

Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 6 (1939-1940)
Heft: 4-5

Artikel: Künstliches Vernebeln als Hilfsmittel des Luftschutzes [Schluss]
Autor: Toblacher, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-362722>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

anzusehen sei. Wie auf der Brüsseler Konferenz der Oslostaaen, die kurz vor Kriegsausbruch stattgefunden hat, festgestellt wurde, ist jedoch die erstgenannte Ansicht als vorherrschend anzusehen. Die ganze Luftsäule gilt als neutraler Raum. In Uebereinstimmung hiermit haben die Regierungen Hollands und Belgiens auch bisher gehandelt. Mehrere Fragen sind im Zusammenhang hiermit aufgetaucht: 1. was müssen die neutralen Staaten tun, um die Flieger von kriegführenden Staaten vom Ueberfliegen der Grenze abzuhalten, und 2. welche Mittel müssen sie anwenden, wenn die Flieger die Grenze doch überflogen haben?

Was die Kenntlichmachung der Landesgrenzen betrifft, so haben Holland und Belgien besondere Vorkehrungen getroffen: Ausbreiten von grossen Tüchern in den nationalen Farben auf den Dächern der Häuser und Kirchen der Ortschaften, die sich nahe der Grenze befinden; an manchen Stellen wird auf dieser ein breiter weisser Kalkstreifen angebracht. Merkwürdig ist es, dass zu Beginn des Krieges auch die neutralen Länder ihre Beleuchtung zur Nachtzeit sehr eingeschränkt haben, jetzt zum Schutze gegen feindliche Flieger das Gegenteil angeordnet wurde. Besonders die Grenzorte erstrahlen in hellster Beleuchtung. Die Luxemburger Regierung hat die Aufstellung von Militärscheinwerfern längs der Grenze angeordnet, die den Himmelsraum in regelmässigen Abständen beleuchten, wie die Leuchttürme an der Küste. Ein holländischer Vorschlag, im Grenzgebiet und an der Küste Raketen abzuschliessen, steht noch in Bearbeitung.

Hinsichtlich der Abwehr von Fliegern, die bereits die Grenze überflogen haben, sind die Ansichten geteilt. Während viele in der Tatsache dieses Ueberfliegens bereits eine Handlung erblicken, die mit *allen* zu Gebote stehenden Mitteln abgewehrt werden muss, meinen andere, davon ausgehend, dass der Flieger sich geirrt haben dürfte, dass man ihm nicht sofort feindlich begegnen dürfe. Der belgische Militärfachmann Colonel Requette hat sich in einer kürzlich erschienenen Abhandlung hierzu in interessanter Weise geäussert.

«Während des Krieges 1870—1871,» so schreibt Col. Requette, «bei dem Belgien ebenso wie jetzt neutral geblieben ist, geschah es öfters, dass Abteilungen, vor allem der deutschen Kavallerie, irr-

tümlich auf belgisches Gebiet gekommen sind. Diese Abteilungen wurden weder interniert, noch mit Gewehrschüssen empfangen. Sobald sie mit dem belgischen Grenzwachtdienst in Berührung kamen, machte sie dieser auf ihren Irrtum aufmerksam, und sie beeilten sich, das belgische Gebiet wieder zu verlassen. Eine Internierung erfolgte nur dann, wenn die Truppen des kriegführenden Staates das neutrale Gebiet nicht verlassen wollten, entweder, um der Gefangennahme durch ihre Feinde zu entgehen oder aus sonst einem Grunde. So geschah dies auch mit der französischen Armee nach Sedan.

