Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 7 (1940-1941)
Heft: 4

Artikel: Die Fliegerbombe
Autor: Guldimann, Werner
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-362785

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: 23.08.2025

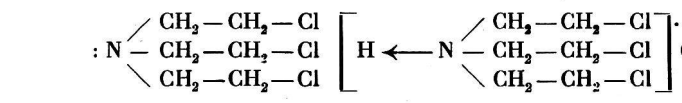
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

in Aether und Hexan. Ebenfalls löslich ist die Base in verdünnten Säuren. Sie siedet unter 722 mm Druck bei 219°, unter Zersetzung.

Sie bildet ein charakteristisches Pikrat und Pikrolonat und gibt mit *Nessler*-Reagens eine gelbe bis braune Färbung.

Das Hydrochlorid zeigt grosse, weisse, rhombische Tafeln vom Smp. 131°. Sie sind leicht löslich in Wasser, Alkohol und warmem Aceton, unmerklich löslich in Aether und Hexan.

Den beiden Verbindungen kommen folgende Formeln[12]) zu:



Die freie Base verursacht auf der Haut bald ein schwaches Brennen, auch die Augen werden gereizt und es können Augenentzündungen entstehen. Schäden auf der Haut lassen sich vermeiden, wenn sie mit Wasser (Hydrochlorid) oder Alkohol (freie Base) sofort abgewaschen wird.

Chlorisonitroso-aceton wird aus Aceton, Salpetersäure und Salzsäure hergestellt. Es besitzt nach *Milone*[2]) starke Nesselwirkung auf die Haut. Gegen Wasser ist es viel widerstandsfähiger als Chloraceton.

Durch den Eintritt der =N-OH-Gruppe in das Molekül scheint allgemein die Reizwirkung, vor allem auf die Haut, erhöht zu werden.

Chloraceton-oxim, Chlorisonitroso-acetophenon und Chloracetophenon-oxim zeigen nur Reiz- und keine eigentliche Nesselwirkung; ersteres wirkt stark, die beiden letzteren nur schwach.

Für den im Gasschutzdienst tätigen Chemiker ist beachtenswert, dass immer wieder neue Verbindungen in der Fachliteratur auftauchen, die sich in die eingangs umschriebene, weitgefasste Körperklasse der «Nesselstoffe» einordnen lassen.

Es ist allerdings möglich, dass wenn die einzelnen, in der obigen Zusammenfassung aufgeführten Substanzen einer systematischen physiologischen Untersuchung unterzogen werden, die eine oder andere Verbindung besser den Gelbkreuzen zugeordnet wird. Diese Frage müsste vom Mediziner endgültig entschieden werden.

Mit dem Hinweis auf den möglichen feldmässigen Einsatz von chemischen Substanzen mit der hier umschriebenen Wirkung soll deshalb keine abschliessende Uebersicht, sondern in erster Linie bezweckt werden, das Interesse des Gasschutzchemikers für seine Aufgabe trotz der bisher ausgebliebenen Verwendung von chemischen Kampfstoffen im gegenwärtigen Krieg wachzuhalten.

Die Fliegerbombe

Von **Werner Guldimann**

1. Allgemeines.

Die Fliegerbombe ist im Weltkrieg entstanden, sobald man einsah, dass das Flugzeug auch als Angriffswaffe zu gebrauchen sei — zunächst als eine Art Ergänzung und Unterstützung der Artillerie, bald aber auch gegen Ziele, die mit dem Kampf auf dem Boden in keinem direkten Zusammenhang mehr standen. Die ersten deutschen Bomben waren kugelförmig, wogen 5 und 10 kg und wurden aus Stahlguss hergestellt, mit Sprengstoff gefüllt und mit einem Aufschlagzünder versehen. Ihre Wirkung war gering, da beim Aufschlag der grösste Teil der Sprengstücke sich in die Erde bohrte. So sah man vorerst von einer Weiterverwendung und -entwicklung ab, und erst als die französische Fliegerei bewies, dass mit der Fliegerbombe Erfolge zu erzielen waren, nahm man auch in Deutschland die Versuche wieder auf. In der Folge nahm man dann auf beiden Seiten an der raschen Entwicklung teil.

