





Die <sup>300 mm</sup>  
Physik im Kriege

Eine allgemein verständliche Darstellung  
der Grundlagen moderner Kriegstechnik

BIBLIOTEKA PROFESORSKA  
Żeńskiego Gimnazjum Kupieckiego  
W KRAKOWIE

Von

L. inw. 379

Felix Auerbach

Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 110 Abbildungen im Text

~~Biblioteka L. 300~~  
~~Krakow L. 379~~



Jena

Verlag von Gustav Fischer

1915

D/  
616

76 + 616 - 20



24398

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Alle Rechte vorbehalten

T300

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000295932

Akc. Nr. 2344/49

D 1949 nr 1170





## Vorwort zur ersten Auflage.

Dieses Buch ist aus einer volkstümlichen Vorlesung hervorgegangen, die ich im Laufe des Kriegswinters an der hiesigen Hochschule gehalten habe. Es ist für jeden bestimmt, und für jeden lesbar, der für den Krieg Interesse hat — und wer hätte das in der jetzigen Zeit nicht? Gleichviel, ob er draußen steht und in den oft so langen und abspannenden Kampfpausen nach aktuellem Lesestoff sich sehnt; oder ob er daheim bleiben mußte und nun wenigstens mittelbar in Zusammenhang mit dem gelangen will, was da draußen geschieht. Das Buch behandelt nur die eine, nämlich die technische Seite der Kriegsmünze, und auch diese nur insoweit, als es sich um die Grundlagen dieser Technik handelt; aber man weiß, daß diese Seite nicht minder bedeutsam ist als die andere, die persönliche. Unterstützt wird die Darstellung durch eine große Zahl von Abbildungen, die ich, soweit ich sie nicht selbst angefertigt habe, der Freundlichkeit derer verdanke, die im Besitze der Originale waren, insbesondere der Firmen Goerz in Berlin-Friedenau, Carl Zeiss in Jena und Gothaer Waggonfabrik in Gotha, sowie des Herrn Prof. Wrede in Jena. Ihnen allen sage ich hiermit Dank. Dem Leser aber erhoffe ich angeregte Stunden für den

Augenblick und für spätere Zeiten erwünschtes Hilfsmittel zur Erinnerung an die große Zeit und an die gewaltigen Probleme, die in dieser Zeit alle anderen, die Menschheit vernünftigerweise bewegenden Fragen in den Hintergrund gedrängt hatten.

Jena, Ostern 1915.

Der Verfasser.

---

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Da die erste Auflage dieses Buches einem erfreulich lebhaften Interesse begegnet ist, mußte sehr bald zur zweiten geschritten werden. Sie ist, abgesehen von einer gründlichen Durchsicht und vielen kleinen Verbesserungen, um einige neue Paragraphen und Absätze bereichert worden, auch ist eine Anzahl neuer Abbildungen hinzugekommen, darunter die Photogramme Fig. 46 und 47, die ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Wandersleb von der Firma Carl Zeiss verdanke. Die neue Ausgabe dürfte daher in erhöhtem Maße geeignet sein, den dem Büchlein gesetzten Zweck zu erfüllen. Möge ihm dies und noch etwas weit Höheres beschieden sein: den Friedensschluß zu erleben!

Jena, Michaelis 1915.

Auerbach.



## Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort . . . . .	I
Inhaltsverzeichnis . . . . .	V
Einleitung . . . . .	1
Information und Tat . . . . .	5
Das Ohr im Kriege . . . . .	8
Erhellung des Raumes . . . . .	12
Scheinwerfer . . . . .	13
Leuchtraketen . . . . .	19
Leuchtturm . . . . .	21
Vergrößerung . . . . .	22
Fernrohr . . . . .	24
Feldstecher . . . . .	25
Scherenfernrohr . . . . .	29
Mikroskop . . . . .	31
Umleitung der Lichtstrahlen . . . . .	33
Periskop . . . . .	35
Meßkunst . . . . .	43
Entfernungsmesser . . . . .	45
Richten und Zielen . . . . .	52
Zielfernrohre . . . . .	55
Tripelspiegel . . . . .	62
Topographie und Photographie . . . . .	66
Photographie aus der Luft . . . . .	69
Stereokomparator . . . . .	73
Roentgenstrahlen . . . . .	76
Augenläser . . . . .	81
Zeichengebung . . . . .	84
Akustische Signale . . . . .	84
Optische Signale . . . . .	86
Telegraphie und Telephonie . . . . .	93
Funkentelegraphie . . . . .	98

	Seite
Verkehr zu Lande . . . . .	107
Kriegsschiffe . . . . .	111
Torpedo und Torpedoboot . . . . .	121
Unterseeboot . . . . .	124
Luftkrieg . . . . .	128
Freiballon . . . . .	129
Lenkballon . . . . .	130
Fesselballon . . . . .	144
Die Fliegekunst . . . . .	146
Die Schießkunst im allgemeinen . . . . .	158
Explosivstoffe . . . . .	159
Äußere Ballistik . . . . .	163
Luftwiderstand . . . . .	166
Züge und Drall . . . . .	170
Geschütz und Geschöß . . . . .	173
Geschütze . . . . .	173
Rohrrücklauf . . . . .	175
Geschosse . . . . .	179
Schallphänomene . . . . .	189
Verteidigung und Befestigung . . . . .	193
Minen . . . . .	193
Verteidigung . . . . .	196
Festungen . . . . .	198
Schluß . . . . .	201
Schutzfärbung und Wärmeschutz . . . . .	201
Wettereinfluß und Wetterdienst . . . . .	203
Register . . . . .	206



## Einleitung.

Wir leben in einer Zeit, in der alle Gedanken, die Gedanken aller Menschen, wes Geistes und Berufes sie auch sein mögen, wie die Sternschnuppen nach einem einzigen Radiationspunkte hinzielen, nach dem Punkte, wo in Flammenschrift das kurze, aber furchtbare Wort „Krieg“ geschrieben steht. Sind wir doch alle zusammen und jeder als einzelner in unserer jetzigen und dereinstigen Lebensführung und Schicksalsgestaltung abhängig von dem Verlaufe dieses gewaltigen Kampfes, haben wir doch alle die Blüte unseres Familienbestandes da draußen, ohne zu ahnen, ob und wie wir sie wieder daheim werden begrüßen können. Und auch wir selbst, die daheimgebliebenen, können von dem mächtigen Magneten, von dem alles beherrschenden Kriegsthema nicht los. So sehr wir uns auch nach und nach bemühen, uns in unsere friedlichen, beruflichen Gedankengänge einzuspinnen, fortwährend werden wir geradezu aufgeschreckt durch den inneren Ruf: was soll denn das alles, was tust du denn da, es ist doch Krieg, und alles übrige ist sinnlos. Da geht nun freilich — das müssen wir bei ruhiger Überlegung einsehen — das Temperament mit unserer Vernunft durch, welche letztere uns doch vor die Seele führt, daß auch in der jetzigen und eben gerade in der jetzigen Zeit nichts sinnlos ist, was geeignet ist, die Stetigkeit der Kultur, des Überganges von der Ära vor dem Kriege zur Ära nach dem Kriege zu gewährleisten. Gerade dadurch bleiben wir ja, was doch unser Wunsch ist, mit dem Kriege in

Führung, freilich in einer weiter ausschauenden, aber um so fruchtbareren Verbindung.

Begreiflich allerdings, daß wir auch nach Gewinnung dieser Erkenntnis immer noch den Wunsch haben, in möglichst vielseitigem Konnex zu bleiben mit dem, was da draußen sich vollzieht, im Westen und Osten, im Norden und Süden, zu Lande, zu Wasser und nicht zumindest in den Lüften. Wir wollen den Krieg, wenn wir ihn schon nicht mitmachen dürfen, doch so deutlich und reich erleben, wie das irgend möglich ist. Diesem Wunsche sollen zu einem bestimmten Teile auch die zwanglosen Betrachtungen entgegenkommen, denen wir uns hier widmen wollen.

Der Krieg war und ist eine Sache der Persönlichkeit, und er wird es bleiben, so lange er annähernd in den jetzigen oder uns jetzt auch nur vorstellbaren Formen geführt werden wird. Eine Sache der Persönlichkeit: dieses Wort hier im weitesten Sinne genommen, in dem es sich nicht bloß auf das hervorragende Genie oder Talent der Heerführer erstreckt. Nein, jeder einzelne Krieger bis zum Gemeinen hinab hat in diesem Sinne Persönlichkeit; er hat zwar die Aufgabe, die ihm erteilten Befehle auszuführen, aber mit lebendigem Verstande und oft mit der Freiheit, seine Handlung den jeweiligen Umständen anzupassen. Und werden nicht alle im vorhinein festgelegten Pläne gerade im Kriege oft in ebenso vielen Stunden, als Wochen zu ihrer Ausarbeitung erforderlich waren, über den Haufen geworfen, sei es durch veränderte oder überraschende Handlungen des Gegners, sei es durch die mähende Arbeit des Todes und seiner milderen Genossen, die im Augenblicke, wenn auch nicht offiziell, so doch mit zwingender Tatsächlichkeit den Gemeinen zum Offizier,

den Untergebenen zum Kommandierenden macht und ihn vor Aufgaben des frei entscheidenden Intellekts stellt?

Von dieser persönlichen Seite des Krieges wird hier nicht die Rede sein. Sie könnte den Psychologen zu einer eingehenden Darstellung reizen; und auch der Ethiker möchte wohl sein Wort mitreden, indem er zeigte, welchen mächtigen Einfluß auf den Erfolg des Kämpfenden seine Überzeugung von der Gerechtigkeit seiner Sache übt, von der entscheidenden Bedeutung seiner Leistung für die Zukunft seines Volkes und der Gesittung überhaupt.

Was wir hier betrachten wollen, das ist die andere Seite des Kriegsinstrumentes; das ist, im Gegensatz zu der menschlichen, die technische, die maschinelle. Die Maschine, wenn man dazu jedes Werkzeug noch so einfacher Art rechnet, gehört ja zum Menschen als ein unentbehrliches Kulturmittel; und da das Menschengeschlecht im Kampfe geboren ist, kann es nicht Wunder nehmen, daß gerade das Kriegsgerät schon in uralter Zeit seine erste Gestaltung erfuhr, um sich dann freilich bis auf unsere Tage in ganz gewaltiger Weise zu entwickeln. Es ist deshalb auch nicht ganz richtig, wenn häufig darüber gestaunt wird, wie sehr sich der Krieg in neuester Zeit „mechanisiert“ habe, er hatte das schon in früheren Perioden in ganz erheblichem Maße getan. Vor Troja freilich fochten in der Hauptsache noch die Heldenpersönlichkeiten miteinander; aber schon in Karthago spielte die Kriegstechnik eine ganz gewaltige Rolle, und sie war schon damals so wunderbar und mannigfach ausgebildet, daß sie einen modernen Dichter zu einer künstlerisch glanzvollen Darstellung anreizen konnte. Im Laufe der Jahrhunderte hat dann allerdings der Anteil der Technik an der Kriegführung

einigermaßen hin und her geschwankt. Heutzutage braucht man nur das Ohr dorthin zu halten, wo vom Kriege gesprochen wird — und wo geschähe das nicht? — um festzustellen, daß da von Technik fast mehr die Rede ist als von allem anderen. Mörser und Granaten, Lenkballon und Flugzeug, Periskop und Scherenfernrohr, Telegraphie mit und ohne Draht, und vieles andere ist da der Gegenstand der Erörterung, man ist verblüfft von den Leistungen und gespannt auf die Dinge, die noch kommen werden; denn, je wunderbarer sich vollzieht, desto höher spannt sich die Hoffnung auf die Enthüllung neuer Geheimnisse.

Was wir nun hier kennen lernen wollen, worüber wir uns, richtiger gesagt, zwanglos unterhalten wollen, das ist allerdings nicht die Technik als solche. Dazu würde der Techniker berufen sein, nicht der Physiker; und auch der Techniker würde oft in Verlegenheit geraten, weil er vieles aus ihm fern liegenden Gebieten nicht weiß und von dem, was er aus seinem eigenen Gebiete weiß, das allerinteressanteste gerade nicht sagen darf. Aber der Technik, dieser vielfach verachteten und doch modernsten aller Künste, liegt, wie man weiß, eine Wissenschaft zugrunde, die Physik; und von ihrer Rolle im Kriege soll hier die Rede sein. Auch hier gibt es mancherlei tief verschleierte Geheimnisse, und es ist gut, daß dem so ist; denn nirgends sonst kommt es in solchem Maße darauf an, Dinge zu wissen oder zu besitzen, die der Gegner nicht weiß oder nicht besitzt. Immerhin fällt dieser Übelstand für uns nicht allzuschwer ins Gewicht, weil wir uns ohnehin aus naheliegenden Gründen nicht eben in Einzelheiten verlieren dürfen. Die Hauptsache bleibt, ein lebendiges und anschauliches Bild zu gewinnen von der großartigen Geschlossenheit

und dem erstaunlichen Reichtum der Ideen, die in der Kriegsphysik und Kriegstechnik zur Entfaltung gekommen sind und fortwährend neu zur Entfaltung kommen.

---

### **Information und Tat.**

Was beherrscht doch die Physik für ein ungeheueres Gebiet: das gesamte Reich der Kräfte und Energien, die sich in der Natur vorfinden oder die der Mensch durch seinen Geist aus ihren Schlupfwinkeln hervorgeholt hat! Und kaum irgend eine dieser Kraftformen darf außer Betracht bleiben, wenn die Erfordernisse des Krieges untersucht werden sollen. Um in dieser Fülle einen Wegweiser zu haben, ist es nützlich, zwei große Klassen von Leistungen herauszugreifen und einander gegenüber zu stellen: auf der einen Seite die wirklich energetischen Leistungen, bei denen es sich um Kilometer und Kilogramm, um Pferdekräfte und Geschwindigkeiten handelt, Leistungen, die freilich hier nicht der Kultur, sondern der Zerstörung dienen, darum aber doch energetische Leistungen bleiben; und auf der anderen Seite um die Verfeinerung, Sicherung und Ausgestaltung von Wahrnehmungen aller Art, von räumlichen Übertragungen, von zeitlichen Beziehungen. Man kann diese beiden Klassen auch noch deutlicher charakterisieren: der Krieg ist eine Handlung, und wahrlich die grausamste und rücksichtsloseste, die sich denken läßt; aber auch die brutalste Handlung erfordert, wenn sie wirklichen, nachhaltigen Erfolg haben soll, wenn sie nicht eine aus dem Gesamtorganismus des Handelns

herausgelöste Einzelhandlung sein soll, Überlegung, und zur Überlegung gehört Wissen, Orientierung, Information. Wir können also sagen: die Kriegstechnik dient einerseits zur Information, andererseits zur Ausführung von Handlungen; die zwischen beiden Etappen liegende Überlegung, die auf Grund der Information zur zweckmäßigen Handlung führt, bleibt Sache der freien geistigen Entscheidung und fällt, soweit wir sie nicht in die Gesamtheit des maschinellen Bestandes einpassen können, aus dem Rahmen unserer Betrachtung heraus. Damit ergibt sich zugleich, daß wir, um logisch vorzugehen, mit der Informationstechnik beginnen müssen, um alsdann erst die Technik der Tat folgen zu lassen. In jedem der beiden Fälle ergibt sich wiederum mit Leichtigkeit ein Schema für die Gliederung. Was z. B. die Informationstechnik betrifft, so können wir davon ausgehen, daß die Information entweder mit Hilfe unserer Sinnesorgane erfolgt oder auf geistigem Wege; unter den Sinnesorganen steht, wie man weiß, das Auge weitaus an erster Stelle, aber auch das Ohr ist hin und wieder zur Mitwirkung sehr geeignet; die geistige Information andererseits wird an irgend eine Sprache anknüpfen müssen, sei es nun eine Zeichen- oder Wortsprache. Kehren wir nochmals zum Auge zurück, so handelt es sich hier im wesentlichen um eine Information im Raume, sei es nun, daß es sich um Erhellung des Raumes, um Ortsbestimmungen, um Vergrößerung oder andere optische Probleme handelt. Im ganzen können wir also zwischen räumlicher und sprachlicher Information unterscheiden, ohne daß damit freilich alles erschöpft wäre. Auf dem Gebiete der Leistungstechnik ergeben sich ohne Zwang drei



große Kapitel: der Verkehr, der Angriff und die Verteidigung, wozu dann wiederum noch Spezialitäten kommen.

Man sieht, daß man unseren Betrachtungen, wenn man sie wissenschaftlich durchführen wollte, ein bis ins einzelne ausgearbeitetes Schema zugrunde legen könnte. Hier liegt uns das fern, schon aus dem Grunde, weil unsere Betrachtungen möglichst zwanglosen Charakter bewahren sollen, soweit das mit der Darlegung des inneren Zusammenhanges der Aufgaben verträglich ist; und dazu kommt der weitere Umstand, daß die angedeutete Schematisierung sich gar nicht völlig durchführen läßt, aus dem einfachen Grunde, weil die verschiedenen Aufgaben vielfach ineinander greifen und nicht selten ein und derselbe Apparat ganz verschiedenen Zwecken dienstbar ist. Genügt doch, um das festzustellen, die einfache Aufwerfung der Frage, ob ein Kriegsschiff ein Beförderungs- oder ein Angriffs-Instrument sei; es ist offenbar das eine wie das andere, und gerade in der Kombination beider Funktionen liegt der charakteristische Grundzug des Seekrieges.

Wir Menschen haben wie alle höheren Tiere eine ganze Anzahl von Sinnesorganen; aber die Tendenz unserer Entwicklung in dieser Hinsicht ist durchaus einseitig gewesen, wir haben nicht alle unsere Sinne gleichmäßig in die Höhe gebracht, wir haben im Gegenteil alle anderen zugunsten zweier, des Gehörs und des Gesichts, verkümmern lassen, und von diesen wieder tritt das Gehör, wenige Gebiete ausgenommen, stark in den Hintergrund gegenüber dem Gesicht. Unser Tastsinn kommt als Informationsmittel kaum in Betracht; höchstens könnte man etwa an Fälle denken; wie den, wo sich ein Sappeur in dem feindlichen Höhlengänge, in den er eingedrungen

ist, mit dem Tastsinn in der Dunkelheit zurechtfindet. Dann der Geruchssinn: bekanntlich ist der Hund ein unvergleichlich besserer Riecher als der Mensch; und wenn wir im Kriege vom Geruchssinn Gebrauch machen, so ist es nicht der unserige, sondern der des Sanitätshundes, der uns an die entlegensten und verborgensten Stellen geleitet, wo Verwundete liegen, im Begriff, aus Mangel an Hilfe dahinzusterben. Man hat im Laufe dieses Krieges gehört, wieviel Lebensrettungen wir diesen riechenden Wesen verdanken, und was sie, natürlich unter der Dressur von Menschen, zu leisten imstande sind.

Was unseren eignen Geruchssinn angeht, so wird er in umgekehrter Weise in Anspruch genommen: er soll nicht etwas leisten, er soll durch übelriechende Gase so stark in Mitleidenschaft gezogen werden, daß der Kampfesmut und die Ausdauer erlischt — ein im übrigen von der Witterung stark abhängiges Kampfmittel, nämlich nur dann anwendbar, wenn der Wind zum Feinde hin weht.

### **Das Ohr im Kriege.**

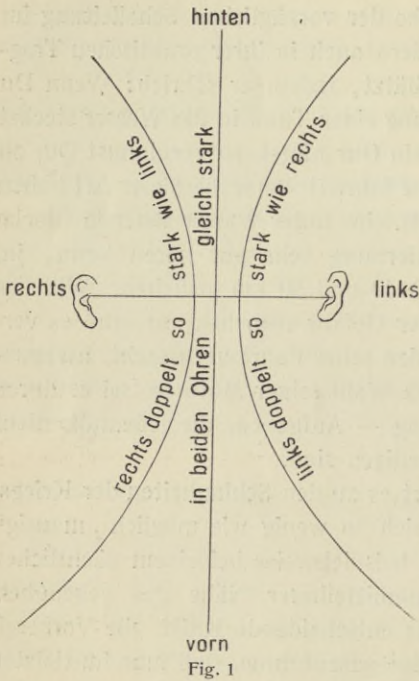
Steigen wir jetzt in der Skala der Sinnesorgane eine Stufe höher hinauf, nämlich zum Gehör, so denken wir zunächst unwillkürlich an den Indianer, der noch ein höchst feiner Hörer ist und, wenn er sich auf dem Kriegspfade befindet, nur das Ohr an den Erdboden zu legen braucht, um aus Meilenweite das Herannahen des Feindes feststellen zu können. Wir Angehörige einer entwickelteren Kultur stehen in dieser Hinsicht weit zurück; wir müssen schon besondere Hilfsmittel anwenden, um mit dem Ohre derartiges leisten zu können, wir müssen uns als Schwer-

hörige betrachten und uns mit besonderen Schallempfängern bewaffnen. Eine wirkliche Rolle wird das Ohr nur da spielen können, wo das Auge versagt; und das ist z. B. unter dem Meeresspiegel der Fall. Hat doch schon vor mehr als vier Jahrhunderten der große Leonardo da Vinci nicht nur die Tatsache der vorzüglichen Schalleitung im Wasser gekannt, sondern auch in ihrer praktischen Tragweite richtig eingeschätzt, indem er schrieb: Wenn Du auf der See die Öffnung einer Tuba in das Wasser steckst und die Spitze an Dein Ohr hältst, so vernimmst Du, ob Schiffe in weiter Ferne fahren! Versuche dieser Art haben ergeben, daß man z. B. eine unter Wasser tönende Glocke noch in 20 km Entfernung sehr gut hören kann, ja, später ist man bis zu 40 und 50 km gediehen. Will das Unterseeboot dieser Gefahr entgehen, so muß es versuchen, den Lärm, den seine Fahrt verursacht, herabzumindern, sei es durch Wahl seiner Motoren, sei es durch geeignete Abdämpfung — Aufgaben, die jedenfalls nicht so ganz leicht zu erledigen sind.

Überhaupt gehört es zu den Schlaueiten der Kriegsführung, daß man sich so wenig wie möglich „mausig“ macht. Ist es doch beispielsweise bei einem nächtlichen Flußübergange in unmittelbarer Nähe des gegenüberliegenden Feindes der entscheidende Kniff, alle Vorbereitungen in solcher Stille auszuführen, daß man im tiefsten Schläfe befangen gewährt wird; und darin, z. B. im geräuschlosen Hinablassen vorher gefertigter und dann an das Ufer geschleppter Flöße oder sonstiger Brückenelemente, wird im gegenwärtigen Kriege erstaunliches geleistet.

Bei dem Unterseeboote ist es mit der bloßen Feststellung, daß ein solches herannahe, so wichtig das auch

schon sein möge, noch nicht getan; es schließt sich jetzt die weitere Aufgabe an, die Richtung, aus der der Schall kommt, festzustellen. In der Tat ist unser Ohr befähigt, die Richtung, aus der ein Schall zu uns kommt, in einem



freilich nicht besonders genauen Maße zu schätzen. Eigentlich darf man hier nicht sagen: das Ohr hat diese Fähigkeit, man muß vielmehr sagen: die Ohren; denn es ist für unsern Fall beinahe entscheidend, daß uns die Natur mit zwei Ohren ausgestattet hat, die ihre Empfangsapparate, die Muscheln, nach entgegengesetzten Seiten öffnen. Infolgedessen vernehmen wir, wie das Fig. 1 veranschaulicht (sie

stellt einen Horizontalschnitt dar, die Ohren selbst sind aber der Deutlichkeit halber vertikal gestellt), einen direkt von vorn oder hinten kommenden Schall in beiden Ohren gleich stark, dagegen in dem einen Ohre desto stärker als in dem anderen, je mehr der Schall von der betreffen-

den Seite kommt — eine Empfindung, die uns natürlich mehr oder weniger unbewußt bleibt, aber in einer instinktiven Richtungsschätzung zum Ausdruck gelangt; nur bleibt dabei die Frage, ob der Schall von vorn oder hinten komme, prinzipiell offen, während in der Praxis dafür gewöhnlich ohnehin genügende Anhaltspunkte vorhanden sind, und eventuell noch eine weitere Kontrolle durch geeignete Drehungen des Kopfes ausgeübt werden kann. Auch spielen noch andere Faktoren hinein, so namentlich die Phase, in der die Wellen an den beiden Ohren eintreffen.

Wir werden auf diese akustischen Fragen noch an anderer Stelle, nämlich bei der Schießkunst, zurückkommen.

Übrigens wird das Ohr im Kriege nicht bloß aktiv herangezogen, beinahe noch wichtiger ist die passive Beanspruchung und Schädigung, der es unterliegen kann. Gehen doch die von der modernen Artillerie erzeugten Knalle weit über die Intensitätsgrenzen hinaus, für die unser Ohr eingerichtet ist; es müssen daher besondere Vorsichtsmaßregeln ergriffen werden, und trotzdem bleiben die Fälle vorübergehender oder dauernder Schädigung des Ohres immerhin noch recht zahlreich. Dabei stellen sich mancherlei interessante und unerwartete Phänomene und Beziehungen heraus — Dinge, die jedoch nicht mehr in die Physik, sondern in die Gebiete der Physiologie und der Medizin gehören, und auf die daher hier nur eben hingewiesen werden konnte.

Wir wenden uns vielmehr demjenigen Sinnesorgane zu, das von allen an der Spitze der Leistungsfähigkeit steht: dem Auge.

Und auch dieses wunderbar hochstehende Instrument ist uns noch nicht vollkommen genug, wir haben es mit der Zeit in den Stand gesetzt, sich künstlicher Hilfsmittel zu bedienen, um die Informationsaufgaben zu leisten, die ihm gestellt werden. Und hiervon soll nun zunächst die Rede sein.

### **Erhellung des Raumes.**

Da fangen wir nun am besten mit einem Probleme an, das in seiner weitreichenden Allgemeinheit auch dem Laien aus dem täglichen Leben her genug bekannt ist: das Problem der Beleuchtung, der Erhellung dunklen Raumes. Dieser Aufgabe würden wir entraten können, wenn uns die Sonne immer schiene, wenn es keinen Gegensatz zwischen Tag und Nacht, keinen Gegensatz zwischen gutem und schlechtem Wetter gäbe. Da dem nicht so ist — und Gott sei Dank nicht so ist — müssen wir unsere Sehtätigkeit entweder auf die Tageszeit beschränken oder wir müssen die Nacht zum Tage machen, wie es in so ganz anderem Sinne häufig gesagt wird. In früheren Zeiten entschied man sich fast ausnahmslos für die erstere Alternative, man lebte bei Tage und ruhte bei Nacht aus; und das im Frieden ebenso wie im Kriege; nur die romantischen Wachtfeuer erhellten das Kriegslager und verhinderten die Wachen, auch ihrerseits einzuschlafen. Jetzt ist das ganz anders geworden, der Kampf tobt bei Tag wie bei Nacht, ja die Anzeichen mehren sich, die dafür sprechen, daß der Krieg vielleicht in Zukunft mehr und mehr auf die nächtliche Zeit verlegt werden wird, ganz besonders der Seekrieg in seinen gefährlichsten, durch Torpedoboote

und Tauchboote charakterisierten Formen. Ein ähnlicher Umschwung vollzieht sich ja, wie hier beiläufig gesagt sei, hinsichtlich des Gegensatzes zwischen Sommer und Winter; während die Kriege früherer Zeiten ausschließlich Sommerkriege waren und, wenn sie sich über viele Jahre erstreckten, durch winterliche Ruhepausen unterbrochen wurden, ist davon jetzt nicht mehr die Rede; man müßte denn den gegenwärtigen Kampf in Schützengräben als einen Rest oder als eine veränderte Form dieser Winterruhe ansehen, eine Ruhe immerhin, die denn doch immerfort durch mehr oder weniger bedeutsame Kämpfe unterbrochen wird. Haben sich doch z. B. die Karpathenkämpfe in harter Kälte und in tiefem Schnee abgespielt; und die neueste Truppengattung, die der Schneeschuhläufer, ist ja geradezu auf den tiefen Winter angewiesen. Auf eine Analyse der Gründe für die veränderte Beziehung des Krieges zu den Jahreszeiten wollen wir hier, so interessant sie auch zu werden verspräche, nicht eingehen, vielmehr zu dem Gegensatz zwischen Tag und Nacht zurückkehren.

Es handelt sich also darum, den nächtlichen oder sonstwie verdunkelten Raum in mehr oder weniger ausgedehnten Partien aufzuhellen. Da steht nun an der Spitze der einschlägigen Mittel der Scheinwerfer. In dieser wie in mancher anderen Hinsicht war der Krimkrieg die Vorschule der modernen Technik; aber damals und selbst noch im siebziger Kriege kam eine ausgedehnte Scheinwerfertaktik nicht zustande, weil es an den geeigneten kräftigen Lichtquellen fehlte. Von Dynamomaschinen gab es nur einige erste Modelle (ein solches speiste einen Scheinwerfer auf dem Montmartre in Paris), im übrigen wurde das elektrische Licht durch galvanische Batterien

geliefert, ein sehr umständliches und für allgemeine Anwendung höchst ungeeignetes Verfahren. Jetzt hat sich das alles geändert, man hat die Wahl zwischen Dynamomaschinen, Akkumulatoren und, wo man nicht in der Lage ist, Leitungen zu einer elektrischen Zentrale zu legen, dem ausgezeichneten Lichte, das man durch Erhitzen eines Glühkörpers mit der Azetylen-Sauerstoff-Flamme erhält; und zwar werden beide, miteinander zu mischenden Gase an Ort und Stelle erzeugt, das Azetylen aus Calcium-

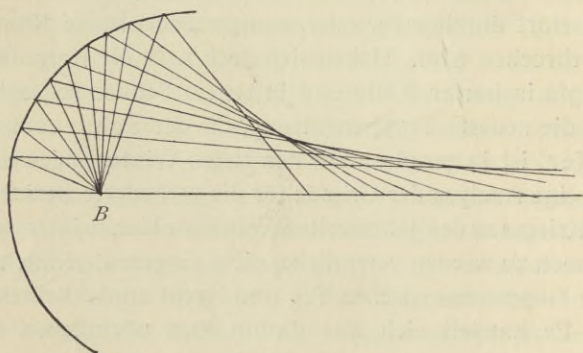


Fig. 2

carbid, der Sauerstoff aus einer Masse, genannt „fester Sauerstoff“. Man kann auf diese Weise Lichtquellen von ganz gewaltiger Stärke erzeugen, und es bleibt nur noch übrig, die von ihnen ausgehenden Strahlen in die gewünschte Richtung zu werfen, unter Ausschluß aller übrigen Richtungen; das einfachste Mittel hierzu ist der Prozeß der Spiegelung an einer geeigneten Fläche, dem Reflektor. Die vollkommene Lösung dieses Problems hat nun erst die neueste Zeit gebracht, und zwar entweder mittels des



Paraboloidspiegels, wie er z. B. von Schuckert in Nürnberg, oder mittels des Sphäroidspiegels, wie er von Zeiss in Jena hergestellt wird. Am einfachsten wäre es ja, diese großen Spiegel sphärisch, d. h. als Teile von Kugelflächen zu bauen; aber dann würden sich die von dem Brennpunkte  $B$  ausgehenden und am Spiegel reflektierten Strahlen, wie die Fig. 2 erkennen läßt, stark verwirren — eine Erscheinung, die man als sphärische Aberration bezeichnete. Um diese Verwirrung zu beseitigen und den reflektierten Strahlen, wie in Fig. 3, z. B. die Form eines parallelen Büschels zu geben, muß man, wie die optische Theorie lehrt, die Form eines Paraboloids wählen und, da diese aus Glas schwer herzustellen ist, mit Metallspiegeln arbeiten, was wieder Helligkeits-

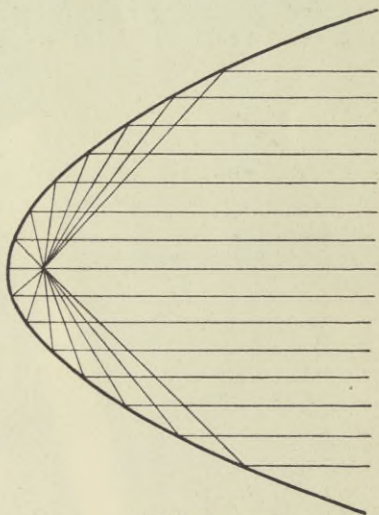


Fig. 3

verluste und andere Übelstände mit sich bringt. Deshalb stellen die Sphäroidspiegel zurzeit das äußerste Erreichbare dar; es sind Glasspiegel, bei denen entweder die Vorderfläche oder die, mit Silber belegte Rückfläche genau sphärisch, die andere aber sphäroidisch, d. h. mit einer minimalen, aber auf die einzelnen Zonen genau nach Berechnung verteilten Abweichung von der Kugelform ge-

schliffen ist. In Fig. 4 ist ein elektrischer Scheinwerfer von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, aus-

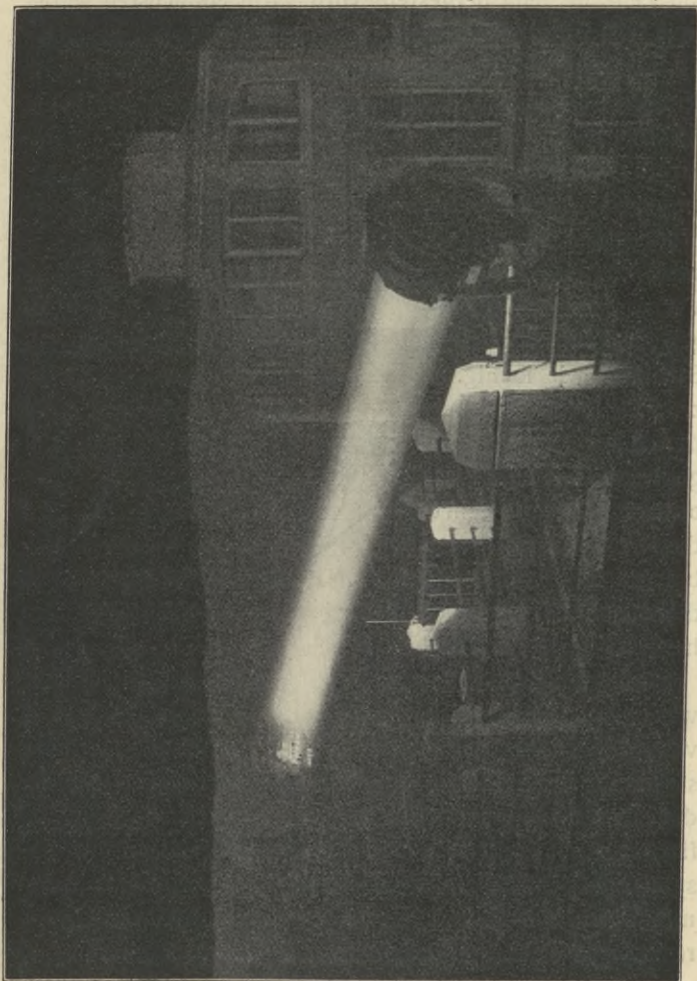


Fig. 4

gerüstet mit einem jenaischen Sphäroidspiegel, in Tätigkeit dargestellt. Das Lichtbündel ist hier, wie man sieht, zylindrisch; will man es in ein konvergentes oder divergentes Kegelbündel verwandeln, was für manche Zwecke offenbar vorteilhafter sein wird, so braucht man nur die Lichtquelle, die sich bisher in dem Brennpunkte des Spiegels befand, ein wenig nach der einen oder anderen Seite, immer auf der Achse bleibend, verschieben; in Fig. 5 ist das veranschaulicht: die Lichtquelle in  $B$  (nahe dem Scheitel) liefert das divergente Bündel  $D$ , die in  $B'$  das konvergente Bündel  $K$ . Auch läßt sich, um rasch von einer Richtung in eine andere übergehen zu können, das ganze Instrument spielend nach allen Seiten drehen; und es ist ein wundervolles Schauspiel, gelegentlich einmal ein solches „Raum- und Lichtkonzert“, wenn möglich von einem ganzen „Orchester“ von Scheinwerfern ausgeführt, zu genießen. Natürlich ist die Konstruktion im einzelnen mehr oder weniger verschieden, je nachdem es sich um Scheinwerfer für Schiffe oder auf

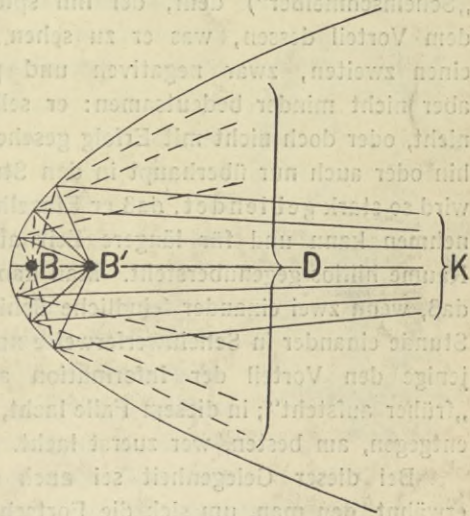


Fig. 5

dem Festlande, z. B. zur Erhellung von Festungsgelände, handelt; und auch sonst wäre, wenn wir uns nicht kurz fassen müßten, noch mancherlei hinzuzufügen, z. B. die Dirigierung mehrerer Scheinwerfer von einer Zentralstelle aus, die plötzliche Auslöschung bei drohender Gefahr usw.

