

Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 4 (1937-1938)
Heft: 3

Artikel: Ueber die psychischen Bedingungen des Luftschutzes
Autor: Grunwaldt, Hans-Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-362594>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

Mentre la funzione dell'ossigeno nella respirazione è ben determinata, non lo è egualmente quella dell'azoto e degli altri gas vari. Si sa solo che l'assorbimento di ossigeno produce una eliminazione d'azoto dal sangue. Ora finchè la respirazione avviene all'aria aperta, nulla vi è da temere perchè i prodotti della respirazione sono assorbiti e diluiti nella gran massa d'aria per cui la composizione media di questa non cambia. La cosa invece deve preoccupare quando la respirazione avviene a cielo chiuso cioè con un apparecchio di protezione antigas ad ossigeno.

L'azoto che viene eliminato dal sangue a seguito dell'assorbimento dell'ossigeno, viene a raccogliarsi nel sacco respiratorio della maschera e quivi, sotto l'influenza dell'aumento di temperatura che si manifesta per la presenza della cartuccia, può combinarsi con l'ossigeno e dar luogo alla formazione di un ossidulo di azoto, che è un gas che respirato agisce sui centri nervosi provocando eccitazione ed altri fenomeni che farebbero perdere al vigile, munito di maschera, le doti di calma e di equilibrio così necessari quando l'individuo deve operare in condizioni di pericolo.

E' vero che la quantità di azoto eliminata dal sangue è piccola, ma è da temere una seconda causa di presenza di azoto nel sacco respiratorio, a causa di uso di ossigeno non completamente puro nella bombetta adoperata per la maschera. Si è constatato che l'aumento dell'azoto nel sangue produce una narcosi nell'individuo e può giungere a produrre addirittura la morte.

Il primo sintomo che si può constatare a seguito di respirazione di aria eccessivamente ricca di azoto è la perdita del potere di comando ai diversi membri del corpo. Poi si produce la scomparsa dei sensi. Pare però che l'udito sia l'ultimo a scomparire. Ma l'individuo ha l'impressione che tutto sia normale, si verifica cioè quanto avviene a chi si trova sotto l'influenza di bevande alcoliche. In realtà egli può agire in modo irrazionale ed è capace di continuare tranquillamente la sua occupazione senza riguardo del pericolo che gli

incombe. Ed è sintomatico il fatto che mentre un aumento della percentuale di acido carbonico è sopportato abbastanza bene dall'uomo, non lo è altrettanto bene l'aumento dell'azoto, perchè il corpo umano possiede delle possibilità di accumulazione di acido carbonico, ma non ne ha quasi per l'azoto.

La narcosi per acido carbonico si può presentare quando si ha un aumento dell'8 % di acido carbonico nell'aria, per l'azoto è tale che se la proporzione di esso nell'aria diviene dell'85 % l'individuo cade per narcosi d'azoto, che produce poi rapidamente la morte.

Il pericolo è grave e bisogna eliminarlo. Ma per combattere il nemico bisogna conoscerlo. Studi sul funzionamento della maschera ad ossigeno se ne sono compiuti e se ne compiono. Occorre però che tali studi siano compiuti nelle condizioni nelle quali funzionano le maschere per Vigili del Fuoco. Come si sa i Vigili del Fuoco si servono delle maschere il più delle volte più che per ricerche, per lavorare pesantemente. Quando l'organismo umano lavora, la funzione della respirazione si svolge in condizioni diverse da quelle che si hanno in individui occupati in lavori leggeri.

Anche in questo campo sono e si renderanno necessari studi ed esperienze sistematiche. Solo tali studi potranno dirci fino a quale punto l'azoto presenta pericolo e quali possono essere gli accorgimenti da usare per evitare danni. Intanto è opportuno tener presente semplici norme precauzionali onde evitare la possibilità di incidenti:

1° Non riempire mai maschere ad ossigeno antigas con aria atmosferica;

2° eliminare l'aria atmosferica dall'apparecchio, cioè prima di indossare la maschera aprire la bottiglia di ossigeno in modo che questo scacci l'aria atmosferica contenuta nella maschera;

3° tre volte inspirare profondamente ed aspirare con tubi compressi per evacuare l'aria atmosferica dall'apparecchio;

4° non usare mai ossigeno contenente dell'azoto, ed il cui grado di purezza sia al disotto del 98 %.

