

# Künstliches Vernebeln als Hilfsmittel des Luftschutzes

Autor(en): **Toblacher, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **6 (1939-1940)**

Heft 3

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-362716>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Inhalt — Sommaire		
	Seite	Page
Künstliches Vernebeln als Hilfsmittel des Luftschutzes. Von Ing. Frd. Toblacher, Marburg . . . . .	17	Bundesratsbeschluss betreffend die Versicherung der Hilfsdienstpflichtigen und der Angehörigen der Organisationen des passiven Luftschutzes durch die Militärversicherung . . . . . 27
Die Entwicklung und die Organisation des Gasschutz- rettungswesens der schweizerischen Feuerwehren. Von Kdt. Bucher, Bern . . . . .	24	Ausland-Rundschau . . . . . 28

## Künstliches Vernebeln als Hilfsmittel des Luftschutzes

Von Ing. Frd. Toblacher, Marburg

Wenn man die den Luftschutz betreffenden Veröffentlichungen in den Tageszeitungen und Fachzeitschriften aufmerksam verfolgt, so muss man zur Erkenntnis kommen, dass fast alle Luftschutzorganisationen und die dazu aufgestellten Behörden ausschliesslich nur Massnahmen zur Behebung der durch ein Bombardement aus der Luft entstandenen Schäden usw. vorsehen, also sich nur auf die Bekämpfung der *Folgen* eines Luftangriffes beschränken, dagegen fast gar keine vorbeugenden Massregeln zur Verhinderung eines Luftangriffes treffen, da die sogenannte aktive Luftabwehr ausschliesslich den militärischen Behörden usw. vorbehalten ist.

Dies ist auch ganz richtig, so lange man als «aktive» Luftschutzmittel lediglich nur Jagd- und Aufklärungsflugzeuge sowie Flugzeugabwehrtartillerie im Auge hat. Es gibt aber auch noch andere Luftschutzmittel zur Verhinderung von Luftangriffen, welche durchaus nicht den militärischen Behörden vorbehalten bleiben sollen, sondern die ebenso gut und manchmal sogar besser von den zivilen Luftschutzorganisationen angewendet werden können und sollen. Es sind dies:

1. *Luftbarrikaden* oder Sperren, gebildet aus Fesselballonen und Drachen, welche aber so viele Nachteile haben, dass sie für ein kleines und nicht über grosse Reichtümer verfügendes Land nicht in Betracht kommen.

2. *Tarnung* durch:

- a) Schutzanstrich
- b) Verdunkelung, und
- c) künstliche Vernebelung.

Es ist keineswegs genug damit getan, Feuerlösch-, Entgiftungs-, Rettungs-, Aufräumemann-

schaften aufzustellen, bombensichere Unterstände zu bauen, Gasmasken anzuschaffen und an die Bevölkerung zu verteilen, die nicht an die bedrohten Orte gebundene Bevölkerung aufs freie Land zu befördern usw., sondern es ist unbedingt ebenso notwendig, überhaupt durch geeignete Massnahmen zu verhindern, dass ein Luftangriff mit einiger Aussicht auf Erfolg durchgeführt werden kann.

Wenn z. B. die Belegschaft eines wichtigen Bahnhofes sich bei einem Luftangriff in bombensichere Unterstände in Sicherheit bringen kann, die oberirdischen Geleiseanlagen aber durch gut gezielte Bombentreffer vernichtet werden, so ist der Verkehr doch für viele Stunden, vielleicht auch Tage, lahmgelegt, was bei einem Verkehrsknotenpunkt hinter der Front böse Folgen haben kann.

Die Notwendigkeit wirkungsvoller *vorbeugender* Massnahmen steigt mit der Wichtigkeit des betreffenden Ortes für die Kriegführung bzw. Landesverteidigung. Der Feind richtet seine Luftangriffe dorthin, wo er seinem Gegner den grössten materiellen und moralischen Schaden zufügen kann. Und da nun in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die wichtigsten Staatsbehörden, die militärischen Kommandostellen, die kriegswichtigen Betriebe sich in den Städten oder in deren Nachbarschaft befinden, so ist klar, dass ganz besonders diese Orte durch wirkungsvolle Tarnungsmassnahmen gegen Fliegersicht geschützt werden müssen.

Die Fabrikhallen, Bahnhöfe, Verladeanlagen und Stellwerksbauten sind heutzutage schon so gross, dass sie mit einem schärferen Fernglase auch aus sehr grosser Höhe noch erkannt werden können. Der Führer eines Bombenflugzeuges

kann sich aus sehr grosser Höhe nach den Hauptstrassen, Flüssen, Kanälen, Eisenbahnen auch dann leicht orientieren, wenn ihm die als Ziel anbefohlenen Objekte durch Farbanstrich, mittels Dachgärten u. dgl. nicht sofort erkennbar sein sollten. Daraus ergibt sich die absolute Notwendigkeit, die Tarnung nicht nur auf die zu schützenden Objekte zu beschränken, sondern sie muss auf die ganze weitere Umgebung ausgedehnt werden, um wirksam zu sein.

*Je grösser die getarnte Fläche ist, innerhalb der sich die zu schützenden Objekte befinden, desto besser! Tarnung der Objekte allein ohne Tarnung der Umgebung nützt gar nichts, da die Objekte ja nur besonders gekennzeichnet, also erst recht leicht erkannt würden!*

Es handelt sich also immer um verhältnismässig grosse Flächen, welche der Fliegersicht entzogen werden müssen. *Wenn der Flieger seine Ziele nicht sieht, so kann er sie nur durch puren Zufall treffen!*

Bei Neubauten wird man, so weit als tunlich, wohl den Forderungen des praktischen passiven Luftschutzes entsprechend, auf eine bestmögliche Tarnung, wie sie in ihren Grundsätzen in der Schrift von Dr. Ing. Herbert Knothe, «Tarnung und Verdunkelung», niedergelegt sind, Rechnung tragen. Nun sind aber schon lange vor dem letzten Kriege, als man die Verwirklichung des uralten Traumes der Menschheit, sich mit einem Apparate in die Luft erheben und beliebig weit fliegen zu können, noch für technisch unerfüllbar hielt, sehr viele der wichtigsten Anlagen gebaut worden. Selbst die kurz nach Beginn unseres Jahrhunderts gebauten Anlagen waren noch nicht im Hinblick auf etwaige Luftangriffe errichtet worden. Der ungeheure Aufschwung der Luftschiffahrt datiert ja erst seit dem Weltkriege!