Diese Vorfälle charakterisieren die normale Haltung des neutralen Staates und den Unterschied, den er logischerweise machte zwischen dem Verhalten jemandes, der sich irrt, und jemandes, der bewusst eine Verletzung oder einen Angriff begeht. Es gibt keinen Grund, warum dieser Unterschied im Luftkrieg nicht auch gemacht werden soll. Im Gegenteil, die Ursachen eines Irrtums geschehen in diesem viel häufiger als im Landkrieg. Im letzteren sind die Grenzen genau markiert und streng überwacht, während in der Luft in der Dunkelheit, im Nebel oder in den Wolken die Wendungen eines Luftkampfes den Flieger leicht aus der Richtung bringen können, wobei die Fluggeschwindigkeit bewirken kann, dass er sich binnen wenigen Augenblicken über dem neutralen Gebiet befindet. Es wäre übertrieben, einen der kämpfenden Flieger mit Kanonen- oder Maschinengewehrschüssen herunterzuholen, nur deswegen, weil er sich verirrt hat. Das ist eine Anwendung der Neutralität, für die man in der Vergangenheit keine Berechtigung findet. Man muss genau den Fall einer feindlichen Fliegerabteilung, die wissentlich die Grenze des neutralen Landes überschreitet, vom Fall eines Fliegers unterscheiden, der aus der Richtung geraten ist. Im ersteren Fall muss die Neutralität mit grösster Energie und mit Waffengewalt aufrechterhalten werden; im letzteren jedoch muss der Flieger auf seinen Irrtum aufmerksam gemacht und aufgefordert werden, das Gebiet des neutralen Landes auf dem kürzesten Wege zu verlassen, wobei es notwendig ist, dass ihm dieser Weg gezeigt wird, da er sich ja verirrt hat.» Col. Requette schlägt daher die Bildung einer neutralen Luftpolizei vor.

Künstliches Vernebeln als Hilfsmittel des Luftschutzes

Von Ing. Frd. Toblacher, Marburg

(Schluss.)

Für die erste Phase, die *Bildung der Nebeldecke*, müssen natürlich sofort auf das Alarmsignal «Fliegergefahr» sämtliche Nebelapparate aller Linien der betreffenden Richtung, mit Ausnahme der letzten, windabseitigen Linie, in Betrieb gesetzt und so lange gehalten werden, bis die ununterbrochene Nebeldecke gebildet ist.

Dann beginnt die zweite Phase der *Erhaltung der Nebeldecke*, wozu nur die windseitigen Linien in Betrieb gehalten werden brauchen, damit sie weiter Nebel liefern. Je nach der Stärke des Windes, dem Wetter, den örtlichen Verhältnissen usw. wird man Zwischenlinien ausser Betrieb setzen können, da sonst überflüssig viel Nebelsäure ver-

braucht und der in den Strassen der Stadt ziehende Nebel eine unerwünscht starke Konzentration bekommen würde. Der vom Winde fortgetragene Nebel verliert nach etwa 1—2 km Flug so viel an Konzentration, dass er nicht mehr undurchsichtig ist. Daher muss man auch eine oder mehrere Zwischenlinien während der zweiten Phase in Betrieb lassen. Dies hängt eben vom Wetter, der Windstärke und den örtlichen Verhältnissen ab, welche gut studiert werden müssen. Man wird gut tun, sich schon im Frieden gelegentlich der Luftschutzübungen bei verschiedenen Wind- und Wetterverhältnissen ein *Schema* auszuarbeiten, nach welchem im Ernstfalle vorgegangen werden kann.

Strassen und Eisenbahnen, welche beiläufig in der Windrichtung ziehen und so breit sind, dass sie nicht mehr automatisch von den Nebelbändern, die aus den seitlich postierten Apparaten entwickelt werden, bedeckt werden, so dass also über ihnen Risse oder Lücken in der Nebeldecke entstehen können, wodurch dem Angreifer die Möglichkeit geboten ist, sich nach dem Verlaufe dieser Risse und Lücken doch noch zu orientieren, vernebelt man mit Hilfe von kleinen, tragbaren oder fahrbaren Nebelapparaten, die man möglichst weit ausserhalb des Stadtgebietes postiert und senkrecht auf die Windrichtung hin- und hertragen oder fahren lässt.

Sehr breite Flüsse und Kanäle vernebelt man mit Hilfe von Nebelapparaten in Ruder- oder Motorbooten, die über die ganze Breite des Flusses oder Kanales hin- und herfahren. Bei starker Strömung verankert man ein oder mehrere Boote mit je ein oder zwei kleinen Apparaten im Strome und lässt sie wie Rollfähren hin- und herpendeln. Ebenso kann man grosse Wasserflächen innerhalb des Stadtgebietes, z. B. Häfen, Seen, Teiche usw., mit Hilfe von in Ruder- oder Motorbooten installierten Nebelapparaten entsprechender Grösse vernebeln.

Es handelt sich bei diesen Teilen der Vernebelungsaktion stets darum, ein möglichst grosses Vorfeld mit in die allgemeine Vernebelung der Stadt einzubeziehen, um dem Angreifer jede Orientierungsmöglichkeit zu nehmen.

