungen  
im  
Rettungsdienste  
nach  
Schlagwetterexplosionen.

Von

**Dr. techn. Friedrich Böck,**

Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

---

Vortrag, gehalten den 15. Februar 1905.

(Mit Experimenten.)

Mit 5 Tafeln.



Ein Blick in die Entwicklungsgeschichte moderner Großindustrien läßt trotz aller Verschiedenheit der einzelnen Arbeitsgebiete nach zwei Richtungen hin gemeinsame Charakteristika hervortreten. Das eine kennzeichnet sich, hervorgerufen durch das Bestreben, die Gestehungskosten mehr und mehr — relativ wenigstens — zu verringern, in der Ausgestaltung des Arbeitsvorganges im Sinne der Massenproduktion und wird erreicht durch die ausgedehnte Anwendung maschineller Hilfsmittel, durch die Heranziehung ingeniös gebändigter Naturgewalten und durch stete Vergrößerung der von einer Zentralstelle aus geleiteten Unternehmungen. Das zweite Charakteristikum ist, wenn ich so sagen darf, ein ethisches. Die Entwicklung des Humanitätsgedankens, die allseitige Änderung sozialpolitischer Verhältnisse haben es mit sich gebracht, daß man sich nicht mehr bloß damit begnügen kann, dem Arbeiter das rein mathematische Äquivalent zu seiner Leistung in Form des ausgedungenen Arbeitslohnes zu bezahlen, man fühlt sich vielmehr bemüßigt, für sein leibliches und geistiges Wohl, für seine möglichst lange Erhaltung im Vollbesitze seiner Kraft und Erwerbsfähigkeit Sorge zu tragen. Namentlich in jenen Betrieben wird dieses Moment eine einschneidende Rolle spielen, welche infolge eines stets drohenden Kampfes mit widerwärtigen Naturgewalten oftmals eine mo-

mentane Anpassung des Arbeitsvorganges an plötzlich geänderte Betriebsverhältnisse verlangen und für welche daher ein durchgreifender Ersatz des intelligenten Arbeiters durch die zwar rasch, aber doch nach einem festen Schema, also intelligenzlos, arbeitende Maschine unmöglich ist. Kommt bei solchen naturgemäß arbeiterreichen Industrien noch dazu, daß man erfahrungsgemäß mit einem höheren Unfallskoeffizienten zu rechnen hat, so ist leicht zu ermessen, welche hohe Bedeutung nicht nur den Sicherungs-, sondern auch den Rettungsmaßnahmen zukommt. Abgesehen vom Standpunkte des reinen Humanitätsgedankens wäre es ja schon mit Rücksicht auf die Bilanz des Unternehmens, dem der Materialschaden und noch mehr die auf Grund der Haftpflichtgesetze zahlbaren Entschädigungen und Unterstützungen oft schwere finanzielle Opfer auferlegen, gänzlich verfehlt, wollte man Unglücksfälle bloß zu vermeiden suchen und im Falle, daß trotz aller Maßregeln doch ein solcher eintritt, denselben eben ein Unglück sein lassen, statt auch dann noch mit aller Macht möglichst viele seinen mörderischen Klauen zu entreißen versuchen. Diese Aufgabe fällt aber dem Rettungsdienste zu.

Der Kohlenbergbau ist ein Arbeitsgebiet, auf dem solche Verhältnisse obwalten. Er ist gebunden an große Arbeitermassen und die Gefahr der Explosion schlagender Wetter hat sich trotz ausgedehnter Sicherheitsmaßnahmen, von denen nur flüchtig auf die Verbesserung in der Konstruktion der Grubenlampen und in der Durchführung einer ausgiebigen Ventilation, auf die Anwen-

derung der Sicherheitssprengstoffe u. dgl. hingewiesen sei, nicht vollständig bannen lassen. Die außerordentlich hohe Bedeutung, die demnach gerade dem Rettungswesen im Kohlenbergbau zukommt, läßt daher auch die rastlose Tätigkeit, die in den letzten Jahrzehnten auf diesem Gebiete herrschte, vollauf begründet erscheinen.

Die Ursache der Schlagwetterexplosionen liegt bekanntlich in der Entzündung eines Gemisches von Grubengas (Methan) mit Luft, welche durch eine offene Flamme eintritt, wenn der Methangehalt eine gewisse untere Grenze ( $5\frac{0}{10}$ ) erreicht oder überschreitet. Dieses Grubengas strömt aus der Kohle und aus Spalten im Gestein teils regelmäßig, kontinuierlich, teils oft plötzlich in großen Massen beim Anschlagen einer „Gasquelle“ aus. Während man im ersten Falle unschwer durch richtige Leitung und Verteilung des ständig durch die Grubenräume gesaugten Luftstromes die Verdünnung des Grubengases unter der Explosionsgrenze halten kann, ist dies natürlich bei einem großen Gasausbruche nur schwer möglich und es erfolgt eine Explosion, sobald dieses Gasgemenge — schlagende Wetter — durch Zufall oder Fahrlässigkeit zur Entzündung gelangt. Daß die mächtige mechanische und thermische Energiemasse, die in diesem Augenblicke frei wird, gewaltige Zerstörungen zur Folge hat, ist klar und jene Arbeiter, die sich im Explosionsherd befunden haben, sind wohl immer als verloren anzusehen. Allein diese Wirkung der Schlagwetterexplosion ist doch mehr oder weniger lokal begrenzt und steht nicht im Einklang mit der oft großen