Übrigens bietet der Scheinwerfer (der Soldat, der immer etwas kräftigere Ausdrücke gebraucht, nennt ihn „Scheinschmeißer“) dem, der ihn spielen läßt, außer dem Vorteil dessen, was er zu sehen bekommt, noch einen zweiten, zwar negativen und passiven, darum aber nicht minder bedeutsamen: er selbst wird nämlich nicht, oder doch nicht mit Erfolg gesehen; wer nach ihm hin oder auch nur überhaupt in den Strahlenkegel sieht, wird so stark geblendet, daß er Einzelheiten nicht wahrnehmen kann und für längere Zeit auch dem übrigen Raume hilflos gegenübersteht. Man kann sich vorstellen, daß, wenn zwei einander feindliche Schiffe in nächtlicher Stunde einander in Scheinwerferweite nahe kommen, dasjenige den Vorteil der Information ausnutzt, welches „früher aufsteht“; in diesem Falle lacht, dem Sprichworte entgegen, am besten, wer zuerst lacht.

Bei dieser Gelegenheit sei auch ein Scheinwerfer erwähnt, den man, um sich die Fortschritte der Technik recht drastisch vor Augen zu führen, als „verbesserte Droschkenlaterne“ bezeichnen könnte, und der sich zu ihr verhält wie eine Bogenlampe zu einem Nachtlicht alter Zeit; wir meinen die von dem Zeisswerk gebauten Automobilscheinwerfer, deren Konstruktionschema — Hauptspiegel, drehbarer Hilfsspiegel usw. — in Fig. 6 wiedergegeben ist, während die Fig. 7 eine vom Scheinwerfer des Autos grell erleuchtete Dorfstraße darstellt.

Man kann sich ohne weiteres vorstellen, von welcher Bedeutung ein so vollkommenes Gerät gerade im Kriege werden kann, wo es gilt, drohende Gefahren rasch zu erkennen und ihnen entsprechend rasch auszuweichen.

Nicht immer und überall ist es tunlich, Scheinwerfer mit sich zu führen. In solchen Fällen kann man sich, wenn auch in entsprechend unvollkommenerem Grade, mit Leuchtraketen, Leuchtbomben, Leuchtpistolen und ähnlichem helfen, die, in einer ihrer neuesten Ausgestaltungen, breite Lichtkegel (Fig. 8) aussenden und bis zu einigen Minuten lang das Gelände, z. B. von einem Schützengraben, Batteriestand oder Flugzeug aus, grell beleuchten; nicht selten hört man aus dem Felde von dem hervorragenden Nutzen, den diese Methoden stiften; und der Berichterstatter fügt zuweilen hinzu, wie prachtvoll das Gratisfeuerwerk von Kegeln, Kugeln und Sternen ist, das sich zur Nachtzeit durch unvereinbarte Zusammenwirkung von Freund und Feind an der Front entwickelt.

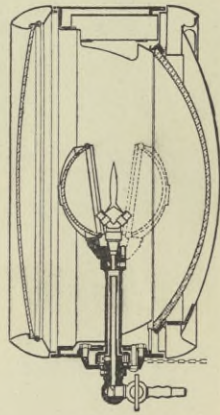


Fig. 6

Schließlich käme hier noch die Beleuchtung im kleinen durch Lampen, die den Feldbedürfnissen gerecht werden, in Frage. An Erfindungen und Vorschlägen, wie Taschenlampen, Minimalscheinwerfern, „Wasserlicht“ usw. fehlt es hier nicht; etwas spezifisch Wertvolles scheint aber dabei noch nicht herausgekommen zu sein. Auch die Verwertung der Phosphorenz und der Radioaktivität, um Einzelheiten (Zifferblätter von Uhren, Teilungen usw.)

selbstleuchtend zu machen, ist wegen ihrer begrenzten Zuverlässigkeit ohne größere Bedeutung.

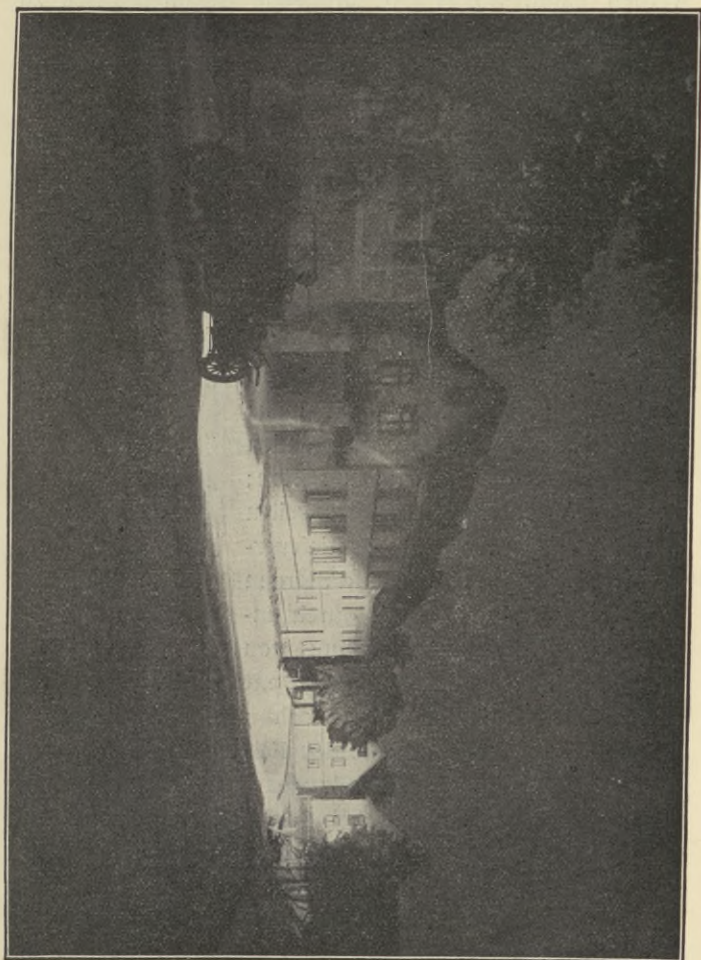


Fig. 7

Dem Scheinwerfer seinem Wesen, wenn auch nicht der Konstruktion nach, verwandt, ist ein Apparat, in bezug auf den wir uns kurz fassen können, da er seine Rolle im Frieden spielt und im Kriege meist nur dadurch Bedeutung

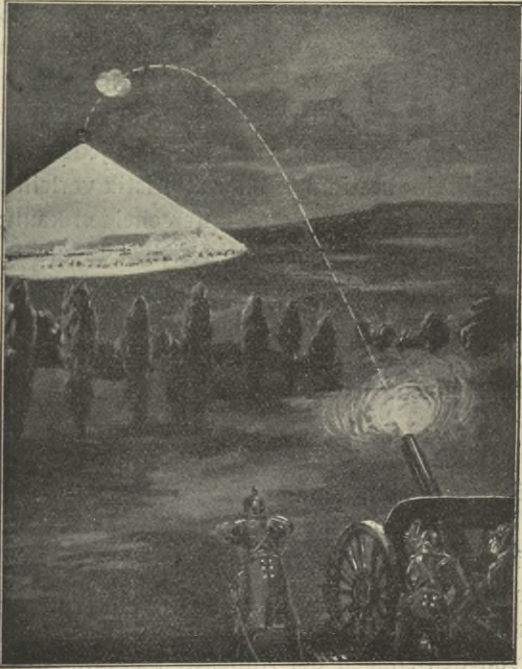


Fig. 8

gewinnt, daß seine Tätigkeit abgestellt wird. Das ist der Leuchtturm, dieser Freund der Schiffer seit den Zeiten des alexandrinischen Pharus, dieser Wegweiser, der Stand hält, auch wenn die Gestirne versagen. Das erste, was man

erfährt, wenn ein Konflikt zwischen Mächten ausgebrochen ist, die über Küsten verfügen, ist nicht selten die Nachricht, daß die Hafen- und Turmlichter gelöscht wurden; denn der Schaden, den man sich selbst dadurch zufügt, ist klein gegenüber dem, den der Feind empfindet. Also ein negatives Kriegsmittel und eigentlich mehr ein Schutzmittel, eine zeitweilige Aufhebung der Segnungen der Kultur. Wir wollen deshalb auf die Einzelheiten dieses Themas um so weniger eingehen, als ja allgemein bekannt ist, wie man durch Rhythmus und Färbung jedem einzelnen Leuchtfeuer seine bestimmte Charakteristik verleiht, durch die es der Schiffer von anderen unterscheiden kann; auch, daß man in der Steigerung der Reichweite dieser Feuer immer mehr Fortschritte gemacht hat, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden. Übrigens wird sich die Gelegenheit finden, auf dieses Thema an anderer Stelle noch einmal zurückzukommen.

### **Vergrößerung.**

Eine der Hauptaufgaben, ja, man kann getrost sagen: die Hauptaufgabe der praktischen Optik ist die Erweiterung der Grenzen, innerhalb deren unser Sehorgan leistungsfähig ist. Es handelt sich also hier um die Vergrößerung der Bilder, die wir durch das Auge von den Dingen der Außenwelt empfangen. Wohlverstanden: um die Vergrößerung der Bilder, nicht etwa immer auch um die Vergrößerung der Dinge selbst. Denn Dinge können uns klein erscheinen entweder, weil sie wirklich klein sind, oder aber, weil sie zwar groß, sogar sehr groß, aber weit von uns entfernt sind. Nur in dem ersteren Falle, den bekanntlich die Mikroskopie behandelt, erfolgt



eine wirkliche Vergrößerung des Bildes im Vergleich zum Gegenstande; im anderen Falle, dem die Teleskopie gewidmet ist, wird lediglich ein Bild erzeugt, das größer ist als das vom unbewaffneten Auge gelieferte. Da ein und derselbe Gegenstand uns desto größer erscheint, je näher er uns gebracht wird, so kann man auch sagen: das Fernrohr bringt uns ferne Gegenstände näher. Die wesentliche Wirkung aber ist die, daß wir Dinge, die wir mit bloßem Auge überhaupt nicht mehr sehen können, jetzt wahrnehmen, und daß wir von Dingen, die wir auch mit unbewaffnetem Auge sehen, jetzt viel mehr Einzelheiten erkennen können. Dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß das Fernrohr wirklich gute Bilder liefere, da sonst die Unschärfen und Verzerrungen mehr schaden als die Vergrößerung nützt. Und die Aufgabe, gute Bilder zu erzeugen, ist mit Rücksicht auf die vielen, uns auflauernden Abbildungsfehler — einen solchen haben wir ja in der sphärischen Aberration schon kennen gelernt, andere sind die Farbenabweichung, der Astigmatismus usw. — nicht eben einfach, sie ist nur ganz allmählich und mit einiger Vollständigkeit erst in der neuesten Zeit gelöst worden. Vorbedingung dafür war erstens, die betreffenden Glaskörper, in der Hauptsache Linsen, hinsichtlich ihrer Krümmungen, Dicken, Lageverhältnisse usw. derart zu berechnen, daß ein Optimum der Abbildungsschärfe erreicht wurde; und zweitens, dieses Endziel noch dadurch vollständiger zu erreichen, daß man auch das Material für die Gläser richtig wählte. Denn wenn man etwa sagen wollte: das Material ist doch Glas, daran ist doch nichts mehr zu ändern, so wäre das etwa so, wie wenn man in einem anderen Falle sagen wollte: Metall ist Metall,

während es doch sehr verschiedene Metalle gibt, deren jedes andere Eigenschaften hat und deshalb für andere Zwecke geeignet ist. Ganz dasselbe gilt nun auch von den Glassorten; und erst seitdem es Otto Schott in Verbindung mit Abbe gelungen ist, eine überaus reiche und qualitätsverschiedene Liste von Glassorten herzustellen, hat sich die Optik auf die volle Höhe erheben können.

Nun gibt es zwei Arten von Fernrohren: solche, die aufrechte, und solche, die umgekehrte Bilder liefern; jene sind kurz und handlich, aber nur für geringe Vergrößerungen brauchbar; diese leisten an Vergrößerung erstaunliches, werden aber wegen der notwendigen Lage ihrer beiden optischen Teile, des Objektivs und des Okulars, zueinander (die weit voneinander entfernt liegen müssen), lang und unhandlich; und dieser Übelstand steigert sich noch, wenn man, was doch für die Betrachtung irdischer Gegenstände durchaus erwünscht ist, in das Rohr noch ein Linsensystem einsetzt mit der Aufgabe, das umgekehrte Bild wieder aufzurichten. Es tritt uns also hier die gerade für Kriegszwecke dringliche Aufgabe entgegen, Fernrohre zu konstruieren, die aufrechte Bilder liefern und doch so leicht und handlich sind, daß sie ohne Ermüdung gehalten und persönlich mitgeführt werden können oder, wenn es sich um Standapparate handelt, wenigstens der Beförderung kein gar zu großes Gewicht und Volumen hinderlich in den Weg setzen.

Diese Aufgabe läßt sich nun in einer, wenigstens nachträglich überaus einfach erscheinenden Weise lösen, nämlich durch spiegelnde Prismen, wie sie in der perspektivisch zu betrachtenden Fig. 9 schematisch wiedergegeben sind. Durch die Prismen 1 und 2 wird das Bild

in vertikaler Richtung umgekehrt, so daß oben wieder oben, unten wieder unten wird; durch 3 und 4 wird rechts wieder zu rechts, links wieder zu links. Zugleich aber sieht man — ein sehr erfreulicher Umstand, da sonst die Lösung des Problems gar nicht brauchbar wäre — daß der Lichtstrahl durch die vier Prismen gar nicht aus seiner Richtung gebracht wird, er geht parallel mit seiner früheren Linie weiter, er ist nur etwas seitlich verschoben.

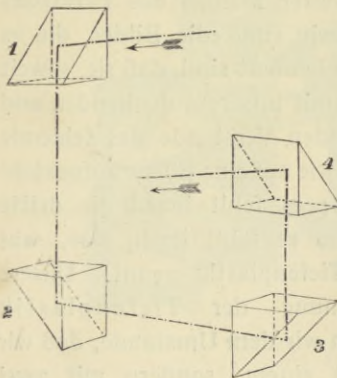


Fig. 9

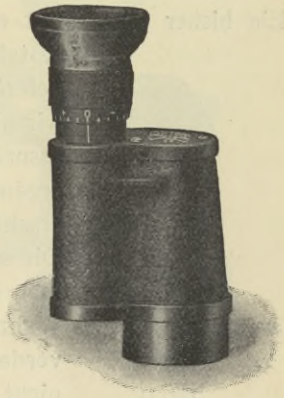


Fig. 10

Das letztere ist nun höchstens ein Schönheitsfehler, Okular und Objektiv des Fernrohrs haben jetzt nicht mehr dieselbe Achse, sie sind, wie der monokulare Feldstecher der Fig. 10 zeigt, gegeneinander versetzt. Ja, aus dieser Not, wenn es eine solche ist, kann man sogar eine Tugend machen, man kann die seitliche Verdrückung des Lichtbündels in einer gerade für Kriegszwecke glänzenden Weise ausnützen, indem man die seitliche Verschiebung absichtlich übertreibt und sich dadurch in den Stand setzt, mit

dem Instrument hinter einer Deckung zu beobachten, derart, daß zwar, wie in der schematischen Fig. 11, das Objektiv über die Mauer hinausschaut, das Okular aber und mit ihm Auge und Körper des Beobachters völlig geschützt ist; wir werden darauf gleich nochmals zurückkommen.

Und nun etwas sehr Merkwürdiges, wie es sich in der Technik nicht eben oft ereignet; ein wissenschaftlicher Zufall, der natürlich in letzter Instanz kein Zufall ist, der uns aber erlaubt, zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. Ein bisher noch nicht erwähnter Mangel des Fernrohrs

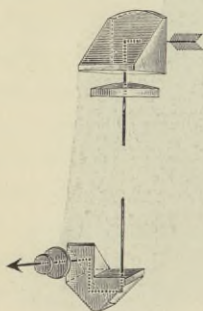


Fig. 11

besteht darin, daß die Bilder, die es liefert, flächenhaft sind, daß sie, soweit wir nicht mit unserem denkenden und assoziierenden Verstande das fehlende ergänzen, wie auf eine Ebene aufgeklebt erscheinen; es fehlt ihnen die dritte Dimension, es fehlt ihnen das, was man die Tiefenplastik nennt. Unsere Wahrnehmung der Tiefenplastik verdanken wir dem Umstande, daß wir nicht mit einem, sondern mit zwei Augen ausgestattet sind, daß wir also

jeden Gegenstand von zwei etwas verschiedenen Standpunkten aus zugleich betrachten, wobei er von jedem von ihnen ein etwas anderes Aussehen erhält; jeder kennt das hierauf beruhende Stereoskop. Aber leider ist unser Augenabstand sehr klein, die „Parallaxe“ und damit die Tiefenplastik der Bilder ist daher sehr unbedeutend, und sie wird bei Anwendung von vergrößernden Instrumenten verhältnismäßig noch weiter herabgedrückt. Es wäre daher von großer Bedeutung, wenn wir uns „Elephanten-

augen“ verschaffen könnten, d. h. Augen, die den vielfachen Abstand unserer eigenen haben. Nun übernehmen, wenn wir durch ein Fernrohr sehen, dessen Objektiv die Rolle der Augen; es käme also nur darauf an, ein Instrument zu bauen, dessen Okulare den Abstand unserer Augen, dessen Objektiv aber einen größeren Abstand haben. Und nun begreift man sofort die Lösung: bei einem

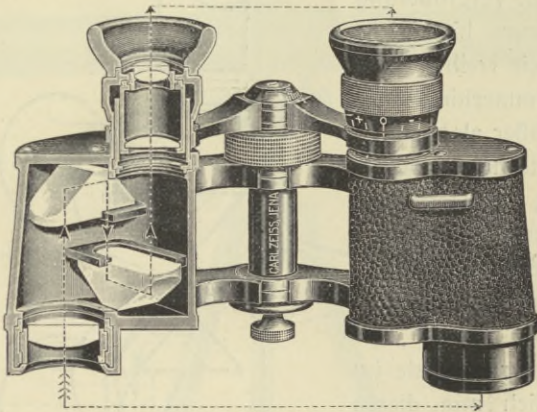
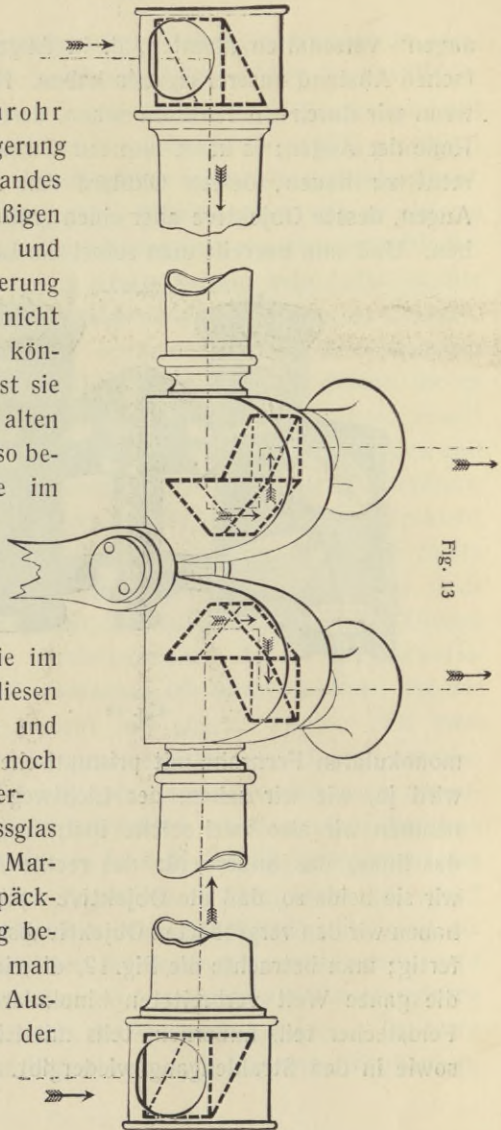


Fig. 12

monokularen Fernrohr mit prismatischer Bildaufrichtung wird ja, wie wir sahen, der Lichtweg seitlich versetzt; nehmen wir also zwei solche Instrumente, das eine für das linke, das andere für das rechte Auge, und halten wir sie beide so, daß die Objektiv nach außen liegen, so haben wir den vergrößerten Objektivabstand ohne weiteres fertig; man betrachte die Fig. 12, die einen der jetzt über die ganze Welt verbreiteten binokularen, prismatischen Feldstecher teils äußerlich, teils mit Einblick ins Innere sowie in den Strahlengang wiedergibt.

Bei einem solchen gewöhnlichen Handfernrohr wird man die Steigerung des Objektivabstandes natürlich in mäßigen Grenzen halten, und auch die Vergrößerung wird man hier nicht allzuweit treiben können; immerhin ist sie viel größer, als bei alten Krimstechern — so benannt, weil sie im Krimkrieg zuerst weitgehende Anwendung fanden —; besonders aber sind sie im Vergleich mit diesen sehr viel kürzer und darum bequemer; noch ein achtfach vergrößerndes Zeissglas macht sich beim Marschieren als Gepäckstück kaum lästig bemerkbar. Geht man nun aber in der Auseinandersperrung der Objektive weiter,



so erhält man die berühmten, in den Figuren 13 (schematisch) und 14 (gegenständlich, mit Stativ) wiedergegebenen Scheren- oder Relief-Fernrohre, in denen man die abgebildete Außenwelt in wunderbarer Plastik, gewissermaßen frei im Raume schwebend, wahrnimmt; und es liegt auf der Hand, daß diese Tiefenplastik auch wesent-

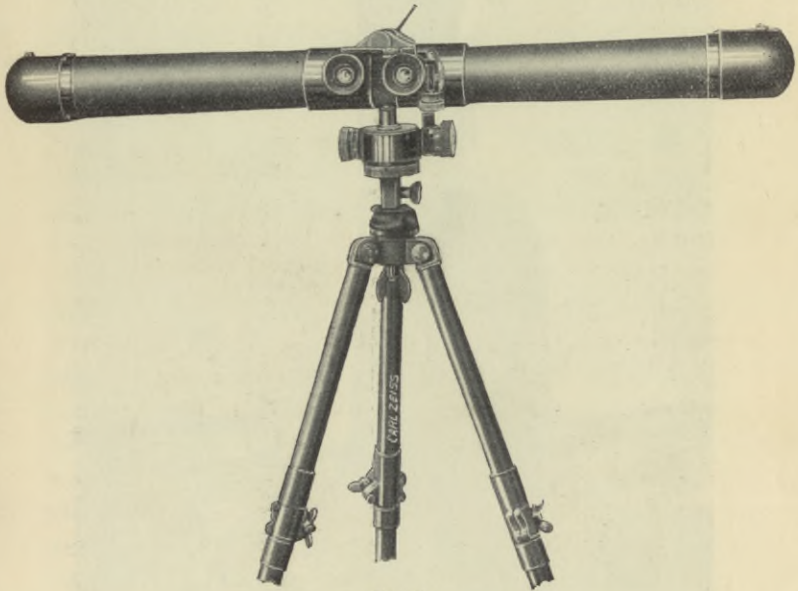


Fig. 14

lich mithilft bei der Unterscheidung und richtigen Deutung der Einzelheiten. Und nun kommen wir nochmals auf die Beobachtung hinter einer Deckung zurück. Beim Relieffernrohr sitzen doch die Objektive an den Enden langer Arme, die horizontal nach links und rechts hinausragen; macht man nun diese Arme drehbar, so kann man

sie auch zusammenklappen, so daß sie nebeneinander nach oben weisen und über die Mauer emporragen; ja, man kann beide Zwecke gleichzeitig erreichen, indem man die Arme



Fig. 15



diagonal stellt. Das ist der Fall des unter dem Namen „Hypoplast“ eingeführten und in Fig. 15 in Tätigkeit abgebildeten Instruments, das zu gleicher Zeit eine Deckung zu benutzen erlaubt und erhöhte Tiefenplastik der Bilder liefert.

Was endlich die eigentlichen großen Standfernrohre angeht, die auf erhöhten Punkten, Dächern, Türmen (von den Franzosen bedauerlicherweise nicht selten auf historisch wertvollen Bauwerken), Hügeln sowie auf Schiffen aufgestellt werden, um den Feind zu beobachten, so sind es entweder monokulare oder ebenfalls binokulare Instrumente, fast immer aber mit Prismensystemen ausgestattet und auch sonst von einer früher kaum geahnten Schärfe und Lebhaftigkeit der Bilder; ein binokulares Instrument dieser Art ist in der Fig. 16 wiedergegeben, es ist mit 13 cm-Objektiven sowie mit drei auswechselbaren Okularen ausgestattet, so daß man nach Wahl eine mäßige, eine mittlere oder eine starke Vergrößerung anwenden kann. Welche Bedeutung derartige Fernrohrbeobachtungen haben, dafür braucht als aktuelles Beispiel nur der jetzige Seekrieg angeführt zu werden, bei dem es darauf ankommt, schon aus großer Ferne, trotz aller auf Täuschung berechneter Maßnahmen, feindliche Schiffe von neutralen zu unterscheiden.

Wie das Teleskop in der großen und größten Welt, so arbeitet das Mikroskop in der kleinen und allerkleinsten. Da nun der Krieg zu den größten und gewaltigsten Dingen gehört, und da er sich, je mehr die sogenannte Zivilisation fortschreitet, in immer maßloseren Dimensionen abspielt, wird man geneigt sein, dem Mikroskop jede Möglichkeit einer Mitwirkung im Kriege abzusprechen.

Indessen brauchen wir nur den unmittelbaren, vordersten Kriegsschauplatz für einen Augenblick zu verlassen und uns hinter die Front — gerade in dem gegenwärtigen

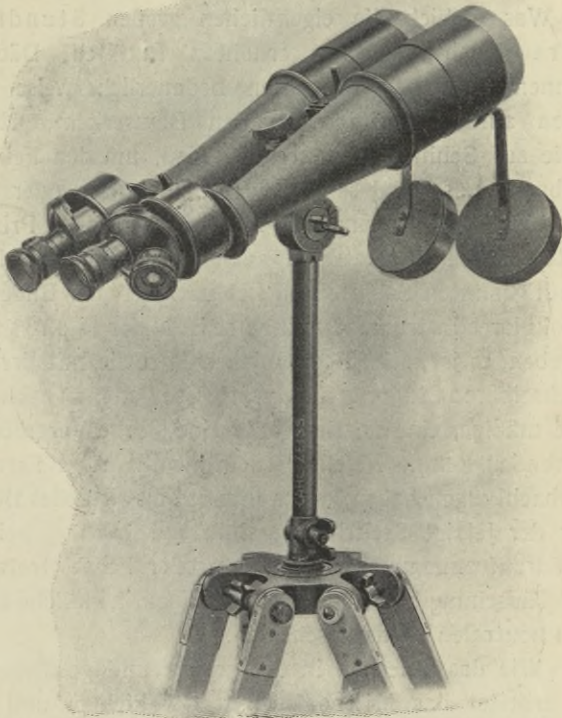


Fig. 16

Kriege nur sehr wenig hinter die Front — zu begeben, um einzusehen, daß jene Annahme denn doch nicht zutrifft. Denn hier, in den Feldlazaretten und ebenso weiter hinten,

im friedlichen Innern der Länder, spielt sich auch ein Krieg ab, ein Kleinkrieg im äußersten Sinne des Wortes, ein Kampf gegen die kleinsten, lebendigen oder toten Feinde des Menschen; des Menschen ohne Unterschied von Nationalität und Charge; der Kampf gegen die Krankheitserreger und krankhaften Veränderungen des Organismus. Und dieser Kampf, der zu einem großen Teile mit Hilfe des Mikroskops geführt wird, ist gerade in Kriegzeiten von besonderer Bedeutung. Gilt es doch in zahllosen, durch die veränderte Lebensweise, durch Kampf und Not erzeugten Krankheitsfällen das entscheidende mikroskopische Bild so rasch und so exakt wie möglich festzuhalten, um die Wege des Krankheitsverlaufes nach der Seite der Heilung zu dirigieren. Eine mühevoll und zeitraubende Untersuchung, für die die Feldärzte kaum Muße finden, und die daher meist unterbleiben oder hinausgeschoben werden müßte, wenn hier nicht — zum ersten Male in diesem Kriege — eine neu erstandene Hilfstruppe einspränge, die der Laborantinnen; und wir haben genug Zeugnisse dafür erhalten, daß diese weiblichen Mitkämpfer den männlichen an Leistungsfähigkeit, auch im Ertragen der unausbleiblichen Strapazen und im Bestehen der nicht selten eintretenden Gefahr, nichts nachgeben.

### **Umleitung der Lichtstrahlen.**

Knüpfen wir noch einmal an die Wirkung der spiegelnden Prismen an und betrachten wir den Vorgang an der Hand einiger einfacher Zeichnungen etwas genauer! Stellen wir uns zunächst ein einziges derartiges Prisma vor, in das der Lichtstrahl, wie in der Fig. 17,

senkrecht eintritt, um dann an der hinteren Hauptfläche reflektiert zu werden und schließlich wieder senkrecht auszutreten, so sehen wir, daß hier der Lichtstrahl in der Weise aus seiner ursprünglichen Bahn abgelenkt wird, daß er senkrecht zu ihr weiter geht. Fügen wir jetzt ein zweites Prisma hinzu, so können wir die Aufstellung entweder so vornehmen, daß die Drehung um 90 Grad, die das erste Prisma bewirkte, wieder aufgehoben wird (Fig. 18), so daß der Lichtstrahl, nur etwas seitlich verschoben, in der alten Richtung weiterläuft (ein Fall, den

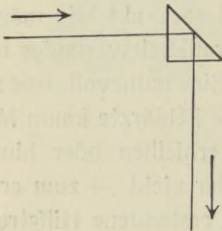


Fig. 17

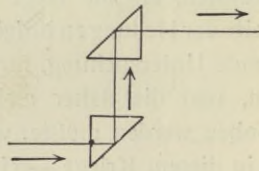


Fig. 18

wir schon kennen); oder, wie in Fig. 19, derart, daß zu der ersten eine zweite Drehung um 90 Grad hinzukommt, der Lichtstrahl also sozusagen Kehrt macht und, nur mit seitlicher Verschiebung, zum Ausgangsorte zurückkehrt; eine dritte Möglichkeit endlich ist die, daß wir das zweite Prisma in anderer Raumorientierung aufstellen, und zwar senkrecht zum ersten, so daß, wenn wir den ersten Lichtstrahl mit dem zweiten, zu ihm senkrechten, zu einer Ebene zusammenfassen, der dritte senkrecht aus dieser Ebene austritt (Fig. 20, die perspektivisch zu betrachten ist). Solcher Möglichkeiten gibt es nun noch viele; man kann

sie alle unter eine Losung vereinigen, und diese lautet: Umleitung des Lichtes! Das Licht soll zwangsweise in Bahnen gewiesen werden, die es von Natur aus nicht nimmt. Daß man damit mancherlei praktische Zwecke erreichen kann, ist nach unseren bisherigen Betrachtungen ohne weiteres klar. Als historisches Kuriosum sei erwähnt, daß schon im Jahre 1647 der danziger Astronom Hevelius ein hierher gehöriges Instrument beschrieb und als „Polemoskop“ (Feindseher) bezeichnete, somit schon damals an eine Verwendung im Kriege dachte — also

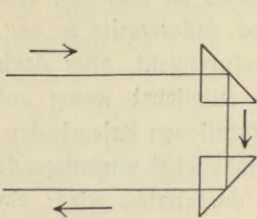


Fig. 19

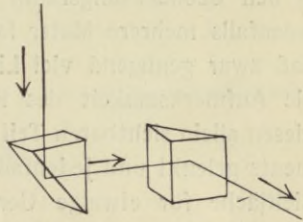


Fig. 20

ein Vorläufer moderner Kriegsoptik 250 Jahre vor ihrem wirklichen Aufblühen!