Hohe Kirchtürme, Fabrikschlote u. dgl. sehr hohe Objekte, welche eventuell die Nebeldecke überragen, müssen eigene Nebelapparate bekommen, welche auch diese Objekte mit einer Nebelhaube versehen und sie der Fliegersicht entziehen.

Das künstliche Vernebeln von Großstädten mittels Flugzeugen hat den sehr grossen Vorteil, dass man die Nebeldecke ganz nach Belieben in solchen Höhen anordnen kann, dass besondere Einrichtungen für das Vernebeln sehr hoher Objekte unnötig sind. Auch wird die Bewohnerschaft der Stadt durch den in grosser Höhe, z. B. 100 m, erzeugten und ziehenden Nebel gar nicht behindert. Dagegen aber herrscht in solcher Höhe meist ein anderer und stärkerer Wind als unmittelbar über der Erdoberfläche, weshalb der

Nebel rascher fortgetragen wird, als wenn er unmittelbar auf der Erde erzeugt würde. Dies bedingt aber einen verhältnismässig grösseren Aufwand an Nebelsäure, um die Nebeldecke konstant über der Stadt zu erhalten. Ferner benötigt man hiezu eine sehr grosse Anzahl von grossen Flugzeugen von mindestens je 500 kg Tragfähigkeit netto, die nicht immer und überall zur Verfügung stehen.

Bei der Besprechung der stabilen Nebelanlagen war stillschweigend angenommen worden, dass der Säurekessel der Stabilanlage nur das Fünffache des Inhaltes eines tragbaren Nebelapparates fasst, was viel zu wenig ist. Wenn man auch für das Füllen eines stabilen Kessels Einrichtungen treffen kann, dass dies pro Kessel nur wenig Zeit beansprucht, so würde man für das Füllen aller Kessel einer ganzen Stadtanlage mehrere Stunden brauchen, selbst wenn man mehrere Autotanks anschaffen würde, um mehrere Linien gleichzeitig versorgen zu können. In diesen Stunden aber kann das erstmals abgewiesene Bombengeschwader seinen Angriff wiederholen und es könnte sich ereignen, dass nur ein Teil der Stabilapparate betriebsbereit ist.

Die Dauer eines Luftangriffes ist sehr verschieden. Sie kann nur wenige Minuten betragen, aber auch eine Viertelstunde und länger, besonders wenn keine aktive Luftabwehr durch Flak oder Jagdflieger vorhanden ist. Da man aber schon vor dem Erscheinen der Bomber über der angegriffenen Stadt zu nebeln begonnen hat, so muss man die zur Bildung der Nebeldecke (erste Phase) notwendige Zeit — in unseren Beispielen 5 Minuten — zur voraussichtlichen Dauer eines Fliegerangriffes dazurechnen, also z. B. $15 + 5 = 20$ Minuten pro Angriff. Die kleinen, tragbaren Apparate aber haben wegen des grossen spezifischen Gewichtes der Nebelsäure in der Regel nur eine Kapazität von etwa 12—15, höchstens 20 Minuten. Demnach würde ein nur für das Fünffache dieser Leistung berechneter Stabilkessel mit fünf Zerstäubern ebenfalls gerade nur für einen Angriff Nebel liefern können.

Nun kann es sich aber leicht ereignen, dass der oder die Flieger, wenn sie die anzugreifende Stadt wirksam vernebelt vorfinden und sich deshalb nicht orientieren können, nachdem sie eine Zeitlang über der Stadt gekreist haben, den Rückflug antreten, aber, sowie sie zurückblickend sehen, dass die Vernebelung abgebrochen wurde und der Nebel sich verzogen hat, wieder umkehren und ihren Angriff wiederholen. Diese Zwischenzeit kann verhältnismässig lang, aber auch sehr kurz sein. Während man durch entsprechende Organisation usw. dafür sorgen kann, dass die tragbaren und fahrbaren Apparate in dieser Pause frisch gefüllt werden, wird ein Nachfüllen der stabilen Kessel oft nicht möglich sein. Aus diesem Grunde müssen die Säurekessel der stabilen Apparate für mindestens die doppelte oder noch besser vierfache Dauer eines Fliegerangriffes einschliesslich der Zeit für die erste Phase bemessen werden, also in

unserem Beispiele mit fünf Zerstäubern, vierfache Dauer der Vernebelung von je 20 Minuten, bei einem Verbrauch von rund 0,7 l pro Minute pro Zerstäuberdüse von 1,5 mm Durchmesser der Bohrung, müsste der Kessel einen Nettoinhalt von rund 280 l bekommen. Je grösser man den Inhalt der Kessel macht, desto besser wird es sein.