Zahl von Bergleuten, die weitab von der Unglücksstelle vom Tode ereilt werden, ohne äußere Verletzungen erlitten zu haben. Dem englischen Arzte John Haldane gebührt das Verdienst, durch seine klinischen Untersuchungen nachgewiesen zu haben, daß die eigentliche Todesursache dieser Arbeiter die Erstickung ist. Das unter Explosion verbrennende Grubengas liefert ja auf Kosten des Luftsauerstoffes Kohlensäure und Wasserdampf. Der aufgewirbelte Kohlenstaub verbrennt ebenfalls und liefert außer Kohlensäure auch in größeren Mengen das so giftige Kohlenoxydgas. Die mit diesen Produkten vermengte sauerstoffarme Luft (Nachschwaden) ist nicht mehr atembar, ja sogar direkt giftig; sie zieht mit dem „Wetterstrom“ oft weithin durch die Stollen und Schächte und gefährdet die flüchtende Belegschaft. Das Vorgehen der Rettungsmannschaft in solche vergaste Räume ist demnach an die Existenz von Apparaten gebunden, welche eine normale Atmung inmitten der giftigen Gase durch eine entsprechend lange Zeit gestatten. Das Prinzip mag einfach erscheinen, denn es ist ja nur notwendig, dem Träger frische reine Luft oder Sauerstoff in jener Menge zuzuführen, die dem von der Arbeitsleistung abhängigen Verbrauch seiner Lunge an diesem Lebensgase entspricht. Da bei jedem Atemzuge nur etwa 3—4% davon wirklich verbraucht, d. h. zu Kohlensäure und Wasserdampf umgewandelt werden, während der Rest unverändert wieder zur Ausatmung gelangt, ist es natürlich ökonomisch, diese Exhalationsprodukte durch geeignete Chemikalien aus der Ausat-

mungsluft zu entfernen und diese nach einer „Aufbesserung“ durch zuströmenden Sauerstoff neuerdings einatmen zu lassen. Der Sauerstoffkonsum nähert sich dabei ungefähr jener Menge, welche vom Organismus tatsächlich verbraucht wird, muß aber allerdings dem bei eventueller Arbeit beträchtlich über das Normale erhöhten Bedürfnis von etwa 2 l pro Minute entsprechen.

Bei den bisherigen Atmungsapparaten wurde der für eine halbe bis eine Stunde nötige Sauerstoff im hochkomprimierten Zustande (120 Atmosphären) in Stahlflaschen deponiert und strömte von hier nach Öffnung des Verschlusses durch das Reduzierventil, eine Vorrichtung, welche ein gleichmäßiges, vom Gasdruck in der Flasche unabhängiges Ausströmen gewährleistete, durch die Schlauchleitung zum Mundstück. Die ausgeatmete Luft ging durch Ventile hierzu gezwungen, in einen „Reiniger“ woselbst meist durch Ätzkalistückchen Kohlensäure und Wasserdampf zum größten Teile absorbiert wurden, um hernach dem frischen Sauerstoff beigemischt zu werden. Letzterer saugt auch durch Anordnung einer injektorartig wirkenden Düse beständig die ganze im Apparate befindliche Luft durch das Reinigersystem hindurch, so daß der Lunge die Arbeit, diese Zirkulation aufrecht zu erhalten, abgenommen wird.

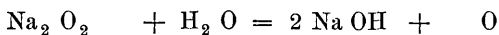
Man kann mit solchen Apparaten (Systeme Drägerwerk Lübeck oder Sauerstoffabrik Berlin) inmitten eines mit irrespirablen Gasen erfüllten Raumes etwa eine Stunde lang atmen und dabei auch Arbeit leisten, ohne daß die Lunge die Außenluft einsaugt. Mit ihnen sind Rettungs-

wehren ausgestattet worden, deren Mannschaft die Aufgabe zufällt, nach einer Explosion oder bei einem Grubenbrande in die vergasteten Räume einzudringen und die Gefährdeten zu retten. Der Erfolg bei wirklichen Unglücksfällen war aber ein recht geringer und die Ursache davon liegt wohl darin, daß ein zu langer Zeitraum verstreicht, bevor die Rettungsmannschaft die Unfallstelle erreicht beziehungsweise bevor die Verunglückten in reine Luft gebracht werden können. Das Ideal eines Rettungs-, respektive Atmungsapparates ist ein System, welches jedem Bergmanne an seinem Arbeitsorte oder in dessen nächster Nähe zur Verfügung steht, so daß er selbst in der Lage ist, ohne fremde Hilfe sich des Apparates bedienen und daher auch selbst seinen Rückzug aus dem vergasteten Raume antreten zu können, ohne erst in qualvoller Ungewißheit und in steter Gefahr zu ersticken auf das Einlangen der Rettungsmannschaft warten zu müssen. Das Ideal ist demnach der „Selbstrettungsapparat“ und dieser kann mit den bisherigen Systemen mit komprimiertem Sauerstoff infolge des hohen Preises, des großen Gewichtes und der unhandlichen Form der Apparate, deren Inbetriebsetzung von einem einzelnen, nicht geübten Arbeiter unmöglich erscheint und deren komplizierte Konstruktion und Empfindlichkeit gegen äußere Störungen eine stete Überwachung und Prüfung auf Betriebsbereitschaft nötig macht, nicht erreicht werden.