Hierher gehören nun zahlreiche Methoden und Instrumente, von denen zum Teil schon die Rede war, z. B. die Beobachtung hinter Deckung und die erhöhte Tiefenplastik. Derjenige Apparat aber, der in weiten Kreisen dem größten Interesse begegnet ist, ist das zur Information im Unterseeboote dienende Periskop.

Wenn man sich unter dem Meeresspiegel befindet und trotzdem sehen will, was sich auf und über ihm befindet und abspielt, so darf man sich jedenfalls nicht darauf

einlassen, die Lichtstrahlen durch das Wasser zu leiten; dazu ist es in dicken Schichten viel zu wenig durchsichtig, und dazu denke man noch an den oft heftigen Bewegungszustand des Meeres gerade unmittelbar an und unter der Oberfläche, der die Lichtstrahlen völlig in Verwirrung bringen und absolut kein Bild da unten zustande kommen lassen würde. Man muß also die Lichtstrahlen über dem Meeresspiegel abfangen und dann nach unten umleiten. Dazu dient ein Rohr, genügend lang, um mit dem oberen Ende aus dem Wasser herauszuragen, mit dem anderen aber in den Beobachtungsraum des Bootes zu münden, also jedenfalls mehrere Meter lang; und andererseits so eng, daß zwar genügend viel Licht hindurchgeht, aber doch die Aufmerksamkeit des Feindes möglichst wenig auf diesen allein sichtbaren Teil des gefährlichen Kriegsinstruments gelenkt und jedenfalls eine möglichst ungenügende Zielfläche für etwaige Geschosse dargeboten wird; ein Durchmesser von einem halben Meter ist daher das äußerst zulässige, besser wird man mit 20 cm oder noch weniger auskommen mögen. Auch scheint man ganz neuerdings mit gutem Erfolge den sichtbaren Teil des Rohres mit einer Art von Schutzfärbung versehen zu haben, so daß es, vielleicht auch durch täuschende Spiegelung, von der feuchten Umgebung kaum zu unterscheiden ist. Schließlich muß das Sehrohr zum Drehen und Verschieben eingerichtet sein, letzteres soweit, daß man es eventuell ganz in das Boot hineinziehen könne; auf die Art, wie das geschieht (mechanisch, hydraulisch, pneumatisch), können wir hier nicht eingehen.

Der Grundgedanke des Periskops besteht nun, wie man sich nach dem Vorangegangenen schon denken wird,

in der Anwendung zweier diagonal gestellter Spiegel oder vielmehr spiegelnder Prismen, so daß man, wenn man noch eine das Rohr oben abschließende Glasplatte sowie eine Reihe von Linsen hinzufügt, das Schema der Fig. 21 erhält. Man sieht nämlich leicht ein, daß man mittels der

Prismen allein viel zu kleine Bilder und ein viel zu kleines Gesichtsfeld erhält; man stelle sich nur vor, wie klein, von der Anfangsöffnung eines 5 m langen, engen Rohres aus gesehen die Endöffnung erscheint! Man muß also alle Register der praktischen Optik spielen lassen, man muß ein vergrößerndes und zugleich abbildendes Linsen-

system, ein bildaufrichtendes Linsen- oder Prismensystem

und schließlich ein System zur Vergrößerung des Gesichtsfeldes anbringen, und alles das, ohne die Helligkeit gar zu sehr herabzumindern; dazu kommt dann ferner noch eine geeignete Kompaßrichtung zur Fixierung der Himmelsrichtung. Und nach alledem bleibt noch der Übelstand,

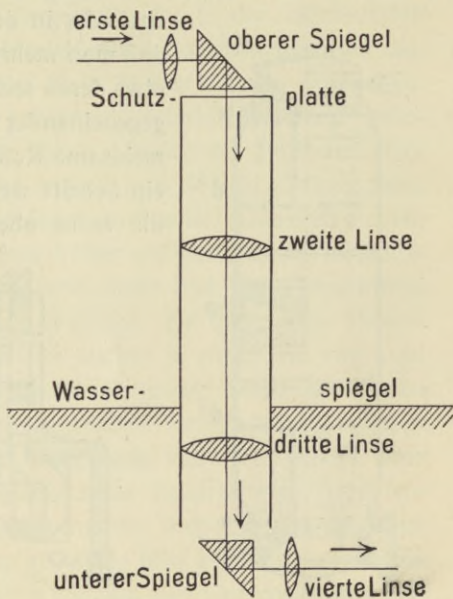


Fig. 21

daß man bei einer bestimmten Stellung des Apparats nur nach einer bestimmten Richtung bzw. nur einem bestimmten, relativ kleinen Ausschnitt des Horizonts sieht, daß man also, um alles zu überblicken, mit dem Instrumente im Kreise herumwandern muß — es sei denn, daß man es in diesem Sinne weiter ausgestaltet. Das kann nun

entweder in der Weise geschehen, daß man mehrere ganze Apparate, etwa deren sechs, unter je 60 Grad gegeneinander verdreht, in das gemeinsame Rohr einbaut oder, was ein Schritt weiter ist, indem man die sechs oberen und die sechs

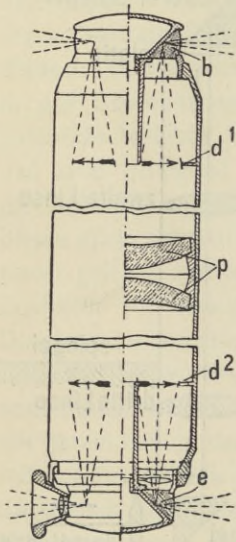


Fig. 22

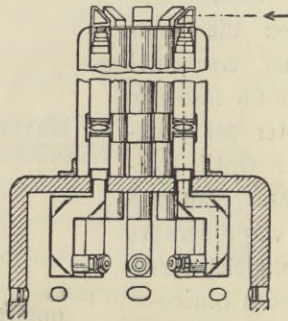


Fig. 23

unteren Prismen zu einem einzigen, ringförmigen Glaskörper vereinigt, wobei dann immer noch die Freiheit besteht, nur das Objektiv in dieser Weise auszugestalten, die Okularbeobachtung aber dadurch zu stabilisieren, daß man alle Strahlen mit Hilfe neuer Spiegelungssysteme in ein einziges prismatisches Okular hineinwirft, durch



das man dann mit stillstehendem Auge beobachten kann. Immerhin stellen sich bei derartigen Vervollkommnungsversuchen stets wieder neue Schwierigkeiten ein, und es wird daher auch jetzt noch eifrig weiter experimentiert. In Fig. 22 ist ein Sehrohr von Schneider & Co. in Creuzot (Frankreich) vom Jahre 1913, in Fig. 23 ein amerikanisches Periskop von Spear dargestellt, das in der angedeuteten Weise aus einem Bündel von Einzelinstrumenten zusammengesetzt ist. Die Figur 24 gibt ein von Goerz & Co. in Berlin-Friedenau gebautes „Rundblickperiskop“ schematisch wieder. Die ideale Lösung des Problems wäre freilich noch eine ganz andere, und sie liegt auch so nahe, daß sie bereits durchgeführt worden ist. Dabei ist es vielleicht angezeigt, an jene früher auf zahlreichen Aussichtspunkten aufgestellten, jetzt mehr und mehr verschwundenen Instrumente zu erinnern, die unter dem Namen „Camera obscura“ beliebt waren: in einem nur von oben beleuchteten Raume stand ein großer Tisch, auf dessen Platte sich die äußere Landschaft farbig und mit allen in ihr sich abspielenden Vorgängen stark verkleinert, aber nicht selten in ausgezeichneter Schärfe und Treue abbildete. In ganz entsprechender Weise könnte man nun das von dem Periskop gelieferte Bild der Meeresoberfläche auf einer im Beobachtungsraum des Unterseebootes aufgestellten Platte objektiv darstellen, man würde dann hier etwa ein feindliches Schiff auftauchen sehen und könnte alle Maßnahmen, z. B. das Abfeuern eines Torpedos direkt auf diesem Bilde dirigieren. Das Schema des „Ringbildperiskop“, das ein solches Bild liefert, zeigt Fig. 25, und die Fig. 26 gibt eine Vorstellung von einem derartigen Panoramabilde, und zwar mit der weiteren

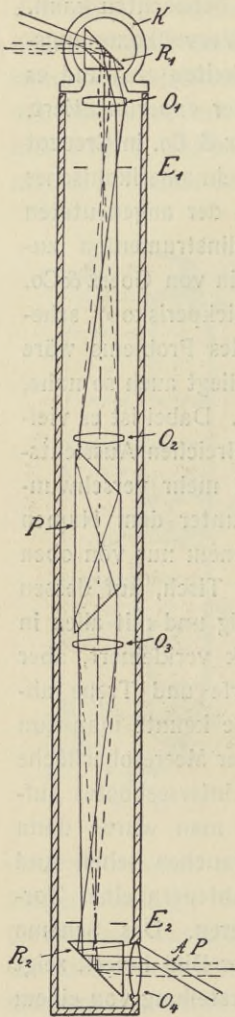


Fig. 24

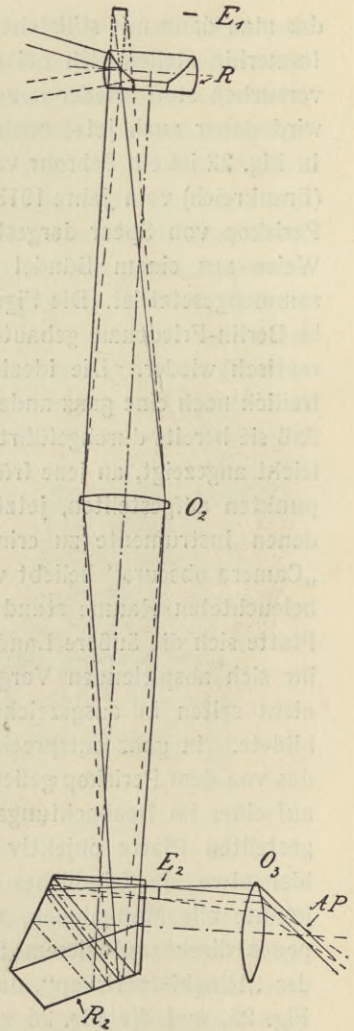


Fig. 25

Ausgestaltung, daß ein Ringbild im äußeren Umkreise, in der Mitte aber ein Ausschnitt aus ihm in größerem Maßstabe erscheint — ein wiederum von Goerz herührender Typus. Leider scheint es, daß sich der Ein-

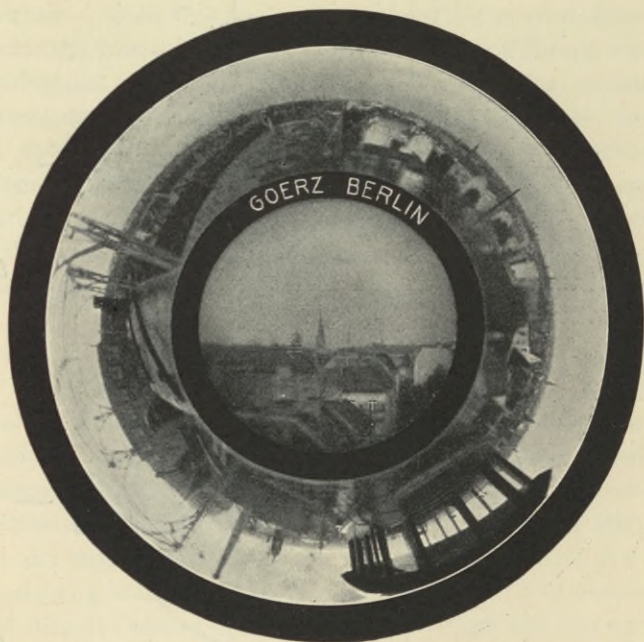


Fig. 26

führung dieser Idee in die Praxis äußerliche Schwierigkeiten, z. B. die Beschränktheit des verfügbaren Raumes, entgegenstellen; man muß sich daher, wenigstens bei den gewöhnlichen, kleineren Bootstypen, mit der subjektiven

Beobachtung begnügen. Von Wichtigkeit ist es ferner, an dem Bilde Entfernungsschätzungen vorzunehmen, was freilich, mangels einer Basis am Beobachtungsorte (vgl. w. u.), nur bei ungefährender Kenntnis irgendeiner in dem

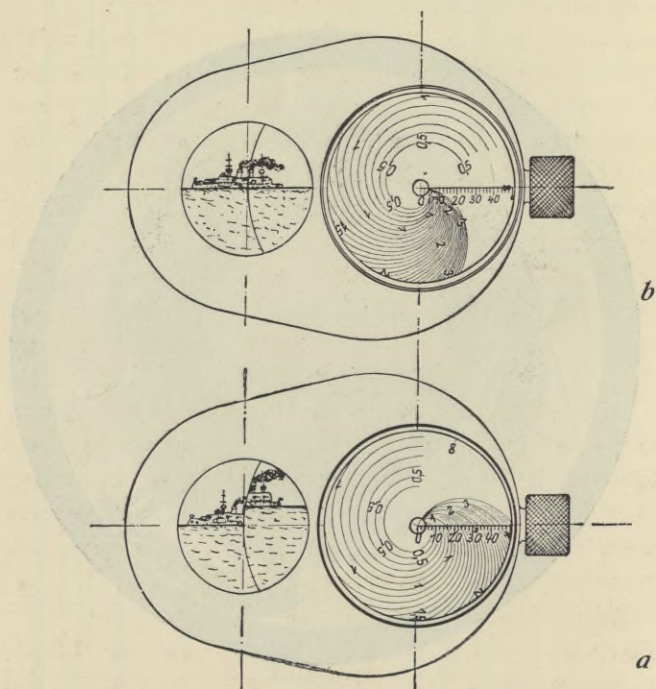


Fig. 27

Bilde enthaltenen Länge, z. B. der Höhe eines Schornsteins, möglich ist; eine bequeme, hierfür eingerichtete Goerzische Vorrichtung gibt Fig. 27 wieder, in deren unterer Hälfte die beiden durch den Kreisbogen ge-

trennten Teile des Kriegsschiffs gegeneinander verschoben erscheinen, während sie in dem oberen Bilde aufeinander passen. Auch die Orientierung, der Himmelsrichtung nach, ist natürlich wesentlich, aber mit Hilfe eines eingebauten Kompasses von geeigneter Konstruktion leicht zu erreichen. Schließlich sei noch kurz auf die mechanischen Schwierigkeiten hingewiesen, die bei der Ausführung von Periskopen auftreten, und die eine Folge des großen Wasserdruckes usw. sind; man muß also das Sehrohr, um es vor Verbiegung, Eindrückung und sonstiger Beschädigung — was alles wiederum auch eine Verschlechterung der optischen Abbildung zur Folge haben würde — zu bewahren, in ganz besonders solider und spezialisierter Weise ausführen.

### **Meßkunst.**

Die bisherigen Aufgaben der praktischen Optik waren sozusagen qualitativen Charakters und nur insofern auch quantitativ, als es sich, wie immer auf diesem Gebiete, um exakt berechnete und exakt ausgeführte Konstruktionen handelte. Wir kommen jetzt zu der eigentlich quantitativen Technik, also zur Anwendung der Optik auf die Meßkunst; und gerade auf diesem Gebiete übt die optische Methode eine fast unumschränkte Herrschaft aus; zum Messen ist eben fast nur das Auge, und auch das nur bei geeigneter Unterstützung durch künstliche Hilfsmittel, befähigt. Begreiflicher Weise handelt es sich hier um sehr mannigfaltige Messungen, und für jede von ihnen dient ein besonderer Typus der Apparatur. So kommt z. B. sehr häufig die Länge entfernter Dinge, etwa die Länge einer Schlachtaufstellung oder

eines Schützengrabes in Frage; in anderen Fällen die vertikale Ausdehnung, also die Höhe sichtbarer Gegenstände, etwa die Höhe eines Turmes oder eines Schornsteines, die Höhe, in der ein Flugzeug schwebt und dergleichen; wir wollen uns hierbei nicht aufhalten, da die Hilfsmittel zur Bewältigung dieser Aufgaben nicht spezifisch kriegsmäßig sind, sondern dem Bestande der normalen Friedenstechnik entnommen werden, soweit überhaupt die Verhältnisse die Ausführung exakter Messungen erlauben und nicht die Eile zwingt, sich mit bloßen Schätzungen zu begnügen. Auch werden wir später Gelegenheit haben, auf verwandte Fragen zurückzukommen.

Aber es gibt zwei Probleme, die, obgleich sie auch ihre sehr erhebliche Friedensbedeutung haben, doch für Kriegszwecke eine ganz spezifische Gestalt annehmen, und diesen gelten unsere nächsten Betrachtungen. Beide Probleme zusammenfassend, kann man sagen, daß es sich um die Ortsbestimmung handelt, d. h. um die möglichst präzise Ermittlung des Ortes im Raume, an dem sich ein von ferne sichtbarer Gegenstand befindet. Und diese Aufgabe zerfällt offenbar in zwei Teile, insofern der Ort eines Punktes bestimmt ist, wenn angegeben wird, erstens in welcher Entfernung und zweitens in welcher Richtung er sich befindet. Untersuchen wir zunächst die Möglichkeiten der Entfernungsbestimmung.

Da könnten wir uns nun naturgemäß Rat erholen von derjenigen Wissenschaft, die sich in Friedenszeiten mit solchen Aufgaben befaßt, und das ist die Geodäsie und Landmeßkunst. Indessen ist zu bedenken, daß diese Kunst mit aller Ruhe arbeiten und Methoden benutzen darf, die ihrer Umständlichkeit halber im Kriege ganz aus-

geschlossen sind; dazu kommt, daß viele jener Methoden die völlige oder partielle Zugänglichkeit der auszumessenden Gebiete voraussetzt, was wiederum im Kriege nicht erlaubt ist. Hier können nur Verfahren aktuell werden, die, einmal ausgearbeitet, ohne alle Umschweife die gewünschte Entfernung direkt auf einer Skala abzulesen gestatten. Das ist der Sinn der zahlreichen Typen von Entfernungsmessern oder Telemetern, die im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte in immer steigender Vortrefflichkeit konstruiert worden sind, und die, wenn auch ihrer Anwendung auf friedliche Zwecke natürlich nichts im Wege steht — außer daß sie für Privatpersonen meist nicht käuflich zu haben sind — doch ihre charakteristische Leistung im Kriege vollziehen.

Fangen wir sogleich mit demjenigen Instrumente an, welches, wenigstens im Prinzip, das geistvollste und interessanteste von allen ist: mit dem stereoskopischen Entfernungsmesser. Hier können wir, wie schon der Name besagt, an das Prinzip des zweiäugigen Sehens anknüpfen und daran erinnern, daß wir im Zeissfeldstecher, noch mehr aber im Relieffernrohr, die Dinge mit erhöhter Tiefenplastik wahrnehmen, derart, daß, wenn wir z. B. beim Beobachten mit bloßem Auge im Zweifel sind, welcher von zwei anscheinend nebeneinander stehenden fernen Schornsteinen der nähere, welcher der entferntere sei, dieser Zweifel beim Blick durch das Scherenfernrohr mit einem Schlage und in geradezu verblüffendem Maße beseitigt wird. Legen wir also unserm geplanten Meßinstrument ein solches Scherenfernrohr zugrunde; natürlich eines mit besonders langer „Basis“, d. h. Objektivabstand. Es sei bemerkt, daß man ohne eine solche Basis

bei keinem Telemeter auskommt; denn nur sie liefert uns die Parallaxe des untersuchten Punktes, d. h. seine seitliche Verschiebung bei seitlicher Verschiebung des Betrachtungspunktes; und nur aus der Parallaxe lassen sich Schlüsse auf die Entfernung ziehen. Um nun nicht bloß zu betrachten, sondern zu messen, müßten wir durch die in starker Tiefenplastik erscheinende Landschaft von vorn nach hinten einen kilometerlangen Maßstab legen, von dem alsdann bei der Betrachtung durch das Telemeter eine bestimmte Marke, z. B. die Marke 3 km, mit dem gewünschten Schornstein zusammenfallen würde. Das können wir nun natürlich nicht tun; und auch wenn wir es könnten, würden wir immer erst diejenigen Punkte der Landschaft abmessen können, die in der Richtung der Skala liegen; denn wir können doch nicht eine solche Riesenstange in die anderen Richtungen hineindrehen. Aber alles das, was sich hier als grotesk unmöglich darstellt, wird sofort durchaus möglich, wenn wir die wirkliche Skala durch eine photographierte ersetzen, und zwar durch eine stereoskopisch von den Standpunkten der beiden Objektive des Instruments aus photographierte Skala. In der Fig. 28 ist eine stereoskopische Landschaftsaufnahme mit darin schwebender Skala wiedergegeben, diese letztere ist, der bequemeren Sichtbarkeit und Anordnung halber, zickzackförmig gruppiert. Sieht man das Ganze im binokularen Instrument an, so glaubt man die Skala frei im Raume schweben und ihre einzelnen Zahlenmarken sich in die Ferne verlieren zu sehen; und wenn man sich irgendeinen Punkt der Landschaft genau ansieht, so bemerkt man, daß er hinsichtlich seiner Entfernung mit einer bestimmten Skalenmarke zusammenfällt — ein Verfahren, das noch



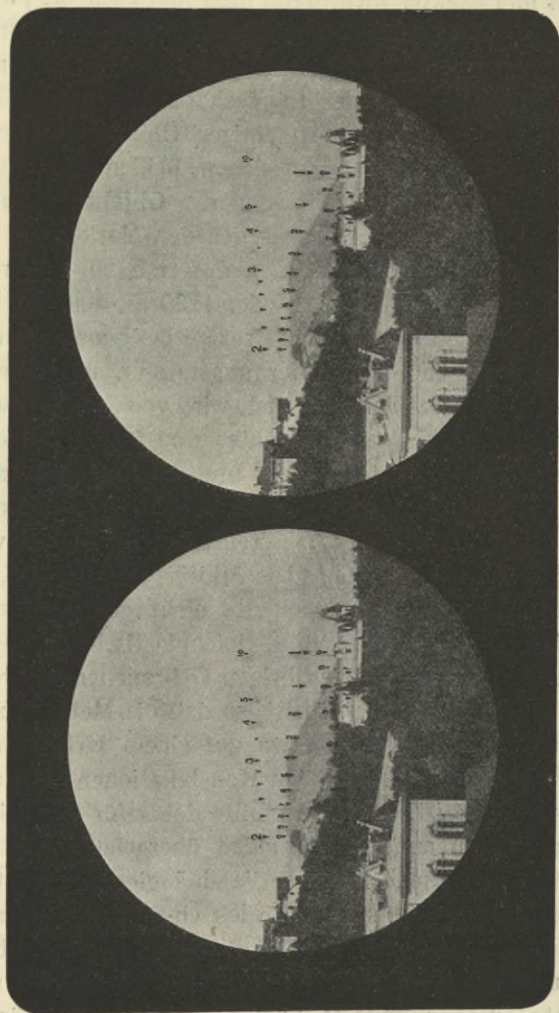


Fig. 28

leichter und exakter wird, wenn man nun zwar die photographierte Skala beibehält, die Landschaft aber durch eine wirkliche ersetzt, so daß man jetzt die Skala, während man hineinschaut, in der Landschaft seitlich hin- und herschieben und dabei nach einiger Übung sehr genau feststellen kann, zwischen welchen beiden Zahlen ein Kirchturm oder irgend ein anderes Objekt hindurchpassiert. Passiert er z. B. zwischen den Marken 1,7 und 1,8 km hindurch, aber näher an der ersteren, so erhält man als Entfernung 1,73 km oder 1730 m, und die Unsicherheit beträgt nur etwa ein Prozent des ganzen Wertes.

Der stereoskopische Entfernungsmesser, mit dem zu arbeiten ein wahres Vergnügen ist, wird von dem Zeisswerk in Jena in verschiedenen Formaten und für verschiedene Entfernungsbereiche hergestellt und zeichnet sich auch in den Einzelheiten durch vollkommene Konstruktion aus. Leider hat sich herausgestellt, erstens, daß es viele Menschen und somit auch viele Militärpersonen gibt, die wegen irgendeiner Augenanomalie nicht genügend stark und sicher stereoskopisch, d. h. tiefenplastisch sehen; und zweitens, daß auch für die übrigen Gebraucher eine recht lange Einübung erforderlich ist, so daß die Methode zwar für dauernden Gebrauch, etwa auf einem Kriegsschiffe, nicht aber für die wechselnden Konstellationen des Landheeres geeignet ist, und man mußte daher für die meisten Bedürfnisse zu anderen Methoden übergehen.

Auch wenn man sich auf die einäugige Beobachtung beschränkt, braucht man natürlich eine Basis, und auch hier wird, je länger sie ist, die Parallaxe und damit die Genauigkeit der Messung um so größer. Beim Koinzidenztelemeter, wie es namentlich von den Firmen

Goerz und Zeiss gebaut wird, erhält man von dem Objekte, dessen Entfernung zu messen ist, zwei Bilder, von denen die eine durch das linke, die andere durch das rechte Objektiv des Apparates entstanden ist, und die infolgedessen seitlich gegeneinander verschoben sind, so daß sie sich in Verwirrung übereinander lagern würden, wenn nicht

Vorsorge getroffen wäre, daß von dem einen Bilde nur die obere, von dem anderen nur die untere Hälfte zur Ausbildung gelangt. Die Verschiebung der beiden Bilder gegeneinander ist desto größer, je näher der Gegenstand sich befindet, gibt also ein Maß seiner Entfernung ab. Um sie bequem zu messen, bringt man in den Weg des einen,

der beiden Lichtbüschel einen Glaskörper, der das Büschel ablenkt, z. B. einen Glaskeil; und durch Verschiebung

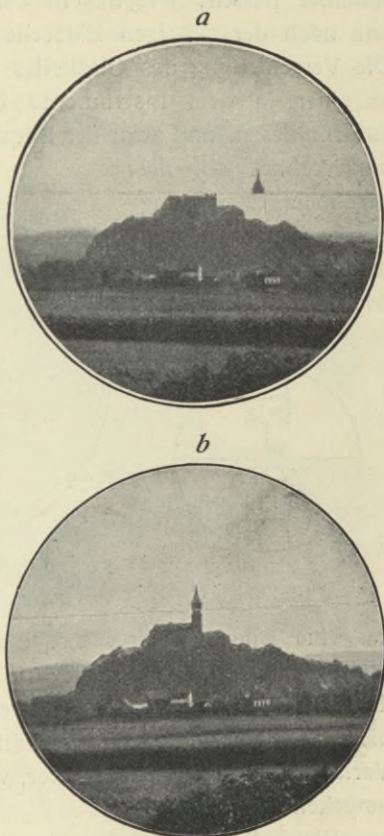


Fig. 29

dieses Glaskeiles kann man nun erreichen, daß die beiden Bildhälften zusammenrücken und schließlich genau aufeinander passen, wie das in der Fig. 29a und b (vor und nach der richtigen Einstellung) veranschaulicht ist. Die Verschiebung des Glaskeiles kann man messen und an einer in dem Instrumente befindlichen Skala von außen ablesen, und zwar der Bequemlichkeit halber gleich umgerechnet auf die wirkliche Entfernung des Gegenstandes. In manchen Fällen ist es noch besser, wenn man

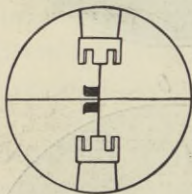


Fig. 30

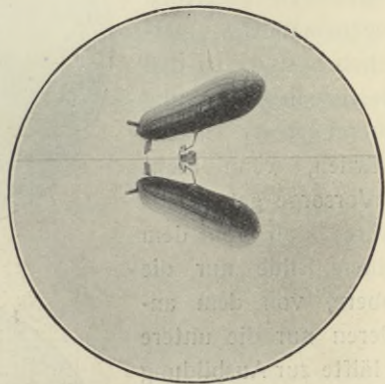


Fig. 31

das eine Bild in aufrechter, das andere in verkehrter Stellung erzeugt, wie das die Fig. 30 zeigt, man erhält so das Invert-Telemeter. Während hier die obere Bildhälfte auf dem Kopfe steht, verhält es sich bei einer dritten Variante, dem Ballon-Telemeter, wie Fig. 31 zeigt, gerade umgekehrt.

Die Telemeter werden, je nachdem es sich um die Bedürfnisse der Infanterie, der Artillerie oder um Spezialzwecke handelt, in verschiedener Größe und Ausführung, von einigen hundert Metern bis zu 30 km reichend, her-

gestellt und sind, man muß jetzt sagen: bedauerlicherweise, von der deutschen Industrie an die Armeen und Marinen fast aller Nationen geliefert worden. In der Fig. 32 ist ein mit einem Telemeter beobachtender Infanterist dargestellt.

Vielleicht ist bei dieser Gelegenheit ein kleiner Exkurs über eine Frage ganz allgemeiner Art erlaubt. Unter einem

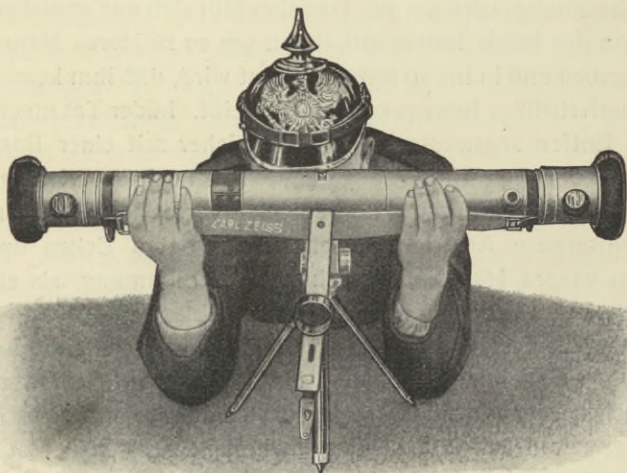


Fig. 32

optischen Apparat, wie er in einem wissenschaftlichen Laboratorium benutzt wird, stellt man sich, und das mit Recht, ein aus feinen, heiklen, zierlichen Einzelheiten zusammengesetztes Ganze vor, das man sehr vorsichtig behandeln muß, damit nichts an ihm kaputt gehe; und man hat die stille Angst: wenn er umfällt oder gar herunterfällt, dann ist es aus mit ihm. Nun, ein Entfernungsmesser oder ein anderer für den Kriegsgebrauch hergestellter

optischer Apparat besteht in seinem Innern auch aus auter kleinen Kostbarkeiten und Zerbrechlichkeiten; und doch muß er so gebaut sein, daß ihm selbst bei schlimmsten Zufällen nichts Ernstliches geschehen kann; wird doch von der Behörde verlangt, daß er es ohne Schaden aushalte, wenn er bei der Prüfung absichtlich herumgezerrt, durch schlechte Straßen gefahren oder gar aus beträchtlicher Höhe hinabgeworfen wird. Das aber läßt sich nur erreichen, wenn das heikle Innere mit einem um so solideren Mantel umgeben und in ihn so fest eingebaut wird, daß ihm keinerlei unfreiwillige Bewegungsfreiheit bleibt. In der Tat macht ein Entfernungsmesser, z. B. ein solcher mit einer Basis von 6 oder gar 10 m Länge (!), einen höchst vertrauenerweckenden Eindruck; und zugleich verrät er mit seinem schiffsgrauen Anstrich, seinen abgerundeten Ecken und dem ganzen Habitus deutlich seine Bestimmung, als ein organisches Zubehör dem Ganzen eines Kriegsschiffes oder eines Festungswerkes einverleibt zu werden. Und, um auch einen kurzen Ausflug ins ästhetische Gebiet zu machen: der physikalische Laboratoriumsapparat sieht in seiner zierlichen und heiklen Zerbrechlichkeit schön aus, aber das robuste Kriegsinstrument sieht seinerseits nicht minder schön aus; beide deshalb, weil sie ihrer Bestimmung entsprechen, und weil diese restlose Zweckmäßigkeit die Wurzel der Schönheit ist.

### **Richten und Zielen.**

Die andere, in dem Problem der Ortsbestimmung enthaltene Teilaufgabe betrifft die Richtungsinformation; und wir wollen hier gleich mit der einschneidensten und

tätigsten Gestaltung dieser Aufgabe beginnen, indem wir uns der Zielkunst zuwenden, diesem wichtigen Bestandteile der, im übrigen erst später zu behandelnden Ballistik.

Jeder, der einmal geschossen hat, weiß, daß man früher allgemein und auch jetzt im gewöhnlichen Leben das Zielen mit Hilfe von Visier und Korn besorgt; er weiß aber auch, wie mühselig und unvollkommen dieses Verfahren ist. Wird doch an den Schützen die im Grunde ganz unlösbare Aufgabe gestellt, drei in verschiedenen Entfernungen vom Auge befindliche Dinge: Visier, Korn und Ziel, gleichzeitig deutlich zu sehen, während man doch, wenn man das Auge auf das eine von ihnen einstellt, die beiden anderen nur undeutlich und zugleich doppelt, nämlich mit jedem der beiden Augen einmal, erblickt; die Augen müssen also in raschem Wechsel umgestellt und unnatürlich angespannt werden, wodurch sich die rasch eintretende Ermüdung und nervöse Abspannung, zugleich aber auch die Unvollkommenheit der Ergebnisse genugsam erklärt. Dazu kommt aber noch eins: die Geschosßbahn ist bekanntlich nicht gerade, sondern gekrümmt (wovon später die Rede sein wird), das Ziel liegt also mit der Geschütz- oder Gewehrachse gar nicht in einer geraden Linie, sondern tiefer; und es findet überdies auch eine seitliche Geschosßabweichung statt, so daß das Ziel auch noch rechts von der verlängerten Geschützachse liegt. Die Visierkunst muß also darauf Rücksicht nehmen, und zwar je nach den Umständen, insbesondere je nach der Entfernung des Zieles in sehr verschiedener Weise und sehr verschiedenem Maße. Daraus haben sich nun zahlreiche Typen von Zielvorrichtungen entwickelt, die natürlich für Gewehre und Geschütze ganz verschiedene Formen

annehmen. Für die Gewehre hat man besonders die Kasten-, Treppen- und Quadrantenvisiere, alle mit Skalen versehen, die sofort auf die vorgeschriebene Entfernung einzustellen erlauben; aber auch jetzt noch sind der Genauigkeit und Sicherheit des Zielens recht enge Grenzen gesteckt. Bei den Geschützen wird die Aufgabe noch viel verwickelter, da hier mancherlei erschwerende

Umstände in Betracht kommen, von denen nur zwei erwähnt werden mögen: die Neigung des Bodens, auf dem das Geschöß steht, und die direkte Unsichtbarkeit des Zieles. In ersterer Hinsicht kommt sowohl die axiale Schiefstellung in Frage, also die Abschüssigkeit des Bodens nach vorn oder hinten, als auch die seitliche, die man als schiefen Radstand bezeichnet; zumal die letztere macht komplizierte Hilfsfeinrichtungen an dem Visier-

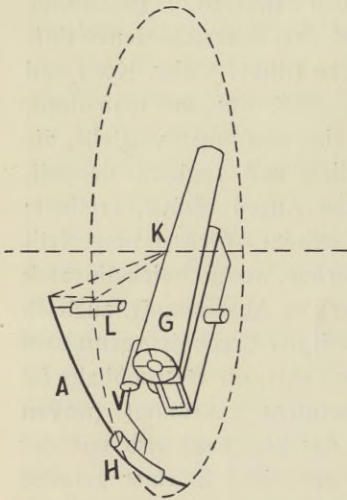


Fig. 33

apparat erforderlich, besonders wenn die im modernen Kriege nicht selten wichtige Bedingung gestellt wird, daß dauernd nachvisiert werde (z. B. auf einen vorbeischwebenden Flierer). Von dem anderen Problem, dem indirekten Richten, wird gleich noch die Rede sein. Man hat nun im Laufe der Zeiten hierfür eine sehr ausgebildete Technik erlangt, die sich aus Libelle, Kreisbogenaufsätzen, auto-



matischen Ein- und Ausschaltvorrichtungen usw. zusammensetzt, und auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Es genüge, in Fig. 33 das Schema einer der neuerdings beliebten Anordnungen zu geben: man sieht das Geschütz *G*, das Visier *V*, das Korn *K*, die Libelle *L*, den Kreisbogenaufsatz *A*, der mittels der Hülse *H* auch um die Visierachse drehbar ist.