Natürlich wird man dessen ungeachtet nach jedem Fliegerangriff, auch wenn nicht der ganze Inhalt verbraucht wurde, wenn nur genug Zeit und Ruhe ist, sämtliche Kessel nachfüllen, da man ja nie weiss, wann der nächste Fliegerangriff erfolgen wird.

Nun kommen wir zu der sehr wichtigen Kostenfrage. Leider wird das geflügelte Wort des österreichischen Feldmarschalls Graf Montecuccoli, dass zum Kriegführen Geld, zweitens Geld und drittens nochmals Geld gehört, oftmals ganz falsch angewendet. Viel richtiger ist ein Wort eines Nachkommens dieses Feldmarschalls, des ehemaligen Kommandanten der k. u. k. Oest.-ung. Kriegsmarine, Rudolf Graf Montecuccoli: *«Im Kriege ist die beste Waffe gerade noch gut genug.»*

Was für Angriffswaffen gilt, hat selbstverständlich auch volle, ja erhöhte Gültigkeit für Schutzmittel und Abwehrwaffen, wozu nach den vorstehenden Ausführungen auch das künstliche Vernebeln als Schutzmittel gegen Fliegerangriffe auf kriegswichtige Objekte gehört.

Bei Schutzmitteln, die ja auch der bürgerlichen Bevölkerung zugute kommen, sollte man nie nach den *absoluten*, sondern stets nur nach den *relativen* Kosten fragen. Das heisst, man sollte sich immer fragen, ob die für die Anschaffung, Erhaltung und den Betrieb eines Schutzmittels wie der Nebelanlagen aufgewendeten Kosten in einem gesunden Verhältnisse zu den durch diese Anlagen geschützten Werten des Volksvermögens, der Wichtigkeit für die Kriegsführung usw. stehen.

Als Vergleichsbasis kann man die für die betreffenden Objekte regelmässig zu zahlenden Versicherungsprämien gegen Brand heranziehen.

Die jährlichen Brandschaden-Versicherungsprämien werden ja auch ausser nach dem Risiko, nach der Höhe des versicherten Wertes des betreffenden Objektes bemessen und betragen etwa 3 ‰, je nach Art des Objektes und des Risikos, der vorhandenen Sicherheitsvorkehrungen usw. manchmal weniger, manchmal mehr. Durchschnittlich aber kann man 3 ‰ annehmen.

Für die Beurteilung der Rentabilität des künstlichen Vernebelns liegen auch schon gute, praktische Erfahrungen vor, welche als Basis für analoge Kalkulationen dienen können.

Bei dem schon erwähnten Vernebelungsversuche eines grossen Elektrizitätswerkes, welches die Hälfte einer grossen, mehrere Tausend Quadratkilometer umfassenden Provinz mit elektrischer Energie versorgt, wurden für die totale Vernebelung vier kleine, tragbare Apparate mit je 16 l Nebelsäure verwendet. Es wurden also $4 \times 16 = 64$ l Nebelsäure verbraucht, um den ganzen

Rayon des Elektrizitätswerkes samt seinen ausgedehnten Wasserkraftanlagen, den Wohnhäusern der Beamten und Arbeiter usw. für Fliegersicht vollkommen undurchsichtig zu vernebeln. Dabei war die Anzahl der Apparate viel zu gering und das Wetter sehr ungünstig. Immerhin betrug die Dauer der totalen Vernebelung zirka 10 Minuten.

Das genannte Werk bezahlt jährlich weit über 100'000 Fr. an Brandschaden-Versicherungsprämien, wobei durch kriegerische Ereignisse, Beschiessung, Bombardierung usw., hervorgerufene Brände ausdrücklich ausgeschlossen sind.