Wenn Herr Prof. M. Bamberger und ich in Gemeinschaft mit der Firma O. Neuperts Nachfolger die

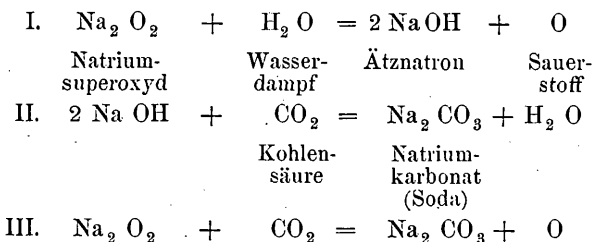


Konstruktion eines Selbstrettungsapparates, der sich durch geringes Gewicht, handliche Form gepaart mit steter Betriebsbereitschaft und großer Funktionssicherheit und last not least durch niedere Anschaffungskosten auszeichnen soll, versuchten, so mußten wir uns zu allererst darüber klar werden, wie das notwendige Lebensgas vom Apparate geliefert werden konnte, ohne komprimierten Sauerstoff mit seinen schweren Stahlflaschen, dem Reduzierventil etc. zu benützen. Es gibt Methoden, welche in einer den Umständen entsprechenden, bequemen Weise gestatten, Sauerstoff auf chemischem Wege zu erzeugen, so z. B. aus Natriumsuperoxyd mit nicht zu viel Wasser, wobei nach der Gleichung



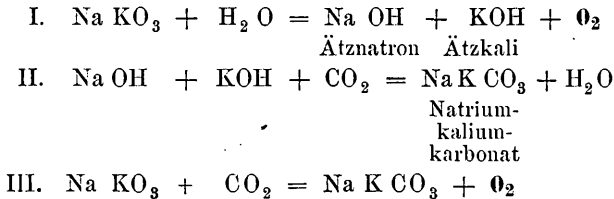
Natriumsuperoxyd + Wasser = Natronlauge + Sauerstoff  
 dieses Gas und gleichzeitig auch Natronlauge, welche für die Absorption der ausgeatmeten Kohlensäure dienen kann, entsteht. Allein hierbei müßte von Zeit zu Zeit, etwa alle 5 Minuten, eine Quantität Superoxyd in das Wasser eingeworfen werden, entweder durch ein Uhrwerk oder durch einen Handmechanismus, und dies ist beides ein großer Nachteil; auch erhitzt sich die entstehende Lauge bald sehr stark, so daß der entbundene Sauerstoff, beziehungsweise die zur Reinigung durchgeleitete Ausatemungsluft so große Mengen von Wasserdampf mit sich nehmen, daß sie unatembar werden oder eventuell vor Zutritt zum Munde eigens gekühlt werden müßten. Nach mehrjährigen Versuchen und Studien wandten wir uns daher einem gänzlich neuen Prinzip zu, welches

darin besteht, daß die Ausatemungsluft mit festen granulierten Superoxyden in Reaktion gebracht wird. Dabei wird gleichzeitig mit der Entfernung der Exhalationsprodukte (Kohlensäure und Wasserdampf) Sauerstoff gebildet und tritt an deren Stelle, so daß die nunmehr regenerierte Luft wieder atembar wird. Die Reaktionsgleichungen sind hierbei folgende:



Das nach Gleichung II freiwerdende Wasser liefert nach Gleichung I, auf frisches Superoxyd treffend, ebenfalls Sauerstoff, so daß demnach der ganze Sauerstoff, der im ausgeatmeten Wasserdampf enthalten ist, aber nur die Hälfte des in der Kohlensäure gebundenen regeneriert wird. Es reicht also das Natriumsuperoxyd noch nicht vollständig hin, die Ausatemungsluft in eine vollwertige Einatemungsluft zu verwandeln, und muß zu diesem Zwecke noch ein „Ergänzungssauerstoff“ dem Apparate in irgend einer Weise zugeführt werden. Es gelingt jedoch, diesen Übelstand zu umgehen, wenn man statt des Natriumsuperoxydes ein anderes Präparat von ähnlichen Eigenschaften, aber mit höherem Gehalt an abspaltbarem Sauerstoff verwendet. Ein solches ist das Natriumkalium-

superoxyd  $\text{Na KO}_3$ , mit welchem die Reaktionen folgendermaßen verlaufen:



Wir erzielen also mit diesem Präparat eine größere Sauerstoffausbeute als mit dem früher genannten und diese ist so groß, daß sie allen im Organismus verbrauchten Sauerstoff sicher zu ersetzen vermag, solange sich noch eine gewisse Menge unzersetzten Natriumkaliumsuperoxydes im Apparate befindet. 250 g davon reichen für eine halbstündige Atmung bei mäßiger Bewegung vollkommen aus, doch ist ein zufriedenstellender Verlauf der Reaktionen an eine bestimmte Korngröße und Porosität des Präparates gebunden. Da dasselbe gegen Feuchtigkeit sehr empfindlich ist, ist es notwendig, den Apparat so zu konstruieren, daß das Natriumkaliumsuperoxyd bis unmittelbar zur Inbetriebsetzung unter hermetischem Verschuß steht. Wie dies zu erreichen war, möge aus der Beschreibung hervorgehen.