Ueber die psychischen Bedingungen des Luftschutzes^{*)}

Von Regierungsrat Dr. Hans-Heinrich Grunwaldt, Berlin

Wir veröffentlichen den Beitrag, weil er Fragen berührt, die sich auch bei uns stellen. Dabei ist jedoch nicht zu verkennen, dass manche Voraussetzungen tatsächlicher und politischer Art bei uns und in Deutschland voneinander abweichen. *Redaktion.*

Wenn man von den «psychischen» Bedingungen des Luftschutzes spricht, so erhebt sich wohl sofort die Frage, was dieser Ausdruck besagen soll. Er wird aber ohne weiteres verständlich und in seiner Zielsetzung einsichtig, sobald man hört, dass in der vorliegenden Arbeit nicht etwa über die beengende oder sicherheitsverleihende Wirkung des Tragens von Gasmasken oder über ähnliche, mehr technische Fragen eingehend referiert

^{*)} Aus «Wissen und Wehr», Monatsschrift der Deutschen Gesellschaft für Wehrpolitik und Wehrwissenschaften, 6. Heft, Juni 1937. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW 68. Der Abdruck erfolgt mit der verdankenswerten Erlaubnis des Verfassers und der Schriftleitung.

werden soll — es ist vielmehr beabsichtigt, einmal jene psychische Basis, jene eigentümliche Wesenshaltung aufzuweisen, welche der Luftschutzhelfer als neu geschaffener Typ des Soldatenums besitzen soll.

Damit jedoch sind wir auf einem Gebiet angelangt, das sich letzthin nur der psychologischen Bearbeitung und Betrachtung erschliesst.

Von den drei grossen Richtungen des zivilen Luftschutzes: dem Sicherheits- und Hilfsdienst, dem Wehrluftschutz und dem Selbstschutz, ist es unzweifelhaft gerade der Selbstschutz, welcher diese Probleme am deutlichsten zutage treten lässt, wendet er sich doch unmittelbar an den einzelnen Volksgenossen, an die einzelne menschliche Seele. Zugleich aber taucht jenes interessante Problem auf, inwieweit (oder ob überhaupt?)

der Selbstschutz tatsächlich «soldatische» Faktoren und Werte in sich schliesse?

In der militärischen Literatur finden wir die waffentechnische Einteilung in mehr aktive und in mehr passive Waffen häufig vor. Kann man doch gerade zwischen Trutzwaffen einerseits und Schutzwaffen andererseits sehr genau unterscheiden. Eine Trutzwaffe stellte beispielsweise das Schwert, eine Schutzwaffe der Schild dar. Heute ist die Trutzwaffe etwa das Gewehr, die Schutzwaffe aber (neben dem Stahlhelm) das Feldgrau als Tarnungsfarbe. Die Merkmale einer Fliegertrutzwaffe können wir somit im Kampf- und Bombenflugzeug erkennen, diejenigen einer Fliegerschutzwaffe aber in allen Organisationen des zivilen Luftschutzes.

Und in derselben Weise wie zum Begriff des Soldatentums Angriff und Verteidigung, mithin sowohl die Trutzwaffe als auch die Schutzwaffe, gehören, ebenso ordnet sich der Selbstschutz in seiner Aufgabensphäre mit vollem Recht, bewusst und klar den soldatischen Erscheinungsweisen ein.

Solchen Gedankengängen hat Ministerpräsident Göring entschieden Ausdruck verliehen, als er in seiner grundlegenden Luftschutzrede davon sprach, dass, selbst wenn wir eine noch so grosse Luftflotte aufbauen und an allen Ecken und Enden Zehntausende von Kanonen und Maschinengewehren aufstellen würden, dieser «aktive» Luftschutz (diese Trutzwaffe) doch niemals ausreichen würde, um die deutschen Volksgenossen vor den ungeheuren Folgen eines Luftkrieges zu bewahren. Vielmehr komme hier dem «passiven» Luftschutz (der Schutzwaffe) eine unendlich wichtige Aufgabe zu.