Eine vollständige stationäre Vernebelungsanlage für dieses Elektrizitätswerk mit mehreren Linien stabiler Apparate und den notwendigen fahrbaren und tragbaren Apparaten für die Vernebelung des Flusses und der weiteren Umgebung, elektrischen Ventilen samt Leitungen, einer Vorratszisterne usw. würde auch bei ungünstigsten Wetter- und Windverhältnissen die ganze Gegend binnen 5 Minuten mit einer undurchsichtigen Nebeldecke überziehen und eine Stunde lang unter derselben unsichtbar für jeden Flieger halten können. Nach sehr vorsichtiger Schätzung würde diese Anlage etwa 1,75 Millionen Fr. kosten, nicht einmal ein Zehntel des investierten Kapitals.

Nun muss man aber noch berücksichtigen, dass durch einen Bombentreffer in das Generatoren- und Turbinenhaus oder in das Transformatorenhaus, welche Objekte so gross sind, dass sie auch aus mehreren Tausend Metern Höhe mit einem guten Fernglase erkannt werden können, eine halbe Provinz ihrer Energiequelle beraubt würde, da keine entsprechenden Reservestromquellen vorhanden sind. Es würde also nicht nur das Werk selbst ausser Betrieb gesetzt werden, sondern auch zahlreiche sehr wichtige Industrieanlagen, die von dort aus ihren Betriebsstrom beziehen, und mehrere Provinzstädte ohne Strom, Beleuchtung und Wasserversorgung usw. sein. Der Schaden, der durch den Bombentreffer angerichtet würde, kann ziffernmässig kaum ausgedrückt werden!

Während aber die Wahrscheinlichkeit, durch ein oder zwei gutgezielte Bomben dieses so überaus wichtige Werk und mit ihm zahlreiche andere hochwichtige Industrieanlagen ausser Betrieb zu setzen wegen der Grösse der Objekte auch aus grösserer Höhe nahezu hundertprozentig ist, wenn keine Vernebelung vorgesehen ist, sinkt diese fast auf Null, wenn das Elektrizitätswerk mit seiner Umgebung, durch Nebel geschützt, unsichtbar gemacht ist. Selbst wenn der Flieger seine Bomben, um nicht mit vollen Vorräten heimkehren zu müssen, zwecks Erleichterung seines Flugzeuges, ungezielt abwirft, ist die Wahrscheinlichkeit eines Treffers minimal und der Effekt der in den Fluss oder auf die Felder und Gärten, den Wald usw. einfallenden Bomben ohne jede Wirkung. Es werden höchstens ein paar Fensterscheiben zerbrechen, aber die vitalen Teile der Anlage werden nicht beschädigt werden, wenn nicht durch puren Zufall eine Bombe auch sie trifft.

Spielt nun ein Betrag von 1¼ Millionen Fr. oder vielleicht von 2 Millionen Fr. gegenüber dem fast sicheren Schaden und den ungeheuren geschützten Werten überhaupt eine Rolle?

Man sieht also aus den aus der Praxis geschöpften Beispielen, dass sowohl die Anschaffungskosten, mehr noch die Betriebskosten von stabilen Nebelanlagen auch für grössere Städte im Vergleich zu den geschützten Werten verschwindend gering sind und ihre Aufwendung jedenfalls gerechtfertigt ist, selbst bei gänzlicher Ausserachtlassung der mit einer wirksamen Vernebelung verbundenen moralischen Vorteile und der gar nicht in Zahlen ausdrückbaren Vorteile für die Landesverteidigung vom militärischen Standpunkte.

Von vielen Skeptikern und Gegnern des künstlichen Nebelns wird oft eingewendet, dass durch die künstliche Vernebelung die Aufmerksamkeit des Angreifers erst recht auf die geschützten Objekte gelenkt wird. Diese Ansicht hat nur dann eine gewisse Berechtigung, wenn das Nebeln falsch, d. h. mit allzu grosser Sparsamkeit angewendet wird. Eine falsche Anwendung eines Mit-

tels aber zeigt, dass der Betreffende sich über das Wesen und die Verwendung des Mittels nicht klar ist; keineswegs aber kann man daraus ein ausschlaggebendes Argument ableiten.