Eine zylindrische Blechbüchse (Taf. I, Fig. 1), deren angelöteter Deckel und Boden je einen Ansatz trägt, enthält, im Innern durch zwei Drahtnetze gehalten, 250 g des granulierten Natriumkaliumsuperoxydes (*B*) und darüber eine Filter- und Verteilungsvorrichtung (*F*), welche aus abwechselnden Lagen von gelochter Asbest-

pappe und kreisförmig gewellter Drahtnetze besteht. Die Löcher der Asbestplatten stehen nicht vertikal übereinander, sondern sind wechselständig angeordnet, so daß die Luft beim Hindurchstreichen oftmals ihre Richtung wechseln muß und dabei an die rauhe Asbestoberfläche anprallt. Dadurch wird neben der Verteilung des Luftstromes über den ganzen Querschnitt der Büchse auch erreicht, daß die außerordentlich feinen Alkalistäubchen, welche bei der Entbindung des Sauerstoffes von den Superoxydkörnern losgerissen werden, zur Abscheidung kommen. Die beiden am Deckel und Boden aufsitzenen Rohrstützen sind vor Gebrauch des Apparates durch dünne aufgelötete Bleiblättchen (1, 2) verschlossen, so daß also das Innere vollkommen luftdicht abgesperrt bleibt. Erst im Momente, in welchem der Apparat in Funktion treten soll, werden diese Bleibleche mit Hilfe zweier Durchstoßkronen  $K_1$  und  $K_2$  (Taf. I, Fig. 2) durchgeschnitten. Die obere ist an den Einatmungsschlauch, der auch das zwischen Lippen und Zähne einzulegende Mundstück  $M$  mit dem Speichelfange  $Spf$  trägt, befestigt, die untere steht in Verbindung mit einer kleinen Staubkammer  $Stk$ , an welche der Atmungsbeutel angeschlossen ist (Taf. II). Beide sind durch ein leichtes Rahmengerüst verbunden und werden durch Kautschukplatten mit den Rändern der Büchsenhülse abgedichtet, sobald sie gegeneinander gedrückt werden. Eine Klemmvorrichtung hindert den freiwilligen Rückgang. Beide Teile sind auch mit den Hälften eines Isoliermantels aus gelochter Pappe u. dgl. verbunden.

Zur Inbetriebsetzung sind also nur diese beiden Mantelhälften, respektive der Rahmen, zusammenzudrücken und das Innere der Regenerationsbüchse wird für den freien Durchzug der Atmungsluft vom Mundstück bis in den Atmungssack eröffnet. Man füllt letzteren durch zwei-, dreimaliges Hineinblasen, legt das Mundstück, wie oben erwähnt, ein, schließt die Nase durch eine beigegebene Klemme und beginnt zu atmen (Taf. III). Die Ausatemungsluft streicht hierbei durch den Mundschlauch in die Regenerationspatrone, geht durch den Verteiler in die Superoxydschichte, wo sie von Kohlensäure und Wasserdampf befreit wird und gleichzeitig den dadurch erzielten Sauerstoff zugemischt erhält, und sammelt sich endlich im Atmungssack, von wo sie beim folgenden Einatmen denselben Weg zurückkehrt. Ventile oder irgendwelche Mechanismen sind, wie man sieht, vollständig vermieden, der ganze Apparat, der den Namen „Pneumatogen“ (Type I) führt, ist nur etwa 25 *cm* hoch bei einem Durchmesser von 12 *cm* und wiegt ein Kilogramm!

“ Die ersten 2—3 Minuten müssen in Ruhe (stehend, sitzend oder langsam gehend) geatmet werden, weil das kalte Superoxyd zu wenig Sauerstoff entbindet. Nach dieser Wartezeit steigt jedoch seine Temperatur immer mehr und erreicht 150—250 Grad Celsius. Die Sauerstoffproduktion ist nunmehr so reichlich, daß auch ein durch Arbeitsleistung, wie Marschieren im gewöhnlichen Tempo, zeitweises Stiegen- oder Leitersteigen, erhöhtes Bedürfnis des Organismus für dieses Lebensgas voll-

kommen gedeckt wird. Bei dauerndem Gehen reicht die Atmungszeit etwa 40—45 Minuten. Wird dagegen in Ruhe geatmet, zum Beispiel wenn der Arbeiter durch einen Verbruch an der Bewegung gehindert ist, so steigt die Benützungsdauer automatisch auf das Dreifache, so daß er durch etwa  $1\frac{1}{2}$  Stunden auf das Einlangen einer von oben eindringenden Rettungsmannschaft ohne irgendwelche Störungen in der Atmung warten kann. In dieser automatischen Anpassung des Apparates bezüglich seiner Funktionsdauer an das Maß der geleisteten Arbeit liegt einer der größten Vorteile vor allen anderen Systemen. Sie läßt sich leicht dadurch erklären, daß bei gesteigerter Arbeit, welche eine intensivere Atmungstätigkeit nötig macht, auch eine erhöhte Ausscheidung von Kohlensäure und Wasserdampf eintritt, welche wieder eine vergrößerte Sauerstoffproduktion zur direkten Folge hat und umgekehrt. Da auch der Preis eines Apparates von etwa 40 K ein derart niedriger ist (Apparate mit komprimiertem Sauerstoff kosten etwa 300—400 K pro Stück), daß seiner Anschaffung in zahlreichen Exemplaren nichts im Wege steht, ist damit ein System geschaffen, welches allen Anforderungen, die man an einen Selbstrettungsapparat stellen kann, Rechnung trägt.