Von der Kugelform haben wir bereits gesprochen. Diese wurde durch die Tropfenform abgelöst, und nach längerer Zeit kam dann die torpedoförmige Bombe, die heute noch verwendet wird. Wegen der billigeren Herstellung ging man in der Folge wieder einen Schritt rückwärts und kam auf die zylinderförmige Bombe, die in ihren aerodynamischen Eigenschaften der torpedoförmigen sich als nicht wesentlich unterlegen erwies. In Deutschland stellt man heute im wesentlichen Zylinderbomben her, während England an der Torpedoform festhält.

Entsprechend den verschiedenen Objekten, die man anzugreifen hatte, entwickelte man verschiedene Bomben — zunächst verschieden im Kaliber, dann aber auch verschieden in Inhalt und Wirkung: Brand-, Spreng-, Splitter- und Gasbomben. Davon werden wir unten noch zu sprechen haben.

Was die Bestandteile der Bombe anbelangt, so sind Leitfläche, Hauptkörper und Zünder anzuführen. Die Leitflächen sollen der abgeworfenen Bombe eine stabile, zum voraus genau bestimmbare Bahn geben, was natürlich für das Zielen von wesentlicher Bedeutung ist. (In Verbindung damit steht auch, dass sich der Schwerpunkt vor dem Angriffspunkt des Luftwiderstandes befinden soll.)

Der Hauptkörper enthält die Sprengmasse. Bei der Sprengbombe ist er von Bedeutung für die Durchschlagskraft der Bombe; bei der Splitterbombe ist er der eigentliche Splitterkörper, der dann zerlegt wird, und bei der Brandbombe stellt er zum Teil den Träger der Brandwirkung dar.

Der Zünder soll die Wirkung der Bombe herbeiführen, indem er die Sprengmasse zur

Detonation bringt. Im wesentlichen unterscheiden wir Aufschlag- und Verzögerungszünder, je nachdem, ob die Bombe im Augenblick ihres Auftreffens krepieren soll oder erst eine gewisse Zeit später, nachdem sie beispielsweise eine Schutzdecke durchschlagen hat. Soll die Wirkung erst längere Zeit nach dem Auftreffen erfolgen, so wendet man Zünder an mit halb- bis 24stündiger Verzögerung. Während des spanischen Bürgerkrieges sind auch Bomben in Gebrauch gewesen, die durch eine Art Vorzündung zur Explosion gebracht worden sind, indem nämlich der Zünder an einem Draht oder Stab angebracht war, der ihn etwa einen Meter vor der Bombenspitze hielt; so detonierte dann die Bombe, noch bevor sie auf den Boden geschlagen hatte. Von Zeitzündern hat man gesprochen im Zusammenhang mit den Diskussionen über Fliegerabwehr mittels Bomben, die von einer den abzuwehrenden Verband überfliegenden Formation abgeworfen werden sollten; aus der heutigen Praxis ist aber vorläufig noch nichts Derartiges bekannt geworden.

Für den Abwurf selbst ist wichtig die ganze Zubehöranlage am Flugzeug. Die Aufhängevorrichtung wirkt sich auf die gesamte Flugzeugkonstruktion aus (die ja grundsätzlich nichts anderes ist als Bombenträger, in diesem Sinn der Kanone auf dem Boden vergleichbar). Bei den grossen Bombenflugzeugen werden die Bomben horizontal oder vertikal in Bombenschächten gelagert, die sich im Rumpf befinden; bei kleineren Typen werden sie an den Flügeln (in einzelnen Fällen sogar an der Radverkleidung) aufgehängt, in jedem Fall aber so, dass sowohl eine Bombe nach der andern als auch eine bestimmte Teilanzahl miteinander fallen gelassen werden kann. Damit sind wir bereits zur Auslösung gekommen. Diese kann elektrisch oder mechanisch sein. Die Vorteile der elektrischen Konstruktion bestehen vor allem in der kleineren Verzögerung, jene der mechanischen (eventuell pneumatischen) in der grösseren Betriebssicherheit und geringeren Verwundbarkeit.