Nachträgliche Verbesserungen sind bei schon bestehenden Objekten nur sehr schwer oder gar nicht anzubringen. Die Standorte sind eben schon gegeben, das Gelände muss auch genommen werden wie es ist, denn künstliche Erhöhungen, hinter denen sich ein wichtiges Objekt «verstecken» könnte, müssten sehr grosse Dimensionen erhalten, um wirksam zu sein, und würden dann erst recht auffallen.

Bei der Planung der alten wie auch der neuen Zweckbauten, namentlich industrieller Natur, überwiegt fast stets die Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage; erst in zweiter Linie wird man auch an Tarnungsmöglichkeiten denken. Oft sind grosse Hallenbauten überhaupt nicht zu vermeiden. Mit Tarnungsmassnahmen baulicher Natur also kommt man nicht sehr weit; man muss schon zu künstlichen Hilfsmitteln greifen.

Versuche mit verschiedenen Arten von Farbanstrichen haben ergeben, dass buntfleckige Mehrfarbenanstriche zur Tarnung von Bauwerken gegen Fliegersicht nicht nur völlig ungeeignet sind, sondern geradezu die Aufmerksamkeit des Flug-

zeugführers darauf lenken. Nur eine ruhige, gleichmässige, aus der vorherrschenden Farbe der Umgebung hergeleitete, bzw. mit ihr übereinstimmende Färbung der Aussen- und besonders der Dachflächen von Gebäuden gibt einen einigermaßen wirksamen Schutz ab.

Nun müsste aber, da sich in unseren Breiten die vorherrschenden Farben der Erdoberfläche mit der Jahreszeit ändern, dieser Farbanstrich jeweils nach der Jahreszeit der Farbe der Umgebung angepasst werden. So müssten im Winter, wenn die ganze Umgebung von Schnee bedeckt ist, alle Gebäude und besonders deren Dächer, soweit selbe nicht auch von Schnee bedeckt sind, weiss angestrichen werden. Bei eintretendem Tauwetter muss alles braun oder grau angestrichen werden, wenn abermals Schnee fällt, wieder alles weiss, dann im Frühling alles lichtgrün, entsprechend der lichtgrünen Farbe der spriessenden jungen Gräser und Triebe. Sodann muss das Grün verdunkelt werden; vor der Ernte muss der grüne Anstrich durch einen gelben, entsprechend dem reifenden Getreide, ersetzt werden, um nach der Ernte einem braunen Anstriche Platz zu machen, der schliesslich im Jahreskreislaufe wieder durch den weissen Winteranstrich ersetzt werden müsste. Das ist natürlich praktisch unausführbar, denn man würde eine Armee von Anstreichern und viele Waggonen an Farbe brauchen, um stets «am laufenden» zu bleiben. Und überdies ist nicht zu vergessen, dass Strassen, Eisenbahnen, Flüsse, Seen, Kanäle usw. überhaupt nicht angestrichen werden können, da der Anstrich ja durch die verkehrenden Fahrzeuge in kürzester Frist verwischt oder wegradiert werden würde. Aber gerade diese Kommunikationen können einem Flugzeugführer als Behelfsmittel bei der Orientierung sehr gute Dienste leisten, wenn auch sonst die Orientierung erschwert ist.

Ein anderes, angeblich wirksames Tarnmittel ist die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern, besonders hochragender Bäume, deren Kronen die zu tarnenden Objekte überragen. Bis diese Bäume so hoch gewachsen sind, dass sie einen wirksamen Schutz gegen Fliegersicht abgeben, vergehen viele Jahre und Jahrzehnte! Man hat übrigens festgestellt, dass durch die Schattenbildung die Erkennbarkeit von Bauten aus der Höhe erleichtert wird; also wird gerade das Gegenteil erreicht.

Gewiss ist eine rigoros durchgeführte Verdunkelung ein ganz hervorragendes Mittel zur Tarnung wichtiger Objekte. Aber da — wie man aus den vielen Berichten über die Fliegerangriffe entnehmen kann — diese nicht allein auf die Nachtstunden beschränkt waren, sondern auch oftmals bei hellichtem Tage durchgeführt wurden, so ist mit der nur bei Nacht wirksamen Verdunkelung nicht geholfen.

Alle diese angeführten Tarnungsmittel kleben sozusagen an der Erdoberfläche, an den zu schützenden Objekten selbst, und haben, wie aus den vorstehenden Ueberlegungen hervorgeht, nur bedingten Wert.

Der Bombenangriff kommt aus der Luft, also muss er durch Schutzmassnahmen in der Luft als Ergänzung der Luftabwehr durch Flugzeuge und Flakartillerie unwirksam gemacht werden. Dies ist nur in der Weise möglich, dass man dem oder den Flugzeugführern die Orientierung aus der Höhe unmöglich macht oder wenigstens so erschwert, dass er von seinem Vorhaben absteht.

Das einzige hiezu geeignete Hilfsmittel besteht in der *künstlichen Vernebelung* der zu schützenden Orte. Die über die bedrohte Gegend zu legende künstliche Nebeldecke muss so dicht sein, dass die darunter befindlichen Objekte aus der Luft nicht erkannt werden können. Ferner muss sich die Nebeldecke so rasch über die Gegend legen lassen, dass der Angreifer schon sein Ziel vom Nebel bedeckt findet, wenn er hinkommt; auch muss sie so lange andauern, bis der Angreifer sein Vorhaben mangels Orientierung aufgibt.

Diesen drei Hauptbedingungen sind noch als Bedingungen zweiter Ordnung anzufügen: dass die Erzeugung der künstlichen Nebeldecke nicht zu viel geschultes Personal erfordere und womöglich auch von alten Leuten oder Frauen zu bewirken sein muss, dass der erzeugte Nebel für Mensch, Tier und Pflanzen nicht schädlich sein darf, und endlich, dass die Kosten des Verfahrens hinsichtlich der Anschaffung und des Betriebes in einem gesunden Verhältnisse zum Werte und zur Bedeutung der zu schützenden Objekte stehen.