Wie bereits hervorgehoben, sinkt die Benutzungsdauer mit steigender Arbeitsleistung ganz bedeutend. Man konnte also mit dem Selbstrettungsapparate nur kurze Zeit, etwa 15 Minuten lang, schwerere Arbeit verrichten. Dies ist allerdings nicht Aufgabe des Berg-

mannes, der sich selbst aus dem Bereich irrespirabler Gase herausbegibt; aber eine solche intensive Tätigkeit zu leisten kommt das Rettungscorps in die Lage, eine Gruppe ausgewählter mutiger und kaltblütiger Leute, welche auf die Nachricht von einem Unfälle oder einer Katastrophe in die Grube einzudringen haben, um das Rettungswerk auch von außen möglichst zu unterstützen, um Verwundete rechtzeitig herauszuschaffen, Verbrüche in den Stollen aufzuarbeiten, einen Brand zu löschen u. dgl., kurz, um Arbeiten auszuführen, welche längere Zeit und große Anstrengung beanspruchen. Wir benötigen also auch einen „Arbeitsapparat“ und vom Standpunkte der Einheitlichkeit ist es wünschenswert, daß demselben das gleiche Prinzip wie dem Selbstretter zugrunde liegt. Es ist nicht möglich, durch bloße Vergrößerung der Dimensionen des Selbstrettungsapparates einen Arbeitsapparat zu erhalten, weil damit die Schwierigkeiten einer gleichmäßigen Verteilung des Einatmungs-luftstromes über den ganzen Regenerationsquerschnitt außerordentlich wachsen und auch die Reaktionstemperatur im Innern einer Patrone von etwa doppeltem Durchmesser so hoch wird, daß das Superoxyd und seine Reaktionsprodukte zum Schmelzen kämen. Dagegen gelingt es wohl, dieses Ziel durch Parallelschaltung mehrerer Selbstretter zu erreichen, so daß in jedem ein Teil der bei Arbeit stark vergrößerten Mengen der Ausatmungs-luft regeneriert wird. Zwei solcher Selbstretter genügen für eine einstündige schwere Arbeit. Dabei würde natürlich auch die „Wartezeit“ auf das Doppelte

steigen und man müßte zunächst 6—8 Minuten in Ruhe atmen, bevor die Arbeit beginnen darf. Um diese Verzögerung zu vermeiden, müßte für eine Vorfüllung des Atmungssackes mit etwa 10 l Sauerstoff Sorge getragen werden, der ebenfalls aus Superoxyd mit Wasser entwickelt oder bequemer aus einer Bombe entnommen werden kann.

Weiters soll aber dem Arbeiter nach Erschöpfung seines Apparates, ohne daß er gezwungen ist, das Mundstück zu entfernen und einen neuen Apparat anzulegen, ein gesicherter Rückzug aus dem eventuell noch nicht ventilierten Arbeitsorte möglich sein. Zu diesem Behufe muß dem Arbeitsapparate noch ein Selbstretter angekuppelt werden, welcher durch einen Handgriff momentan zur Benützung eingeschaltet werden kann.

Demnach besteht also ein kompletter Arbeitsapparat („Pneumatogen Type II) aus folgenden Teilen: 2 Regenerationspatronen für die Arbeit, 1 Rückzugspatrone, 1 Sauerstoffentwickler, nebst Zubehör wie Schlauch, Mundstück und Atmungssack. All diese Elemente auf dem Rücken unterzubringen erwies sich als schädlich für die Funktion des Apparates, weil die Schlauchleitungen bis zum Munde zu lang werden und als tote Räume fungieren, so daß ein großer Teil der Ausatemungsluft in ihnen ungereinigt liegen bleibt und bei der Einatmung in diesem Zustande wieder zur Lunge strömt. Will man also die Anordnung einer Ventilatmung, die ja leicht Störungen unterworfen ist, vermeiden, muß der Arbeitsapparat eine Teilung erfahren, derart, daß die Regene-



rationspatronen vorne an der Brust zu tragen sind, wobei nur kurze Schlauchleitungen zwischen ihnen und dem Mundstück notwendig sind. Der Apparat, den Taf. IV zeigt, hat demnach folgende Konstruktion: Das Mundstück steht durch zwei kurze Schläuche mit einem Querrohr ( $R_1$ ) in Verbindung, welches an seiner Unterseite drei Durchstoßkronen trägt und im Innern einen Schieber enthält, welcher die Luft entweder durch die beiden äußeren Durchstoßkronen oder durch die mittlere allein leitet. Ein zweites Querrohr ( $R_2$ ) ist durch einen zusammenschraubbaren Bügel ( $B$ ) mit dem ersten verbunden und ist ebenfalls mit drei Durchstoßkronen und einem Schlauchansatz ausgestattet. Zwischen jedes Paar Durchstoßkronen wird je eine Regenerationspatrone eingelegt, deren Bleiplättchen bis zum Gebrauchsmomente unverletzt bleiben. Dieser Teil des Apparates wird vorne an der Brust getragen, während der Atmungssack, durch einen Schlauch mit dem unteren Querrohr verbunden, in einem leichten Korbe am Rücken angebracht ist und etwa 16 l faßt. In einer anderen Ausführung ist der Atmungssack in Form des Rückenteiles eines Rockes gebaut, dessen Vorderteil aus einem Netz besteht. Es befinden sich infolge dessen keine starren Apparateile auf dem Rücken des Mannes. (Siehe Taf. V.)