Schließlich kommt als letzte, aber nicht unwichtigste Schwierigkeit beim artilleristischen Zielen noch der Umstand in Betracht, daß mit Rücksicht auf die kolossale Tragweite der modernen Geschütze die Ziele, um die es sich handelt, mit bloßem Auge nur unvollkommen oder gar nicht mehr erkannt werden können. Und gerade dieser Umstand zeigt uns auch den Weg zur Lösung des Gesamtproblems: es müssen optische Instrumente benutzt werden, die zugleich vergrößern und Richtungen in eine geeignete Beziehung zueinander setzen, hauptsächlich und zunächst aber die Ziele selbst durch ihre optischen Bilder ersetzen, die man dann durch geeignete Lage der abbildenden Glaskörper in die gewünschte, dem Auge bequeme Entfernung bringen kann. Das ist der Sinn der in neuerer Zeit in immer steigendem Maße eingeführten Zielfernrohre für Gewehre und Geschütze. Fehler, wie die durch Schiefstellung, Verkanten des Gewehrlaufes, durch den Unterschied zwischen Vollkorn und Feinkorn usw. entstehenden sind hier radikal beseitigt, und die Ziele erscheinen im Bilde in völliger Schärfe und Deutlichkeit.

Im einzelnen ist zu bemerken, daß sich die benutzte Vergrößerung natürlich nach der Entfernung des Objekts richtet, daß die Bildaufrichtung auch hier wieder am zweckmäßigsten prismatisch erfolgt, und daß die Visier-

linie vom Geschützlauf unabhängig und doch rechnerisch mit ihm verbunden ist; auch ist einerseits auf große Festigkeit und Widerstandsfähigkeit, andererseits auf Leichtigkeit und Einfachheit der Handhabung Wert gelegt. In der Fig. 34 ist ein Infanteriegewehr mit daran befestigtem Zielfernrohr von Zeiss abgebildet; die Erhöhung der Last ist nicht beträchtlich, und die Preisfrage sollte im Kriege keine entscheidende Rolle spielen.

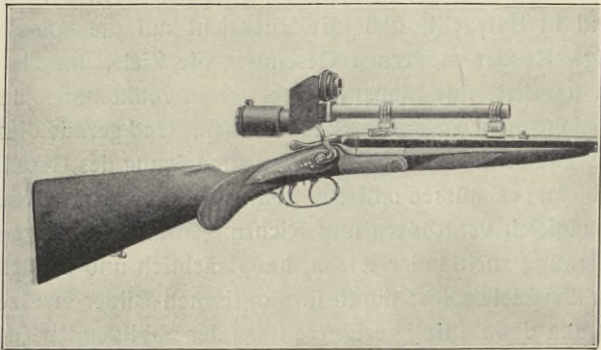


Fig. 34

Während bei Gewehren immer direktes Zielen in Frage kommt, hat man bei den Geschützfernrohren zwischen direktem und indirektem Zielen zu unterscheiden, und im modernen Kriege mit seinen gedeckten Batteriestellungen, dem Schießen über meilenweites, hügeliges Gelände usw. ist der zweite Fall eigentlich der normale geworden. Man muß dann mit einem Hilfsziele arbeiten, das sozusagen die optische Verbindung zwischen Geschütz und Hauptziel darstellt, und für das man daher einen geeigneten Punkt aufsuchen muß; gewöhnlich

arbeitet man mit zwei Hilfszielen, die je nach den Umständen vor und hinter dem Geschütz oder aber mehr seitlich gelegen sind; natürlich spielt auch die vertikale Erhebung über den Erdboden eine große Rolle, es werden deshalb Beobachtungsleitern oder Türme mitgeführt. In der Fig. 35 ist das Schema des indirekten Richtens wiedergegeben: auf dem Geschütz ist ein „Richtkreis“  $R$  angebracht, am Orte des Hilfsziels ein anderer  $R'$ ; stellt

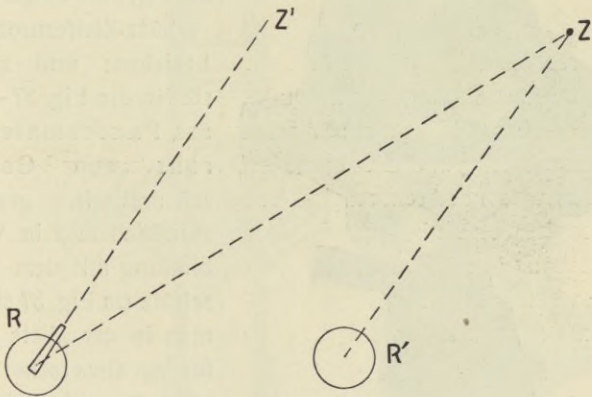


Fig. 35

man die entsprechenden Visierlinien parallel ein, so trifft man nicht das wahre Ziel  $Z$ , sondern das falsche  $Z'$ , der Fehler ist klein für sehr entfernte Ziele und wird immer größer, je näher das Ziel liegt; kennt man diese Entfernung, etwa aus einer telemetrischen Beobachtung, oder kann man sie genügend schätzen, so ist man in der Lage, den einen Richtkreis um genau soviel zu verdrehen, daß jetzt wirklich  $Z$  getroffen wird. Dazu kommt dann noch weiter, daß es sich im allgemeinen nicht um ein einzelnes Geschütz,

sondern um eine ganze Batterie handelt, und daß deshalb für jedes Geschütz, seiner Stellung entsprechend, die Winkelkorrektion eine etwas andere wird (es sei denn, daß man mit Absicht eine ganze Strecke bestreichen will); und auch sonst sind natürlich noch mancherlei Komplikationen zu beachten. In Fig. 36 ist ein Bussolenrichtkreis, d. h. ein mit Kompaß ausgestatteter Richtkreis, wieder-

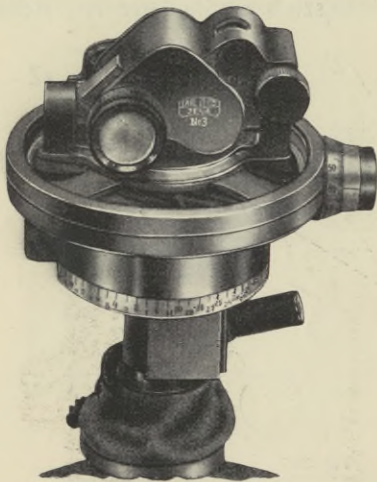


Fig. 36

gegeben, während sich die Fig. 37—40 auf Geschütz-Zielfernrohre beziehen; und zwar stellen die Fig. 37—39 das Panoramafernrohr von Goerz schematisch, gegenständig und in Verbindung mit dem Geschütz (in Fig. 37 sieht man in der Mitte das für die Goerzsche Optik charakteristische langgestreckte Prisma), Fig. 40 das Rückblickfernrohr von Zeiss dar. Alle diese Instrumente benutzen die uns schon vertraute, lichtumleitende und bildaufrichtende Wirkung besonders geformter Prismenkombinationen; sie unterscheiden sich durch den Winkel, um den der Lichtstrahl abgelenkt wird, und der davon abhängt, welche Lage das Hilfsziel oder die Hilfsziele im Verhältnis zu Geschütz und Hauptziel einnehmen. Die Ausführung dieser Apparate ist so vollkommen, daß uns in dieser Hin-

geben, während sich die Fig. 37—40 auf Geschütz-Zielfernrohre beziehen; und zwar stellen die Fig. 37—39 das Panoramafernrohr von Goerz schematisch, gegenständig und in Verbindung mit dem Geschütz (in Fig. 37 sieht man in der Mitte das für die Goerzsche Optik charakteristische langgestreckte Prisma), Fig. 40 das Rück-

sicht der Feind keinesfalls überflügeln und kaum annähernd einzuholen vermag. Übrigens gibt es auch noch weitere Modifikationen, so z. B. das für Schiffsgeschütze

bestimmte Scharten-Zielfernrohr mit direktem oder seitlichem Einblick; charakteristisch ist für dieses das lange Rohr mit schwacher Ver-

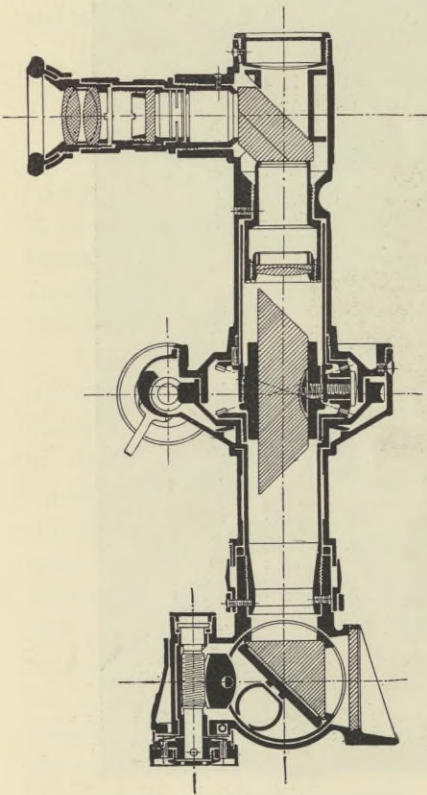


Fig. 37

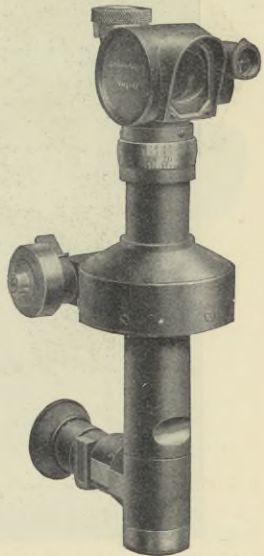


Fig. 38

größerung, aber großem Gesichtswinkel; und der Vorteil besteht darin, daß das Objektiv ganz nahe an die mög-

lichtst klein zu haltende Öffnung in der Schiffswandung zu stehen kommt und folglich die Scharte, auch wenn der

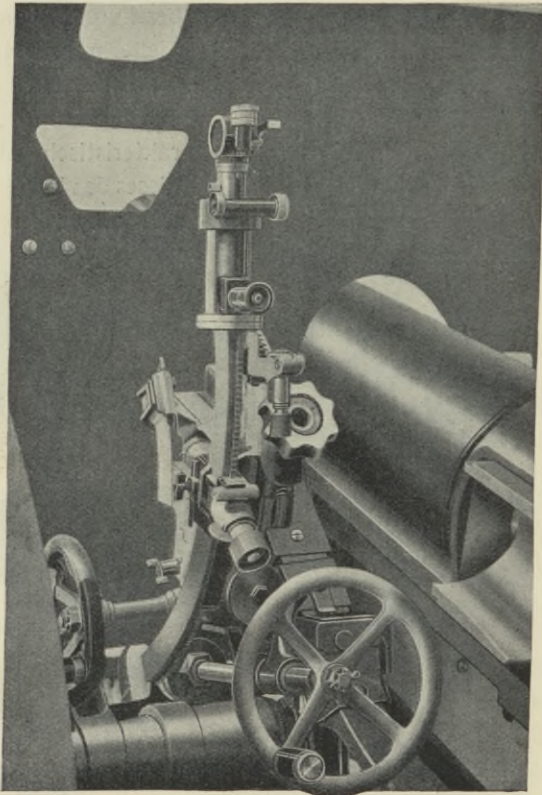


Fig. 39

Kanonier ziemlich weit von ihr entfernt ist, doch das Gesichtsfeld nicht beschränkt. Endlich sei das pankratische Zielfernrohr erwähnt, bei dem man je nach Be-

dürfnis verschiedene Vergrößerungen in raschem Wechsel einschalten kann — eine für rasch bewegliche oder miteinander in Beziehung zu setzende Ziele, von denen eines nahe, das andere fern ist, offenbar sehr bedeutsame Einrichtung.

Ein Problem für sich ist das Zielen von einem sich selbst bewegenden Punkte aus, also z. B. auf Wasser oder Luftfahrzeugen; aber darüber werden wir uns besser erst in späterem Zusammenhange unterhalten.

Damit wäre das eigentliche Thema der Zielkunst erledigt; aber in dem allgemeinen Problem der Richtungsbestimmung ist noch so mancherlei anderes enthalten; es muß genügen, hier noch einen durch die Einfachheit des Grundgedankens und die Mannigfaltigkeit der Anwendung ausgezeichneten Apparat zu erwähnen, der freilich, was die praktische Einführung angeht, noch in den Anfangsstadien sich befindet; einen Apparat, der als Richtungsbestimmer und Entfernungsmesser, zur Umleitung der Lichtstrahlen und, womit wir

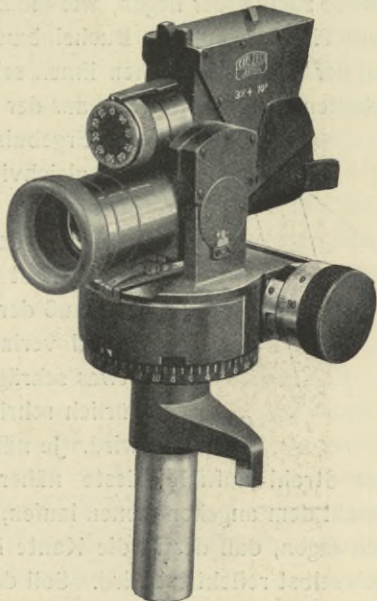


Fig. 40

bereits folgendem vorgreifen, als Zeichengeber dienen kann; einen Apparat, der als Ersatz für ein Leuchtfeuer dienen kann, obgleich er gar keine Lichtquelle besitzt; wie, so wird man fragen, kommt dieses Wunder zustande?

Denken wir uns einen Winkelspiegel, d. h. zwei ebene Spiegel, die mit einer Kante zusammenstoßen, die also so zueinander liegen, wie die beiden Hälften eines, auf den Tisch gestellten Bucheinbandes, und nehmen wir an, der Winkel zwischen ihnen sei gerade ein rechter, so erhalten wir ohne weiteres aus der Anschauung der Fig. 41

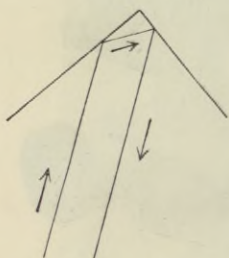


Fig. 41

das Ergebnis, daß jeder Lichtstrahl, der, gleichviel wie schräg, von links oder rechts auf den einen Spiegel fällt, von dem anderen parallel mit sich selbst zurückgeworfen wird; nur muß der einfallende Strahl horizontal verlaufen, da er, wenn er etwas schräg von unten kommt, natürlich schräg nach oben reflektiert wird. Je näher an der Winkelkante

der Strahl auffällt, desto näher wird der reflektierte Strahl dem angekommenen laufen, man kann also schließlich sagen, daß der in die Kante hineinfallende Strahl in sich selbst reflektiert wird. Soll das nun für alle Strahlen gelten, auch für diejenigen, welche schräg von oben oder unten kommen, so muß man zu den beiden Spiegeln einen dritten hinzufügen, derart, daß nunmehr die drei Spiegel alle aufeinander senkrecht stehen, also so zueinander liegen, wie zwei Wände und die Decke eines Zimmers, die in einer Ecke zusammenstoßen; man kann einen solchen Spiegel als Eckspiegel oder als Tripelspiegel be-



zeichnen. Wir wissen bereits, daß man in der technischen Optik mit Vorliebe nicht mit gewöhnlichen Spiegeln, sondern mit spiegelnden Prismen arbeitet; und so wird man sich einen Tripelspiegel am einfachsten herstellen, indem man von einem großen Glaswürfel eine Ecke abschneidet; man erhält dann ein Prisma mit einer großen und drei, untereinander gleichen und aufeinander senkrechten kleineren Flächen. Fällt nun auf ein solches Prisma ein Lichtstrahl aus irgendeiner Raumrichtung auf, so wird er nach dreimaliger Spiegelung parallel mit sich oder, wenn die drei Spiegelungen sich hart an der Prismenecke abspielen, sogar in sich selbst reflektiert. Man kann das in sehr überzeugender und überraschender Weise beobachten, indem man von links oder rechts, von oben oder unten, in das Prisma (von seiner großen Fläche aus) hineinsieht: man erblickt alsdann immer sein eigenes Auge gerade in der Ecke, es bleibt dort wie festgebannt, wie man sich selbst oder das Prisma auch drehen möge.

Hat man nun — was immer der Fall ist — auf einem Schiffe eine kräftige Lichtquelle zur Verfügung, und sucht man mit ihren Strahlen etwa die in der Ferne und noch dazu im Dunkel kaum sichtbare Küste ab, so wird man, wenn man auf einen an einem ihrer Punkte aufgestellten Tripelspiegel stößt, plötzlich das Lichtbüschel an seinen Ausgangspunkt zurückkehren sehen, und man weiß dann: in dieser Richtung liegt der und der, auf der Karte als Ort des Tripelspiegels markierte Punkt — also in der Tat ein Leuchtfeuer ohne Feuer, oder, strenger ausgedrückt: das Feuer ist nicht am Orte, den ich anvisiere, sondern an dem Orte, von dem aus ich beobachte, und das ist in vielen Fällen ein offensichtlicher Vorteil. Was hier von einem

Küstenpunkte gesagt wurde, gilt natürlich auch von Bojen und Anseglungstonnen, die auf dem Wasser schwimmen, von anderen, befreundeten Schiffen usw. In der Fig. 42 ist ein Tripelspiegel mit Stativ, in der Fig. 43

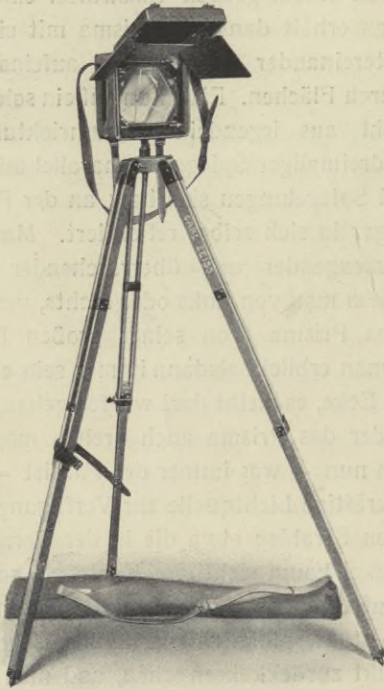


Fig. 42

eine Anseglungstonne mit sechs Tripelspiegeln (damit man von allen Seiten her anvisieren könne) abgebildet; beides Instrumente, die nach den grundlegenden Ideen Straubels von dem Zeisswerk in Jena gebaut werden.

Die Anseglungstonne ist offenbar eine „Leuchtboje ohne Lichter“, die Lichter sind durch Spiegel ersetzt, die Lichtquellen selbst befinden sich nicht am gesuchten Orte, sondern am Orte des Suchenden — eine Einrichtung, die mehrere leicht ersichtliche Vorzüge bietet.

Und wo bleiben die anderen Anwendungen des Tripelspiegels? Nun, es leuchtet ein, daß,

wenn der Eckwinkel des Spiegels nicht genau 90 Grad in allen Richtungen beträgt, wenn die drei Glasflächen nicht genau senkrecht aufeinander stehen, daß alsdann der zurückkehrende Strahl nicht genau an den Ort der Lichtquelle gelangen wird, daß zwischen dieser und ihrem Bilde vielmehr eine gewisse Strecke liegen wird, die man auf dem Schiffe leicht abmessen kann, und die,

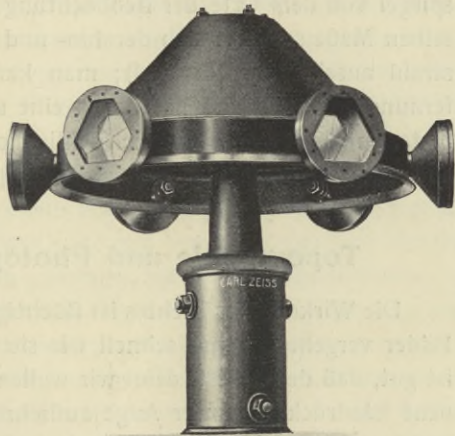


Fig. 43

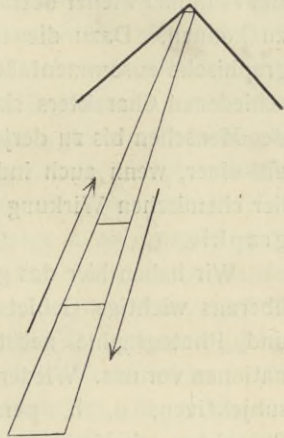


Fig. 44

bei gegebener Abweichung des Eckwinkels von 90 Grad desto größer sein wird, je weiter entfernt der Tripel-  
spiegel von dem Orte der Beobachtung ist; denn in dem-  
selben Maße spreizen sich der hin- und hergehende Licht-  
strahl auseinander (Fig. 44); man kann also jene Ent-  
fernung ermitteln und hat damit eine neue Art von Tele-  
meter zur Verfügung. Daß sich schließlich der Tripelspiegel  
auch zum Signalisieren eignet, wird sich später herausstellen.

### **Topographie und Photographie.**

Die Wirkung des Lichtes ist flüchtiger Natur, optische  
Bilder vergehen ebenso schnell wie sie entstehen; und es  
ist gut, daß dem so ist, denn wir wollen und müssen stets  
neue Eindrücke in unser Auge aufnehmen. Aber auf der  
anderen Seite wünschen wir doch in äußerst zahlreichen  
und wichtigen Fällen zu erhalten, was wir gesehen haben,  
um es immer wieder betrachten und im einzelnen studieren  
zu können. Dazu dienen alle die Künste, die man als  
graphische zusammenfaßt, die aber im übrigen sehr ver-  
schiedenen Charakters sind, von der freien Zeichenkunst  
des Menschen bis zu derjenigen Kunst, die nun wiederum  
auf einer, wenn auch indirekten Wirkung, und zwar auf  
der chemischen Wirkung des Lichtes beruht: der Photo-  
graphie.

Wir haben hier das große und auch für Kriegszwecke  
überaus wichtige Gebiet der Topographie, Kartographie  
und Photographie nebst ihren merkwürdigen Kombi-  
nationen vor uns. Wiedergaben von Gegenständen können  
subjektiven, d. h. perspektivischen, oder objektiven  
Charakters sein; in jenem Falle heißen sie Bilder im engeren

Wortsinne, in diesem Pläne und Karten. Über die Herstellung eigentlicher Bilder kann, mit Rücksicht auf die Fülle des Stoffes nur entweder sehr viel oder sehr wenig gesagt werden; wir müssen uns für das letztere entscheiden und als besonders interessant den Fall der Photographie vom Ballon oder Flugzeug aus anführen; einen Fall, für den der photographische Apparat natürlich einer besonderen Ausgestaltung bedarf, da es sich um Einstellung nach unten, um nicht selten große Entfernungen und um einen mehr oder weniger rasch bewegten Standort handelt. Daß es trotzdem gelungen ist, hier Ausgezeichnetes zu leisten, weiß schon von Friedenszeiten her jeder Amateur, der mit Luft und Licht gleichzeitig zu operieren versteht; und das, was man an photographischen Leistungen der Kriegsfieger auf ihren Erkundungsflügen in den letzten Monaten gesehen oder gehört hat, bestätigt das auch unter besonders erschwerenden Umständen.

Was andererseits die Herstellung von Plänen und Karten betrifft, so ist das nun allerdings eine Arbeit, die wenigstens im großen ganzen schon in Friedenszeiten unternommen wird, und deren Ergebnis in einem ungeheuren Kartenmaterial vorliegt, dessen Studium eine der wichtigsten Vorbereitungen für die Kriegführung ist; allerdings liegt eine gewisse Komik darin, daß derjenige Staat, der die besten Spezialkarten seines Landes besitzt, deshalb nicht etwa nur am besten Krieg führen, sondern gerade auch am besten bekriegt werden kann, weil sich der Feind im Besitze jener Karten die genaueste Landeskennntnis verschaffen kann. In Deutschland und vielen anderen Ländern werden bekanntlich die Originalaufnahmen, die sogenannten Meßtischblätter, im Maßstab

von 1:25000 hergestellt, der sich gerade für kriegerische Operationen, im heutigen Kriege allerdings nur für solche mehr lokalen Charakters, besonders eignet; für größere Gebiete und ihre Zusammenfassung dienen alsdann die auf 1:100000 reduzierten eigentlichen Generalstabskarten. Es leuchtet ein, daß eine solche Karte desto brauchbarer ist, je mehr für die Kriegführung wichtige Einzelheiten sie kenntlich macht; und wie oft haben wir nicht schon als schlichte Wanderer von irgendeinem derartigen Detail

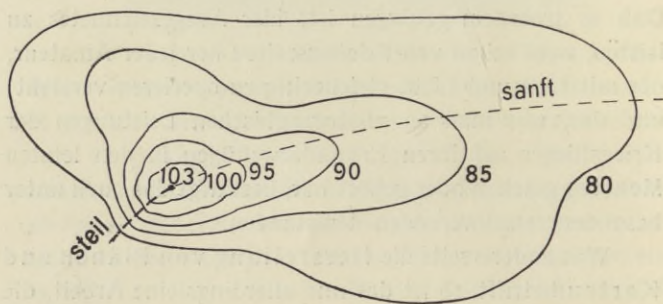


Fig. 45

Nutzen gezogen! Als Beispiele solcher Angaben seien die Höhenlinien angeführt, wenn möglich von 5 zu 5 m, woraus sich zugleich (Fig. 45) die Böschung des Geländes ergibt; ferner alle, auch die kleinsten Flüsse (ihre Wassertiefe läßt sich leider, zumal sie mit der Jahreszeit erheblich schwankt, nicht gut verzeichnen); die Art der Bodenbenutzung (ob Feld, Nadel- oder Laubwald und, wenn tunlich, wie dicht dieser steht); die Straßen verschiedener Ordnung (am besten mit zahlenmäßiger Angabe ihrer Breite) und vieles andere. Was sich hiervon mit der Zeit

ändert, ist fortlaufend, eventuell durch Handzeichnung, nachzutragen, da ein einziger Irrtum in dieser Hinsicht verhängnisvoll werden kann.

Wenn vorhin der Gegensatz zwischen „Bildern“ und „Karten“ betont wurde, so ist doch auf die Möglichkeit seiner Überbrückung hinzuweisen. In früheren Zeiten spielten in den illustrierten Zeitschriften eine große Rolle die „Ansichten aus der Vogelperspektive“ — meist aus der Phantasie gezeichnete und darum wenig zuverlässige Bilder. Jetzt sind sie fast völlig verdrängt durch die Ballonphotogramme bzw. die Aufnahmen aus dem Flugzeug, die in ihrer Art vollkommen getreu sind. Die Fig. 46 und 47 geben derartige Aufnahmen wieder. Die eine, vom Ballon gewonnen, läßt eine genaue Orientierung über die Lage eines Ortes, seine Bahnhof- und Geleisanlagen sowie eine in deren Nähe gelegene Fabrik zu; die andre, vom Flugzeug aus aufgenommen, stellt das Städtchen Saint-Germain bei Paris und den Lauf der Seine mit einer in ihr gelegenen Insel dar.

Je höher über der Erde der Ballon schwebt, während man die Aufnahme macht, destomehr verliert diese den Charakter eines Bildes und nimmt den eines Planes oder einer Karte an. Nur ist sie nach wie vor „perspektivisch“, es liegt ihr ein subjektiver Aufnahmeort zugrunde, die Perspektivität wird zwar mit der Höhe immer schwächer, aber sie bleibt doch bestehen. In der Fig. 48a ist eine solche Aufnahme wiedergegeben, und es ist ihr in b ein Stück einer wirklichen Karte zur Seite gestellt; die auf der letzteren eingezeichnete Linie entspricht genau dem Umfange des Photogramms — man sieht, daß der wahre Rand durchaus kein Rechteck, sondern ein unregelmäßiges

Viereck ist, entsprechend dem von Stelle zu Stelle vari-



Fig. 46

ierenden Maßstab des Photogramms. Damit erhebt sich die Aufgabe der „Objektivierung“, und in dieser Richtung



sind mehrere sehr interessante Methoden ersonnen worden, auf die hier leider nicht eingegangen werden kann.

Für die gesamte Topographie kommt es nun sehr wesentlich darauf an, wie weit die Methoden zur Herstellung ihrer Erzeugnisse vervollkommenet sind, und



Phot. Leipziger Presse-Büro

Fig. 47

darüber soll nun einiges gesagt werden. Lange Zeit hindurch arbeitete die Landesaufnahme ausschließlich nach dem mühsamen Verfahren der Strecken- und Winkelmessung und der darauf fußenden Zeichnung. Dann trat die Photographie auf den Plan, und zwar besonders in ihrer messenden Ausgestaltung, die als Photogrammetrie bekannt

geworden ist und nicht nur für die Aufnahme von Gebäuden und Ortschaften, sondern auch für größere Objekte, namentlich Gebirgdetails, schöne Erfolge brachte.

Die schönsten Triumphe brachte aber auch hier die Anwendung des stereoskopischen Prinzips, also die Ausnutzung der Tiefenplastik der Bilder. Nehmen wir an, daß in dem Apparate, mit dem man die stereoskopische



Fig. 48a

Aufnahme einer Landschaft betrachtet, sich, für jedes der beiden Okulare gesondert, eine Marke, etwa die Spitze eines feinen Stiftes, befinde, die sich erstens von oben nach unten, zweitens von rechts nach links und drittens, wenigstens für den tiefenplastischen Anblick, durch seitliche Verstellung der linksäugigen gegen die rechtsäugige Marke, von vorn nach hinten verschieben läßt, so wird man diese

Marke, gerade wie eine Marke der perspektivischen Skala im stereoskopischen Entfernungsmesser, frei im Raume der Landschaft schweben sehen, und man wird sie mit jedem ihrer Punkte, z. B. einer Bergspitze, zum Zusammenfallen bringen können, worauf man dann die Lage dieser Bergspitze sofort am Apparate ablesen könnte. Diese Idee

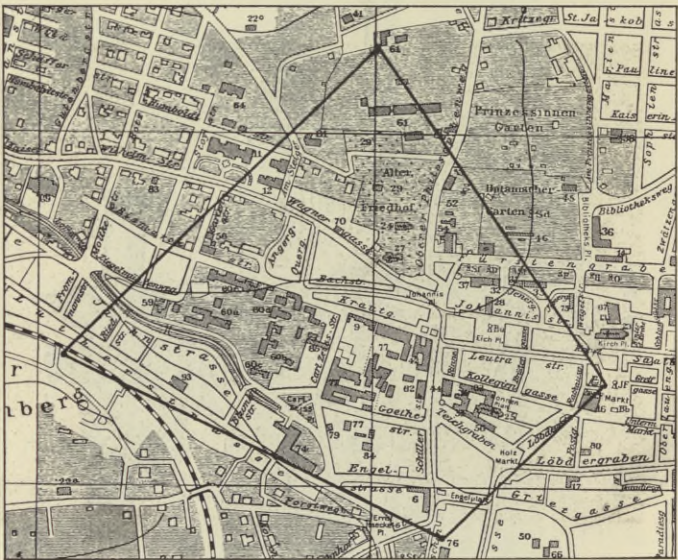
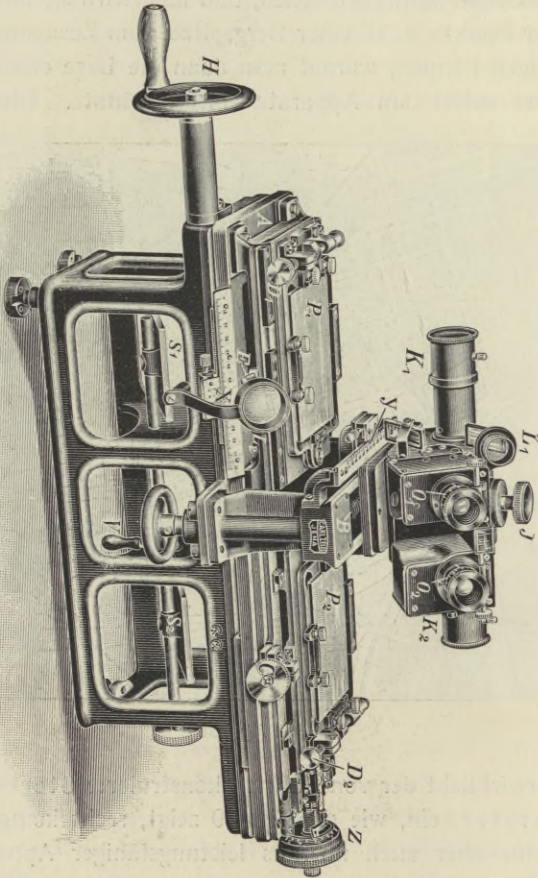


Fig. 48b

verwirklicht der von Pulfrich konstruierte Stereo-Komparator, ein, wie die Fig. 49 zeigt, recht komplizierter, dafür aber auch überaus leistungsfähiger Apparat, der denn auch bei den Landesaufnahme-Behörden und den militärgeographischen Instituten schon weitgehende Aufnahme gefunden hat. Man bedenke nur, daß man in dem

aufzunehmenden Gebiete nicht Wochen oder Monate zu verweilen braucht, sondern nur Stunden oder Tage, näm-

Fig. 49



lich so lange, bis die stereoskopischen Aufnahmen gemacht sind; alles weitere vollzieht sich dann, von Wind und Wetter

unabhängig, im Meßzimmer mit Hilfe des Stereo-Kompa-

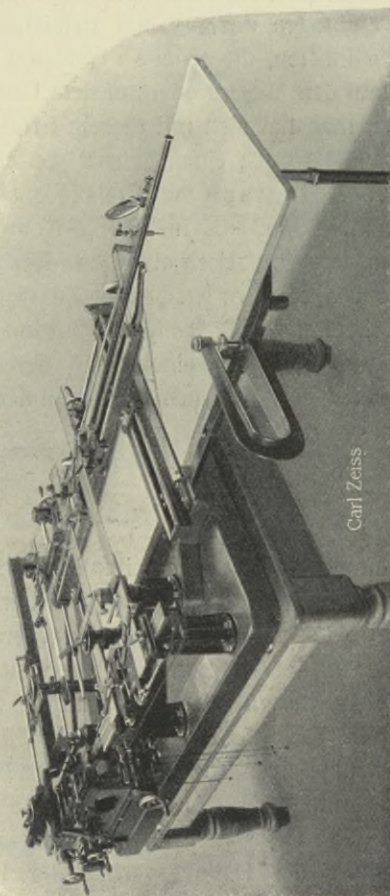


Fig. 50

rators. Gerade auch bei langwieriger Kriegführung, wo sich immer neue Aufgaben in neuen Gegenden darbieten,

kann dieses Verfahren begreiflicher Weise oft von entscheidendem Vorteile werden. Auch bieten sich mancherlei Spezialanwendungen dar, so die Ermittlung der Aufstellung von Flotten, die genaue Festlegung der Geschösaufschläge auf dem Wasser oder auf dem Lande, und vieles andere. Ja, man hat sich mit diesem Erfolge noch nicht begnügt, man ist noch einen Schritt weiter gegangen in dem Stereo-Autograph von Orels (Fig. 50), mit dessen Hilfe man nicht bloß die im Stereo-Komparator eingestellten Punkte automatisch ohne jede Rechnung auf den Plan übertragen, sondern auch ganze Zusammenfassungen, z. B. die Höhenlinien oder Isohypsen automatisch zeichnen lassen kann, so daß jetzt eine Karte, deren Herstellung früher Wochen in Anspruch nahm, innerhalb weniger Stunden angefertigt werden kann.