Die moderne Chemie und Technik der chemischen Kampfstoffe gibt genügend Mittel zur Erzeugung künstlichen Nebels, jedoch sind die Wirkungsweisen und die Effekte sehr verschieden. Nach der Art der Herstellung und der Wirkungsweise kann man diese Mittel in zwei grosse Gruppen einteilen, und zwar:

- a) die Gruppe der *pyrotechnischen Mittel*, das sind solche, welche durch Zusammenmischen von verschiedenen, leicht brennbaren Substanzen entstehen und nach dem Anzünden durch deren Verbrennung einen mehr oder weniger dichten, meist schwarz gefärbten *Rauch* liefern;
- b) die Gruppe der *eigentlichen Nebelstoffe*, welche allein oder in Verbindung mit einem zweiten Stoffe, teils auch unter Aufnahme von Wasserdampf aus dem Feuchtigkeitsgehalte der frischen Luft durch chemische Reaktion einen dichten *Nebel* bilden.

Dementsprechend bezeichnet man die Mittel der ersten Gruppe in der Regel als *«Rauchmittel»*, während man unter *«Nebelmitteln»* Stoffe der zweiten Gruppe versteht.

Die Rauchmittel kommen für die künstliche Vernebelung von grösseren Orten als Luftschutzmittel nicht in Betracht, weil der erzeugte Rauch nicht genug ausdauernd ist, sehr rasch sich auflöst und durchsichtig wird; ferner benötigen sie relativ viel Personal und sind im Grossbetriebe auch nicht rationell. Daher kann man von einer näheren Besprechung dieser Rauchmittel im Rahmen dieser Studie absehen.

Wenn wir die verschiedenen eigentlichen Nebelstoffe nach ihrer Wirkung, d. h. nach der Menge und Tarnkraft des aus ihnen erzeugten Nebels reihen, so steht an erster Stelle der reine Phosphor, der aber wegen seiner Gefährlichkeit, Giftigkeit und schwierigen Handhabung usw. praktisch nicht in Betracht kommt.

Dem Phosphor an Tarnungskraft am nächsten kommt das Schwefeltrioxyd und seine Lösungen, welches auch bequemer zu manipulieren ist und unter Umständen ganz ungefährlich ist. Daher wird auch in den meisten Staaten das Schwefeltrioxyd allein oder in Mischung mit der Chlorsulfonsäure im Verhältnisse 1:1 am meisten als nebelbildendes Mittel verwendet. Man versteht unter der Bezeichnung *«Nebelsäure»* in der Regel diese Mischung.

In weitem Abstände folgen dann die Tetrachloride von Titan, Silizium, Zinn und Zink, deren Tarnungsvermögen aber bedeutend schwächer ist, wenn sie allein für sich verwendet werden. Wenn man sie aber in Verbindung mit wasserfreiem Ammoniak anwendet, liefern sie einen sehr dichten, weissen, undurchsichtigen Nebel. Jedoch bedingt dies ausser wesentlich höheren Gestehungskosten auch eine komplizierte Konstruktion der Apparatur und besonders des Zerstäubers, weshalb diese Stoffe für Luftschutzzwecke nicht in Betracht kommen.

Schliesslich kann auch der aus Schwefeltrioxyd und Chlorsulfonsäure entwickelte Nebel mit Ammoniak neutralisiert werden, was aber ebenfalls konstruktive Komplikationen bedingt und bedeutend höhere Betriebskosten zur Folge hat.

Die meist verwendete, eben genannte Nebelsäure, aus einem Gemische von reinem, wasserfreiem Schwefeltrioxyd und Chlorsulfonsäure zu gleichen Teilen bestehend, ist bei Temperaturen über 0° eine ziemlich dickflüssige Säure, ähnlich wie schweres Maschinenöl, vernichtet alle organischen Substanzen in kürzester Zeit und greift auch die meisten Metalle stark an. Daher dürfen zur Erzeugung der Nebelapparate und besonders zur Herstellung aller Teile, welche unmittelbar mit der Nebelsäure in Berührung kommen, nur spezielle, säurefeste Materialien verwendet werden, welche uns die moderne Metallurgie schon mit genügender Widerstandsfähigkeit liefert. Da aber diese säurefesten Materialien wesentlich teurer sind als die allgemein verwendeten, sind auch die Erzeugungskosten der aus ihnen hergestellten Nebelapparate relativ hoch. Dagegen bietet die Verwendung der säurefesten Materialien die Gewähr grösserer Sicherheit gegen unliebsame Ueberraschungen durch Korrosion usw. infolge Angriffes der Bestandteile der Nebelapparate durch die Nebelsäure. Die relativ weit höheren Anschaffungskosten machen sich durch eine praktisch unbeschränkte Haltbarkeit der Apparate bezahlt.

Die von den meisten Gegnern der genannten Nebelsäure ins Treffen geführte grosse Schädlich-

keit des daraus erzeugten Nebels für den menschlichen und tierischen Organismus und für Pflanzen ist in Wirklichkeit gar nicht so arg. Es ist festgestellt, dass zwar schon bei einer Konzentration des Nebels von etwa  $10 \text{ mg/m}^3$  störende Reizerscheinungen an den Atmungsorganen, Tränen der Augen und Hustenreiz auftreten, jedoch genügt ein vor Mund und Nase gehaltenes Taschentuch als Schutz. Bei dieser Konzentration ist der Nebel noch so dicht, dass bei Tageslicht auf etwa 20 m die Umrisse von Gegenständen nicht mehr deutlich zu erkennen sind. Bei einer Konzentration von  $30 \text{ mg/m}^3$  ist schon auf etwa 5—6 m alles weiter Entfernte vollkommen unsichtbar.

Bei einem im Jahre 1937 durchgeführten Vernebelungsversuche bei einem grossen Elektrizitätswerke durchquerte ein mit zwei Ochsen bespanntes Bauernfuhrwerk eine solche künstliche Nebelwolke, obwohl der Bauer aufmerksam gemacht wurde, lieber zu warten, bis sich der Nebel verzogen habe, da vielleicht die Ochsen scheuen könnten. Der Bauer hielt sich nach unserem Muster sein Taschentuch vor Mund und Nase und steuerte ruhig durch den dichten Nebel. Die Ochsen schnauften und pusteten, aber im übrigen machte der Nebel auf sie gar keinen Eindruck.