Zur Inbetriebsetzung werden die beiden Querrohre durch Drehung der Bügelschraube (Sch) gegeneinander bewegt, wobei die Durchstoßkronen alle sechs Bleiplättchen perforieren und mittels ihrer Gummipuffer die Patronenhäse an das ganze System luftdicht anschließen.

Nunmehr wird zur Vorfüllung mit Sauerstoff geschritten. Derselbe wird im Betrage von etwa 10 l im Rapidentwickler (Taf. I, Fig. 3) erzeugt, der aus einer Blechbüchse besteht, die im Innern drei voneinander getrennte Räume enthält, von denen der unterste eine Tablette (50 g) gepreßten Natriumkaliumsuperoxyds enthält. Der mittlere Raum ist gebildet durch zwei eingelötete trichterartige Zwischenböden, deren Öffnungen durch Bleiplättchen (1, 2) verschlossen sind. Dieser Raum enthält Wasser (100 cm<sup>3</sup>), welches nach dem Niederdrücken der beiden Durchstoßkronen ( $K_1$   $K_2$ ) auf die Superoxydtablette fließt und hieraus in zirka 45 Sekunden 10 l Sauerstoff erzeugt. Die Bewegung des Durchstoßmechanismus geschieht mittels der Spange *Sp*. Der Sauerstoff wird von den mitgerissenen Laugentröpfchen durch das bereits beim Selbstretter beschriebene Asbestfilter (*F.*) gereinigt, welches sich im oberen Teile der Büchse befindet, und gelangt durch ein mit groben Feilspänen etc. gefülltes Rohr (*F. R.*), das als Kühler fungiert, und dessen ovales Ende an das Mundstück des Atmungsapparates angedrückt werden kann, in den Einatmungsschlauch und von hier durch die Patronen hindurch in den Atmungssack.

Nach erfolgter Vorfüllung desselben wird der Sauerstoffentwickler abgenommen, wonach der mit dem Apparate ausgerüstete Rettungsmann sofort befähigt ist, die Atmung auch bei Arbeit zu beginnen (Taf. V). Sind nach etwa einstündiger Arbeit die beiden äußeren Patronen erschöpft, so zieht man den Griff *G* des

Röhrenschiebers heraus und schaltet dadurch die noch unbenützte mittlere Rückzugspatrone in den Gasweg ein. Mit dieser kann man bei Bewegung noch  $\frac{1}{2}$  Stunde atmen.

Eine frühere Konstruktion des Sauerstoffrapidentwicklers, welche sich von der beschriebenen dadurch unterschied, daß sie mit dem ganzen Apparate verbunden und statt mit der gepreßten Superoxydtablette mit 50 g des pulverförmigen Materiales, wie es beim Absieben des für die Regenerierpatronen gebrauchten gekörnten Präparates abfällt, gefüllt war, mußte verlassen werden, weil durch einen Zufall beim Adjustieren ein Körnchen Superoxyd in das Entwicklungsrohr geraten war und das hier befindliche Wattefilter wenige Sekunden nach Beginn der Sauerstoffentwicklung in Brand setzte. Da eine Wiederholung dieses wenn auch nur gewiß seltenen Zufalles nicht mit Sicherheit auszuschließen war, mußten wir zur hydraulisch gepreßten Superoxydtablette greifen und da es unnötig ist, die gebrauchte Entwicklerdose mit sich zu führen, wurde dieselbe zum abmontierbaren Hilfsgerät umgestaltet.

Statt den zur Vorfüllung des Atmungssackes dienenden Sauerstoff chemisch zu entwickeln, kann man denselben natürlich auch aus Flaschen mit dem komprimierten Gase entnehmen und wird sich diese Maßnahme vielleicht gerade dort empfehlen, wo schon von der früheren Rettungsausrüstung die anfangs genannten kleinen Sauerstoffflaschen vorrätig sind.

Den Atmungssack nur mit Luft statt mit Sauerstoff vorzufüllen, erscheint weniger zweckmäßig, da in diesem

Falle nach Zersetzung des Superoxydes in den beiden „Arbeits“patronen die Atmung meist wegen eintretenden Sauerstoffmangels beeinträchtigt wird und dieser Zustand nach Einschaltung der (mittleren) Rückzugspatrone nicht sofort sich bessert. Dagegen wird bei Sauerstoffvorfüllung die Beendigung der Wirksamkeit der Arbeitspatronen teils durch die fühlbar werdende mechanische Behinderung der Atmung (Verstopfung), teils durch die Anhäufung der Kohlensäure, die unabsorbiert bleibt, merkbar, obwohl sich noch eine genügende Menge Sauerstoff im Beutel befindet. Nach Einschaltung der Rückzugspatrone durch Herausziehen des seitlichen Knopfes am oberen Querrohr tritt dann sofort normale Atmung wieder ein. Da bei dieser Stellung der Apparat nur noch mit einer Patrone arbeitet, sind jetzt natürlich große Anstrengungen zu vermeiden und es ist die Arbeitstätigkeit einzustellen und der Rückzug anzutreten. Infolge der Lage der Rückzugspatrone zwischen den beiden während der Arbeit stark erhitzen Arbeitspatronen hat bereits in dem Maße eine Vorwärmung derselben Platz gegriffen, daß die Einhaltung einer „Wartezeit“ unnötig ist.