Wichtigstes Zubehör ist das Visiergerät, das für einen genauen Abwurf unentbehrlich ist. Am Anfang der Entwicklung hat man die Bomben nach freiem Gefühl und Ermessen von Hand über Bord geworfen; dann ist man dazu gekommen, dass die Bombe abgeworfen wurde, wenn Kimme und Korn eines mechanisch verstellbaren Visiers in Zielrichtung lagen. Später hat man optische Visiere konstruiert, die sämtliche Wurfelemente (Geschwindigkeit, Höhe, Wind, Bombeneigenschaften usw.) auszugleichen erlauben; und bereits sind auch Visiere vorhanden, die im richtigen Augenblick sogar selbst die Bombe auslösen.

Im folgenden soll nun von den einzelnen Bombentypen die Rede sein: von Brand-, Spreng-, Splitter- und zum Schluss auch noch von Gas- und Spezialbomben.

2. Brandbomben.

Der Zweck der Brandbombe besteht darin, Brände in Wohnstätten, Magazinen, Wäldern, Getreidefeldern usw. zu erzeugen. Diese Branderzeugung kann entweder Selbstzweck sein, um derart beim Feind den gewollten Schaden zu erzeugen, oder soll dazu dienen, bei Nachtangriffen den nachfolgenden Flugzeugen das Zielen zu erleichtern. Eine Brandwirkung findet aber nur statt, wenn die Bombe in unmittelbare Nähe von brennbaren Gegenständen trifft. Daraus ergeben sich die verschiedenen Folgerungen bezüglich Gewicht, Form und Brandsatz.

Weil nur ein kleiner Teil der Bomben wirklich zündet, müssen sie in grosser Anzahl abgeworfen werden, d. h. ihr Gewicht muss so klein sein, dass jedes Flugzeug eine sehr grosse Bombenmenge mitführen kann. Auf der andern Seite müssen die Bomben immerhin so schwer sein, dass aus einer gewissen Minimalhöhe mindestens normale Dachkonstruktionen durchschlagen und der Dachstuhl in Brand gesetzt werden kann. Wird aus bestimmten Gründen auf dieses Erfordernis kein Gewicht gelegt, so kommt man zur Konstruktion der Engländer, den sogenannten Brandblättchen, die demselben Zwecke dienen, aber keine Durchschlagskraft haben. Die normalen Brandbomben von heute wiegen nicht mehr als 2 kg; das Gewicht der deutschen Brandbombe zu 1 kg kann als durchschnittlich bezeichnet werden. Im Flugzeug wird der Bombenvorrat in Magazinen aufgestapelt, die im Rumpf untergebracht sind und bis zu 1500 Stück und mehr fassen.

Weil eine grosse Streuung erwünscht ist, so kann davon abgesehen werden, der Brandbombe eine aerodynamisch günstige Form zu geben. In der Regel handelt es sich um Körper mit Würfel- oder Prismenform, was auch wieder dazu beiträgt, dass eine sehr grosse Anzahl geladen werden kann.

Der Brandsatz soll erstens eine grosse Hitze entwickeln, um den getroffenen Gegenstand auch wirklich entzünden zu können, zweitens aber aus einer Masse bestehen, die mit den gewöhnlichen, gerade greifbaren Löschmitteln nicht mehr gelöscht werden kann. Der am meisten verbreitete Brandsatz besteht aus Thermit, das durch einen Zusatz von Bariumnitrat leichter entzündbar und schneller verbrennbar gemacht werden kann (Normalthermit: 76 % Eisenoxyden, 24 % Aluminium; mit Mischung: 47,5 % Eisenhammerschlag, 18,2 % Aluminiumpulver, 28,2 % Bariumnitrat, 5,9 % Sand, 0,2 % Fett). Diese Brandmasse brennt auch ohne Sauerstoffzufuhr und droht nicht zu ersticken, falls die Bombe bei der Entzündung nicht auseinander gerissen wird. In den meisten Ländern wird die Wirkung des Thermitsatzes dadurch erhöht, dass man den Bombenkörper aus Elektron herstellt. Beim Aufschlag entzündet der Zünder den Anfeuerungssatz (1800 °), welcher den Thermitsatz zur Entzündung bringt. Dieser ent-