Es ist absolut unmöglich, zu verhindern, dass sich der Feind schon im Frieden alle Unterlagen beschafft, die er zu einem erfolgreichen Fliegerangriffe benötigt. Durch die künstliche Vernebelung der Angriffsziele aber kann man ihm die Durchführung so erschweren, ja unmöglich machen, wenn man die Vernebelung nicht nur auf die kriegswichtigen Objekte beschränkt, sondern auch auf die Umgebung, und zwar auf die weitere ausdehnt, indem dadurch dem Angreifer die genaue Ortsbestimmung und Orientierung, Auswahl der Zielobjekte, Beobachtung der Aufschläge usw. unmöglich gemacht wird.

Es kann daher nur nochmals auf die unumgängliche Bedingung hingewiesen werden, dass der Erfolg der Vernebelung nur dann garantiert werden kann, wenn ausser den zu schützenden Objekten auch die ganze weitere Umgebung mitvernebelt wird.

Ueber ein neues Standsignal Eine technisch-kritische Studie

Der in der Zeitschrift «Protar», November/Dezember 1939, befindliche kurze Hinweis auf eine Stahlspitze zur Befestigung von Absperrfähnchen gibt erneut Veranlassung, die Frage zu untersuchen, welchen Bedingungen derartige ortsveränderliche Markierungszeichen Genüge leisten müssen, wenn sie in weitestgehendem Masse zweckentsprechend sein sollen. Im Anschluss daran soll eine neue Bauart besprochen werden.

Da solche Markierungszeichen, zumeist Fähnchen oder Signalscheiben an einem Stab, häufig in grösserer Zahl von einem Mann mitgenommen werden sollen, sind vor allem die Bedingungen geringes Gewicht und geringer Raumbedarf — in zerlegtem Zustand — zu nennen. Dann ist es sehr oft nötig, die Fähnchen am Ort der Verwendung rasch aufzustellen. Das ergibt die Bedingungen: möglichst einfacher, aber zuverlässiger, haltbarer Zusammenbau und — auch auf unebenem und hartem Boden — vollkommene Standsicherheit, selbst bei starken seitlichen Kräften (z. B. Wind). Ferner sind geringe Verletzlichkeit bei Stoss, Schlag usw. sowie weitgehende Wetterfestigkeit zu fordern. Dass schliesslich die Markierungszeichen ihrer eigentlichen Aufgabe, einer guten Erkennbarkeit schon aus grosser Entfernung, gerecht werden müssen, bedarf eigentlich keiner besonderen Erwähnung, ebensowenig wie die selbstverständliche Forderung nach geringen Gestehungskosten.

Wenn man die bekannten Absperrfähnchen und die ähnlichen Signale nach diesen Gesichtspunkten prüft, so findet man nur wenig Typen,

die mehreren der aufgestellten Forderungen gleichzeitig gerecht werden. Die meisten Bauarten verstoßen gegen die Forderung nach geringem Gewicht, vor allem die mit Standfuss, weil schon bei relativ geringer Höhe des Signalstabs die seitlich angreifenden Kräfte ein beträchtliches Kippmoment erzeugen können, das bei beschränkter Grösse des Standfusses nur mit seinem Gewicht kompensiert werden kann.

An dem Kräfteverhältnis, wie es Abb. 1 veranschaulicht, erkennt man leicht, dass in der Stabilitätsbedingung

$G_{PEP} \pm G_{SES} \pm G_{FEF} \geq Ae_A + Wh_W + W_S h_S + W_F h_F$
die Momente G_{PEP} und $W_S h_S + W_F h_F$ die Hauptrolle spielen.

Rechnet man beispielsweise nur mit einem Wind von 10 m/s (das sind 36 km/Std.), dessen Vorkommen rund 15—20 % Wahrscheinlichkeit hat, so nehmen bereits bei einer Stabhöhe von etwa ½ m und einer normalen Grösse der Signalfahne oder -scheibe die Momente $W_S h_S + W_F h_F$ schon den ansehnlichen Wert von rund 0,1 mkg an. Bei einem Fussdurchmesser von 20 cm ergibt sich hieraus ein erforderliches Fussgewicht von 1 kg! Dazu kommt, dass bei schon eingetretener Neigung der Hebelarm e_F und damit das stabilisierende Gewichtsmoment mit weiter zunehmendem Neigungswinkel immer kleiner wird und dass dann auch die anderen Momente eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen — leider gleichfalls im ungünstigen Sinn. Selbst die Momentanteile $Ae_A + Wh_W$ können bei den häufig ver-