Und an einer anderen Stelle seiner Rede beschäftigte sich Generaloberst Göring sehr eingehend mit der psychologischen Seite des Luftschutzes. Der Luftschutz, so erklärte er, sei ein Schutz, und wer sich verpflichte, Hand anzulegen, sich einzusetzen, zu schützen, der könne nur ein Mensch sein, der auch bereit ist, sich selbst als Opfer zum Schutz für andere hinzugeben! Das Wort «Schützer» habe schon immer die edelsten Charaktereigenschaften vorausgesetzt. So liege in dem Wort «Schutz», dass es eine Aufgabe ist, die ein Teil vollendet, um einem anderen Teil dafür Sicherheit geben zu können.

Damit aber ist eigentlich alles das eindeutig und eindringlich definiert worden, was von psychologischer Seite über die Anerkennung des zivilen Luftschutzes als «soldatischer» Faktor zu sagen wäre.

Tatsache ist, dass er in selbstverständlicher Disziplin und ethischer Gebundenheit die Nerven der Heimat im Ernstfalle zu erhalten hat. Der Mann im Luftschutz ist nicht wie der Flieger bewaffnet, er kämpft im Kriege nicht gegen den sichtbaren Feind, sondern er steht ohne Waffen, dabei selbst in ständiger Lebensgefahr, einem

häufig so gut wie unsichtbaren Gegner gegenüber. Das aber erfordert hohen Mut und unbedingten Einsatzwillen!

Hier nun wird die Frage laut, was eigentlich unter dem Begriff «Mut» zu verstehen sei? Wenn man diese Ueberlegung anstellt, gesellt sich alsbald zu dem ersten Begriff ein zweiter, nämlich derjenige der «Tapferkeit». Gelingt es uns, diese beiden Ausdrücke gegeneinander abzugrenzen, so werden wir zweifellos einen guten Schritt in der Beantwortung der Gesamtfrage vorwärts tun.

Es scheint, als verhielte sich die Tapferkeit zum Mut wie etwa die Furcht zur Feigheit. Und in der Tat: eine tapfere Handlung wird immer ein aktives und spontanes Handeln in sich schliessen, während der Mut wohl mehr den Dauerzustand kennzeichnet, mithin die seelische Haltung als solche meint.

Auf ebendieselbe Weise unterscheiden sich Furcht und Feigheit. Furcht kann auch den besten Soldaten einmal befallen, sie ist eine Augenblicksreaktion — und umgekehrt wird der Furchtsame, wenn er keinen Ausweg mehr sieht, sich in letzter Verzweiflung vielleicht doch noch tapfer verhalten können.

Vom Mut zur Feigheit aber, zu diesen beiden seelischen Konstitutionsmerkmalen, führt keine solche schnell geschlagene Brücke hinüber und herüber.

Es bedarf nun nicht mehr langer Ueberlegung, um einzusehen, dass man wohl mit Recht behaupten kann, Tapferkeit sei oftmals überwundene Furcht. Denn der Selbsterhaltungstrieb, eine der stärksten Triebfedern im Menschen, äussert sich in der Gefahr bekanntlich als Furchtsamkeit; er, der den Organismus als solchen zu erhalten strebt, arbeitet gern mit dem Fluchtimpuls. Ueberwindet man aber diese Regung (und wohl jeder Frontkämpfer kennt sie als Anfangsgefühl, denn wer stürbe gern?), so erweist man sich als tapfer! Man handelt dann dem Selbsterhaltungstrieb zuwider, indem man ihm die hohen ethischen Werte der Pflicht, der Treue und des Gehorsams entgegenstellt.

Beziehen wir nun diese Gedankengänge auf den zivilen Luftschutz, so erkennen wir unschwer, dass seine Domäne recht eigentlich der Mut und nicht so sehr die Tapferkeit ist. Zur Spontanhandlung gehört die kämpferische Einstellung. «Tapfer» ist der Krieger, der sich wehren kann, der eine Waffe besitzt, auf die er vertraut. «Mutig» in psychologischem Sinne aber muss der Luftschutzangehörige sein, der neben den technischen Hilfsmitteln einzig seine seelische Standhaftigkeit ins Treffen führen kann.