wickelt 2000 — 3000 °, wodurch das Elektron schmilzt und sich mit dem Thermit zu einer brodelnden und intensiv brennenden Masse verbindet. Die chemische Verbindung und der Verbrennungsprozess bilden Schlacke, welche die Brandöffnung verstopft; durch diese Verstopfung werden die gefesselten Gase den Körper zu sprengen versuchen, und kleine brennende Thermit- und Elektronstücke werden in grösserem Umkreis weggeschleudert. Die hohe Temperatur trägt dazu bei, dass die Brandherde sehr schnell vergrössert und auch dünne Blechbeläge durchschmolzen werden.

Brandbomben können bekanntlich nicht mit Wasser gelöscht werden, auch nur schwer mit den normalen Schaumlöschapparaten. Am besten wirkt eine dicke Schicht feinen und vollkommen trockenen Sandes.

3. Sprengbomben.

Die Sprengbombe ist die Hauptwaffe des heutigen Luftkrieges. Sie soll durch ihre Luftdruckwirkung zerstören. Ihr Hauptbestandteil ist demgemäss die Sprengmasse, die normalerweise aus Trotyl oder ähnlichen Sprengstoffen besteht. Weil der Bombenkörper im Gegensatz zum Artilleriegeschoss beim Abwurf fast gar nicht beansprucht wird, so ist es möglich, mehr als die Hälfte des Gewichtes für die Sprengmasse zu reservieren; anderseits ist wegen der geringen Auftreffgeschwindigkeit die Durchschlagswirkung normalerweise wesentlich kleiner als diejenige eines entsprechenden Artilleriegeschosses (im Vergleich zwischen einer 1000-kg-Bombe und einem 42-cm-Geschoss zu 900 kg wird mit Auftreffgeschwindigkeiten von 250 m/sek für die Bombe und 350 m/sek für das Geschoss eine Auftreffwucht von 3200 m/t für die Bombe und eine solche von 5600 m/t für das Geschoss angegeben). Um diesen Nachteil etwas auszugleichen, ist man dazu übergegangen, das Kaliber der Bombe zu steigern, und man stellt heute Sprengbomben bis zu 2000 kg her. Interessant ist die Erscheinung, dass man diese schwersten Kaliber ursprünglich nur für den Einsatz gegen die starken Panzer der Kriegsschiffe baute, während heute schon die 1000-kg-Bombe im deutschen Luftkrieg gegen das englische Festland nichts Aussergewöhnliches mehr darzustellen scheint. Eine andere Möglichkeit, die Auftreffgeschwindigkeit und damit die Durchschlagskraft zu steigern, liegt darin, dass die Bombe mit einem Raketenantrieb versehen wird. Gleichzeitig könnte damit auch die Streuung vermindert und die Treffsicherheit erhöht werden; das Verfahren steht aber heute noch in seinen Anfängen und dürfte wohl noch nirgends praktisch eingesetzt worden sein.

Für den passiven Luftschutz interessieren gerade diese Durchschlags- und Eindringwerte, und es mögen deshalb einige Formeln angegeben werden, die wir der «Rivista Aeronautica» vom April 1940 entnehmen.

Angenommen, dass das Ziel unbestimmt homogen sei, so kann zunächst festgestellt werden:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\alpha i}{C}(1+\beta u^2) = -\lambda\alpha(1+u^2) \tag{1}$$

wo α und β Koeffizienten, die von den Eigenschaften des Ziels abhängig, u die Eindringgeschwindigkeit, λ der Widerstandskoeffizient der Bombe.