### **Röntgenstrahlen.**

Und nun wollen wir zum zweiten Male den eigentlichen Kriegsschauplatz verlassen und den Stätten einen Besuch abstatten, wo die da draußen geschlagenen Wunden geheilt werden; unser erster Besuch galt der mikroskopischen, der jetzige zweite gilt der Röntgenuntersuchung; also einer Technik, die, was unser Land und unsere Krieger betrifft, in dem jetzigen Kampfe zum ersten Male in großem Maßstabe erprobt wird. Auch das ist eine Informationstechnik, und der Gegenstand der Information ist der Verwundungs- und der Heilungsverlauf der Kampfesopfer.

Röntgenstrahlen — das sei kurz vorausgeschickt — entstehen, wenn eine andere Strahlenart, die Kathodenstrahlen (die ihrerseits im fast luftleeren Raume von einem

stark geladenen Strompole ausgehen) plötzlich in ihrem Laufe gehemmt oder, wie man technisch auch sagen kann, gebremst werden, z. B. indem sie auf die Wandung des Entladungsrohres oder auf ein Metallblech aufprallen; von dieser Stelle nehmen die Röntgenstrahlen ihren Ursprung und treten dann in den freien Raum hinaus. Die Röntgenstrahlen haben viele, von denen des Lichtes abweichende Eigenschaften; diejenige Eigenschaft aber, die sie medizinisch so wertvoll macht, ist bekanntlich ihr Vermögen, Stoffe, die für Lichtstrahlen undurchdringlich sind, zu durchdringen, die spezifisch leichtesten am besten, die dichtesten am schwersten und schlechtesten. So kann man auch die Bestandteile des menschlichen Organismus in eine Reihe ordnen, die mit den Muskeln beginnt und mit den Knochen aufhört oder, wie wir im Hinblick auf das uns hier besonders interessierende sagen können: die mit Knochen aufhören würde, wenn es nicht im Organismus in außergewöhnlichen Fällen Dinge gäbe, die noch undurchdringlicher sind als jene, nämlich die im Körper stecken gebliebenen Geschosse. Direkt freilich kann man die Röntgenstrahlen und ihre Wirkungen nicht wahrnehmen, wohl aber indirekt durch zwei sich schön ergänzende Hilfsmittel: die Fluoreszenz, zu deren Beobachtung man sich gewöhnlich eines mit Bariumplatinzyanür bestrichenen Schirmes bedient, und die Photographie, für die besondere Methoden und Apparate ausgebildet sind. Jene Methode, die Fluoreszenz, dient zur erstmaligen, raschen Beobachtung des Bildes (das übrigens kein eigentliches Bild, sondern nur ein Schattenbild ist, weshalb man auch das abzubildende Objekt möglichst unmittelbar an die Bildfläche heranbringen muß); diese, die Photographie,

zur genaueren nachträglichen Untersuchung. Nun kommt es, um gute Ergebnisse zu erzielen, auf sehr zahlreiche Faktoren an: auf die Stromspannung und Stromstärke, auf das Material und die Form des Entladungsrohres und der in ihm angebrachten Elektroden, auf die Güte des Vakuums in ihm — man unterscheidet in dieser Hinsicht zwischen „harten“ und „weichen“ Röhren und besitzt

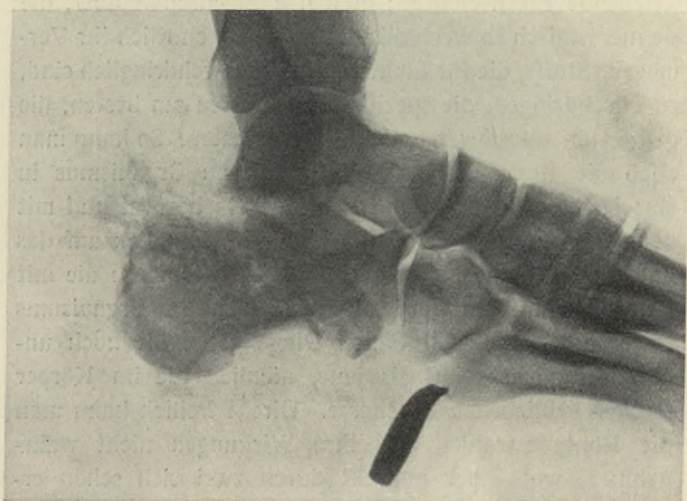


Fig. 51

jetzt eigene Methoden, um die „Härte“ zu messen und zu regulieren —, ferner auf die Bestrahlungsdauer und noch auf vieles andere. Da aber eine große Zahl von Physikern, Technikern und Medizinern 20 Jahre lang an diesem Problem gearbeitet hat, ist man jetzt bereits auf einer anfangs ungeahnten Höhe der Leistungsfähigkeit angelangt. Von dem Ideal, daß nämlich jedes Lazarett mit Röntgen-



laboratorium ausgestattet sei, sind wir nicht mehr allzuweit entfernt; und alle Berichte aus dem Felde und dem Binnenlande stimmen darin überein, wie segensreich die ganze Einrichtung wirkt, wie viele Fälle ausschließlich oder doch vorwiegend durch die

Röntgenuntersuchung der Heilung zugeführt werden können.

Natürlich ergeben sich auch hier wieder mancherlei Erschwerungen aus den besonderen Umständen des Krieges: die Apparate müssen besonders solide gebaut und auch sonst den Bedürfnissen angepaßt werden, es ist notwendig, sie häufig nachzuprüfen; und es hat sich dabei als



Fig. 52

vorteilhaft herausgestellt, daß neben den eigentlichen Röntgenärzten — als welche man ja gegenwärtig wohl mindestens alle Chirurgen, aber auch viele innere Ärzte ansprechen darf — auch Physiker tätig seien, die, da sie

die prinzipiellen, theoretischen und experimentellen Grundlagen naturgemäß besser verstehen, eher in der Lage sind, in außergewöhnlichen Fällen Rat zu erteilen und Abhilfe zu schaffen. Ist es doch überhaupt ein sehr erfreulicher Einzelzug in der Organisation unserer Kriegsmacht, daß allenthalben die Spezialisten mit ihrem besonderen Wissen



Fig. 53

und Können herangezogen werden, zum großen Teil sogar ganz unabhängig von ihrem Militärverhältnis: so, um nur einige Beispiele anzuführen, beim Festungsbau und Pionierwesen, bei Eisenbahn und Motorbetrieb, bei der Telegraphie mit und ohne Draht, bei der Artillerie und so auch hier im Lazarettwesen.

In den Fig. 51 bis 53 sind drei, der Jena'schen chirurgischen Klinik entstammende Röntgenbilder von Schüssen aus dem jetzigen Kriege wiedergegeben, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Wrede verdanke; man sieht die Geschosse als dunkelste, die Knochen als mittlere, alles andere als helle (meist überhaupt hier nicht mehr erkennbare) Teile; man sieht die zerfetzten Knochenteile, die Verdrückung oder Spaltung des Geschosses (Infanterie-

geschoß bzw. Schrapnellkugel), und man kann daraus nicht nur den Gang des Schusses (das Infanteriegeschoß z. B. ging durch den Fersenknochen hindurch und wurde dann durch Anprall an der Stiefelsohle verbogen und umgedreht, die Kugel im Bilde 53 ging durch die Wurzel der kleinen Zehe hindurch, dann unter der Fußsohle weiter und blieb schließlich liegen) feststellen, sondern auch wichtige Anhaltspunkte für die Behandlung des Falles gewinnen.

Sind somit die Röntgenstrahlen ein ausgezeichnetes diagnostisches Hilfsmittel, so werden sie, wie man weiß, als Heilmittel in sehr verschiedenem Maße geschätzt. Ihre Wirkung scheint aber doch in manchen Fällen ganz auffällig zu sein; ganz neuerdings wird z. B. von einer Wirkung auf Knochenbrüche berichtet, die darin besteht, daß die zerstörte Materie an der Bruchstelle sich viel leichter und rascher Neubildet und damit das Zusammenwachsen beschleunigt, wenn nicht überhaupt erst ermöglicht.

### **Augenläser.**

Wir könnten damit die räumlich-bildliche Informationstechnik als erledigt ansehen. Aber da ist noch ein kleiner, unscheinbarer Apparat, der so bekannt und verbreitet ist, daß man anzunehmen geneigt ist: über ihn ließe sich nichts Neues mehr sagen. Das ist die Brille, die dazu bestimmt ist, die Mängel des menschlichen Auges, sobald sie einen störenden Grad erreichen, zu beseitigen. Das Problem der Brille erscheint so einfach, daß man sich seit Jahrhunderten damit begnügt hat, sie schlecht und recht herzustellen und allenfalls kleine Verbesserungen mehr

äußerlicher Art anzubringen. Erst in neuester Zeit ist man sich darüber klar geworden, daß hier prinzipiell noch manches nicht in Ordnung ist, und daß man daher noch Raum hat für entscheidende Verbesserungen der Brille. Besonders kommt hier in Frage, daß das Auge zwar die äußerst nützliche Fähigkeit besitzt, sich um seinen Mittelpunkt wie in einem Kugelgelenk drehen zu können, daß aber hiervon nur der normale Mensch, der zum Brillentragen verurteilte hingegen nicht Gebrauch machen kann; denn die übliche Brille gibt nur beim zentralen Durchblicken gute, bei schiefem Strahlengang dagegen verzerrte und unscharfe Bilder, so daß der Brillenträger es vorzieht, den ganzen Kopf zu drehen, um seitliche Gegenstände zu beobachten. Ein Augenglas, mit dem man in allen Richtungen gut sehen könnte, wäre offenbar ein ganz wesentlicher Fortschritt, und gerade für den Soldaten im Felde, der doch allen Grund hat, seinen Blick mit voller Ausnutzung spielen zu lassen, würde dieser Fortschritt unvergleichlich sein. Es ist nun den vereinigten Bemühungen Gullstrands und von Rohrs gelungen, das Problem tatsächlich zu lösen, und die nach diesen Berechnungen hergestellten Brillen werden unter dem Namen „Punktalgäser“ von Zeiss in Jena fabriziert. Sie beruhen auf der Idee, die Flächen nicht, wie es bisher bei Gläsern für astigmatische Augen geschah, sphärozyllindrisch zu schleifen, sondern sphärotorisch, d. h. als Gläser, die auf der einen Seite von einer sphärischen, auf der anderen von einer torischen, nämlich tonnen- oder ringförmigen Fläche begrenzt wird. Dadurch erreicht man, daß die Wirkung in allen Richtungen ebensogut ist, wie bei gewöhnlichen Gläsern nur beim Sehen durch die Mitte. In der Fig. 54

sind einige Bildproben mitgeteilt: die drei ersten Vertikalspalten beziehen sich auf ein altes, die drei anderen auf ein neues Glas; die erste Horizontalreihe gilt für zentralen Durchblick, hier sind beide Gläser gleich gut, die folgenden gelten dann für immer schrägeren Durchblick, und man sieht, wie sich das Bild der beiden als Beispiel gewählten Buchstaben bei dem alten Brillenglase zuletzt bis zur

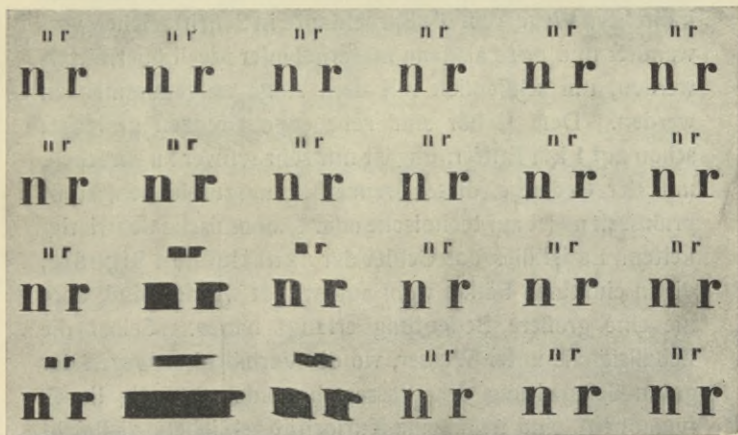


Fig. 54

Unkenntlichkeit verzerrt, während es bei dem Punktalglase unverändert gut bleibt; das nähere ist aus dem begleitenden Text zu ersehen. Es wäre sehr erwünscht, wenn sich die Heeresverwaltung entschließen könnte, diese Brillen in großem Maßstabe einzuführen; die Kosten dürfen nicht in Betracht kommen, auch würden sie sich gerade durch die Massenherstellung der Brillen wesentlich verringern.

## **Zeichengebung.**

Damit wäre es nun an der Zeit, von der räumlich-bildlichen Information zur Zeichengebung, als der anderen Möglichkeit, sich gegenseitig zu informieren, überzugehen. Die normale Form, in der sich Menschen verständigen, ist die Sprache, entweder in Zusammenarbeit mit dem Gehör — das ist der direkte Weg — oder auf dem indirekten Wege, daß die Sprachlaute in Schriftzeichen verwandelt und diese alsdann materiell oder ideell übermittelt werden, um schließlich mit dem Auge aufgenommen zu werden. Dem Gehör sind sehr enge Grenzen gesteckt; schon auf 1 km Entfernung ist nur sehr schwer zu sprechen, und der Gedanke, diese Grenzen hinauszuschieben, stößt praktisch meist auf technische oder ökonomische Schwierigkeiten. Es ist dies das Gebiet der akustischen Signale, die in einzelnen Fällen wohl angewandt worden sind, aber nie eine größere Bedeutung erlangt haben. Selbst die Schallsignale unter Wasser, wo die Verhältnisse wegen der guten Schalleitung des Wassers besonders günstig liegen (vgl. oben), sind mehr eine Kuriosität geblieben, vielleicht gewinnen sie noch einmal Bedeutung für die einzelnen Glieder einer Unterseebootflotille. In seine Rechte ist das Gehör als aufnehmendes Organ schließlich doch eingetreten, aber auf einem ganz anderen Wege, nämlich unter Vermittelung der Elektrizität, wovon später die Rede sein wird.

Aber es gibt eine Art von akustischer Information, die wir nicht mit völligem Schweigen übergehen dürfen, obgleich sich nicht eben viel darüber in Worte kleiden läßt; das sind die musikalischen Signale, die gewissermaßen

eine Ergänzung der Kommandostimme darstellen für Fälle, wo das mitzuteilende gewissen typischen Inhalts ist und weithin verstanden werden soll. Als Schall- oder Tonquelle dienen Trommel, Trompete, Glocken, Pfeifen, Nebelhörner und, in besonderen Fällen, Kanonenschüsse. Mit der Zeit ist die Bedeutung dieser Signale immer geringer geworden, und im gegenwärtigen Kriege scheinen sie, wohl hauptsächlich mit Rücksicht auf die großen Dimensionen, innerhalb deren sich die Ereignisse abspielen, ganz in den Hintergrund getreten zu sein.

Und dann noch eines, was sich freilich über das Niveau der trocknen Information erhebt und in die Sphäre der Stimmung und Begeisterung geleitet: die Musik! Ihre Bedeutung ist auch in unserer, wie man gern sagt, mechanisierten Zeit noch nicht gebrochen, und wie oft hört oder liest man von der entscheidenden Wirkung, die sie ausgeübt hat. Leider scheinen sich große Truppenmassen ohne diese Beigabe behelfen zu müssen, Militärmusiker sind eben nicht in entsprechender Zahl aufzutreiben wie kampffreudige Soldaten; aber dann tritt, wie oft berichtet wurde, der Acapellagesang in die Lücke, zur Siegesstimmung für die Sänger, zur staunenden Überraschung für den Feind.

Bekanntlich haben unsere Ohren einen sehr unangenehmen Mangel: man kann sie nicht zumachen. Im Kriege hätte man nicht selten Veranlassung, das zu wünschen, und besonders die Mannschaft der schweren Geschütze läuft ernstliche Gefahr durch die ungeheure Schallstärke der Schüsse. Da man die Ohren nicht zumachen kann (und auch das Verdecken mit den Händen nützt nicht viel), muß man wenigstens den Mund aufmachen, damit das

Trommelfell nicht platzt und überhaupt ein Druckausgleich im Ohre erfolgen könne. Noch besser wäre freilich die mechanische Schwächung der Schallempfindung — aber das brauchbare „Antiphon“ ist leider noch nicht erfunden.

Weit mehr im Vordergrund der Praxis steht die optische Zeichengebung. Da hätten wir nun mit der schon angedeuteten Methode der materiellen Übertragung von Schriftzeichen, sei es durch persönliche Boten, sei es durch eine Kette von solchen, also durch Stafettenlauf (wie er gerade vor Kriegsausbruch so eifrig von unserer Jugend geübt wurde), sei es endlich durch das Generalmittel, die Post, zu reden. Aber worüber sollten wir uns hier unterhalten? darüber, wie bewundernswertes unsere Feldpost leistet? oder darüber, daß sie eigentlich noch viel mehr leisten könnte? Gehen wir über dieses Thema, das dem unserigen denn doch etwas gar zu fern liegt, hinweg!

Dann haben in früheren Kriegen kleine, befiederte Boten, die Briefftauben, eine gewisse Rolle gespielt, indem sie Nachrichten aus und nach belagerten Festungen übermittelten. Im gegenwärtigen Kriege hat man nur selten, so z. B. aus dem monatelang zernierten Przemysl, von dieser Luftpost gehört, im Westen scheinen sie gar keine große Rolle zu spielen. Von Tauben hört man zwar viel, aber in einem ganz anderen Sinne; und die atmosphärische Post wird von einem Organismus übernommen, der den Tauben denn doch noch weit überlegen ist, von den elektrischen Wellen, über die wir später reden werden.

Eine große Rolle spielen, wie man weiß, die optischen Signale in Friedenszeiten; und die Formen, die



man dabei benutzt, sind sehr mannigfaltig, wie die Zeiger der Eisenbahnsignale bei Tage, die bunten Scheiben bei Nacht, wie die Flaggen- und Wimpelsignale der Marine, die aus 18 verschiedenen Formen- und Farbkombinationen nicht weniger als 75000 verschiedene Mitteilungen zu machen erlauben, während man sich für größere Entfernungen allerdings, da hier die Farben nicht mehr sicher wirken, auf die Formenmannigfaltigkeit beschränken muß. Dann die Semaphore, die für Wetterdienst und Schifffahrt eine große Rolle spielen, und denen man auf exponiert gelegenen Küstenpunkten häufig begegnet. Im Kriege haben alle diese Verständigungsmittel aus begreiflichen Gründen keine allgemeine Bedeutung.

Dagegen spielen die Methoden der Zeichengebung durch wirkliche Lichtblitze überall, wo man keine elektrischen Verfahren anwenden kann, auch im modernen Kriege noch eine große Rolle; besonders in Gegenden, wo die Luft klar und für Lichtstrahlen gut durchlässig ist, was z. B. in Wüsten- und Steppenländern oder Gebieten ähnlichen Charakters der Fall ist; so haben diese Apparate namentlich in den verschiedenen süd- und südwestafrikanischen Kämpfen viel Gutes geleistet. Ausgegangen ist die Grundidee (die übrigens nahe genug liegt), von dem Engländer Mance, der seinerseits an den von Gauss erfundenen Heliotropen anknüpfte und nur den Gedanken ausbaute, den kleinen Spiegel, der den Hauptteil des Apparates bildet, immer abwechselnd so zu drehen, daß man das Spiegelbild der Sonne an dem gewünschten Ort zu sehen und nicht zu sehen bekam; durch raschen und langsamen Wechsel kann man dabei leicht entsprechendes erzielen, wie die Punkte und Striche im Morse-

alphabet, und durch entsprechende Kombination die Buchstaben des ABC. Das Hin- und Herdrehen des Spiegels wird neuerdings durch das zweckmäßigere Freilassen und



Fig. 55

Abblenden ersetzt, und auch sonst sind die Vorrichtungen vielfach vervollkommenet worden, so daß man mit kräftiger Lichtquelle über 100 km, untergünstigen Verhältnissen auch noch viel weiter Mitteilungen senden kann. Insoweit die Sonne selbst benutzt wird, heißen die Apparate Heliographen, sie werden zweckmäßigerweise meist mit zwei einander gegenüber stehenden Spiegeln ausgestattet, wie das die Fig. 55 zugleich mit dem Stativ, dem

Richtfernrohr und sonstigem Zubehör erkennen läßt. Kann man auf Sonnenlicht nicht rechnen, so benutzt man am besten wieder den bereits erwähnten Glühkörper, der durch

Azetylen und Sauerstoff, am Orte selbst hergestellt, gespeist wird. In Fig. 56 ist eine ganze Signalstation mit der bedienenden Truppe abgebildet, bestehend aus Heliograph, Signalgerät, binokularem Beobachtungsfernrohr und Morseschreiber. Sehr gut kann man auch den Tripel-  
spiegel zu Signalisierungszwecken benutzen, indem man ihn abwechselnd freiläßt und verdeckt, hier braucht man also am Aufgabeorte überhaupt keine Lichtquelle.

Für den individuellen Gebrauch dienen Miniatur-  
scheinwerfer, die der Soldat mit der Hand — am besten



Fig. 56

in Verbindung mit seinem Feldstecher — einstellt und durch geeignete Periodik zum Signalisieren benutzt; als Beispiel diene das Goerz-Leppin-Signalgerät, das die Fig. 57 im Gebrauch veranschaulicht.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist im modernen Kriege der Nachrichtenverkehr vom und zum Flugzeug geworden, und hier beherrschte bis vor kurzem das optische Signal, da alle anderen Methoden versagten oder noch nicht spruchreif waren (man vergleiche hierüber weiter unten), fast ausschließlich das Feld. Ein sehr einfaches Verfahren

wird in Frankreich angewandt, indem man aus einem Be-



Fig. 57

hälter mittels eines feinen Rohres Lampenruß austreten läßt, und zwar mit Hilfe eines kleinen Schiebers für kurze oder

längere Zeit, so daß man, wie die Fig. 58 andeutet, von unten aus eine nach Morse lesbare Rußschrift zu sehen bekommt; auch kann man mittels zweier Arten von Raketen weiße und schwarze Wölkchen erzeugen. Vollkommener ist natürlich auch hier die Benutzung wirklicher Lichtsignale, und hierfür hat sich anmentlich der Donathsche Apparat gut bewährt. Es ist ein kleiner Scheinwerfer mit stark erhitzter Osramlampe als Lichtquelle, der erregende Strom wird von einer kleinen Akkumulatorenbatterie erzeugt, die unempfindlich gegen Lageänderungen ist, die Signale werden durch Stromschluß

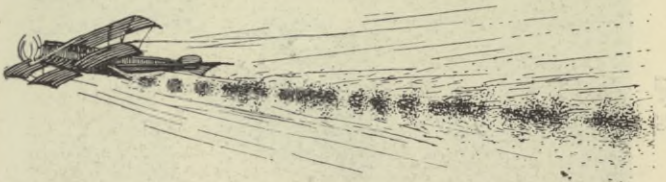


Fig. 58

mittels eines bequemen Knopfes hervorgebracht, dazu gehört dann noch ein Visierrohr usw. Das ganze wiegt nur 5—6 kg, die Lampe hat eine allerdings kurze, aber für diese Zwecke genügende Lebensdauer; die Reichweite beträgt je nach dem Luftzustande 8—16 km. Ein anschauliches Bild der Handhabung des Apparates gibt die Fig. 59. Übrigens kann man den gleichen Apparat auch zum Vermitteln von Nachrichten an den Flieger benützen, und es können dann beide Stationen Wechselgespräche miteinander führen. Nur zur Übermittlung von Photographen und Zeichnungen ist jetzt noch der direkt mechanische Betrieb erforderlich, also etwa durch Abwerfen

von Hüllen, die die Zeichnungen enthalten, besser aber



Fig. 59

mittels Körpern, die beim Auftreffen auf den Erdboden aufleuchten und dadurch leichter auffindbar sind.

## Telegraphie und Telephonie.

Und nun der elektrische Nachrichtendienst! Ist es nicht interessant, sich zu vergegenwärtigen, was sich da im Laufe eines Jahrhunderts abgespielt hat? Die napoleonischen Kriege noch ohne alles, die deutschen Einheitskriege mit Benutzung der Telegraphie, die Kriege auf dem Balkan und in Ostasien schon mit dem Telephon, der gegenwärtige Weltkrieg mit Hinzufügung der drahtlosen Telegraphie; und der nächste (wenn er überhaupt noch möglich sein wird), wird vielleicht unter dem Zeichen der drahtlosen Telephonie stehen, wenn nicht gar Methoden zur Anwendung gelangen werden, von denen wir uns heutzutage auch nicht einmal etwas träumen lassen.

Über die Telegraphie im Kriege, die normale und die Feldtelegraphie, wäre, wenn wir uns nicht Beschränkung auferlegen müßten, mancherlei zu sagen. Wie die Drähte namentlich in den Tagen der Mobilmachung gearbeitet haben, kann man sich vorstellen; und obgleich wir in Deutschland bekanntlich ein sehr dichtes Netz von Drähten haben, würde man doch in große Verlegenheit geraten sein, wenn, wie auf einem Geleise nur ein Zug, so auf einem Drahte nur eine Nachricht zu derselben Zeit befördert werden könnte. Das ist nun neuerdings nicht mehr der Fall; der Vielfach-Telegraphie verdanken wir die Möglichkeit, mehrere Depeschen denselben Draht durchlaufen zu lassen, ohne daß sie miteinander in Verwirrung geraten. Durch merkwürdige Schaltungs- und Abstimmungsvorrichtungen kann man zwei| miteinander drahtende Stationen von allen übrigen und von allen anderen

Drahtungen unabhängig machen; in *C*, Fig. 60, nimmt man auf, was in *A*, und zu gleicher Zeit in *D*, was in *B* aufgegeben wurde, und ebenso in entgegengesetzten Richtungen,

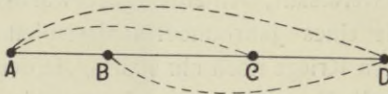


Fig. 60

z. B. gleichzeitig von *A* nach *D* und von *D* nach *A* oder auch von *C* nach *B*. Eine stärkere Probe auf die Leistungsfähigkeit unseres Netzes kann es doch kaum geben, als die gegenwärtige; müssen wir doch zwischen West- und Ostgrenze, zwischen Küste und Binnenland, zwischen Deutschland und Österreich uns rasch und sicher verständigen!

Im Kriege selbst wieder, in dem ganze, allmählich immer mehr angewachsene und vollkommener organisierte Truppenkörper ausschließlich der Telegraphie und Telephonie gewidmet sind, handelt es sich einerseits um die Benutzung vorgefundener fremder, zum Teil mit abweichenden Einrichtungen versehener Anlagen — wie denn z. B. das belgische Netz seit Monaten für unsere Zwecke arbeitet — deren durch Kampf oder Absicht entstandene Schäden rasch wieder auszubessern sind; andererseits um die vorübergehende Anlage von Feldtelegraphen, die namentlich das ganze Front- und Hinterfrontgebiet in innigen Zusammenhang zu bringen haben. Daß sich auch hier wieder mancherlei Spezialprobleme auftun, wird man von vornherein vermuten, aber nur einiges kann angedeutet werden:



alle Teile müssen leicht und sicher transportabel sein, namentlich die galvanischen Elemente, die den Strom liefern, und die man daher am liebsten nicht in der gewöhnlichen flüssigen Form, sondern in der Gestalt von Trockenelementen mit sich führt; die Isolatoren, die nicht so zerbrechlich sein dürfen wie Porzellan und daher lieber aus Hartgummi oder ähnlichem Material gewählt werden; die Leitungsdrähte, die bei geringem Stromwiderstand doch leicht und deshalb zwar dünn, aber aus gut leitendem Stoff gewählt werden müssen, wobei wie bei vielem andern freilich nun auch wieder zu bedenken ist, daß im Kriege die Auswahl unter den Materialien stark eingeschränkt zu sein pflegt — und so noch vieles andere. Wie ausgezeichnet der Depeschendienst im jetzigen Kriege funktioniert, dafür sei als glänzendes Beispiel angeführt, daß mehrere Telegramme, die dicht hinter der Front an der Aisne aufgegeben wurden, nach weniger als 2 Stunden im Herzen des Reiches in die Hände der Empfänger gelangten.

Was die Telephonie betrifft, so braucht man nur die komplizierte Anlage einer größeren Zentrale zu kennen, um sich vorzustellen, wie schwierig der Betrieb in einem großen Kriegszentrum, also namentlich im großen Hauptquartier sich gestalten muß, und das um so mehr, als von hier aus nicht bloß nach festen Außenstationen zu sprechen ist, sondern auch nach jenen wechselnden, die von den Bewegungen der Truppenkörper abhängen; trotzdem scheint auch hier alles ausgezeichnet ineinander zu greifen. Dazu kommt dann die eigentliche Feldtelephonie, die heutzutage einen großen Teil der Botengänge zu Fuß, zu Pferde und zu Wagen überflüssig macht, indem sie den Stab mit

den Truppenteilen, diese untereinander, das Geschütz mit der Beobachtungsstation, das Außenfort mit der Zentralfestung, die einzelnen Teile des Kriegsschiffes usw. verbindet. Wird doch das Telephon, namentlich in Verbindung mit dem Wirken der Kavallerie, bis an die Front selbst vorgeschoben, und selbst Patrouillen nehmen es unter Umständen bis in gefährdetes, wenn nicht gar feindliches Gebiet hinüber, wobei das Nachziehen, Befestigen und Wiederaufrollen der Leitung besondere Probleme darbietet. Natürlich müssen auch bei der Telephonie die Einrichtungen den besonderen Anforderungen des Felddienstes angepaßt sein; insbesondere muß die Hörstärke möglichst groß sein, um eventuell auch allem benachbarten Lärm, seien es nun Truppenbewegungen, Gewehrfeuer oder gar Geschützdonner, zum Trotz sich durchzusetzen, wie das mit Hilfe besonders guter Leitungen, mikrophonischer Vorrichtungen, empfindlicher Platten und anderer Einzelheiten erreicht wird; darauf kann hier nicht näher eingegangen werden.

Die jüngeren unter uns, die mit dem Telephon aufgewachsen sind, haben kaum eine Ahnung davon, was für eine Umwälzung dieser unscheinbare Apparat schon in Friedenszeiten hervorgebracht hat. Während ein Telegramm eine einseitige Äußerung ist, zu deren Ergänzung von der anderen Seite Stunden erforderlich sind — und das bei jedem hin und her immer wieder von neuem —, hat man es hier mit einer wirklichen Ausschaltung der Ortsverschiedenheit zu tun, man redet miteinander, wie wenn man beieinander wäre. Das ist nun offenbar geradezu entscheidend in allen den Fällen, in denen ein zeitlicher Aufschub einen Verzicht auf die Sache selbst be-

deutet. Und wenn das schon bei Geschäften des Friedens nicht selten vorkommt, um wieviel mehr im Kriege, wo ein paar Stunden, ja eine einzige Stunde über Sieg oder Niederlage entscheiden kann. Und nun stelle man sich vor, wie sich die Kriegführung durch das Telephon von Grund aus verändert hat, ganz besonders aber natürlich das Schlachtenwesen. Ist doch der Feldherr, der sich früher irgendeinen notdürftig geeigneten Hügel aussuchen mußte, um die Schlacht mit Hilfe von Eilboten, optischen Instrumenten und Depeschen zu leiten, jetzt in der Lage, fern vom Kampffelde, im geschützten Zimmer eines geräumigen Schlosses, umgeben von seinem Stabe, seinen Karten und Plänen, seinen Empfänger- und Geber-Telephonen, die Befehle zu erteilen und unter Umständen, je nach einlaufenden Nachrichten oder vertieften Erwägungen, vielleicht schon nach wenigen Minuten abzuändern oder umzustoßen. Gibt doch seine, auf dem Tische ausgebreitete Karte von Minute zu Minute den Stand der eigenen wie der gegnerischen Truppen wieder, und von jeder von ihnen weiß man, was sie augenblicklich unternimmt. Wahrlich, ein Ineinandergreifen von Schlachtfeld und Gelehrtenstube — denn so muß man es nennen —, wie man es sich früher, vor dem Zeitalter des Fernsprechers, nicht hätte träumen lassen!