Die meisten Pflanzen vertragen sogar noch einen weit höheren Konzentrationsgrad ohne Schaden; nur direktes Bespritzen mit Nebelsäure ist schädlich. Bei einem anderen Versuche in einem an den Fabrikshof angrenzenden Obstgarten im Mai 1936, gerade während der schönsten Obstblüte, platzte ein Paragummischlauch, der erprobt werden sollte, an einem tragbaren Nebelapparate, als gerade der Träger neben einem in schönster Blüte stehenden Birnbaume sich befand. Der Träger liess den Apparat zur Erde gleiten und lief davon. Ich sperrte rasch den Absperrschieber. In der Zeit bishin war der Birnbaum auf der einen Seite den dicht in voller Stärke ausströmenden Nebeldämpfen ausgesetzt. Natürlich waren auf dieser Seite die Blüten und jungen Blätter total vernichtet. Aber der Baum erholte sich bald wieder, trieb neue Blätter auf dieser Seite, während sich die Blüten der abgewendeten Seite zu schönsten Früchten entwickelten.

Aehnliche Wahrnehmungen wurden noch bei einer Unzahl von Vernebelungsversuchen gemacht. Man kann also ruhig sagen, dass in praxi der aus der genannten Nebelsäure entwickelte Nebel für Mensch, Tier und Pflanzen ungefährlich ist, wenn er nicht mit voller Intensität auf sie trifft. Immerhin empfiehlt es sich, bei Aufstellung von Vernebelungsplänen darauf Rücksicht zu nehmen, was gar nicht schwer ist.

Während Luftangriffen hat sich niemand, der nicht durch seinen Dienst dazu berechtigt oder gezwungen ist, auf Strassen, öffentlichen Plätzen usw. aufzuhalten, sondern so rasch als möglich in den nächsten Unterstand zu begeben. Die Polizeimannschaften, die Feuerlösch-, Entgiftungs-, Rettungs- und Aufräumtrupps usw. sind mit

Gasmasken ausgerüstet, welche absoluten Schutz gegen die künstlichen Nebelschwaden stärkster Konzentration bieten. Auch die mit der Bedienung der Nebelapparate betrauten Leute wird man vorsichtshalber mit Gasmasken ausrüsten, jedoch werden sie, in der Erkenntnis, dass der Nebel nicht gegen den Wind fliegt, bald die Gasmasken abnehmen, wie es bei vielen Vernebelungsversuchen zu beobachten war.

Bei der Nebelbildung wird durch das Verdampfen der Nebelsäure, die Bildung von schwefeliger Säure und Salzsäure durch die Verbindung mit der Luftfeuchtigkeit Wärme frei; infolgedessen hat der gebildete künstliche Nebel stets aufsteigende Tendenz. Tagsüber kommt noch die Einwirkung der etwaigen Sonnenbestrahlung hinzu, welche ebenfalls erwärmend wirkt und die aufsteigende Tendenz erhöht. Nur in den Nacht- und frühen Morgenstunden, wo sich die Luft über der Erde in Abkühlung befindet und lokale, absteigende Luftströmungen sich bilden können, kann auch der Nebel mitgerissen und zum Sinken gebracht werden, wenn die Temperaturabnahme grösser ist als die Temperatursteigerung durch die erwähnte chemische Reaktion der Nebelbildung. Dies sind die Vorgänge bei ruhender Luft.

Da aber absolute Windstille über einem grösseren Raume recht selten ist, fast immer schwächere oder stärkere Luftströmungen vorhanden sind, denen der Nebel sofort nach seiner Bildung unterliegt, so muss diesen Rechnung getragen werden, und zwar sowohl den etwaigen vertikalen wie auch den fast stets vorhandenen horizontalen Winden.

Lokale Fallwinde, wie sie in gebirgigen Gegenden, an Steilküsten häufig sind, drücken den Nebel zu Boden, wenn sie stärker sind als die vorerwähnte steigende Tendenz bei der Nebelbildung. Dagegen sind sogenannte «Aufwinde» günstig, weil sie die aufsteigende Bewegung unterstützen und beschleunigen.

Wenn horizontale Luftströmungen, die wir allgemein als «Wind» empfinden und bezeichnen, auf Hindernisse stossen, wie z. B. auf Gebäude, grosse Bäume, Wälder usw., so streicht der Wind über die Hindernisse hinweg oder er weht um sie herum. Demgemäss bewegt sich auch der Nebel. Durch einen Versuch wurde festgestellt, dass sehr hohe Gebäude, wenn der Nebelapparat weit genug von ihnen sich befindet, vom Nebel überflogen werden und nur ein relativ kleiner Teil des Nebels um Gebäude herum fliegt. Wenn nun die Gebäude, wie es in den meisten Städten der Fall ist, dicht beieinander stehen, so wird der grösste Teil des Nebels über den Häusern hinwegstreichen, in den Gassen aber wird nur sehr wenig Nebel sich ausbreiten, der wegen seiner geringen Konzentration nicht mehr schädlich ist.

Ausser der Windrichtung ist auch die Windstärke, d. h. die Windgeschwindigkeit, von allergrösstem Einflusse auf den Erfolg jeder Nebelaktion. Wo kein regelrechter Windstärkemesser

zur Verfügung steht, kann man aus der Bewegung von Blättern und Zweigen an Bäumen mit ziemlicher Genauigkeit die Windstärke schätzen.

Bei Windstärke von 11—13 m/Sek. Geschwindigkeit werden schlecht befestigte Dachziegel bewegt, Dachpappe fängt an zu flattern. Da ist künstliches Nebeln nur mehr für gewisse Zwecke auf sehr beschränktem Raume zu empfehlen, weil der Nebel zu rasch fortgetragen wird, ehe er Zeit hat, sich über eine grössere Fläche auszubreiten. Auch die stärkeren Winde kommen nicht mehr für uns in Betracht. Da aber solche starke Winde auch auf die Treffpräzision sehr starken ungünstigen Einfluss haben, so sind auch Angriffe bei solchem Wetter weniger zu erwarten.