Wenn der Luftschutzmann zur Beobachtung von Bodenbränden an einsamer Stelle Posten steht, irgendwo im Dachgeschoss oder im Treppenhaus, dann bezwingt er im Ernstfalle nicht nur den Selbsterhaltungstrieb, der ihn drängt, den Schutz-

raum aufzusuchen, sondern diese Bezwingung des Selbsterhaltungstriebes erhöht sich zugleich zum ethischen Streben, Leben und Gesundheit der Mitmenschen zu erhalten.

Das eben meint Generaloberst Göring, wenn er gerade dieser Haltung gegenüber davon spricht, dass das Wort «Schützer» schon immer die edelsten Charaktereigenschaften vorausgesetzt habe. Sie verlangt «moralischen» Mut in der tiefsten und schönsten Bedeutung des Wortes.

Heinrich Hunke, der in seinem Buch «Luftgefahr und Luftschutz» (2. Auflage, Berlin 1935) zwischen militärischen und «politischen» Zielen eines Luftangriffes unterscheidet, hätte aus diesem Grunde die letzteren vielleicht auch besser mit dem Ausdruck «moralische» umschrieben. Sagt er doch selber, dass mit dem Angriff auf die offene Stadt Freiburg am 4. Dezember 1914 eine völlig neue Art des Krieges begonnen hat. Frankreich setzte hier seine Luftwaffe zum ersten Male für rein politische Ziele ein, in der Absicht, die moralische Kraft und den Willen der deutschen Nation zu untergraben.

Wenn Hunke aber die Strebungen dergestalt formuliert, dann stellen sie eben «moralische» Ziele dar und weniger «politische».

Wie sehr es sich auch gerade im Weltkriege tatsächlich um «moralische» Belange handelte, erkennen wir deutlich, wenn wir Hunkes statistisches Material kurz betrachten. 1917 waren an Deutschlands Westgrenze fünf Luftsperrabteilungen (das heisst Ballonsperren um Industriezentren) in Tätigkeit. Von grösster Bedeutung war ihre «beruhigende Wirkung» auf die Bevölkerung. Aber trotz aller Abwehrmassnahmen liess sich nicht verhindern, dass im Jahre 1918 die Rheinlande 355mal von insgesamt 2319 Flugzeugen angegriffen und mit 7000 Bomben beworfen wurden. Kaum ein Tag blieb von Luftangriffen verschont. Daher war die seelisch zermürbende Wirkung der ständigen Luftbedrohung und Luftgefahr so gross, dass am 21. März 1918 der Obersten Heeresleitung eine im Deutschen Reichstag eingebrachte Anfrage nach den voraussichtlichen Verständigungsmöglichkeiten hinsichtlich der Unterlassung der Luftangriffe vorgelegt wurde, mit der Begründung, dass angeblich die «seelische Zermürbung» der Städte des deutschen Westens und Südwestens nach rascher Abhilfe rufe.

Und feindlicherseits berichtet ein Schweizer Arzt über die Wirkung der Luftangriffe auf London: «Es war zu beobachten, dass die moralische Wirkung, wenn die Angriffe in zwei aufeinanderfolgenden Nächten stattfanden, in der zweiten eine ungleich grössere war. Wenn dann Pausen eintreten, so erholten sich die Leute allerdings wieder bald von dem Schrecken... Wenn die Angriffe acht bis zehn Tage hintereinander ohne Pausen hätten durchgeführt werden können, wäre die Wirkung eine ungeheure gewesen.»