Zum Schlusse muß noch etwas anderes erwähnt werden, weil von hier aus sich weite Ausblicke auf die Faktoren eröffnen, aus denen sich die Kräftegruppierung auf dem Erdball aufbaut: die Führung der telegraphischen und telephonischen Leitungen. Im allgemeinen erfolgt diese, wie man weiß, durch die Luft, weil das für die Anlage am billigsten und für Reparaturen am be-

quemsten ist. Unter die Erdoberfläche begibt man sich nur, wenn es sein muß, oder wenn man von äußeren Einflüssen, sei es, daß sie von der Natur oder von Menschen ausgehen, unabhängig sein will. So gelangt man zu den unterseeischen und den — viel jüngeren — unterirdischen Kabeln. Welchen Vorteil die unterseeischen Verbindungen dem, der sie beherrscht, gewähren, und welchen Schaden der erleidet, der auf ihre Mitwirkung verzichten muß, verspüren wir in diesem Kriege, wo England den Welt-dienst in seinen Händen hat, am eigenen Leibe: wir müssen dulden, daß der Feind Nachrichten beliebiger Fassung hinausschickt und unsere Position dadurch erschüttert; an unsere unterirdischen Leitungen kann der Zerstörer glücklicherweise nicht heran, und sie werden hoffentlich auch weiterhin unbehindert ihren Dienst versehen können.

### **Funkentelegraphie.**

Am besten wäre es natürlich, wenn man Verbindungen ganz entbehren, wenn man also „drahtlos“ telegraphieren könnte. Die Bestrebungen in dieser Richtung sind, so kühn und unfaßbar der Gedanke auch zuerst erscheinen möge, doch älter, als man gewöhnlich denkt; aber bis zur praktischen Ausführbarkeit waren sie früher nie gekommen. Das lag daran, daß man mit sogenannten elektrischen Ladungen oder Strömen operieren wollte, und diese liefern viel zu wenig Energie, als daß bei der Ausbreitung in irgend größere Räume noch etwas Merkliches übrig bleiben könnte. Man muß vielmehr dafür sorgen, daß die Ladung fortwährend verbraucht und immer wieder

durch neue ersetzt werde; und das ist nur möglich bei Benutzung von elektrischen Schwingungen, d. h. von ganz kurz dauernden Strömen von fortwährend sich umkehrender Richtung; also durch das völlige Analogon dessen, was wir in der Mechanik oder in der Akustik unter Schwingungen verstehen, z. B. die Pendelschwingungen oder die Schwingungen von Stimmgabeln. Es kommt dann nur noch darauf an, alle Verhältnisse dieser Schwingungen aufs beste zu wählen, um praktisch Brauchbares zu erreichen. Das war ein ungeheures Stück Arbeit; und es ist geradezu erstaunlich, wieviel in dieser Hinsicht im Laufe von weniger als einem viertel Jahrhundert durch das Zusammenwirken hervorragender und eifriger Physiker und Techniker geleistet worden ist.

Den Ausgangspunkt bilden die berühmten Versuche von Heinrich Hertz, bei denen durch einen Induktionsapparat oder etwas Ähnliches Schwingungen in einer Funkenstrecke erzeugt und dann durch Drähte oder aber — und gerade das interessiert uns hier — durch die Luft fortgeleitet werden. Man muß aber bedenken, daß diese Fernwirkung damals so schwach war, daß es empfindlicher Apparate bedurfte, um sie auch nur in der Entfernung von einigen Metern eben noch nachweisen zu können; und heute ist man nicht zufrieden, wenn man nicht tausende von Kilometern beherrscht! Aber das hat sich ja in der Geschichte der Wissenschaft oft ereignet, daß neue Phänomene zuerst in sozusagen mikrokosmischer Form auftraten, daß ihren Entdeckern etwaige praktische Ausbeutung, eben ihres minutiösen Charakters wegen, meilenfern lag, und daß es alsdann nur des spezifisch praktischen Genies bedurfte, um die makrokosmische Technik

daraus zu machen. Diesen Schritt verdankt man dem Italiener Marconi, der die Idee hatte, an die Funkenstrecke einen langen, in die Lüfte emporragenden Metallstab anzuschließen, die sogenannte Antenne, die als „Sender“ der Wellen dient, während nach unten hin Verbindung mit der Erde, sogenannte „Erdung“, erfolgt.

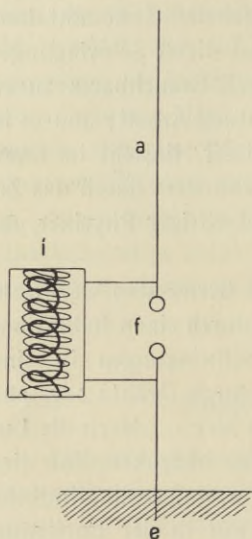


Fig. 61

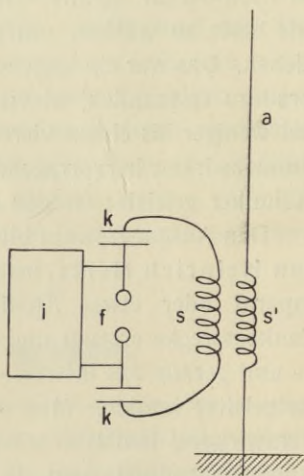


Fig. 62

In der Fig. 61 hat man das Schema dieser Anordnung: den Induktor *i*, die Funkenstrecke *f*, die Antenne *a* und den Erdschluß *e*. Eine ebensolche Antenne ist auch der Hauptbestandteil des Apparates auf der Empfangsstation, des „Empfängers“; nur enthält er statt der Funkenstrecke einen „Detektor“, d. h. eine Vorrichtung, um die ankommenden Wellen zu beobachten. Denn wir müssen

immer im Auge behalten, daß wir hier nicht wie bei den Ton- oder Lichtwellen in der glücklichen Lage sind, ein eigenes Sinnesorgan zur Aufnahme zu besitzen; der elektrische Sinn ist uns versagt. Der älteste Detektor war der sogenannte Kohärer oder Fritter, eine Röhre, gefüllt mit Metallpulver, das für gewöhnlich den Strom nicht leitet, aber leitend wird, wenn außerdem noch elektrische Wellen darauf fallen, so daß man in einem eingeschalteten Nadelapparate die Morsezeichen verfolgen kann; auch kann man eine Klingel einschalten und so die Nachricht abhören. Seitdem hat sich nun an den funkentelegraphischen Apparaten fast alles wesentlich verändert, und natürlich im Sinne einer immer weiter gehenden Vervollkommnung.

Der größte Fortschritt besteht zweifellos in der von Braun in Straßburg vorgeschlagenen und seitdem fast allgemein eingeführten Zerlegung des Sendeapparates in zwei ganz getrennte Kreise: den Erregerkreis und den eigentlichen Senderkreis, Fig. 62; jener enthält außer dem Induktor  $i$  (oder sonstigem Erzeuger) die Funkenstrecke  $f$ , die Kondensatoren, d. h. Ladungssammler  $k$  und eine induzierende Spule  $s$ ; dieser die durch jene induzierte Spule  $s'$  und die Antenne  $a$ . Hierdurch erreicht man mehrere entscheidende Vorteile: die Funkenstrecke, die von der Antenne schädliche Einwirkung empfangt und auf sie ausübte, ist jetzt mehr selbständig gemacht, die Energie kann durch die Kondensatoren in bequemer Weise erheblich gesteigert werden, und die früher recht beträchtlichen Isolationsschwierigkeiten sind so gut wie ganz beseitigt. Andererseits ergeben sich freilich auch manche Nachteile, und darunter ist ein so wichtiger, daß er auf Ausmerzung

entschieden drängt. Wir haben nämlich hier zwei Kreise vor uns, die miteinander in Wechselwirkung stehen, sogenannte gekoppelte Systeme; soll nun die Wirkung am günstigsten ausfallen, so müssen sie, gerade wie eine Zunge und die an sie angeschlossene Pfeife in der Musik, im Resonanzverhältnis stehen, d. h. der zweite muß auf den ersten möglichst kräftig „ansprechen“. Das ist ja

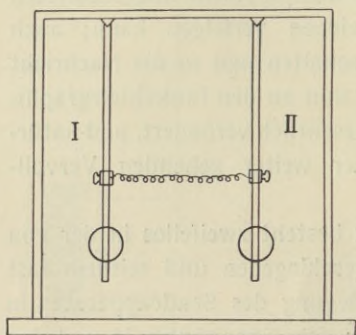


Fig. 63

nun durch Wahl oder Einstellung der von den Kondensatoren gelieferten Kapazität sowie der von der Spule gelieferten „Selbstinduktion“ sehr vollkommen zu erreichen, besonders seitdem man speziell für diese Zwecke Kondensatoren von leicht variierbarer Kapazität und Spulen von geeigneter Form gebaut hat. Aber da

zeigt sich nun eine neue Schwierigkeit, es treten nämlich Störungen in den Schwingungen auf, die ganz eigentümlicher Natur sind und besonders ihre Stärke betreffen. Man kann das an dem mechanischen Beispiele zweier gekoppelter, d. h. durch eine Spiralfeder verbundener, auf Resonanz eingestellter Pendel, wie sie in der Fig. 63 skizziert sind, erläutern; setzt man das Pendel I in Schwingungen, so überträgt es allmählich seine Energie auf II, das in lebhaftere Schwingungen gerät, während I zur Ruhe kommt, und dann wiederholt sich dasselbe Spiel umgekehrt und immer von neuem. Die Energie pendelt, wie



man sagen kann, hin und her, jedes der beiden Pendel führt, statt gleichförmiger Schwingungen, sogenannte Schwebungen aus, wie sie in der Fig. 64 graphisch veranschaulicht sind. Nun will man doch aber im Antennenkreise, der dem Pendel II entspricht, gar keine Schwebungen haben, sondern gleichmäßige Schwingungen; wie — so wird man fragen — kann man das erreichen? Die Antwort lautet: auf verschiedene Weise, aber auf keine so vollkommen wie durch die von Max Wien ersonnene

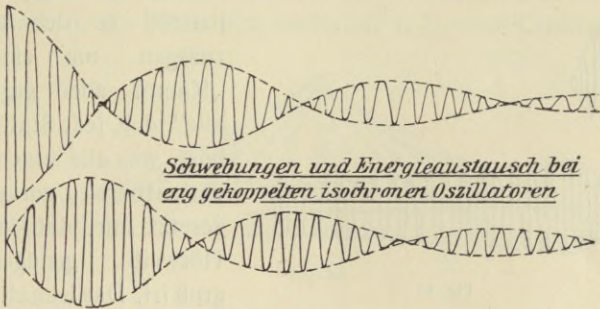


Fig. 64

Stoßerregung. Hält man nämlich, um wieder an das mechanische Beispiel anzuknüpfen, das erste Pendel in dem Augenblicke, wo es zum ersten Male zur Ruhe gekommen ist, mit der Hand fest, so kann es nicht mehr als mit dem anderen gekoppelt gelten, und das zweite wird daher seine Schwingungen, wenn auch mit schwacher Dämpfung, wie ein freies Pendel fortsetzen; im graphischen Bilde erhält man jetzt das Schema der Fig. 65. Bei elektrischen Schwingungen kann man natürlich nicht „mit der Hand festhalten“; aber Wien fand hier ein ganz ent-

sprechendes Mittel: die sogenannten Löschfunken, das sind winzige, bei kurzer Funkenstrecke von geeigneter Form auftretende Fünkchen, die in dem Augenblicke, wo sie ihre Schuldigkeit getan haben und fortan schädlich sein würden, verlöschen. Dieses System der Stoßerregung mit Löschfunken hat sich ausgezeichnet bewährt.

Von den anderen hierher gehörigen Fragen können nur einige noch kurz erwähnt werden. Da bei der drahtlosen Telegraphie die einzelnen Stationen nicht miteinander

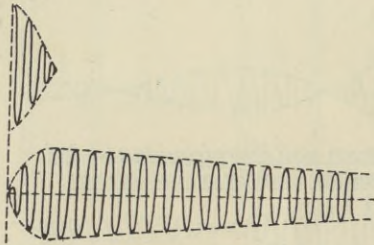


Fig. 65

verbunden sind, so handelt es sich sozusagen um einen „Kampf aller gegen alle“, d. h. jede Station hört, was alle anderen verlautbaren, vorausgesetzt nur, daß ihre Hörweite genügend groß ist. Das ist natürlich unter Umstän-

den sehr unangenehm, und ganz besonders im Kriege. Man kann es abstellen, erstens durch „Abstimmung“, also durch Wahl einer bestimmten, für Sender und Empfänger gleichen Frequenz, die aber von der der anderen Stationen abweicht (mit denen man dann aber auch nicht verkehren kann); oder durch „Richtung“ der Wellen mit Hilfe bestimmter Kombination von Antennen, z. B. zweier paralleler oder dreier, im Dreieck aufgestellter usw.

Das bringt uns nun auf das Thema der Antennen, die weite Kreise meist besonders interessieren, weil sie weithin sichtbar sind und schon anfangen, hier und dort das

Landschaftsbild (nicht gerade immer im häßlichen Sinne) zu verändern. Benutzte man anfangs einfache Antennen, die sich nur durch die Höhe, bis zu der sie in die Lüfte hinausragen, unterschieden, so ist man später vielfach zu komplizierteren Formen übergegangen, von denen die T-Antenne und die Harfen-Antenne genannt seien, bis zur Schirm-Antenne, von der die Fig. 66 eine Vorstellung gibt. In besonderen Fällen hilft man sich, so gut man kann; in der Eile kann man z. B. den aufsteigenden Strahl eines Springbrunnens als Antenne benutzen. Und wo das Bauen in die Höhe sich verbietet, z. B. vom Lenkballon

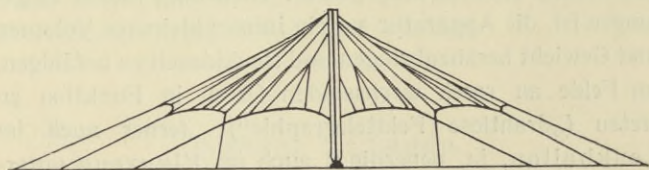


Fig. 66

aus, läßt man die Antenne in Form eines Drahtseiles nach unten herabhängen.

Sehr verbessert hat man mit der Zeit auch den Empfänger, und fast allgemein bedient man sich jetzt der Methode des Abhörens mit dem Telephon, wobei man je nach dem benutzten System knackende, tönende oder andere Zeichen erhält. Freilich muß man unter den erschwerenden Umständen des Krieges auch hier noch mit vielen Schwierigkeiten kämpfen, namentlich mit den sonstigen Geräuschen, z. B. dem Surren des Motors im Fahrzeug und manchen anderen Hindernissen. Übrigens ist diese Benutzung des Telephons, bei der man

eben die Morsezeichen abhört, nicht zu verwechseln mit der Idee der drahtlosen Telephonie, bei der direkt die Sprachlaute übertragen werden, die aber noch zu sehr im Entwicklungsstadium ist, als daß man sich gerade im Kriege auf sie einlassen könnte. Dagegen sei zum Schlusse dieser Betrachtung noch darauf hingewiesen, wie sich das Feld der Funkentelegraphie immer mehr erweitert, und zwar nicht bloß, was die räumliche Ausdehnung betrifft, nicht bloß hinsichtlich der Größe der Anlage und dem entsprechend der Reichweite — die Station auf dem Eiffelturme z. B. leistet in diesem Betrachte ganz Erstaunliches — sondern auch in umgekehrter Richtung, indem es gelungen ist, die Apparatur auf ein immer kleineres Volumen und Gewicht herabzubringen und sie dadurch zu befähigen, im Felde an rasch wechselnden Orten in Funktion zu treten („drahtlose Feldtelegraphie“); ferner auch im Lenkballon, ja, neuerdings auch im Flugzeug untergebracht zu werden und dort die früher erwähnten mechanischen, akustischen und optischen Signalmethoden mehr und mehr zu verdrängen. Ist man doch jetzt so weit, eine kompensiöse, aber für mäßige Entfernungen durchaus leistungsfähige Apparatur zu bauen, die noch keine zehn Kilo wiegt, das Flugzeug also gar nicht wesentlich belastet.

Und nun stelle man sich das „elektrische Konzert“ in den Lüften vor, das, zumal jetzt in Kriegszeiten, bei Tag und Nacht veranstaltet wird! Von hundert Antennen, über den Erdball verstreut, laufen feine, aber mächtige, zitternde Wellenscharen aus, kreuzen sich hier und dort, ohne sich erheblich zu stören, und tragen in weite Fernen eine Zeichensprache, die dann von Hörern mit konzen-

triertester Aufmerksamkeit am Telephon gedeutet wird. Haben doch unsere Auslandskreuzer, bis ihnen von übermächtigen Gegnern die Schicksalsstunde bereitet wurde, haben die Emden, die Karlsruhe und viele andere, fortwährend Nachrichten über feindliche Kurse und Pläne aufgefangen und darnach ihre Maßnahmen, oft mit bewundernswertem Erfolge, getroffen! Und welcher Ausdehnung ist das alles noch fähig, namentlich im Zusammenhange mit dem modernen Festungskriege und dem Kampfe in den Lüften! Aber wir wollen uns nicht zu weit in das Reich der Phantasie verlieren, sondern auf den Boden nüchterner Wirklichkeit, der wahrlich schon des Interessanten genug bietet, zurückkehren.

### **Verkehr zu Lande.**

Machen wir also nun den Übergang von der Informationstechnik zur eigentlichen Leistungstechnik, so haben wir drei große Gebiete vor uns: das Verkehrswesen, den Angriff und die Verteidigung, und innerhalb eines jeden von ihnen eine solche Fülle von Stoff, daß wir uns auf die wichtigsten Probleme beschränken müssen. Beginnen wir also mit dem Verkehrswesen, wobei wir insofern im Zusammenhange mit dem zuletzt erörterten bleiben, als es sich dort um die Beförderung von Nachrichten handelte, hier aber um die Beförderung materieller Dinge, um den Transport ungeheurer lebender oder toter Massen. Eine Gliederung bietet sich uns hier ohne weiteres dar: der Verkehr kann zu Lande, zu Wasser oder in den Lüften vor sich gehen; und

ein Naturphilosoph alten Schlages möchte sich geneigt fühlen, hinzuzusetzen, daß das somit noch fehlende Element, das Feuer, für unsere letzte und wesentlichste Betrachtung, für den eigentlichen Kampf mit Hilfe der Feuerwaffen vorbehalten bleibt, so daß alsdann den vier Elementen ihre Rollen zugeteilt erscheinen. Übrigens ist es von Interesse, festzustellen, daß auch hier keine vollkommene Scheidung möglich ist zwischen der vorbereitenden Ortsänderung und dem eigentlichen Kampfe, insofern nämlich die Transportmittel schon ihrerseits zugleich Waffen sein oder mit den Waffen, die sie beherbergen, in Aktion treten können. Und wenn das zu Lande noch den Ausnahmefall darstellt — man denke an die Panzerzüge, die nicht selten plötzlich gezwungen sind, sich zu verteidigen oder gar selbst anzugreifen, sei es nun, daß sie zu diesem Zwecke stoppen oder die Kunst selbst im Weiterfahren ausüben — so ist zu Wasser und zu Luft kaum noch eine scharfe Trennung durchführbar: ein Schiff wie ein Luftschiff ist Beförderungsmittel und Kampfmittel zugleich, es muß also auch so eingerichtet sein, daß es beiden Aufgaben in gleich vollkommener Weise gerecht wird.

Das normale Transportmittel zu Lande ist noch immer die Eisenbahn, d. h. die zwangsläufig an Schienen gebundene Technik; diese Zwangsläufigkeit hat natürlich große Beschränkungen in den verfügbaren Wegen zur Folge, aber sie garantiert in unübertrefflicher Weise, auch bei größter Geschwindigkeit, die Sicherheit des Betriebes sowie die Möglichkeit der Zusammenstellung langer Züge. Und gerade im Kriege wird von dieser Möglichkeit ausgiebiger Gebrauch gemacht; haben wir doch Züge von

einer Achsenzahl an uns vorbeiziehen sehen, die wir früher für unmöglich gehalten hätten. Freilich mit einem starken Opfer an Geschwindigkeit; und namentlich in den Tagen der Mobilisierung hat mancher Laie den Kopf geschüttelt über den knappen Fußgängertrab, in dem die Züge sich dahinbewegten. Indessen muß man bedenken, daß der Eisenbahnbetrieb, gerade wegen der Zusammendrängung auf bestimmte Geleisbahnen, an die Wirksamkeit einer großen Zahl von Sicherungsvorrichtungen geknüpft ist, die ihrerseits wieder einen regulären und im voraus genau bekannten Betriebsplan voraussetzen. Und gerade das scheidet in den Mobilisierungstagen und scheidet noch jetzt im Kriege häufig völlig aus, das Stations- und das Weichenpersonal erfährt oft erst kurz vorher, was sich ereignen wird. Man braucht ja nur daran zu denken, daß schon bei außerordentlichem Ferien- oder Vergnügungsverkehr die Unfälle sich häufen, daß also hier hundertfache Vorsicht geboten ist. Dazu kommt noch, daß das Personal, wenigstens zum Teil, soweit es zur Ergänzung herangezogen ist, weniger Übung besitzt, und daß schließlich die — glücklicherweise nicht zur Wirklichkeit gewordene — Gefahr böswilliger Hindernisse besteht. Unter diesen Umständen kann man nur sagen, daß die Bewältigung des Eisenbahnverkehrs eine Glanzleistung unserer kombinierten eisenbahntechnischen und militärischen Organisation ist; alles ist ohne wesentlichen Unfall und mit unglaublicher Präzision vonstatten gegangen und tut das immer weiter; und das in einem Riesenkampfe, der für uns, mit Rücksicht auf die numerische Überlegenheit der Feinde, nur durchzuführen ist, wenn wir die Truppen- und Kampfmitteltransporte als ein organisches und gleichberechtigtes Glied der Krieg-

führung auszugestalten in der Lage sind, sei es nun im eigenen oder, wo es naturgemäß noch schwieriger ist, im Feindeslande.

Im übrigen ist hier neues wenig zu sagen. Behauptet doch die Dampfkraft immer noch das Feld als einzige im großen Maßstabe in Frage kommende Betriebskraft; und es wird vielleicht noch lange dauern, bis die Umwandlung unseres ganzen Netzes auf elektrischen Betrieb vollzogen sein wird. Und gehen wir noch einen Schritt weiter zurück, bis zur Quelle der Dampfkraft, so sind wir ja, im Gegensatze zu einigen unserer Gegner, in der günstigen Lage, über Kohlen in unerschöpflicher Menge zu verfügen. Auch unsere Maschinen- und Wagenbauindustrie ist von einer alle Gefahren ausschließenden Leistungsfähigkeit; immerhin ist es vielleicht ein glücklicher Umstand gewesen, daß, im Zusammenhange mit dem ungeheueren Aufschwunge unseres Wirtschaftslebens, vor einigen Jahren ein so bedenklicher Wagenmangel eintrat, daß die Verwaltungen sich zu einer Ergänzung des Materials in großem, uns jetzt zustatten kommenden Maße entschlossen.

Das Kriegseisenbahnwesen ist übrigens, was seine Organisation angeht, jüngeren Datums, als man gewöhnlich annimmt; es ist eigentlich erst im amerikanischen Sezessionskriege, also vor rund 50 Jahren entstanden, hat dort aber sofort so bedeutende Erfolge erzielt, daß die europäischen Staaten, voran Deutschland, es aufnahmen und weiter ausbildeten. Aus dem ursprünglichen Eisenbahnbataillon ist dann ein Regiment, eine Brigade und zurzeit im ganzen wohl etwa der Bestand einer Division geworden. Und ihr Arbeitsgebiet ist wahrlich kein kleines. Handelt es sich doch darum, in raschester Zeit neue Feld-



linien zu bauen, zerstörte wieder herzustellen, beim Rückzuge etwa gefährliche zu zerstören (wozu, wie sich gezeigt hat, auch Fachkenntnis gehört) usw. Die beiden wichtigsten Objekte ihrer Tätigkeit sind jedenfalls die Brücken und die Tunnels. Beispielsweise wurde ein vom Feinde mit Absicht zum Einsturz gebrachter Tunnel an der belgisch-französischen Grenze, dessen Benutzung für uns eine entscheidende Bedeutung hatte, in der kurzen Zeit von reichlich einer Woche wieder in Betrieb gesetzt!

Etwas prinzipiell Neues, gegenüber 1870, stellen die Motorfahrzeuge dar, die sich, sowohl in der Form des Motorrades, wie namentlich in der des Automobils, in diesem Kriege ganz besondere und vielseitige Verdienste erwerben. Ist doch, außer den eigentlichen Militärautos, auch der allergrößte Teil der Motorwagen aus Privatbesitz im Kriege tätig, sei es zu Materialientransport, sei es zur Beförderung Verwundeter, sei es zur raschen Vermittlung persönlicher Aufträge. Auch Geschütze werden jetzt vielfach durch mechanische Kraft von Ort zu Ort gebracht, und besonders die österreichischen Motorgeschütze haben in weiteren Kreisen berechtigtes Aufsehen erregt. Bekanntlich wird hier eine von der Dampfkräft ganz verschiedene Betriebsmethode angewandt, nämlich die der Explosionsmotoren; wir wollen aber das, was darüber zu sagen ist, auf eine spätere Gelegenheit aufsparen.

### **Kriegsschiffe.**

Kriegseisenbahnen unterscheiden sich in nichts Wesentlichem von gewöhnlichen Eisenbahnen. Schon größer ist

der Unterschied bei den Wasserfahrzeugen, eben, weil sie in viel ausgedehnterem Maße, ja, meist sogar im Hauptberuf direkte Kriegsmittel sind; aber auch hier sind die allgemeinen Grundlagen aus der normalen Schiffbautechnik zu entnehmen, und es ist dabei nur immer auf die besonderen, für Kriegsschiffe geltenden Verhältnisse acht zu geben.

Als Material kam in früheren Zeiten nur Holz in Frage; jetzt ist es vollständig durch Eisen und Stahl ersetzt. Der Umschwung hat sich vor noch garnicht langer Zeit und sehr plötzlich vollzogen; die Seeschlacht bei Lissa zwischen der österreichischen und der italienischen Flotte ist wohl die einzige gewesen, in der hölzerne und eiserne Schiffe miteinander kämpften — wie man sich denken kann, sehr zugunsten der letzteren. Übrigens ist zwischen dem eigentlichen Wandmaterial und der Panzerbekleidung zu unterscheiden; jene wird aus besonderen Eisen- und Stahlsorten, unter denen die geeignetste geradezu den Namen „Schiffbaustahl“ führt, hergestellt, diese aus Panzerstahl; und man weiß, wie dessen Qualität im Wettlauf mit den Geschossen sich immer mehr vervollkommnet hat — ein Kampf, von dem noch die Rede sein wird.

Als Kraftquelle für die Fortbewegung des Schiffes kommen die uns aus alten Zeiten vertrauten Natur- und Menschenkräfte, also in der Hauptsache der Wind für Segelschiffe und die Muskelkraft für Ruderboote, nur noch in ganz besonderen Fällen in Betracht. Ruderboote befinden sich ja für den Fall schleuniger Rettung auf jedem größeren Schiffe, und die Ausbildung in der Ruderkunst ist gerade bei unserer Kriegsmarine neuerdings auf eine Höhe getrieben worden, die auch den Laien beim Anblick dieser bis ins einzelne organisierten und regulierten Bewegungen

mit Bewunderung erfüllt. Und daß, wenn nötig, auch ein gewöhnliches Segelschiff Kriegsdienste leisten kann, das hat soeben erst das Landungskorps der „Emden“ durch seine Fahrt mit der „Ayesha“ quer durch den Indischen Ozean bis in den rettenden befreundeten Hafen bewiesen.

Sind, hiervon abgesehen, alle älteren Kraftarten durch die Dampfkraft verdrängt, so spielen vorläufig auch noch alle neueren Kraftarten nur eine Nebenrolle für spezifische Verhältnisse, insbesondere für Unterseeboote, bei denen das erwähnt werden wird. Der wirkliche Kampf spielt sich vielmehr auf diesem Gebiete innerhalb der Dampfkraft ab, und zwar zwischen der Kolbenmaschine und der ihr neuerdings starke Konkurrenz machenden Dampfturbine; wie sich diese letztere bei der Kriegsmarine entwickelt hat, veranschaulicht (und zwar an dem Beispiel der englischen) die Fig. 67 besser, als Zahlen vermöchten. Es gewinnt dabei immer mehr den Anschein, als wenn der letzteren schließlich, wenigstens in der Hauptsache, der Sieg zufallen würde, aber endgültig entschieden ist es noch nicht. In der Tat hat die Turbine vor der Kolbenmaschine sehr bedeutsame Vorzüge: den bequemeren Einbau in den Schiffskörper, die größere Ökonomie des Betriebes (eine Folge des direkten Rotationscharakters) oder, was dasselbe in anderer Form besagt, die größere (fast die doppelte) Leistung, den ruhigen Gang, der die an Bord befindlichen Geschütze nicht so stark erschüttert und beim Schießen größere Sicherheit bietet, endlich die leichtere Bedienung; Vorzüge, denen freilich auch Nachteile gegenüberstehen, so die Schwierigkeit der Richtungsumkehr und die Übertragung auf den Propeller, die wegen der sehr verschiedenen Turenzahlen nicht ohne

besondere Vorrichtungen möglich ist; und gerade an der Verbesserung dieser Zwischenmechanismen wird fortwährend eifrig gearbeitet.

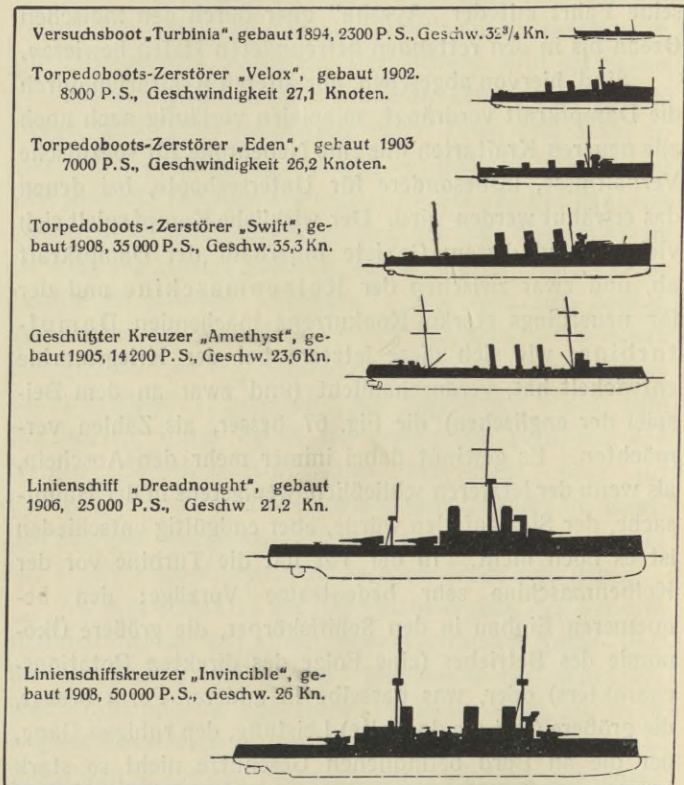


Fig. 67 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

Als Brennmaterial dienen natürlich in der Hauptsache Kohlen, und es ist bekannt, welche Bedeutung schon in Friedenszeiten die Kohlenstationen an den Küsten und auf

den Inseln der Weltmeere besitzen; im Kriege steigert sich das selbstverständlich, und es kann dann jede Partei nur auf die eigenen oder befreundeten Depots rechnen. In neuester Zeit hat man nun versucht, die Kohle durch flüssigen Brennstoff, also durch geeignete Ölsorten zu ersetzen, und es hat das auch ersichtliche Vorzüge, namentlich die bequeme Übernahme an Bord durch Pumpen sowie den besseren Wirkungsgrad und die geringere Raumbeanspruchung. Indessen sind die Nachteile bis jetzt noch nicht völlig beseitigt, nämlich — wenn von dem für Kriegszwecke nicht entscheidenden höheren Preise abgesehen wird — die Feuergefährlichkeit und die nicht immer leichte Beschaffung; die Frage ist daher noch im Flusse, und zurzeit spielt Ölfeuerung wenigstens für uns noch keine größere Rolle.

Die Vorrichtung, die das Schiff unmittelbar in Bewegung setzt, ist heutzutage ausschließlich der Propeller oder die Schiffsschraube, da die Räder gerade für die Aufgaben der Kriegsmarine nicht präzise und zuverlässig genug arbeiten. Aber auch der Propeller bietet noch mancherlei Probleme dar, besonders was die drei Punkte: Anzahl nebst Verteilung, Größe und Form betrifft. Man kennt die bildlichen Darstellungen von Propellern, denen, um ihre Riesenhaftigkeit zu veranschaulichen, eine menschliche Gestalt zur Seite gesetzt ist; darauf braucht also nicht eingegangen zu werden; die anderen Fragen aber, besonders die Wahl der Flügelform mit ihrer windschiefen Charakteristik, ließe sich doch nicht mit wenigen Worten erledigen.

Das elementare Problem jedes Wasserfahrzeuges ist indessen sein Gleichgewicht und dessen Stabilität.

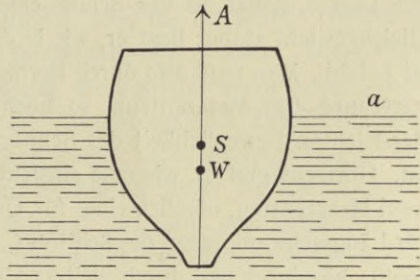
Ein Schiff schwimmt, wenn die von ihm verdrängte Wassermasse seinem Gesamtgewicht gleich ist; unter „Displacement“ oder „Wasserverdrängung“ versteht man demgemäß die verdrängten Kubikmeter Wasser, und ihnen entspricht das Schiffsgewicht in Tonnen; jedoch muß man hieran eine Korrektur anbringen, weil das Meerwasser nicht rein, sondern salzhaltig und deshalb etwas schwerer ist, eine Korrektur, die in der Ostsee reichlich 1, in der Nordsee bis zu  $2\frac{1}{2}\%$  ausmacht. Je mehr das Schiff beladen wird, desto tiefer taucht es ein, und diese Beziehung wird in einer vorher konstruierten Kurve, der Displacementsskala, festgelegt. Für Kriegsschiffe ist es übrigens offenbar wünschenswert, von dem hierdurch gegebenen Spielraum möglichst wenig Gebrauch zu machen, das Schiff vielmehr immer nahezu mit normalem Tiefgang zu benutzen, was sich durch geringe Variation des Ballastes erreichen läßt.