Bezeichnen wir mit s den Weg, den die Bombe im Ziel während der Zeit t zurücklegt, so ist

$$ds = u \cdot dt.$$

Dies in Beziehung gebracht zu (1), ergibt

$$ds = -\frac{1}{\alpha\lambda} \cdot \frac{u \cdot du}{1+\beta u^2}. \tag{2}$$

Wir integrieren und bezeichnen mit U die Fallgeschwindigkeit, welche der anfänglichen Eindringgeschwindigkeit entspricht und erhalten:

$$s = 2\,\frac{1}{\alpha\beta\lambda}\,\log_e \frac{1+U}{1+u^2}.$$

Die totale Eindringtiefe S erhalten wir, wenn wir in dieser Gleichung den Wert der Eindringgeschwindigkeit mit $(u = 0)$ annehmen:

$$S = \frac{1}{2\alpha\beta\lambda} \cdot \log_e (1+\beta U).$$

Wir stellen in Rechnung, dass $\log_e A = 2{,}3026 \cdot \log_{10} A$ und setzen

$$\gamma = \frac{2 \cdot 3026}{2\alpha\beta}, \text{ dann ist}$$

$$S = \frac{\gamma}{\lambda} \log (1+\beta U). \tag{3}$$

Diese Formel erlaubt uns, die Eindringtiefe irgendeiner Bombe zu berechnen, wenn bekannt sind die Auftreffgeschwindigkeit U, der Widerstandskoeffizient λ der Bombe und die Koeffizienten α und β, die von der Natur des Zieles abhängig sind (für gewöhnliche Erde liegen die Werte von α um 0,00005 herum, während β zwischen 0,2 und 3,5 schwankt).

Es stammen ferner von Studien und Erfahrungen, die beim Abwurf von Fliegerbomben gemacht worden sind, verschiedene empirische Formeln. Romano gibt die folgenden Ausdrücke für Trichterradius und -höhe:

$$R = 1 \cdot 414 \cdot h \qquad h = \sqrt[3]{\frac{P}{m}} \tag{4}$$

wo P das Gewicht der Sprengladung und $m = 1{,}45$ für gewöhnliche Erde, 3,63 für Schamotte.

Stellingwerff gibt umgekehrt die Dicke R an, welche ein bestimmtes Ziel haben muss, um den Wirkungen einer Explosion widerstehen zu können:

$$R = q\sqrt[3]{P} \tag{5}$$

wo P das Gewicht der Sprengladung, q ein Proportionalitätsfaktor, der für

normales Mauerwerk	0,5—0,82—1,04
Zement	0,2—0,28—0,32
armierten Beton	0,5—0,20—0,25

(Die erste Zahl gilt für Aufschlagzünder, die zweite bei leichtem, die dritte bei vollständigem Eindringen.)

Für die Tiefe Σ der Explosion gibt der gleiche Autor die Formel:

$$\Sigma = \frac{S - r}{2} + R$$

wo S die Eindringtiefe in Ziel, r die Länge des verstärkten Teils der Bombe, R die Sprengtiefe (entspricht dem R der vorigen Formel).

In Deutschland werden vier Normaltypen von Sprengbomben hergestellt, nämlich zu 50, 250, 500 und 1000 kg. Die Sprengbombe zu 500 kg war in den vergangenen Monaten die Hauptwaffe für den Sturzflugangriff und hat in normalem Boden einen Trichter von 4 m Tiefe und 11 m Durchmesser mit Verzögerungszünder erzeugt (mit Aufschlagzünder einen Trichter von ungefähr den halben Ausmassen).

4. Splitterbomben.

Die Splitterbombe wird eingesetzt vor allem gegen lebende Ziele, die sie durch ihre Sprengstücke ausser Gefecht setzen soll. Das Wesentliche an der Bombe ist der Sprengmantel, der aus hochwertigem Stahl besteht und durch die Detonation in viele kleine, scharfkantige Splitter zerlegt wird, die mit grosser Anfangsgeschwindigkeit fortgeschleudert werden. Der Sprengstoff beträgt normalerweise nicht mehr als ein Zehntel des Bombengewichtes; dieses schwankt zwischen fünf und fünfzig Kilogramm (es gilt hier etwas Aehnliches wie für die Brandbomben: es wird für den Abwurf auf lebende Ziele von Anfang an mit einer grösseren Streuung gerechnet und darnach das Bombengewicht festgestellt).