Schwacher Sommerregen ist für das künstliche Nebeln sehr vorteilhaft, da durch die hohe Luftfeuchtigkeit die Nebelbildung sehr gefördert wird. Starker sogenannter «Landregen» sowie Gewitterregen drückt den Nebel bald nach seiner Entstehung zu Boden und kann ihn auch ganz niederschlagen. Da aber bei solchem Wetter meist die ganze weitere Umgebung von einer relativ niedrigen Wolkendecke bedeckt ist, die oft mehrere Hundert Meter Mächtigkeit besitzt, so kann auch ein angreifender Flieger die Zielstadt nicht so leicht finden und muss zum Angriffe sehr weit unter die Wolkendecke heruntergehen, um sich zu orientieren, wodurch er sich aber dem Feuer der Flakartillerie in solchem Masse aussetzt, dass er mit ziemlicher Sicherheit auf Abschuss rechnen kann.

Man sieht also, dass lokale Faktoren auf den Erfolg des Vernebelns sehr starken Einfluss ausüben, welche daher gut studiert werden müssen, um sie nach Möglichkeit auszunützen.

Bei dem schon erwähnten Vernebelungsversuche bei einem Elektrizitätswerke im Juli 1937, nachmittags 3 Uhr, bei sehr schwachem Winde und richtiger Hundstagehitze, stieg der Nebel sehr langsam, aber doch merklich flussaufwärts und über die das Flusstal bildenden beiderseitigen Gebirgszüge auf und bedeckte nicht nur das Elektrizitätswerk nebst seiner näheren Umgebung, sondern auch das Flusstal und noch mehrere Quadratkilometer des bergigen Geländes so dicht, dass von den benachbarten höchsten Berge aus etwa 1000 m Seehöhe, bzw. etwa 700 m relativer Höhe über dem Flusse von der ganzen Gegend nichts zu sehen war. Ein auf einem Felsen etwa 150 m über dem Elektrizitätswerke postierter Beobachter bezeugte, dass er während der vollen Vernebelung von den ziemlich ausgedehnten Gebäuden und Anlagen absolut nichts sehen konnte. Da ein Bombenflugzeug in dem recht engen Flusstale zwischen den die Talsohle um etwa 300—500 m überhöhen den Bergen gar nicht so tief fliegen könnte, ohne Gefahr zu laufen, an einem Berge, im dichten Walde oder an einem Felsen zu stranden, sondern unbedingt sich in mindestens 600 m relativer Höhe halten müsste, so hätte also dessen Führer von dem Elektrizitätswerke gar nichts gesehen.

Bei diesem Versuche hielt sich der Nebel als dünner, sehr hoher Schleier durch mehr als vier Stunden über der Landschaft und wurde noch abends etwa 25 km weit vom Elektrizitätswerke deutlich wahrgenommen.

Bei einem im Januar 1938 durchgeführten Vernebelungsversuche mit einem Flugzeug-Nebelapparate meiner Konstruktion hielt sich die Nebeldecke bei Wind von zirka 4 m/Sek. Stärke über zwei Stunden in gleichbleibender Höhe über dem Meere und wurde vom Winde geschlossen etwa 5 km weit getragen, bis sie sich an den steilen Abhängen des Küstengebirges verfang, wo sie noch zirka ½ Stunde hielt.

Auch bei der Vorführung des Nebelverfahrens im Rahmen einer Luftschutzübung in einer Grenzstadt hielt sich die Nebelwolke über zwei Stunden, obwohl kurz vorher ein ziemlich heftiges Gewitter niedergegangen war und während der Vorführung und nach dieser noch lange schwacher Regen fiel.

Diese Beobachtungen beweisen wohl deutlich die lange Haltbarkeit des aus der erwähnten Nebelsäure erzeugten künstlichen Nebels, welche jene der aus den sogenannten «Rauch-» oder «Nebelbüchsen» erzeugten Rauchschwaden weitaus übertrifft.

Zur Erzeugung des künstlichen Nebels aus der allgemein gebräuchlichen Nebelsäure muss diese in möglichst fein verteilten Tröpfchen, bzw. in Gas- oder Dampfform in die freie Luft gebracht werden, wozu ein gewisser Druck notwendig ist, der durch freiwillige oder erzwungene Verdampfung erzielt wird.

Die sogenannte «erzwungene» Verdampfung ist bei den «Nebel-Kalkgeräten» verwirklicht, welche darauf beruhen, dass man eine Lösung von Schwefeltrioxyd auf gebrannten Kalk laufen lässt, wobei durch die Reaktionswärme der Kalk in wenigen Minuten in Rotglut gerät und das weiter auflaufende Schwefeltrioxyd verdampft wird. Diese Methode ist zwar ausserordentlich wirksam, da der gebildete Nebel sehr fein und frei von grösseren Tröpfchen ist; jedoch hat sie den Nachteil, dass der Nebelstrom nicht sogleich nach Inbetriebsetzung in voller Stärke einsetzt, sondern erst nach gewisser Zeit. Auch lässt sich das Nebeln nicht willkürlich unter- oder abbrechen, sondern dauert so lange an, als Säure noch auf dem Kalk vorhanden ist, und schliesslich ist die Apparatur etwas reichlich kompliziert, umständlich zu reinigen und instandzuhalten. Daher kann man dieses Verfahren nicht für die Zwecke des Luftschutzes empfehlen, wo es darauf ankommt, schlagartig, so rasch als möglich nach dem Alarmsignal mit dem Nebeln zu beginnen, wo man also nicht Zeit hat, zu warten, bis die Kalkfüllung in Rotglut kommt.