Die Atmungsdauer mit diesem Apparate, welcher etwa 3·5 *kg* wiegt und 120—140 K kostet, beträgt bei angestrenzter Tätigkeit 1 Stunde, woran sich noch bequem ein halbstündiger Rückzug anschließt. Ohne jede Arbeitsleistung würden die drei Patronen etwa 4 bis 5 Stunden zu atmen gestatten. Wenn auch eine so lange Zeit nicht zu den notwendigen Erfordernissen eines

Atmungsapparates gerechnet werden kann, ist dieselbe doch eine eventuell recht brauchbare Eigentümlichkeit unseres Systems, welches auf Grund zahlreicher bereits durchgeführter Erprobungen geeignet erscheint, namentlich mit Rücksicht auf die Funktion des Selbstrettungsapparates die hohe Aufgabe der Rettung vom Erstickungstode bedrohter Bergleute einer gedeihlichen Lösung zuzuführen.

---



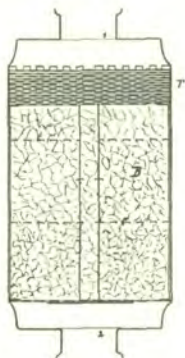


Fig. 1.



Fig. 2.

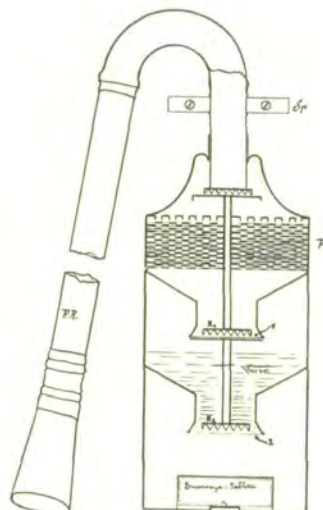


Fig. 3.

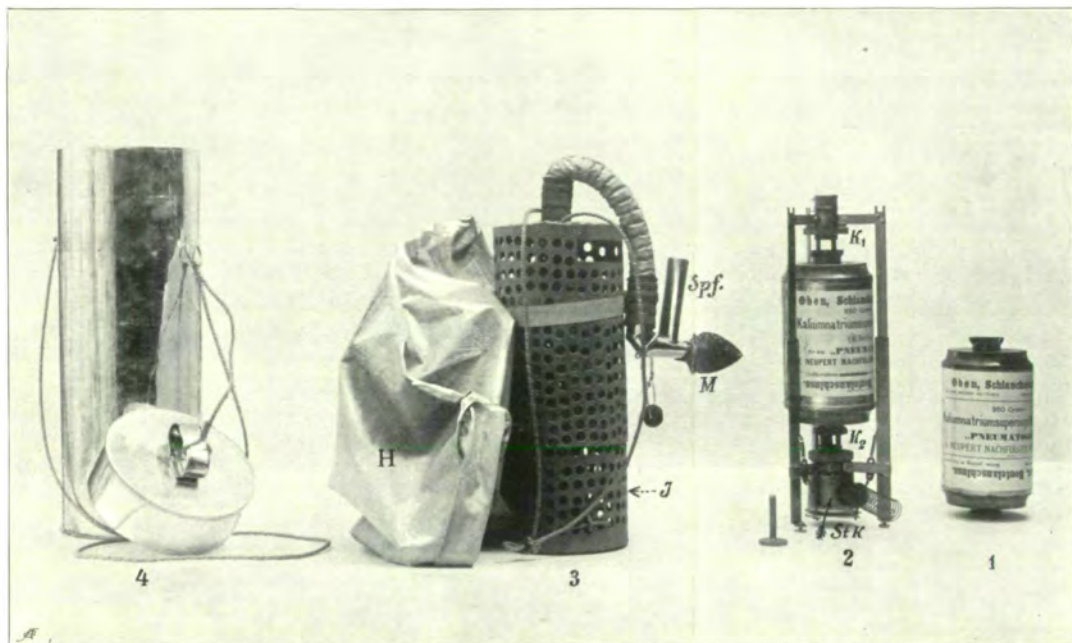
Fig. 1. Regenerationspatrone der Pneumatogenapparate (Längsschnitt): 1, 2 Bleiplättchen; B Kaliumnatriumsuperoxydschichte; C Stützbleche; F VerteilungsfILTER.

Fig. 2. Metallrahmengestell zum „Selbstretter“: K<sub>1</sub> K<sub>2</sub> obere und untere Durchstoßkronen.

Fig. 3. Sauerstoffrapidentwickler für den „Arbeitsapparat“: 1, 2 Bleiplättchen; K<sub>1</sub> K<sub>2</sub> Durchstoßkronen; Sp Spange zum Niederdrücken derselben; F Filter; FR Füllrohr, dessen ovales Ende an das Mundstück des Apparates gedrückt wird.