Und eine andere Meldung besagt, dass nach einem einzigen Angriff 28'000 Fälle von nervösen Zusammenbrüchen und Nervenerschütterungen registriert wurden, bei denen die Gesundung drei bis vier Wochen dauerte. — Ueber die Psyche des englischen Arbeiters hat Capt. Hogg in bezug auf die moralische Widerstandsfähigkeit Luftangriffen gegenüber, den deutschen Feststellungen völlig entsprechende Ergebnisse niedergelegt: «In dreizehn verschiedenen Wochen des Jahres 1916 erschienen feindliche Luftstreitkräfte über dem Distrikt Cleveland (an der Ostküste Mittelenglands); die Folge war, dass die Eisenproduktion um 300'000 Tonnen (das ist ein Sechstel der Jahresproduktion) zurückging. In einzelnen Rüstungsbetrieben wurde die Beobachtung gemacht, dass an Tagen von Luftangriffen die gelernten Arbeiter bei der Präzisionsarbeit mehr Fehler machten als gewöhnlich, dass die Qualität der Arbeit geringer war und dass Luftangriffe eine laufende Produktion unmöglich machen.»

Wenn irgend etwas die drohende Zukunftsgefahr der Arbeitskraftzermürbung durch dauernde Luftangriffe zu bannen vermag, dann ist es der Faktor der «Berufsehre». Wie der Soldat der Wehrmacht auf dem Kampfplatz, so muss und wird der Soldat der Arbeit an seinem Arbeitsplatz mutig auszuhalten und bedingungslos seine Pflicht zu tun wissen. Und diese moralische Stütze bildet das Rückgrat des zivilen Luftschutzes!

Man hat indessen nicht mit Unrecht darauf hingewiesen, dass doch ein recht erheblicher Unterschied zwischen dem Frontsoldaten einerseits und dem Angehörigen des zivilen Luftschutzes andererseits bestehe. Nicht etwa, dass man darum stritte, wem mehr oder weniger Ehre gebühre. Denn Pflichterfüllung bis zum Aeussersten wird von beiden verlangt. Aber man hat folgende psychologische Erwägung angestellt: Im Ernstfalle werden fast alle Wehrfähigen eingezogen, für den Luftschutz bleiben überwiegend alte oder nicht vollkräftige Männer oder die Frauen und Jugendliche übrig.

Wieder erkennen wir klar, wie sehr gerade in diesen Menschen dann der moralische Mut und die ethische Gebundenheit an das Volksganze ausgeprägt sein muss, damit sie ihre physischen Mängel oder Schwächen überwinden können.

Und noch ein zweites Moment kommt hinzu: der Frontsoldat, der Heimat und Familie schützt, kämpft in fast allen Fällen fern von seinen Angehörigen. Das Elternhaus, sein eigenes Heim und alle Blutsverwandten sind ihm bereits Symbole geworden, die den Akzent heiliger Forderungen tragen.

Ganz anders der Luftschutzangehörige. Er muss seine Pflicht im Kriege beim Luftbombardement tun, obwohl seine Familie ihn umringt, von ihm vielleicht sogar als höhere Pflicht die Selbsterhaltung als des Ernährers fordert.

Das alles sind psychologische Bedingungen des zivilen Luftschutzes, welche erst in der Stunde wirklicher Gefahr als unerbittliche Forderungen und Prüfungen sich zeigen werden. Zugleich aber ergibt sich von neuem, dass gerade hier ein eigentümliches Neuland soldatischer Haltung liegt, ein Gebiet voll psychologischer Probleme, welches erst im grellen Scheinwerferlicht entscheidender Schicksalsstunden sich ganz und gar erkennen lassen wird.

Dennoch muss bereits heute alles Menschensmögliche getan werden, um die psychischen Belastungsmöglichkeiten als solche festzustellen und zu erproben. Wie sich der wahre Sachverhalt dann einmal gestalten wird, das kann bei aller Sorgfalt und Hingabe an das Werk doch niemals mit mathematischer Genauigkeit errechnet werden.

Dass die deutsche Regierung in Verbindung mit der Luftwaffe alles nur Erdenkliche tut, um durch den militärischen Luftschutz, durch Gegenwehr und Kampfbereitschaft den Boden des Vaterlandes vor der verheerenden Wirkung feindlicher Bombengeschwader zu schützen, bedarf als selbstverständliche Tatsache wohl kaum erneuter Erwähnung. Dass aber der zivile Luftschutz mit der moralischen Standhaftigkeit und der unbedingten Pflichtgebundenheit der Gesamtbevölkerung auf Gedeih und Verderb zusammengekoppelt ist, sollte durch diese Ausführungen noch einmal erhärtet werden. Darum liegt die Hauptbedeutung des zivilen Luftschutzes auch in dem psychologisch wichtigsten Moment der «Pflichtenverteilung».