Im ganzen pflegt man das Schiff in sechs Gewichtsglieder zu zerlegen: Körper, Panzerung, Armierung, Ausrüstung (Besatzung mit Zubehör), Maschinen und Vorräte; hiervon rechnet man auf den Körper und den Panzer je 30—35, auf jeden der vier übrigen Teile 6—12%, mit erheblichen Variationen für die verschiedenen Typen, vom Schlachtschiff bis zum Torpedoboot.

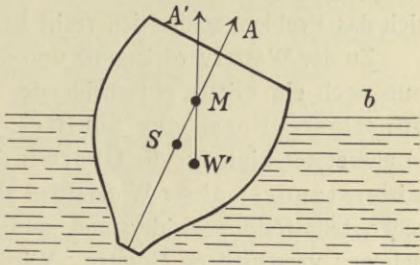
Wenn man sagt: ein Körper — hier das Schiff — sei im Gleichgewicht, so meint man damit zunächst nur, daß es weder höher steigt, noch auch untersinkt; es ist noch nichts darüber gesagt, wie es sich bei Neigungen verhält, ob es solche durch selbsttätige Wiederaufrichtung überwindet, oder ob es alsdann umkippt. Im ersteren Falle nennt man das Gleichgewicht stabil, im letzteren

labil; und es ist klar, daß die letztere Möglichkeit, auch bei starken neigenden Kräften, wie Seegang oder feindlichen

Treffer, durchaus ausgeschlossen werden muß durch die Bauart des Schiffes. Es läßt sich nun leicht ein Kriterium für die Stabilität angeben, das, richtig angewendet, nie versagt. Bedeutet nämlich in der Fig. 68 a  $S$  den Schwerpunkt des Schiffes,  $W$  den



des verdrängten Wassers, und nennt man die Linie  $WSA$  die Auftriebslinie, ist ferner in der geneigten Lage des Schiffes  $W'$  der Schwerpunkt der, jetzt anders geformten, verdrängten Wasser-



formten, verdrängten Wasser-

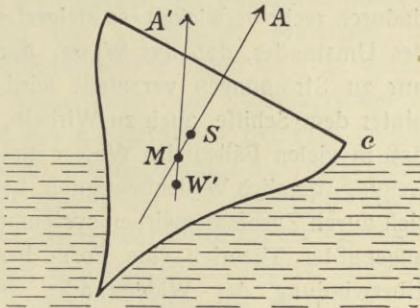


Fig. 68

masse, die neue Auftriebslinie also  $W'A'$ , so schneiden

sich die beiden Auftriebslinien im Punkte  $M$ , dem sogenannten Metazentrum. Liegt dieser Punkt, wie in der Lage  $b$ , höher als der Schiffsschwerpunkt, so ist das Gleichgewicht stabil; liegt er, wie in der Lage  $c$ , tiefer, so ist es labil. Man muß also durch Formgebung und Massenverteilung das Metazentrum so hoch legen, wie es mit der leichten Beweglichkeit des Schiffes irgend verträglich ist. Übrigens gibt es, wie man einsieht, nicht ein, sondern zwei Metazentren, nämlich eines für Quer- und ein anderes für Längsschwankungen des Schiffes („rollen“ und „stampfen“); hierdurch und durch weitere Umstände kompliziert sich das Problem schließlich recht beträchtlich.

Zu der Wasserverdrängung und der Stabilität kommt nun noch ein drittes entscheidendes Problem hinzu: die günstigste Form des Schiffes. Und zwar günstig in allererster Linie für die Überwindung des Wasserwiderstandes; dieser Widerstand aber ist teils dynamischer, teils Reibungswiderstand, und diese beiden Anteile befolgen verschiedene Gesetze. Wird das Problem schon dadurch recht verwickelt, so steigert sich das noch infolge des Umstandes, daß das Wasser durch das Schiff nicht nur zu Strömungen veranlaßt wird, sondern, besonders hinter dem Schiffe, auch zu Wirbeln, und ferner dadurch, daß in vielen Fällen das Wasser ohnehin schon eine Bewegung, nämlich Wellenbewegung, besitzt. Immerhin hat sich durch Zusammenwirken systematischer Versuche und angepaßter Theorien eine Form herausgestellt, die zur Überwindung des Widerstandes am geeignetsten ist, wobei allerdings, je nach der Fahrtgeschwindigkeit, diese Form gewissen Variationen unterliegt. Sie gilt aber andererseits für allgemeinere Verhältnisse, als sie hier in Rede



stehen, nämlich nicht bloß für Wasser-, sondern auch für Luftfahrzeuge, und nicht bloß für Fahrzeuge, d. h. bemannte Körper, sondern auch für Geschosse, seien es nun Torpedos, die im Wasser, oder die bekannten Geschosse, die durch die Luft fortgeschleudert werden. Diese Form ist charakterisiert durch die vorherrschende Längsdimension, ferner durch die Abrundung oder Zuspitzung vorn und hinten, wobei sich freilich nicht allgemein sagen läßt, ob es besser sei, vorn die Spitze, hinten die Rundung oder umgekehrt oder beidemale das eine oder beidemale das andere zu wählen (das hängt von den besonderen Umständen ab), endlich eine bestimmte Querschnittsform. Diese letztere nun fällt begreiflicherweise ganz verschieden aus, je nach dem einen oder anderen der beiden hier in Frage kommenden, prinzipiell ganz verschiedenen Fälle: je nachdem es sich um einen Körper handelt, der sich innerhalb eines Mediums — gleichviel ob Wasser oder Luft — bewegt, oder um einen solchen, der sich an der Grenze von Wasser und Luft bewegt, also zu einem Teil von Wasser, zum anderen von Luft umgeben ist. Für Luftschiffe und Unterseeschiffe sind die Verhältnisse prinzipiell die gleichen, für gewöhnliche Schiffe liegen sie ganz anders, da zwischen dem Wasser- und dem Luftwiderstand ein großer Unterschied des quantitativen Betrages besteht. Deshalb hat das Schiff eine nach unten sich verjüngende Form, die in einem Kiele endet, das Luftschiff dagegen nicht; und auch das Unterseeboot würde keinen Kiel haben, wenn es nicht darauf eingerichtet sein müßte, auch aufzutauchen und in normaler Schiffsweise zu laufen.

Beim normalen Schiffe, und so auch beim Kriegsschiffe, müssen der Berechnung zahlreiche Faktoren zu-

grunde gelegt werden, von denen die wichtigsten die folgenden sind. Zunächst die beiden Größen:  $L/B$  und  $T/B$ , d. h. das Verhältnis der Länge zur Breite und das Verhältnis der Tiefe zur Breite; jenes schwankt zwischen 5 (Schlachtschiff) und 10 (Torpedoboot), dieses in den weiten Grenzen von  $\frac{1}{4}$  bis zu 4. Sodann die sogenannten Formfaktoren, deren Bedeutung man an der Hand der Fig. 69 verstehen wird. Hier sind die drei durch den Mittelpunkt des Schiffes gelegten Schnitte, also der

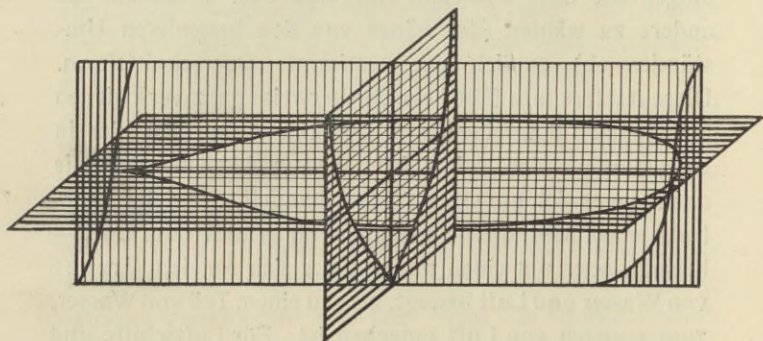


Fig. 69

Horizontalschnitt, der vertikale Längsschnitt und der vertikale Querschnitt in schwacher, perspektivischer Schraffierung angegeben, und es sind ihnen in starker Schraffierung die Ergänzungen zu den betreffenden umschriebenen Rechtecken beigelegt; diese letzteren würden die Hauptschnitte sein, wenn das Schiff die Form eines Kastens hätte. In Wahrheit ist jeder Schnitt nur ein Teil des Rechteckes, und diese drei Bruchteile nennt man die Formfaktoren des Schiffes; zwischen ihnen müssen, je

nach den Umständen, bestimmte Beziehungen bestehen. Nimmt man nun noch die anderen Forderungen, betreffend Tiefgang, Geschwindigkeit, Aktionsradius, Unabhängigkeit der einzelnen Teile voneinander („wasserdichte Schotten“) usw. hinzu, so sieht man, daß die Berechnung und Konstruktion eines derartigen Fahrzeuges, gleichviel ob es sich um einen Dreadnoughtriesen oder um einen Tauchzwerger handelt, außerordentlich verwickelt ist; und so glänzende Leistungen auch schon aufzuweisen sind, so wird man doch gerade auf diesem Gebiete am allerwenigsten behaupten wollen, schon am Ende aller Dinge angelangt zu sein.

Über zwei Spezialitäten aber muß hier noch einiges gesagt werden, weil sie aus dem Gesamtrahmen herausfallen und weil sie gerade im gegenwärtigen Kriege mehr denn je das Interesse auf sich lenken: über die Torpedoboote und über die Tauchboote.

Der Torpedo, diese furchtbare Kriegswaffe, ist, wenn man von Vörläufern absieht, in einem Kriegsjahre, 1866, erfunden worden, und zwar auf ungarischem Boden (Fiume), aber von dem Engländer Whitehead. Er ist entstanden, wie man sagen kann, als eine mit Eigenbewegung begabte und willkürlich in bestimmter Richtung fortgeschleuderte Unterseemine, hat sich aber dann, eben im Zusammenhange mit diesen besonderen Verhältnissen, ganz selbständig entwickelt und insbesondere eine typische Form, die Zigarrenform oder, wenn man die besondere Ausbildung des Schwanzstückes berücksichtigt, besser noch die Fischform angenommen; daher auch der Name Fischtorpedo. Der Torpedo zerfällt von vorn nach hinten in die Pistole (die Vorrichtung zur Entzündung der Sprengmasse beim Aufstoßen auf das Ziel), den Kopf,

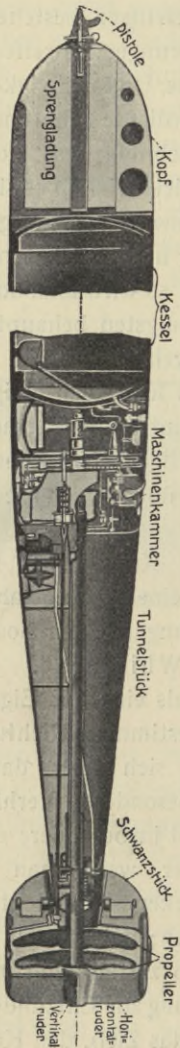


Fig. 70

der die Sprengladung enthält, die Schwimmkammer mit Gradlauf und Tiefenapparat, die Preßluftkammer bzw. den Kessel (je nach der Betriebsart), die Maschinenkammer, das Tunnelstück und schließlich das Schwanzstück mit Propellern und Rudern (Horizontal- und Vertikalrudern). Das Kaliber ist nach und nach von 35 auf 55 cm gewachsen, die Länge beträgt meist 4—6 m. In der Fig. 70 sind die wesentlichen Teile des Torpedos skizziert wiedergegeben; der Kopf ist hier, im Zusammenhange mit der vermehrten Sprengladung und dem größeren Kaliber, nicht mehr spitz, sondern abgerundet. Neuerdings wird übrigens vorn nicht selten eine kurze Kanone eingebaut, die automatisch abgefeuert wird und das Panzerobjekt durchschlägt, worauf dann die Explosion, und zwar jetzt mit erhöhtem Erfolge, vonstatten gehen kann. Den bedeutungsvollsten Fortschritt aber stellt ein Apparat dar, der den geradlinigen Lauf des Torpedos garantiert und daher auch eine weit höhere Schußweite, bis zu 7, ja 10 km, ermöglicht; es ist ein eingebauter, sehr rasch rotierender Kreisel, auch

Gyroskop genannt, der das allen Kreiseln gemeinsame Bestreben hat, seine Kreiselachse im Raume konstant zu erhalten und deshalb allen Abweichungen des Torpedos vom Gradlauf großen Widerstand entgegengesetzt. Im übrigen gewährt er den weiteren Vorteil, daß man nicht auf diejenige Richtung beschränkt ist, die das Lanzierrohr dem Torpedo anweist, man kann vielmehr den Kreisel auf eine etwas abweichende Richtung einstellen; ja, auch Vorrichtungen, um ganze Salven mit Kegelstreuung loszulassen, sind erdnen worden.

Es sei bei diesem Anlasse bemerkt, daß der Kreisel auch im normalen Schiffbau eine Bedeutung gewonnen hat, nämlich zur Abschwächung der rollenden und stampfenden Bewegungen des Schiffes bei Seegang; freilich muß ein solcher Kreisel riesige Dimensionen haben, und außerdem ist zu bedenken, daß durch diesen Zwang das Schiff viel stärker beansprucht, also auch ruiniert wird — ein Bedenken, das allerdings für Kriegsschiffe, solange die Vorteile überwiegen, nicht allzuschwer ins Gewicht fällt. Im Zusammenhange hiermit, insbesondere mit der Frage, wo der Kreisel, im Verhältnis zu den Maschinen unterzubringen sei, wäre noch eine andere wichtige Frage zu erörtern, die von dem Ingenieur Schlick gelöste Frage des Massenausgleichs auf Schiffen, durch die erst ein gleichmäßiger Gang und Sicherheit vor Katastrophen garantiert werden kann; indessen muß es bei diesem Hinweise sein Bewenden haben.

Das Fahrzeug, das ganz speziell der Aussendung von Torpedos dient, ist das Torpedoboot. Seine Haupteigenschaft ist die große Geschwindigkeit, die es befähigt, rasch heranzukommen und sich ebenso rasch wieder zu

entfernen. Man hat daher die Geschwindigkeit nach und nach bis auf 40 Knoten (etwa 65 km) gesteigert. Auch der Aktionsradius, d. h. die Strecke, die das Fahrzeug ohne Landung (oder sonstige Hilfe) zurücklegen kann, und zwar in einer Richtung, ist immer mehr gesteigert worden und beträgt jetzt schon über 2000 Knoten, bei einzelnen Typen noch weit mehr. Außer dem sonst Erforderlichen enthält das Boot die Lanzierrohre, und zwar entweder von vornherein unter der Wasserlinie oder mit Vorrichtungen zum Herablassen des Torpedos; im übrigen scheint die Frage, ob man ihn erst während des Laufes untertauchen oder sogleich unter Wasser ablaufen lassen solle, noch nicht prinzipiell gelöst zu sein. Daß die Torpedoboote mit modernster Optik ausgerüstet sind oder sein sollten, versteht sich von selbst; es seien besonders die Scheinwerfer und die Zielfernrohre hervorgehoben. Schließlich wären noch zwei Punkte kurz zu erwähnen: erstens die Frage der elektrischen Torpedos, die mehr als unbemannte Unterseeboote anzusehen sind und nach neuerdings gemachten Erfindungen auch durch Hertz'sche Wellen ausgelöst werden können (begrifflicher Weise dringt über so heikle Probleme wenig Authentisches in die Öffentlichkeit und wenn, dann nur unter dem Siegel der Verschwiegenheit); und zweitens das Kapitel der Torpedojäger und Torpedozerstörer, das sind größere und zugleich mit Geschützen armierte Torpedoboote, deren Bestimmung schon aus ihren Namen ersichtlich ist.

Das andere der beiden angekündigten Spezialthemen betrifft das Unterseeboot, dieses Fahrzeug, das heutzutage so populär geworden ist, daß es nur als U mit der Nummer bezeichnet zu werden pflegt. Der Gedanke,

sich der Beobachtung durch den Feind durch untertauchen zu entziehen, ist trotz seiner Kühnheit schon ziemlich alt; aber erst in neuester Zeit hat er greifbare Gestalt angenommen und zwar eigentlich erst durch den schweren, aber durch Verzicht erfolgreichen Entschluß, von der Idee des eigentlichen Unterseebootes abzugehen und sich mit dem Prinzip des Tauchbootes zu begnügen, das normalerweise auf der Meeresoberfläche fährt und nur im Augenblicke der Gefahr oder des kühnen Angriffes untertaucht. Man muß eben zweierlei bedenken: erstens, daß der Mensch ein luftatmendes Wesen ist, und zwar eines, das unverhältnismäßig große Mengen von Luft in kurzer Zeit aufbraucht; und zweitens, daß das Wasser einen kolossalen, nach der Tiefe zu rapide steigenden Druck ausübt, der z. B. in 10 m Tiefe schon ein Kilo für das Quadratcentimeter, also 1000 Tonnen für das Quadratmeter ausmacht. Man muß also dem Boote eine außergewöhnlich starke Wandung geben, die zurzeit gewöhnlich aus zwei Teilen besteht, einem inneren, zylindrischen Druckkörper und einem rechteckig prismatischen Außenkörper mit konischen Enden, welcher letzterer zugleich zur Aufnahme des Ballastes und des Heizstoffes dient; dadurch erreicht man größere Sicherheit, größere Wasserverdrängung und mehr Bewegungsfreiheit. Die Auf- und Abwärtsbewegung erfolgt mit Hilfe von Vertikalrudern, deren Kraft größer, gleich oder kleiner als der Auftrieb gemacht werden kann, je nachdem man die Absicht hat, unterzutauchen, zu schweben oder aufzutauchen; dabei wird aber der Hauptteil des Auftriebes schon vorher durch Wasserballast (Tanks) aufgehoben. Natürlich muß bei Vertikalbewegungen mit äußerster Vorsicht zu Werke gegangen werden, damit

das Gleichgewicht immer stabil bleibe und nicht etwa indifferent oder gar labil werde; deshalb sind die Tanks in lauter kleine Teile zerlegt, wodurch die Schwankungen des Wasserspiegels herabgesetzt werden; dazu kommen dann noch ausgleichende Hängemassen sowie die größte Vorsicht der Mannschaft, die ihren Platz und ihre Stellung nicht verändern darf. Die Form der U-Boote ist meist sehr schlank, die Größe so gering wie irgend möglich. Der Antrieb erfolgt über Wasser mit Dampf- oder Ölmotoren, letztere meist nach dem Dieselsystem, unter Wasser aber ausschließlich elektrisch und zwar meist mit Hilfe von Akkumulatoren; der Wunsch, diese beiden Betriebsarten durch eine einheitliche zu ersetzen, scheitert daran, daß der elektrische für die Tiefe der einzige leidlich ungefährliche ist, während er für die offene Fahrt zeitlich nicht ausreicht. Übrigens treiben die Ölmotoren zugleich kleine Dynamomaschinen, mittels deren dann die Akkumulatoren erforderlichenfalls frisch aufgeladen werden können. Mit einer Aufladung kommt man ungefähr 60 bis 120 Knoten weit, und zwar bei rascher Fahrt (12 Knoten in der Stunde) weniger weit als bei langsamer; über Wasser reicht der Aktionsradius schon an die 3000 Knoten heran, und auch die maximale Zeit, während deren das Boot unter Wasser aushalten kann, ist durch Verbesserung der Atmungsapparate usw. wesentlich gesteigert worden. Schließlich sei daran erinnert, daß die Orientierung mittels des Periskops erfolgt, dem zur Ergänzung Kompaß oder Gyroskop sowie Telemeter beigegeben sind.

An der Hand der Fig. 71, die den Maschinenraum eines Germania-Tauchbootes von Krupp in Kiel im —



höchst instruktiven — Durchschnitt zeigt, kann man sich von der ungeheuren Komplikation auf engem Raum, die

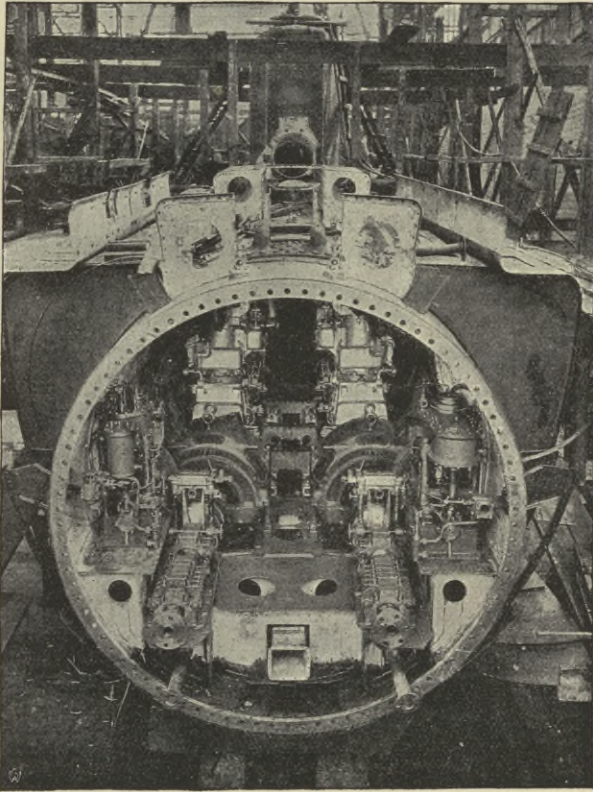


Fig. 71 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

hier herrscht, ein Bild machen. Das Unheimliche des U-Bootes liegt in seiner völligen Unsichtbarkeit, und auch seine Fortbewegung macht sich an der Oberfläche, zumal

bei ohnehin bewegter See, nicht deutlich bemerkbar. Dagegen könnte man das Boot (vgl. oben) schon aus großer Ferne hören, indem man der guten Schalleitung im Wasser noch durch geeignete Sammelapparate zu Hilfe käme — Ideen, die schon öfters die Erfinder beschäftigt, zu entscheidendem Erfolge aber noch nicht geführt haben.

Die positiven Erfolge der U-Boote, namentlich unserer deutschen, sind gewiß erstaunlich, weit größer aber ist ihre negative Wirkung. Die gewiß nicht unberechtigte Furcht vor ihnen hält die großen Kriegsschiffe meist in die Häfen und Sicherheitszonen gebannt, und zu einer wirklich großen Seeschlacht ist es in diesem Kriege noch nicht gekommen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die jetzt gemachten Erfahrungen eine große Umwälzung im Flottenbau und der zukünftigen Kriegführung bewirken werden; ja, es ist Friedensfreunden nicht zu verargen, wenn sie hier ein erstes Anzeichen erblicken dafür, daß einmal die Vervollkommnung der Kriegstechnik selbst die Kriege unmöglich machen wird.

## **Luftkrieg.**

Freiballon, Lenkballon, Fesselballon.

Die Gegensätze berühren sich. Noch tiefer als mit dem Tauchboot können wir nicht mehr hinabsteigen, es sei denn, daß wir den Meeresgrund aufsuchen wollten, wo nun schon seit Jahrhunderten die Armada mit ihren Schätzen ruht und wo sich auch im Laufe dieses Krieges hunderte von kostbaren Werken mensch-

lichen Kunstfleißes mit ebenso köstlichem Inhalt ansammeln, nutzloser Verwesung anheimgegeben und einer starren, stummen Umgebung Zeugnis ablegend von den wahnwitzigen Irrungen menschlichen Geistes. So machen wir denn den Sprung von der Tiefe zur Höhe und begeben uns in das Reich der Lüfte. Denn das ist ja eine der markantesten Signaturen dieses Weltkrieges, daß er sich in vertikaler Richtung bis an die Grenzen des möglichen erstreckt, daß er sich, unter tunlichster Vermeidung der Erdoberfläche, darüber und darunter abspielt, in Schützengraben und unterirdischen Gewölben, im Meereswasser und hoch oben in der Atmosphäre. Und dieser Luftkrieg gerade ist es, der diesmal als ein Novum in den Blättern der Geschichte verzeichnet werden wird.

Das Thema ist, wie man weiß, überaus reichhaltig; fassen wir uns also möglichst kurz und greifen wir die Punkte von allgemeinstem Interesse heraus! Da haben wir also zunächst jenen Gegensatz, der durch die Losungen „leichter als Luft“ und „schwerer als Luft“ charakterisiert wird. Dort die Luftballons der verschiedenen Art, hier die Flugapparate; und wenn man jene als Luftschiffe — noch besser wäre: Luftfische — bezeichnet, so kann man das Bild fortsetzen und diese als die Luftvögel ansprechen; in der Tat: jene schwimmen wie die Fische, diese fliegen wie die Vögel. Und dort wie hier gibt es einen weiteren Gegensatz, je nachdem die Betätigung des Instrumentes mehr passiv oder deutlich aktiv ist, je nachdem wir uns den Lüften frei überlassen oder mittels eines Motors tätig in den Lauf eingreifen.

Der Freiballon, mit dem wir beginnen, hat bekanntlich eine sehr eigentümliche Geschichte: vor Jahr-

hundertens ersonnen, vor einem Jahrhundert praktisch erprobt, ist er dann lange Zeit hindurch beinahe in Vergessenheit geraten und erst seit wenigen Jahrzehnten zu einem neuen, diesmal aber ernstesten und tätigen Leben erwacht. Als Spiel der Lüfte folgt er diesen, wohin sie wehen und kann nur dadurch in gewissen Grenzen gelenkt und in seiner Geschwindigkeit beeinflußt werden, daß man die Tatsache der in verschiedenen Höhenschichten verschiedenen Windrichtung und Windstärke ausnutzend ihn zielbewußt steigen und fallen läßt. Es kann darnach keinem Zweifel unterliegen, daß er, frei von allen maschinellen und atmosphärischen Störungen, das Ideal eines Lustfahrzeuges darstellt, das jedem, der es benutzt, unvergeßliche Genüsse bietet, daß es aber andererseits für alle bestimmten Zwecke höchst unbrauchbar ist. Die beiden einzigen Aufgaben, die der Freiballon zu lösen vermag, sind die: erstens Ausblick zu gewähren, und zweitens von einem rings eingeschlossenen Orte fortzukommen, sei es, wohin es wolle. Zu beiden Zwecken hat man sich seiner 1870, wo man nichts anderes kannte, von Paris aus mit einigem Erfolge bedient; im gegenwärtigen Kriege spielt er kaum noch eine nennenswerte Rolle.

Der Lenkballon hat mit dem Freiballon eines gemeinsam: den Auftrieb, durch den er in der Höhe erhalten wird; er unterscheidet sich von ihm durch den Motor, der die Vorwärtsbewegung besorgt. Bedenkt man indessen, daß man durch Steuerung den Motor veranlassen kann, auch Bewegungen mit vertikaler Komponente zu bewirken, so sieht man ein, daß der Lenkballon auch hinsichtlich des Auftriebes dem Freiballon überlegen ist, indem er seine Höhenhaltung bis zu einem gewissen

Grade von der Größe des Auftriebes unabhängig machen kann.

Was nun den Auftrieb betrifft, so ist er, ganz entsprechend wie beim Schiffe, gleich dem Gewicht, das dem Ballon an dem Gewichte der verdrängten Luft fehlt; da nun ein Teil des Ballons aus Stoffen besteht, die spezifisch schwerer als Luft sind (Hülle, Korb, Stricke, Instrumente, Menschen usw.), muß man den Rest mit einem möglichst leichten Stoff bilden, also mit Leuchtgas oder sehr viel besser mit Wasserstoff, da Leuchtgas knapp die Hälfte, Wasserstoff aber, selbst wenn er nicht sehr rein ist, nur ein Zehntel des gleichen Luftvolumens wiegt. Je mehr schwere Teile man mitzunehmen wünscht, d. h. für je mehr Menschen und für je längere und weitere Fahrt der Ballon bestimmt ist, desto größer muß man das Gasvolumen bemessen. Da nun der Lenkballon außer dem, was der Freiballon mitführt, noch Motoren und Zubehör sowie — für Kriegszwecke — Kriegsmaterial braucht, muß man die Dimensionen eines Lenkballons sehr groß wählen. Nähme man z. B. — eine beim Freiballon übliche Abmessung — 2000 cbm Gasraum, so hätte man rund 2000 kg frei zur Verfügung, wovon aber auf die festen Ballonteile und den notwendigen Ballast drei Viertel entfielen, so daß für die Besatzung und ihre Ausrüstung nur 500 kg übrig bleiben, d. h. so viel, daß nur vier, höchstens fünf Personen mitfahren könnten. Bei einem Lenkballon muß man mit ganz anderen Gewichten rechnen und somit auch ganz andere Maße nehmen, Gasvolumina von 5000, 10000, 15000 und noch mehr Kubikmetern; daher die riesigen Dimensionen eines Lenkballons, deren Steigerung immer noch nicht am Ende angelangt ist; sie stellen

eine absolute Notwendigkeit dar, und kein Fortschritt der Wissenschaft oder Technik kann es dahin bringen, kleinere Luftschiffe möglich zu machen.

Unter mittleren Verhältnissen, betreffend die Qualität des Wasserstoffgases, die Bemessung des Brennstoffes, des Ballastes, der Motoren und der Munition kann man etwa (für mittlere, kriegsmäßige Verhältnisse) folgende Tabelle aufstellen, in der die erste Spalte das Volumen in Kubikmetern und zugleich den Bruttoauftrieb in Kilogrammen, die zweite den Abzug für die festen und flüssigen, toten Bestandteile, die dritte den für Bemannung und Zubehör verbleibenden Rest bedeutet und die letzte angibt, wieviel Prozent dieser Rest vom ganzen ausmacht:

1	2	3	4
1 000	800	200	20
2 000	1500	500	25
3 000	2000	1000	33
5 000	2800	2200	44
10 000	4400	5600	56
15 000	5200	9800	65
20 000	5800	14200	71
25 000	6300	18700	75

In der Fig. 72 sind die Zahlen der beiden letzten Spalten in Abhängigkeit von denen der ersten graphisch dargestellt.

Die Verhältnisse werden also mit wachsenden Dimensionen immer günstiger, und zwar auch verhältnismäßig. Übrigens kommt für größere Höhen die dortige geringere Dichte der Luft wesentlich in Betracht; die Tragkraft wird hier geringer, die Größenfrage also erst recht akut.

Ist das nur ein quantitativer Unterschied zwischen Freiballon und Lenkballon, so bedingt die ganz andere

Form einen qualitativen: der Kugel steht hier diejenige Form gegenüber, von der wir bereits wissen, daß sie zur Überwindung des Widerstandes — hier der Luftwiderstand — am besten befähigt ist. Natürlich ist das nicht die einzige Forderung, die man zu stellen hat; hinzu kommen vielmehr die beiden weiteren des größtmöglichen

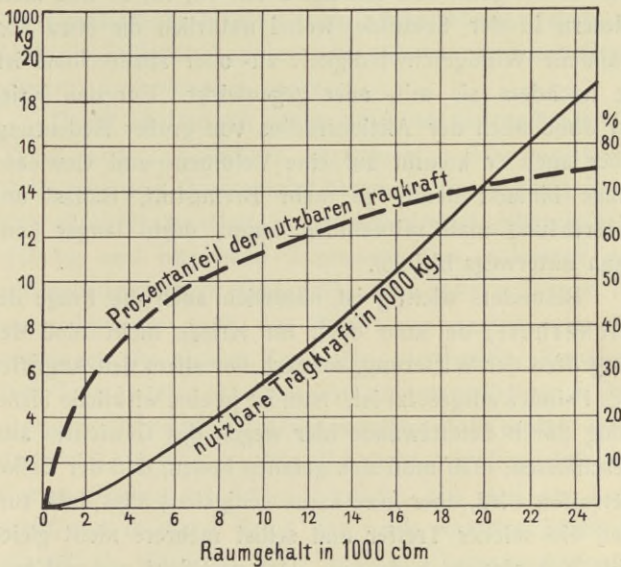


Fig. 72

Gasvolumens und einer ausreichenden Stabilität, womit dann die Formfrage erledigt oder doch in sehr enge Grenzen eingeschlossen ist. Insbesondere verlangt die Längens stabilität, daß man mit dem Verhältnis: Länge zu Breite, nicht zu hoch hinaufgehe, jedenfalls nicht über 7:1; und auch dann gilt die Stabilität nur für mäßige Ge-

schwindigkeit und normale Luftzustände, während darüber hinaus immer noch die Gefahr des Umkippens bestände, wenn sie nicht durch besondere Stabilisatoren — große, ebene Flächen, teils horizontal, teils vertikal ausgespannt — beseitigt oder auf ein Minimum reduziert würde. Erst dadurch ist man in den Stand gesetzt, die Geschwindigkeit zu steigern, von anfangs 5 auf 10, 15, 20 und mehr Metern in der Sekunde, wobei natürlich die etwa vorhandene Windgeschwindigkeit zu- oder abzurechnen ist, je nachdem sie mit- oder gegenwirkt. Für den Krieg ist dann auch der Aktionsradius von großer Bedeutung, aber auch er kommt auf eine Volumen- und Gewichtsfrage hinaus; denn, je mehr Brennstoff, Ballast und Ausrüstung man mitnehmen kann, desto länger kann man unterwegs bleiben.

Besonders wichtig ist natürlich auch die Frage der Sicherheit, da man doch im Kriege nicht bloß den Angriffen der Witterung, sondern vor allem den Angriffen des Feindes ausgesetzt ist. Nun ist ja eine wirkliche Sicherung durch Schutzwände hier wegen des Gewichtes ausgeschlossen, man muß sich gefallen lassen, daß der Ballon getroffen wird, aber man kann wenigstens alles dazu tun, daß ein solcher Treffer und selbst mehrere nicht gleich eine Katastrophe bedeuten. Das geschieht nun auf zwei Weisen: erstens durch Hinzufügung einer besonderen, von den Tragkörpern unabhängigen äußeren Hülle, wobei der Zwischenraum zugleich zur Isolation, zum Temperaturausgleich und zur Aufnahme von Reservegas dienen kann; und zweitens durch Teilung des Luftschiffes in einzelne Kammern (entsprechend den wasserdichten Schotten beim Schiffe), was bei dem einen Typus, dem Gerüst- oder



starrten Luftschiff, im Zusammenhang mit den Gerüstteilen (Spanten usw.) sich ganz von selbst macht, während es bei dem Prallballon oder unstarren Luftschiff nicht ganz so einfach ist. Ferner sind noch zu erwähnen die Luftsäcke oder Ballonets, die das Gesamtgewicht zu ändern, aber auch im einzelnen anders zu verteilen gestatten, also auch als verbesserte Laufgewichte dienen können; die verschiedenen Höhen- und Seitensteuer (auch mit Hilfe der Ballonets kann man bis zu einem gewissen Grade steuern) und manches andere.