Eine andere Methode der erzwungenen Verdampfung ist die mittels der sogenannten «Drucksäure», als welche man meistens «Ameisensäure» verwendet. Bei diesem Verfahren lässt man die Drucksäure in feinem Strahle in das Vorratsgefäss mit der Nebelsäure einfliessen, wobei sich in

chemischer Reaktion gasförmige Kohlensäure bildet, die durch den damit verbundenen Innendruck im Säurekessel die Nebelsäure durch die Zerstäuberdüse ins Freie treibt und dabei zerstäubt. Ausser dem Nachteile der komplizierteren Konstruktion der Apparatur — da ein automatisch regulierendes Ventil vorhanden sein muss, welches das Einfließen der Drucksäure je nach dem entwickelten Innendrucke selbsttätig regelt — wohnt diesem Verfahren auch der Nachteil inne, dass man neben dem Vorrat an Nebelsäure auch noch einen entsprechenden Vorrat an Ameisensäure, bzw. Drucksäure haben muss, welche letztere aber ziemlich teuer ist. Auch hier dauert es eine gewisse Zeit, bis der erforderliche Innendruck erreicht ist, also ist ein schlagartiges Einsetzen unmöglich.

Dagegen bietet das Verfahren auf Grund der «freiwilligen» Verdampfung den grossen Vorteil, dass die Apparatur bedeutend einfacher konstruiert sein kann, dass Beginn und Unterbrechung, bzw. Ende vollkommen im Belieben des Bedienungsmannes stehen, d. h. das Bilden des Nebels tritt momentan mit dem Öffnen des Absperrorganes am Säurekessel ein und hört mit dem Schliessen desselben sofort wieder auf. Auch ist die Füllung, Reinigung und Instandhaltung so einfach, dass jedermann den Apparat bedienen kann. Den zur freiwilligen Verdampfung erforderlichen Druck erzeugt man einfach durch Einpumpen von jederzeit in unbeschränkter Menge überall vorhandener freier Luft oder durch Einströmlassen von schon vorher in einem Luftverdichter (Kompressor) in Stahlflaschen gepresster atmosphärischer Luft in den Säurevorratskessel. Letzteres kommt natürlich nur bei grossen Apparaten in Frage, ferner bei Nebelapparaten für Flugzeuge, wo relativ grosse Mengen Luft in möglichst kompakter Form und ein relativ hoher Druck notwendig ist.

Jeder nach diesem Prinzip konstruierte Nebelapparat besteht daher, gleich welcher Grösse, aus einem Vorratsbehälter für die Nebelsäure, den wir in Hinkunft kurz den «Säurekessel» nennen wollen, dem Vorratsbehälter für die Druckluft in Gestalt einer Pressluftflasche oder der Vorrichtung zur Erzeugung von Druckluft in Form einer kleinen Luftpumpe oder einer durch einen geeigneten Motor angetriebenen Pumpe, welche die Nebelsäure in die Rohrleitungen zu den Zerstäubern drückt, welche dem jeweiligen Verwendungszwecke und dem Aufstellungsorte entsprechend verschieden ausgeführt sein können, schliesslich aus den Vorrichtungen zum Tragen, Fahren oder zur stabilen Installation.

Je nach der Grösse, dem Verwendungszwecke usw. sind natürlich die einzelnen Apparatypen sehr verschieden. Es gibt tragbare Apparate, welche bei einem Inhalte des Säurekessels von etwa 10 bis 20 l von einem Manne getragen und bedient werden können, ferner tragbare Apparate mit etwa 20 bis 30 l Inhalt für zwei Mann, fahrbare von 50—100 und mehr Litern für Manns- und Pferdezug, für

Fuhrwerke, Automobile, Motorräder, Boote und Schiffe aller Grössen und Typen, für Flugzeuge usw. Alle diese Nebelapparate haben aber den gemeinsamen Nachteil, dass zu ihrer Bedienung pro Apparat mindestens ein Mann notwendig ist, ferner ist ihre Betriebsdauer beschränkt, so dass sie stets sofort nach Entleerung, die bei kleinen Apparaten schon binnen 10—15 Minuten erreicht werden kann, wieder gefüllt werden müssen. Sie sind daher immer nur zur Abwehr eines Luftangriffes betriebsbereit; man kann mit ihnen pro Apparat nur einen verhältnismässig kleinen Raum vernebeln und man benötigt zu ihrem Einsatz relativ viel Zeit, da sie vom Alarmplatz oder ihrem Aufbewahrungsort erst an die vorher bestimmten Plätze zum Vernebeln des zugewiesenen Raumes gebracht werden müssen.

Bei den jetzt schon sehr grossen Fluggeschwindigkeiten grosser Bombenflugzeuge aber hat man vom Momente der Alarmierung, wo Richtung und vermutliches Ziel der angreifenden Bomber von den Beobachtungsstationen erkannt und gemeldet werden, bis zum Eintreffen der Bomber über dem Ziele nur sehr wenig Zeit zur Verfügung, im besten Falle vielleicht 5—10 Minuten. In dieser kurzen Zeitspanne muss die angegriffene Stadt schon ganz vom künstlichen Nebel bedeckt sein, damit der Angreifer sich nicht orientieren kann, sondern schon die ganze Gegend von einem undurchsichtigen Nebel bedeckt vorfindet.

Ferner werden bei Ertönen des Alarmsignals die auf den Strassen befindlichen Leute, Fuhrwerke und Autos zwar die nächstgelegenen bombensicheren Unterstände aufsuchen, was mindestens in den ersten paar Minuten ein ziemliches Gewimmel auf den Strassen zur Folge haben wird. Würde man nun durch die Strassen der Stadt Leute mit tragbaren Nebelapparaten oder fahrbare Apparate auf Autos oder Motorrädern senden, um die Stadt einzunebeln, so würde erst recht ein Durcheinander entstehen, da die verängstigten Bewohner durch den Nebel erst recht konfus würden.

Daher schlage ich für die künstliche Vernebelung von grösseren Orten, welche in der Windrichtung eine grössere Ausdehnung als etwa  $\frac{1}{2}$  km besitzen und wo die Vernebelung mittels trag- oder fahrbaren Apparaten nicht binnen 5 Minuten restlos durchgeführt werden kann, die Verwendung von stabilen Apparaten vor, welche mit einem für mehrmalige wiederholte Angriffe ausreichenden Inhalte sowohl der Säurekessel wie der Pressluftflaschen je mehrere Zerstäuber mit Nebelsäure versorgen. Diese Apparate wären in Linien und je nach der Ausdehnung der zu schützenden Stadt in mehreren, tunlichst parallelen Reihen netzartig so über dem ganzen Stadtgebiete anzuordnen, dass unter Ausnützung des schwächsten Windes von nur 2 m/Sek. bei gleichzeitiger Inbetriebsetzung aller Apparate binnen 5 Minuten das ganze Stadtgebiet von Nebel bedeckt wird.