In Deutschland wird heute die Splitterbombe zu 10 kg als Normalkaliber hergestellt. Im letzten Krieg war die deutsche Splitterbombe zu 12,5 kg bekannt. Dort betrug die Sprengstückzahl bei der Detonation etwa 1400 Stück, die infolge der Frühzündung flach über den Boden strichen und noch auf 300 m tödlich wirken konnten. Die Splitterdichte 1 (d. h. die Entfernung vom Sprengpunkt, auf welcher noch auf 1 m² ein Splitter kommt) wird in der Regel um 30 m herum liegen. Der Vorteil von Frühzündern, wie wir sie zu Beginn erwähnt haben, wird hier ohne weiteres offenbar.

Schon während des spanischen Krieges hat man auch Zementbomben verwendet, die besonders in der Herstellung einfach und billig waren. Es handelt sich darum, dass in einen Zementmantel einzelne Eisenstücke (speziell Alteisen) eingegossen werden, die dann bei der Detonation als Splitter wirken, während der Zement einfach zerstäubt. Ausser der einfachen Herstellung hat das Verfahren weiter noch den Vorteil, dass die Anzahl der gewünschten Sprengstücke zum vornherein dosiert werden kann.

5. Gas- und andere Bomben.

Die Frage der Recht- und Zweckmässigkeit der Anwendung von Giftstoffen im Luftkrieg ist hier nicht zu untersuchen, es ist aber damit zu rechnen, dass auch in diesem Kriege über kurz oder lang solche Kampfmittel wieder eine Rolle spielen werden. Soll nicht eine besondere Splitterwirkung erzeugt werden, so braucht auch für den Bombenmantel kein spezielles Material verwendet zu werden. Wesentlich ist nur die Möglichkeit, dass die Bombe schon auf einer bestimmten Höhe über dem Boden gesprengt werden kann, damit der Kampfstoff sich besser auf das Gelände verteilt; das bedingt die Anwendung von Zeitzündern. Dasselbe wie für Gasbomben gilt auch für Nebelbomben, wie sie zur Unterstützung von kämpfenden Truppenteilen eingesetzt werden können.

Im Seekrieg wird das Flugzeugtorpedo eingesetzt. Dieses unterscheidet sich nur unwesentlich vom normalen Schiffstorpedo. Der einzige Unterschied ist, dass der Mantel der hohen Belastung genügen muss, die nach dem Abwurf aus schnellfliegenden Flugzeugen beim Auftreffen auf das Wasser auftritt. Das Gewicht liegt unter 1000 kg, die Länge beträgt rund 5 m, der Durchmesser um 0,5 m. Ein bekannter englischer Typ hat ein Gewicht von 720 kg mit einer Sprengladung von 184 kg; bei einer Reichweite von 2000 m wird eine Geschwindigkeit von 75 km/h entwickelt. Ein weiteres Seekriegsmittel, zu dessen Einsatz das Flugzeug verwendet wird, wäre die Mine — für uns aber von geringerem Interesse, weshalb wir davon absehen können, näher darauf einzugehen.

Schlussendlich ist noch auf die Heulbomben hinzuweisen, von denen letztes Jahr viel die Rede war. Es handelt sich um nichts anderes als um grosse Orgelpfeifen, deren Gewichtsverteilung die Lage in der Luft stabilisiert. Die Wirkung ist nur moralisch und soll die Widerstandskraft des Angegriffenen zermürben. Es gehört ins gleiche Kapitel der Einbau von kleineren Pfeifen in die deutschen Sprengbomben oder das Anbringen von Heulpropellern an die deutschen Sturzkampfflugzeuge, wie denn überhaupt (und wie die Erfolge bewiesen haben, mit Recht) dieser moralischen Wirkung der eingesetzten Angriffsmittel von deutscher Seite die grösste Beachtung geschenkt worden ist.