Was ich mit diesem Ausdruck sagen will, ist kurz folgendes: Wenn jeder Hausbewohner eine, und sei es auch die kleinste Funktion auszuüben verpflichtet ist, dann wird in ihm nicht nur das Verantwortungsgefühl geweckt, dann fühlt er sich nicht nur auf seinem Posten sinnvoll eingeteilt und wichtig, sondern er hat dann auch weniger die Zeit, sich mit Angstgefühlen zu beschäftigen

und kann nicht etwa, zur Passivität verurteilt, in seiner ratlosen Verwirrung zum Panikerreger oder -ausbreiter werden!

Jenes schlimme Gespenst der Panik hat übrigens Ministerpräsident Göring in seiner schon mehrmals zitierten Rede auf humorvoll-kräftige Weise gezeichnet, indem er forderte: Ihr müsst die Menschen lehren, wie sie sich im Ernstfalle zu verhalten haben, dass sie nicht wie «angstverrückte Hühner» durcheinanderlaufen.

Kürzer und im Spott entwaffnender ist jedenfalls wohl noch niemals dieses heikle Problem behandelt worden!

Ein in psychologischer Hinsicht ausgezeichnet gewählter Ausdruck ist ferner derjenige der «Entrümpelung». Denn er wirkt eindeutig und charakteristisch wie etwa das bekannte Kommando «Klar Schiff!», und bester Beweis für seine Volkstümlichkeit ist, dass er bereits zu einem feststehenden Begriff wurde.

Als wir vorhin das Menschenmaterial erwähnten, das im Kriege dem zivilen Luftschutz noch zur Verfügung stehen würde, nannten wir auch die Frauen. Und hier stoßen wir zum Schluss auf ein interessantes Problem, nämlich auf die Frage nach dem weiblichen Mut im Ernstfalle. Bei verschiedenen Luftschutzübungen konnte ich Frauen in ihrer Tätigkeit als Luftschutzhauswarte beobachten, die ihre Sache ausgezeichnet machten. Die Bedenken, wie sie sich in wirklicher Todesgefahr verhalten würden, zerstreuen sich, sobald man anerkennt, dass sich auch die Frau zum heroischen Willen erziehen lässt und erzogen wird.

Gemeinsame Gefahr schweisst zusammen, Selbsthilfe und Selbstschutz werden zu Lebensbedingungen, und über allem wird notfalls der Erhaltungsgedanke stehen, nicht als Rettungsplan der eigenen Person, sondern als heiliges Verantwortungsbewusstsein dem Volksganzen gegenüber, als Tat, die alles in sich schliesst, was man je im Laufe des Lebens zu leisten vermöchte!

Eine tschechoslowakische Schutzraumkonstruktion Von Ing. Frydagh

Vorwort der Redaktion. Nachstehend veröffentlichen wir einen Artikel unseres tschechischen Mitarbeiters. Wir nehmen an, damit unseren geschätzten Lesern zu dienen, wenn wir auch ausländische Fachleute über gewisse Sonderkonstruktionen im baulichen Luftschutz berichten lassen.

Von den vielen Neukonstruktionen im Sonder-Schutzraumbau der letzten Jahre hat sich der Stollen-Schutzraumbau mit seinen vielen Variationen eine besondere Stellung erobert. Bei der

Ausarbeitung dieser Bauart ist man von den im Bergbau bewährten Methoden ausgegangen. Hier wurde schon seit Jahren zum Stollenausbau die Stahllamelle in den verschiedensten Anwendungsarten benutzt. Von den am bekanntest gewordenen Lamellen-Schutzräumen sind die aus Wellblechrohr zu nennen, die durch die Kreisform eine besondere Stabilität besitzen. Auch Stahllamellen, die aus losen Spitzbogenhälften zusammengesetzt werden und durch Aufschüttung ihre Festigkeit erhalten, sind vielfach verwendet worden.