Das aus einem Zerstäuber entwickelte Nebelband hat je nach der Windstärke eine Breite von etwa 15—30 m. Bei schwachem Winde ist es breiter, bei stärkerem schmaler. Nehmen wir eine Durchschnittsbreite von 25 m an, so benötigen wir pro 100 m Breite des zu vernebelnden Raumes vier Apparate, bzw. vier Zerstäuber, pro 1 km also 40 Zerstäuber. Bei Verwendung von trag- oder fahrbaren Apparaten mit nur je einem Zerstäuber, aber mit je einem Bedienungsmanne, brauchen wir also pro 1 km 40 Mann. Wenn wir dagegen Stabilapparate verwenden, von welchen jeder z. B. fünf Zerstäuber versorgt, die in Abständen von 25 m voneinander angeordnet sind, so brauchen wir pro Apparat nur eine Person, also pro 1 km nur acht Personen, welche überdies alte Leute sein können oder auch Frauen oder junge Burschen, da die Bedienung solcher Stabilapparate keinerlei besonderen Kraftaufwand erfordert, während für die tragbaren Apparate wegen deren beträchtlichen Gewichtes von zirka 40—50 kg im gefüllten Zustande schon sehr kräftige Männer notwendig sind, die im Kriegsfall besser für andere Verwendungen eingesetzt werden. Wir ersparen also pro 1 km Breite des aus allen Stabilapparaten entwickelten Nebels 32 Mann!

Ferner kann man zur Erhöhung der Einsatzbereitschaft, der schlagartigen Inbetriebsetzung der Stabilapparate elektromotorisch gesteuerte Hilfsventile vorsehen, welche entweder in die Pressluftleitung oder in die Säureleitung unmittelbar nach den bezüglichen Hauptventilen eingebaut werden. Diese elektrischen Ventile wären mit der zentralen Kommandostelle zu verbinden, wo sie, in Gruppen geschaltet, von dem mit der Leitung der Vernebelung betrauten Gehilfen bedient werden. Durch Einschalten der Ventile einer Gruppe werden sämtliche Stabilapparate derselben gleichzeitig in Betrieb gesetzt und können natürlich ebenso auch ausser Betrieb gesetzt werden. Die Bedienungsleute der Stabilapparate haben dann nichts anderes zu tun, als bei Ertönen des Alarmsignals die Hauptventile des Säurekessels und der angeschlossenen Pressluftflasche zu öffnen, bei Ertönen des Signals zum Einstellen des Alarmzustandes dieselben wieder zu schliessen. Im übrigen haben diese Leute nur das ordentliche Funktionieren der Apparate, der Zerstäuber usw. zu beaufsichtigen und etwaiges Nichtfunktionieren telephonisch der Zentralkommandostelle zu melden.

Um nun eine grössere Stadt, welche quer zur Richtung des häufigsten Windes und in seiner Richtung eine Ausdehnung von mehreren Kilometern haben kann, mit einer undurchsichtigen Nebeldecke zu tarnen, braucht man pro 1 km Breitenausdehnung acht stabile Apparate mit je fünf Zerstäubern in Abständen von 25 m. Diese werden in Linien so nebeneinander aufgestellt, dass zwischen den Enden der einzelnen horizontalen Rohrleitungen ein Zwischenraum von wieder zirka 25 m bleibt. Diese Linien brauchen nicht unbedingt schnurgerade zu sein, sie können ge-

krümmt, gebrochen oder gebogen sein, wie es eben die Terrain- und Ortsverhältnisse erfordern. In solchem Falle kann man die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zerstäuberdüsen auch grösser machen, z. B. wenn die Linie schief zur Richtung des vorherrschenden häufigsten Windes zu liegen kommt; es muss nur der Abstand in der Senkrechten auf die Windrichtung etwa 25 m betragen. Höhenunterschiede von mehreren Metern spielen gar keine Rolle, denn das Verfahren gestattet ja an und für sich keine besondere Genauigkeit. *Es kommt nur darauf an, dass eine ununterbrochene Nebeldecke, von oben gesehen, gebildet wird.*

In der Windrichtung aber hat die zu vernebelnde Stadt auch eine gewisse Ausdehnung von mehreren Kilometern. Würde man nur eine Linie Nebelapparate auf der Windseite aufstellen, so würde es je nach der Windgeschwindigkeit und der Ausdehnung der Stadt in der Windrichtung unter Umständen sehr lange dauern, bis das ganze Stadtgebiet mit der Nebeldecke überzogen ist, welche von der einzigen Linie entwickelt wird. Man muss sich daher entscheiden, binnen welcher Zeitspanne die ganze Stadt vernebelt sein soll.

Vorausgesetzt, dass der Horch- und Nachrichtendienst gut organisiert ist und tadellos funktioniert, so dass er das Herannahen eines feindlichen Bombengeschwaders rechtzeitig meldet, bevor dieses das Stadtgebiet erreicht und zum Angriffe ansetzt, dürfte eine Zeitspanne von etwa 5 Minuten im allgemeinen genügen. Unter besonders schwierigen Verhältnissen wird man diese Frist auch kürzer oder bei günstigen Verhältnissen auch länger wählen können. Das hängt eben von sehr vielen örtlichen Umständen ab, die zu beachten sind, dass man dafür keine allgemein gültige Regel aufstellen kann.

Nehmen wir also an, dass zum totalen Vernebeln der Stadt 5 Minuten Frist zugestanden sind. Ein schwacher Wind von nur 2 m/sek Stärke legt in 5 Minuten  $2 \times 60 \times 5 = 600$  m zurück. Ebenso geschwind fliegt der Nebel mit. Die von der ersten Linie der stabilen Nebelapparate entwickelte Nebelwolke wird also in den ersten 5 Minuten nach Alarmierung und Inbetriebsetzung nur einen Streifen von 500—600 m Breite überdeckt haben. Man muss also zur Erzielung einer genügend undurchsichtigen und rasch zu bildenden Nebeldecke über dem *ganzen* Stadtgebiete einschliesslich einer etwa 300—500 m breiten Randzone der Umgebung so viele parallele Linien legen, als der gewählte senkrechte Abstand in der Windrichtung, 500—600 m, in der Ausdehnung des Gebietes in der gleichen Richtung enthalten ist. Beträgt also die Ausdehnung des zu schützenden Raumes in der Windrichtung z. B. 3,5 km, so sind 6—7 Linien erforderlich.