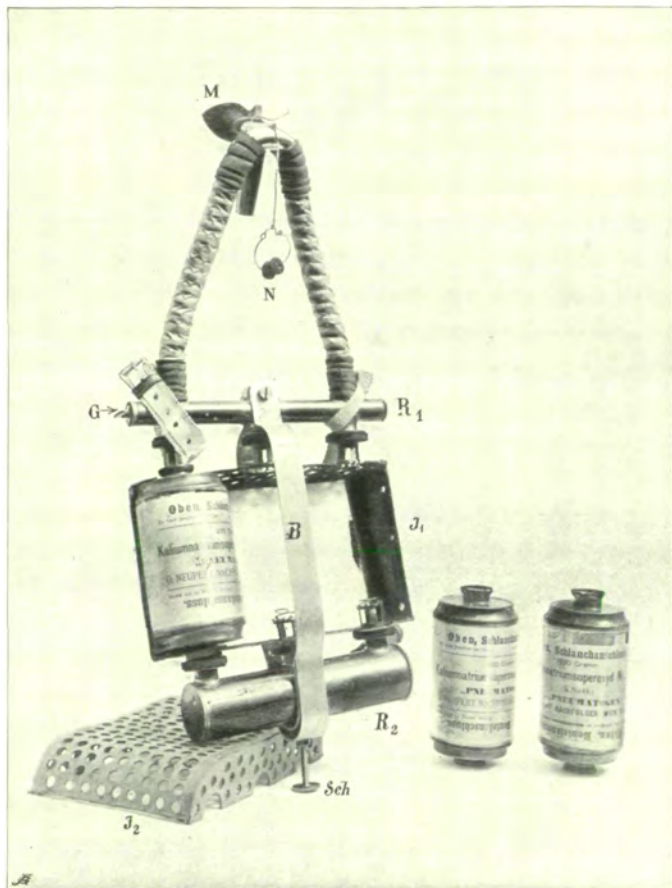
1. Regenerationspatrone.
2. Patrone im Rahmengestell:  $K_1$   $K_2$  Durchstoßkronen; *Stk* Staubkammer.
3. Fertig adjustierter Selbstrettungsapparat. (Bleiplättchen noch nicht durchbrochen).  
*M* Mundstück; *Spf* Speichelfänger; *H* Atmungssack; *J* Isolationsmantel.
4. Schutzdose zur Aufbewahrung des Selbstretters.





Atmung mit dem Selbststretungsapparat  
(„Pneumatogen“ Type I).

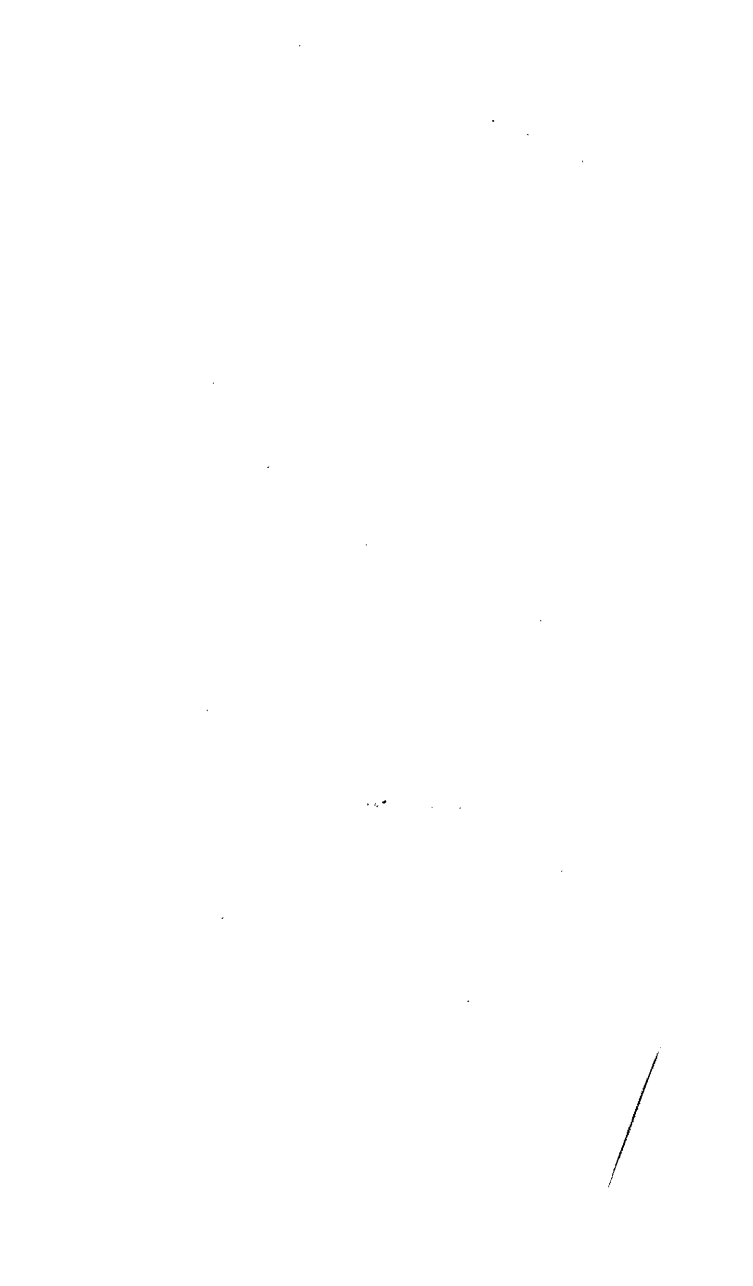




## Arbeitsapparat (offen).

*M* Mundstück*N* Nasenklemme*R*<sub>1</sub> *R*<sub>2</sub> oberes und unteres Querrohr*J*<sub>1</sub> *J*<sub>2</sub> Isoliermantelhälften*G* Griff des Umschalterschiebers*B* Bügel *Sch* Bügelschraube.

Die linke Arbeitspatrone ist bereits eingelegt.





Atmung mit dem „Arbeits“-Apparat (Pneumatogen Type II)

*A. R.* Atmungsrock.