Die Länge der einzelnen Linien richtet sich nach der Ausdehnung des Raumes quer zur Windrichtung, und zwar ist immer die Ausdehnung in



der nächstfolgenden Linie massgebend für die Länge der vorhergehenden. Dies ist notwendig, damit bei der Inbetriebsetzung der vorliegende Raum auch mit Nebel bedeckt wird, auch wenn der Wind etwas schief zur angenommenen Grundrichtung wehen sollte.

Nun pflegen in Mitteleuropa die Winde nicht immer nur aus einer Richtung zu wehen, sondern es treten oft neben einem aus der Statistik der Wetterbeobachtungsstationen festgestellten häufigsten Winde auch Winde aus andern Richtungen auf, wenn auch nicht so häufig. Um auch in einem solchen Falle die betreffende Stadt vernebeln zu können, wird man über oder ausser dem ersten Liniensystem noch ein zweites anordnen, welches mit dem ersten einen Winkel von etwa  $90^\circ$  einschliesst.

Haben wir z. B. für eine bestimmte Stadt festgestellt, dass die häufigsten Winde aus dem westlichen Quadranten, also zwischen Südwesten und

Nordwesten wehen, so werden wir das erste Liniensystem etwa in der Richtung Nord—Süd legen. Dieses Liniensystem dient dann auch für Winde aus dem östlichen Quadranten, also aus Südosten bis Nordosten, indem die Nebelbänder einfach verkehrt ziehen.

Zur Ausnützung der an zweiter Stelle der Häufigkeit stehenden Winde aus dem nördlichen und südlichen Quadranten legt man dann noch ein zweites Liniensystem mit der Richtung Ost—West über das erste. Auf diese Weise ist es möglich, ein relativ grosses Gebiet von mehreren Quadratkilometern in kurzer Zeit mit einer undurchsichtigen Nebeldecke zu sichern.

Bei der Vernebelung selbst hat man *zwei Phasen* zu unterscheiden: die erste Phase, in welcher die Nebeldecke gebildet wird, und die zweite, in welcher die Nebeldecke durch Nachlieferung von Nebel aus den Apparaten erhalten wird.

(Schluss folgt.)

## Die Entwicklung und die Organisation des Gasschutzrettungswesens der schweizerischen Feuerwehren

Von Kdt. Bucher, Bern

Im Gasschutzrettungswesen unserer schweizerischen Feuerwehren können wir drei ziemlich deutlich abgegrenzte Entwicklungsstufen unterscheiden. Die erste Stufe nahm ihren Anfang zu Beginn der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und fällt zusammen mit dem planmässigen Ausbau des Feuerwehrrettungsdienstes jener Zeit. Die zweite Stufe liegt in der Zeitspanne zwischen der Jahrhundertwende und dem Weltkrieg und ist gekennzeichnet durch die Einführung des frei tragbaren Sauerstoff-Gasschutzgerätes, und die dritte Stufe nahm ihren Anfang in den Nachkriegsjahren und bildete die Vorentwicklung des Gasschutzes im passiven Luftschutz.

Gestatten Sie mir, Ihnen über diese drei Entwicklungsstufen einen kurzen Ueberblick zu geben.

Der eigentliche Rettungsdienst auf dem Brandplatz trat bei unsern Feuerwehren verhältnismässig spät in Erscheinung. Mit Ausnahme der Anstehleiter fehlten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts die technischen Hilfsmittel für diesen Dienstzweig, und es ist deshalb die Lücke in der Gesetzgebung über unser Löschwesen begreiflich. Erst die grossen Brandkatastrophen von Glarus, Burgdorf und andernorts gaben Anlass, den Feuerwehrrettungsdienst auszubauen und moderne Rettungsgeräte, wie Hakenleitern, Dachleitern, Rettungsapparate, Rettungsschlauch usw., einzuführen. Zur Bedienung dieser Geräte war junge, kräftige Mannschaft erforderlich. Der damals an die Turnerschaft er-

gangene Ruf fand begeisterten Widerhall und führte dazu, dass in allen grössern Schweizerstädten Turner-Rettungskorps sich bildeten. Sie waren bald einmal die Elitetruppen der grossen Feuerwehrkorps. Es ist nicht verwunderlich, dass mit der Ausbildung im Rettungsdienst auch dem Schutz des Einzelnen gegen die Einwirkung von Rauch und schädlichen Gasen die allergrösste Beachtung geschenkt wurde. Die systematische Rettungsarbeit brachte die Einführung und Entwicklung des Feuerwehrgasschutzes. Wir finden bald überall das Frischluftgerät mit doppeltwirkendem Blasebalg oder der Luftpumpe. Der heute glücklicherweise ausgemerzte Rauchschwamm, der mit Essigwasser getränkt wurde, gehörte zur persönlichen Ausrüstung des Rettungsmannes. Ganz besonderer Erwägung bedarf der in den neunziger Jahren vom damaligen Feuerwehrkommissär Horner in Basel konstruierte Atmungsapparat. Dem Werbeblatt für diesen Apparat entnehmen wir folgende Stelle: «Der mit dem Atmungsapparat ausgerüstete Mann kann in einem mit giftigen Gasen, Dämpfen oder Rauch angefüllten Raum eine halbe Stunde ohne Gefahr ausharren; er ist in seinen Bewegungen in keiner Weise gehindert. Seine Tätigkeit ist durch keinen Luftzuführungsschlauch beschränkt, er kann somit nicht in den Fall kommen, Personen oder wertvolle Gegenstände vor seinen Augen verbrennen lassen zu müssen, weil der Luftzuführungsschlauch zu kurz ist und ihn am weitem Vordringen hindert.» Der