Damit hätten wir schon einige der unterscheidenden Typen von Lenkballons angedeutet. Das unstarre System wird in Deutschland besonders durch den Parsevalballon repräsentiert, es hat den Vorteil billigerer Herstellung und bequemen Transports (im entleerten und zusammengepackten Zustande). Das starre System ist, wie jedermann weiß, die Frucht der unablässigen Bemühungen des Grafen Zeppelin, der, allen Skeptikern zum Trotz, weiter arbeitete und im gegenwärtigen Kriege die Lorbeeren seiner Ausdauer in vollem Maße erntet. Denn darüber kann jetzt kein Zweifel mehr bestehen, daß dem starren System die Zukunft gehört, und daß das Luftschiff erst in dieser Form das wird, was das Schiff zu Wasser ist: ein durch seine Solidität Garantie bietendes Beförderungs- und Kriegsmittel. In der Tat hat Zeppelin die Neuerer ganz in seine Bahnen gezogen, sie bauen alle ebenfalls starre Ballons, und die Unterschiede sind im ganzen nicht so wesentlich; sie betreffen das Material für das Gerüst (Aluminiumstäbe, Eisenrohre, Holzbalken), die Anbringung der Gondeln, ihre Verbindung mit dem Ballon (allmählich immer inniger geworden), die Zahl

und Verteilung der Propeller usw. Die Haupttypen, die, vom Zeppelin abgesehen, in diesem Kriege für uns

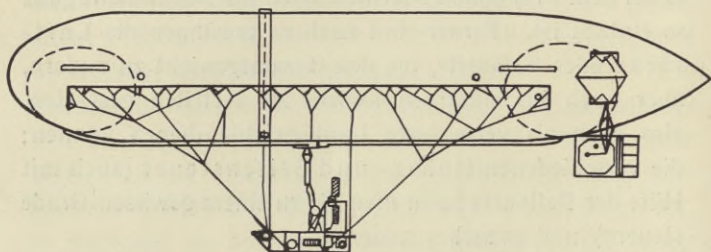


Fig. 73

tätig sind, sind: der Typus M (Militärluftschiff, hervorgegangen aus der Großschen Konstruktion) und der Typus S-L (Schütte-Lanz); außerdem wären noch

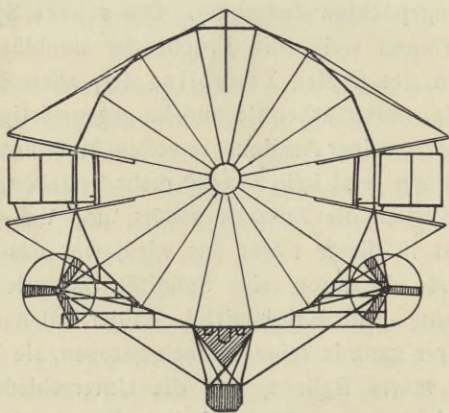


Fig. 74

das Luftschiff von Siemens-Schuckert und das Ungersche Stahlluftschiff mit durchlaufenden Längsträgern zu er-

wähnen. In den Fig. 73—77 sind einige, auf die Luftschiffe bezügliche, teils schematische, teils ausgeführte Darstellungen gegeben, deren Betrachtung dem Leser ein weiteres Eingehen auf die Einzelheiten der Konstruktion ersetzen muß. Und zwar gibt Fig. 73 einen Längsschnitt

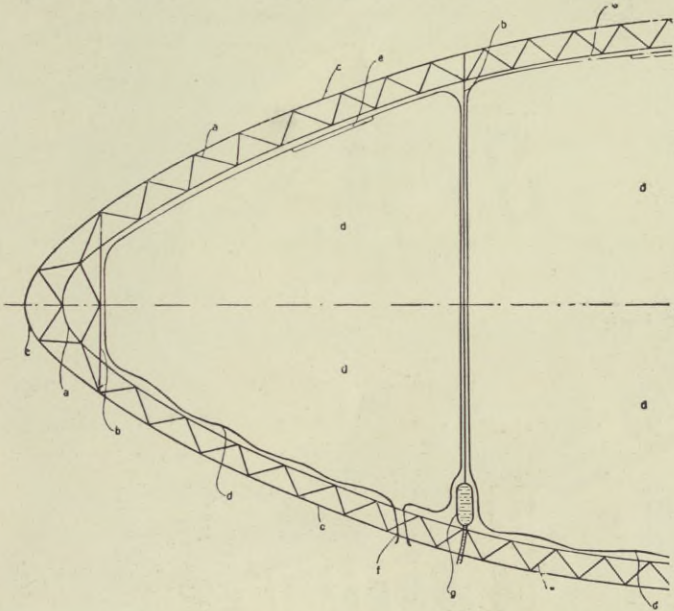


Fig. 75

des Parseval, 74 und 75 geben Querschnitt und ein Stück Längsschnitt des Zeppelin, 76 zeigt einen Schütte-Lanz im Bau, und 77 zeigt einen Militärballon flugbereit.

Und nun die große Frage: wie kommt es, daß die Beherrschung der Lüfte beinahe ein Jahrhundert lang „in der Luft liegen“ konnte, ehe die Frucht reif wurde? Von



Fig. 76 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

den Faktoren, die hier in zweiter Linie mitspielten, sei nur einer genannt: man wußte oder ahnte, daß man hier mit den Dimensionen ins riesenhafte würde gehen müssen, und dazu hatte man nicht den Mut, obwohl doch im Schiffbau schon ganz entsprechendes vorlag. Aber dieser Punkt betrifft doch nur die eine Methode: leichter als Luft. Beim Flugwesen war es nun wieder ein anderer, ebenfalls sozu-

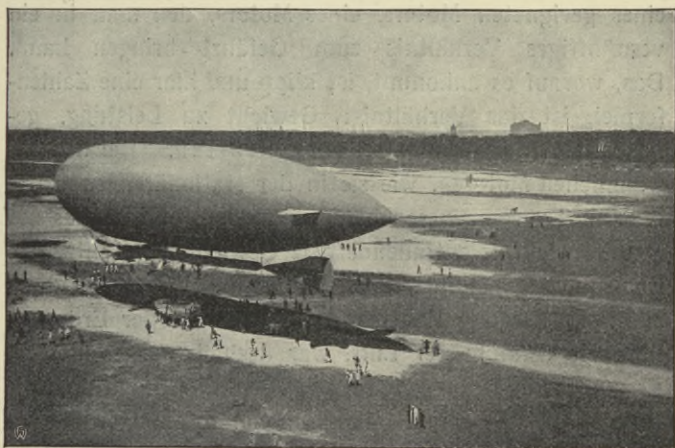


Fig. 77 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

sagen psychologischer Faktor, der gewiß nicht ohne wesentlichen Einfluß war: die Idee „schwerer als Luft“ schien mit dem Aufenthalt in der Luft unvereinbar, die ganze Forderung als eine Anmaßung gegenüber den Gesetzen der Natur. Aber das sind nur Nebenpunkte, die Hauptsache ist eine ganz andere, sie betrifft das Problem des Motors, und zwar gleichermaßen für Luftschiffe und Flug-

apparate. Und die Lösung dieses Problems ist ihrerseits interessant genug: es bedurfte eines Umweges, es bedurfte, wie man auch sagen kann, einer Anleihe auf fremdem Gebiet, um zum Ziele zu gelangen. Es bedurfte des Umweges über das Automobilproblem, in dem die erfinderrischen Köpfe, im Zusammenhange mit dessen größerer Friedens- und Kulturbedeutung, intensiver tätig waren. Denn hier wie dort handelt es sich um die Auffindung eines geeigneten Motors, eines Motors, den man in ein vernünftiges Verhältnis zum Gefährt bringen kann. Das, worauf es ankommt, ist klipp und klar eine Zahlenformel, ist das Verhältnis: Gewicht zu Leistung, genauer: Kilogramm zu Pferdekraften. Bei den gewöhnlichen Motoren, wie sie in der stationären Industrie und im Transportwesen benutzt werden, beträgt das auf eine Pferdekraft entfallende tote Gewicht viele dutzende, wenn nicht gar hunderte von Kilos, und ihre Anwendung zur Fortbewegung einzelner Fahrzeuge auf der Erde, geschweige denn in der Luft, war deshalb ausgeschlossen. Es mußte ein Motor gefunden werden, durch den man die Pferdekraft mit einem Minimum von totem Gewicht erzeugen konnte, und das ist durch Wahl und ständige Verbesserung des Explosionsmotors gelungen, und zwar in so glänzender Weise, daß das Gewicht pro Pferdekraft allmählich auf 20, 10, 5, 2, ja auf ein einziges Kilo herabgedrückt wurde; und man hätte hierin wahrscheinlich noch weiter gehen können, wenn man nicht eingesehen hätte, daß auch hier das Gute seine Grenzen hat, und daß man im Interesse der Betriebssicherheit bei dem Erreichten stehen bleiben, ja unter Umständen wieder ein ganzes Stück zurückschrauben müsse. Alles übrige, die Wahl

des zur periodischen Explosion benutzten Stoffes — Benzin, Benzol, Spiritus usw. —, die Art der Zündung (Boschscher Magnetzündler) und Vergasung, die Verteilung des Ganges auf diese oder jene Anzahl von Phasen — Zwei-, Vier-, Sechs-Takt-Maschinen —, die Anzahl der Zylinder, ihre Reihen- oder Sternanordnung und vieles andere, gehört zu den Spezialitäten und kann hier nicht im einzelnen besprochen werden. Es genüge, auch hier statt dessen auf die Fig. 78 bis 80 hinzuweisen, in deren erster der

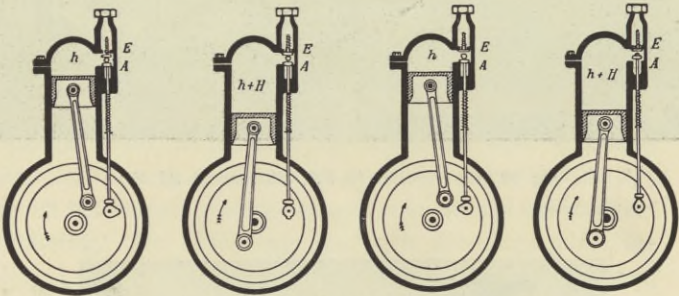


Fig. 78

Viertaktrhythmus (Ansaugung, Verdichtung, Ausdehnung, Verdrängung) dargestellt ist, während die beiden anderen zwei der verbreitetsten Typen, den Daimlermotor und den durch die geringsten Dimensionen ausgezeichneten Gnommotor veranschaulichen; hier, wie überhaupt bei den Sternmotoren, muß die Anzahl der Zylinder ungerade (im abgebildeten Falle sieben) sein, weil sonst erhebliche Störungen im Betriebe eintreten können.

Diese Explosionsmaschinen setzen dann die eigentlichen Motoren in Tätigkeit. Es sind ausnahmslos Pro-

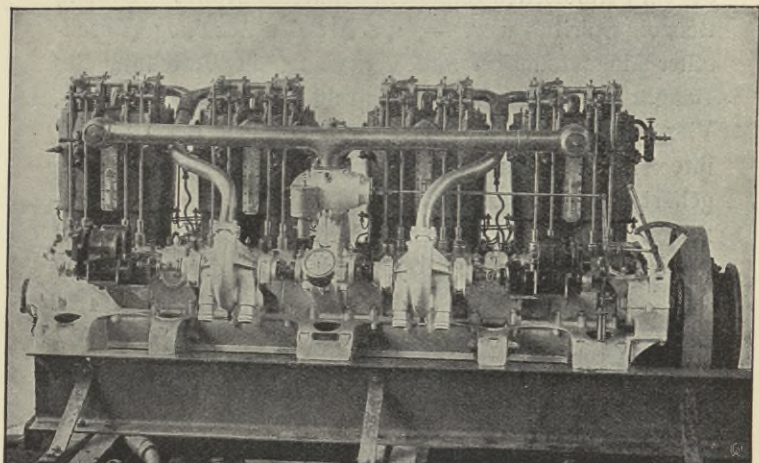


Fig. 79 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

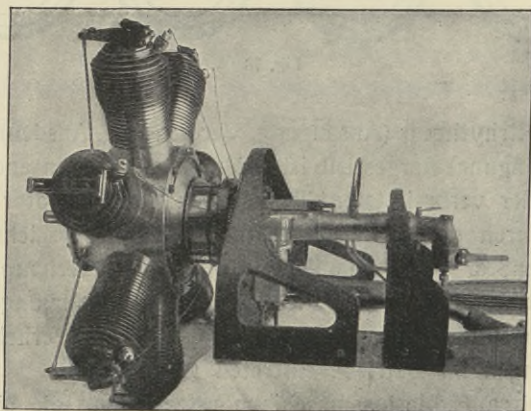


Fig. 80 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)



peller, wie bei den modernen Schiffen, nur müssen sie (wenn sie nicht, wie beim Parseval, absichtlich schlaff, nämlich aus Leinwand, hergestellt sind und sich erst in der Tätigkeit straffen) besonders solide und, bei den Luftschiffen, in großen Dimensionen genommen werden; und trotzdem wird man dann, der Sicherheit halber, deren mehrere einbauen: Parseval kommt meist mit zwei solchen aus, bei Zeppelin sind es vier, bei Siemens-Schuckert sogar sechs. Auch ihre Lage ist verschieden: an der Gondel, an der Versteifung, im Schwerpunkt des ganzen Systems.

Schließlich kommt noch die instrumentelle Ausrüstung des Luftschiffes in Betracht, und zwar die allgemeine, auch für Friedenszwecke erforderliche, wie die spezifisch kriegsmäßige. Aus jener möge ein einzelnes, aber wichtiges Beispiel herausgegriffen werden: die Ortsbestimmung; sie ist bei klarem Wetter ebenso leicht wie bei unsichtigem schwierig. Die Höhenlage läßt sich allerdings mit Hilfe von Luftdruckmessern, insbesondere mit Instrumenten, die die Änderungen des Luftdruckes dauernd angeben oder gar verzeichnen (Luftdruckvariometer), mit einiger Sicherheit verfolgen; um so mißlicher steht es, wenn man weder irdische Objekte noch Sterne erblickt, mit der Orientierung über geographische Länge und Breite. Es kämen hierfür mechanische Methoden, namentlich mit Benutzung des Kreiselprinzips und magnetische, mit Hilfe des Kompasses in Frage; aber beide Methoden haben noch zu keinem allgemein brauchbaren System geführt. Das ist natürlich für Kriegsfahrzeuge außerordentlich unangenehm, besonders, wenn es sich darum handelt, die Grenzen neutraler Staaten zu respektieren oder rasch den für Offensive oder

Defensive günstigsten Weg einzuschlagen — kein Wunder, daß man noch so häufig von Abirrungen bei unsichtigem Wetter liest. Unter den spezifisch militärischen Ausrüstungen nehmen die Waffen — meist Bomben oder Pfeile —, die Zielvorrichtungen und Entfernungsmesser sowie die photographischen Apparate den vordersten Platz ein; es muß aber an diesem Hinweise genügen (bei der Schießkunst kommen wir ohnehin noch einmal auf den Gedanken zurück). Ist doch die Frage der militärischen Ausgestaltung des Luftschiffes noch ganz im Flusse; nur so viel kann man vielleicht jetzt schon sagen, daß der Schaden, den es anrichten kann, größer ist, als der, den es erleiden kann, von ganz außergewöhnlichen Fällen natürlich abgesehen.

Während es sich bisher um Ballons handelte, die sich frei, sei es passiv oder aktiv, durch den Raum bewegen konnten, sind die Fesselballons an einen bestimmten Ort und seine Umgebung, abgegrenzt durch die Länge des Fesselseiles und die Steigkraft, gebunden. Diese Fesselballons können natürlich nur Informationszwecken dienen, scheinen sich aber für solche tatsächlich in weitem Umfange zu bewähren, und zwar ganz besonders von Festungen, Hauptquartieren und ähnlichen Konzentrationspunkten militärischen Interesses aus. Während man früher zu diesem Zwecke nur den Freiballon benutzte, ist jetzt ein anderer Typ, nämlich der Drachenballon, in den Vordergrund gerückt, der, ursprünglich von Sigfeld ersonnen, von Parseval weiter ausgebaut worden ist. Er beruht auf der Kombination der Prinzipien des Drachens mit dem Ballon, hat eine zylindrische bis sackartige Form, so daß er sich stets in die Windrichtung einstellt, und wird durch ein

Ballonet im unteren Teil der Hülle, das durch einen Windfang mit Stoffventil aufgeblasen wird, in praller Form erhalten. Die Fig. 81 gibt eine Skizze von ihm.

Schließlich ist noch von großer Bedeutung die Frage der Ballonhallen oder „Luftschiffhäfen“, wie man in Analogie zur nautischen Sprache sagen wird. Daß sie, besonders wenn sie für mehrere Ballons ausreichen sollen, riesige Dimensionen erhalten müssen, versteht sich von selbst. Schwierigkeiten aber bietet ihre Orientierung,

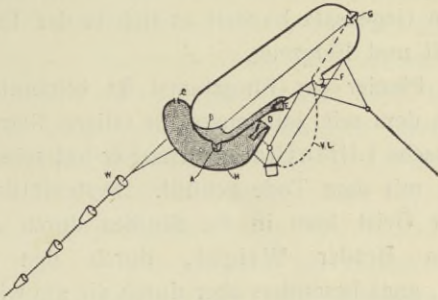


Fig. 81

da man das Luftschiff immer nur auf der windstillen Seite herausbringen kann, diese Seite aber wechselt. Man muß also, wenn man eine stets brauchbare Halle haben will, sie entweder um ihre Längsachse drehbar machen oder man muß sie, ähnlich wie die Lokomotivschuppen, strahlenförmig nach allen Seiten anlegen, was aber natürlich wiederum zu noch gewaltigeren Dimensionen führt.

## Die Fliegekunst.

Der einst so heftige Kampf mit dem Feldgeschrei, hie „leichter als Luft“, dort „schwerer als Luft“ ist längst verstummt. Er ist einem, sich gegenseitig ergänzenden Zusammenarbeiten beider Parteien gewichen, wobei es nicht schwer war, die Wirkungsbereiche gegen einander abzugrenzen. Wirkt doch auch zu Lande die Artillerie und die Infanterie, jede auf ihre Weise; und um einen ganz ähnlichen Gegensatz handelt es sich in der Tat hier, bei Luftschiff und Flugzeug.

Der Pionier der Fliegekunst ist bekanntlich, wenn man von dem seit Jahrtausenden seligen Ikaros absieht, der Deutsche Lilienthal gewesen; er hat seine Gleitflugversuche mit dem Tode gebüßt. Systematik und zielbewußter Geist kam in die Studien durch die amerikanischen Brüder Wright, durch den Franzosen Blériot, ganz besonders aber durch die auf wissenschaftlichem Boden stehenden Untersuchungen Prantls und anderer Theoretiker. Das Hauptproblem bezieht sich hier auf die Tragkraft, und zwar, da von „Luftverdrängung“ und ähnlichem nicht die Rede sein kann, um künstliche Tragkraft, erzeugt durch den Vertikaldruck auf die unter dem Flugzeug befindliche Luft. Diese Tragkraft steht im direkten Verhältnis zur Masse und Geschwindigkeit der nach unten gestoßenen Luft, sie beträgt z. B. für 1000 kg und 4 m pro Sekunde rund 400 kg, und die dazu nötige Arbeit reichlich 12 Pferdekkräfte; natürlich muß man, um die Geschwindigkeit klein zu erhalten, die Luftmasse recht groß machen. Die obige Arbeit bezieht sich wohl-

verstanden nur auf die Überwindung der Schwere, dazu kommt dann noch die Arbeit behufs Fortbewegung in horizontaler Richtung, so daß, je nach den Verhältnissen, 30 bis 100 Pferdekräfte herauskommen. Des weiteren handelt es sich auch hier, wie beim Schiff- und Luftschiffbau, um die günstigste Form, um den Luftwiderstand zu überwinden und doch für die Stabilität garantieren zu können. Da der Luftwiderstand mit der Größe der Flächen und dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, beides aber in diesem Falle sehr bedeutende Werte annimmt, kommt alles auf die richtige Formgebung und Massenverteilung im einzelnen an, und es gibt sicherlich, wenn auch vielleicht nicht bloß eine, so doch jedenfalls nur einige wenige gute Lösungen des Problems. In der Tat zeigt sich schon jetzt, daß die meisten, in der Kindheit der Technik aufgetauchten Typen wieder verschwinden und nur ganz wenige übrig bleiben.

Der künstliche Menschenflug ist begreiflicherweise dem Vogelfluge nachgebildet, oder wenigstens ist das versucht worden; es hat sich freilich gezeigt, daß eine derartige Übertragung, wenn überhaupt, nur in den allgemeinsten Zügen durchführbar ist, und daß man sich schließlich doch in den Einzelheiten selbständig machen muß.

Um einige Ordnung in die beim Fliegen bestehenden Möglichkeiten zu bringen, kann man fünf Hauptarten unterscheiden: das Gleiten, Schweben, Kreisen, Rudern und Segeln; die beiden ersten sind Freiflüge, die beiden letzten Motorflüge, der dritte steht vielleicht zwischen den beiden Klassen. Der Gleitflug läßt sich kurz folgendermaßen charakterisieren: durch Schrägstellung der un-

beweglich gehaltenen, aber vorgedrückten Flügel erhält der herabsinkende Körper eine horizontale Komponente, die ihn mit einer Geschwindigkeit vortreibt, die lediglich durch den Luftwiderstand allmählich vermindert wird; es erfolgt also ein schräges Absteigen unter einem Winkel, der von der vorher, vielleicht durch einen Motor gewonnenen lebendigen Kraft und der Einrichtung des Apparates abhängt; eine Zeitlang kann sogar direkt horizontal oder schwach aufwärts geglitten werden. Soll dagegen wirklicher Schwebeflug entstehen, so muß noch irgend etwas hinzukommen, etwa ein aufsteigender Luftstrom, wie er in manchen Gebieten, z. B. an Waldrändern, steilen Küsten usw. sogar regelmäßig verbreitet ist; die Muskel- oder Motorkraft dient dann nur dazu, schwache Drehungen der Flügel um ihre Längsachse auszuführen und so das Gleichgewicht zu bewahren. Was dann das Kreisen betrifft, so ist es noch wenig aufgeklärt; vielleicht spielen hier Pulsationen der Luft oder die mit der Höhe zunehmende Windgeschwindigkeit oder ähnliche Momente in eventueller Zusammenwirkung eine maßgebende Rolle.

Die Motorflüge beginnen wir am besten mit dem Segelflug, da er ein Schweben, kombiniert mit einer Vorwärtsbewegung aktiven Charakters darstellt, nämlich unter Benutzung des Windes, wobei natürlich nur selten die gewünschte Flugrichtung direkt herauskommt, sondern durch Schrägstellung, eventuell aber durch „kreuzen“ — wie beim segeln auf dem Wasser — erzwungen werden muß. Eine große Rolle in der Flugtechnik spielt diese Methode begreiflicherweise nicht. Diese kommt vielmehr fast ausschließlich dem Ruderflug in seinen verschiedenen

Ausgestaltungen zu. Hierbei findet ein periodisches Heben und Senken der Flügel statt, wobei die Steilheit der Erhebung von Ausschlag und Frequenz der Schwingungen abhängt; die Muskel- bzw. Motorkraft muß hier direkt gegen die Schwerkraft und eventuell auch noch gegen den Wind ankämpfen, es kommt daher rasche Ermüdung zustande, und es tritt dann zur Erholung regelmäßig Schweb- oder Gleitflug ein. Betrachten wir etwa einen Vogel beim Ruderfluge, so sehen wir — man vergleiche die Fig. 82 — daß die Flügel gleichmäßig nach unten und zugleich etwas nach vorn weisen; sie beschreiben daher im Raume



Fig. 82

Wellenflächen, also jeder Punkt eine Wellenlinie, die Flügelspitze die höchsten Wellen, die Basis die flachsten; ganz besonders charakteristisch ist die dadurch entstehende Verdrehung der Flügel im Schlage. Sonst wären noch die Schraubenflugzeuge zu erwähnen, die gewisse nicht unwesentliche Vorzüge besitzen, denen freilich auch Gefahren gegenüberstehen, die zurzeit noch nicht ganz überwunden sind.

Von den Motoren ist schon gesprochen worden, die weiteren Fortschritte betreffen nur noch die möglichst minutiöse Anpassung der Modelle an die Bedürfnisse und den speziellen Charakter der Flugzeuge. Der Brennstoff,

also in erster Linie Benzin, wird in besonderen Spritzvergasern zerstäubt, mit der nötigen Luftmenge in Verbindung gebracht und im geeigneten Augenblicke in einem Zylinder verbrannt. Von den schon erwähnten vier Takten ist es eigentlich nur der dritte, die Ausdehnung, der die eigentliche Arbeitsleistung vollzieht. Für das gute Funktionieren sind einige Bedingungen wesentlich, namentlich guter Massenausgleich, eine Mindestzahl von vier Zylindern, mit Phasenverschiebung um 1, 2, 3 Takte, so daß in jedem Momente sich alle vier Manipulationen abspielen, ferner geringes Eigengewicht (siehe oben) und geringer Verbrauch an Brennstoff; die verschiedenen Typen unterscheiden sich durch die Anordnung der Zylinder im Verhältnis zu Kurbeln und Wellen, durch unmittelbare oder mittelbare Kühlung usw. Auch an den Propellern ist viel herumprobiert worden, die Zahl der Flügel, konstante oder veränderliche Steigung, ebene oder gewölbte Flügelform, die Frage der verstellbaren Flügel und ähnliches ist studiert worden; aber erst die gegenwärtigen Erfahrungen werden wohl hier eine Entscheidung bringen.

Was die einzelnen Typen von Flugzeugen betrifft, so sind viele schon als weniger brauchbar ausgeschieden, und fortwährend vollzieht sich noch eine weitere Auslese; es bleiben eigentlich nur noch die Normalformen des Zweideckers, des Eindeckers und insbesondere die „Taube“ übrig. Die Zweidecker oder Doppeldecker, wie sie jetzt sind, kann man von der Grundform des Voisinapparates ableiten, die Eindecker stammen von Blériot ab — beides also französische Quellen, und um so erfreulicher die Tatsache, daß wir es mit den Franzosen ganz gut aufnehmen können. Zum Zweideckertyp gehören die



Apparate von Euler, Farman, den Albatroß- und den Aviatikwerken; als Beispiel mögen die Fig. 83 und 84 dienen. Die

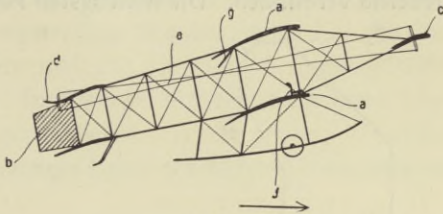


Fig. 83

Eindecker andererseits sind jetzt schon so ziemlich bei der Normalform angelangt: langes, bootförmiges Gestell (Rumpf), vorn etwas stumpf, hinten sehr schlank, daran

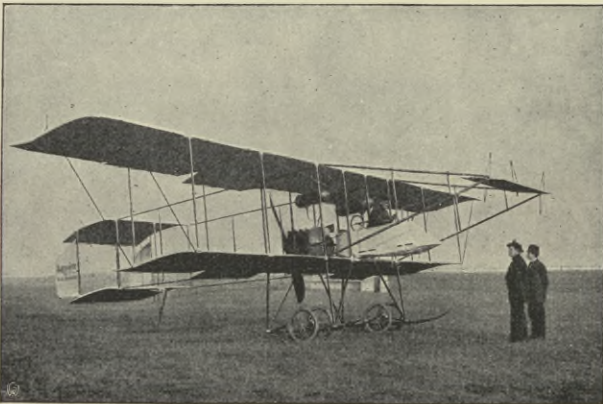


Fig. 84 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

gliedern sich vorn beiderseits Tragflügel an, hinten die verschiedenen Steuerorgane; der Motor mit kurz angeschlosse-

nem Propeller vorn am Rumpf dicht vor den Sitzen und Hebeln; nach unten dann das Ablaufgestell, entweder fest oder federnd verbunden. Die wichtigsten Formen des

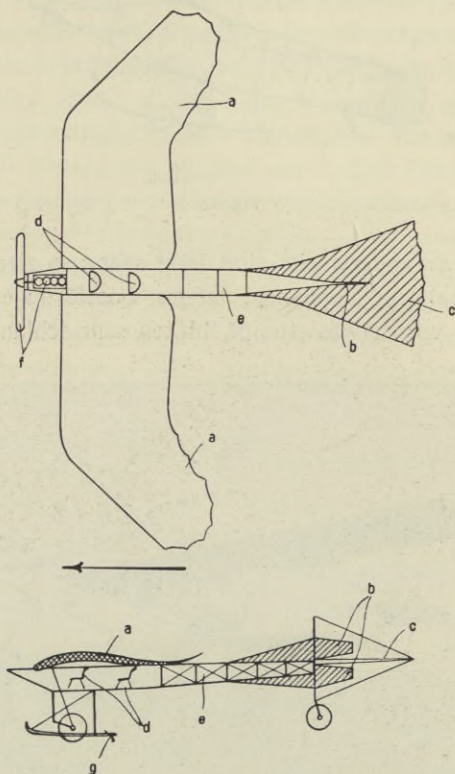


Fig. 85

Taubentyps sind die von Etrich-Rumpler und der Gothaer Waggonfabrik; man betrachte die schematische und die ausgeführte Wiedergabe in den Fig. 85 bis 87.

Viele dieser Typen sind zurzeit, besonders infolge der im Kriege gemachten Erfahrungen, schon wieder verschwunden oder doch stark verändert; und die Führung hat ein neuer Typ übernommen, der die Vorzüge des Eindeckers und des Zweideckers gewissermaßen in sich vereinigt: der Rumpf-Doppeldecker; er hat zwar einen Körper, ganz ähnlich dem der Taube, nämlich von heuschreckenartiger Form, darüber und darunter aber je eine

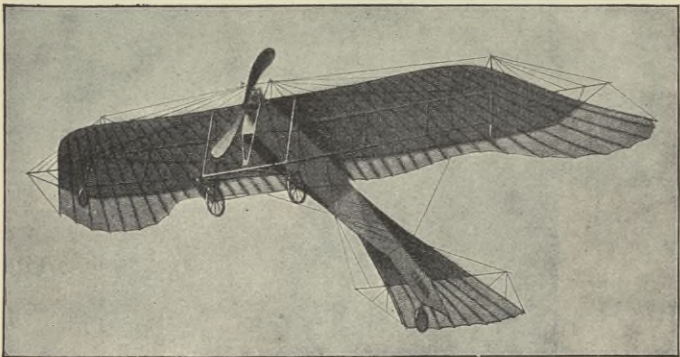


Fig. 86 (Aus: Technik im XX. Jahrhundert, Bd. IV)

Tragfläche von geschweifter Form und Verkleinerung des Einfallwinkels nach den Flächenenden zu. In der Fig. 88 ist ein Rumpf-Doppeldecker der Deutschen Flugzeugwerke in Leipzig wiedergegeben; auch vergleiche man oben die Fig. 59.

Zu den, uns schon von den Luftschiffen bekannten Steuern, den Seiten- und Höhensteuern, von denen die letzteren auch auf den Aktionsradius von wesentlichem Einfluß sind, kommt hier noch eine dritte Art hinzu:

das Quersteuer für Kurvenflug. Beim Kurvenflug nach

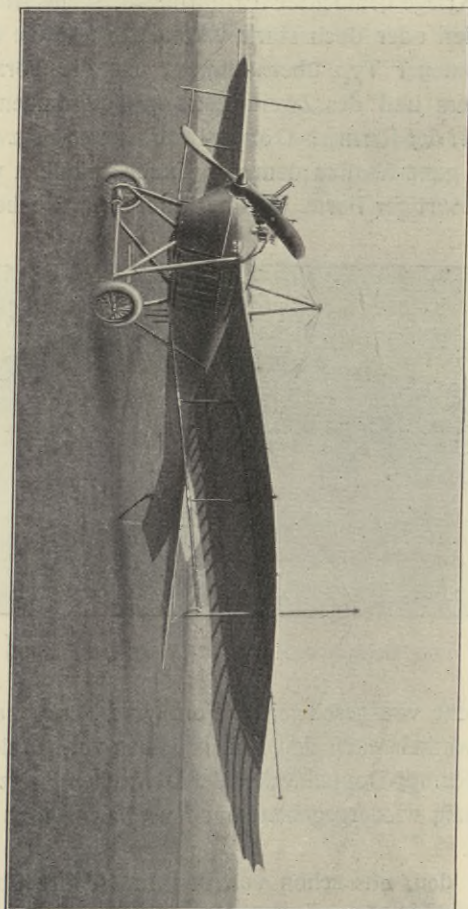


Fig. 87

links wird beim Doppeldecker das Seitensteuer nach rechts ausgelegt, dann werden die rechten Tragflächenenden nach



Fig. 88

unten gebogen und dadurch angehoben, die linken hochgebogen und dadurch gesenkt, und schließlich, weil infolge dieser Operationen der Apparat im ganzen sinken würde, das Höhensteuer

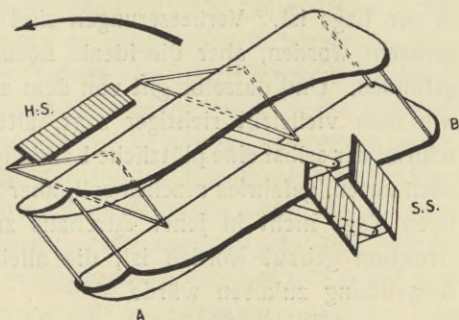


Fig. 89

aufwärts gestellt; in der Fig. 89 ist das skizzenhaft veranschaulicht. Einfacher gestaltet sich die Sache beim

Eindecker, wo nur links hinten aufgebogen wird; dadurch neigt sich der Apparat nach links, was dann mit Hilfe der Linksstellung des Seitensteuers die richtige Kurve ergibt. Bei solchen Kurvenflügen ist natürlich die Stabilisierung besonders wichtig. Die Längsstabilisierung erfolgt durch das System einer vorn liegenden Haupttragdecke und einer zur Dämpfung dienenden Schwanzfläche, wobei der Systemschwerpunkt mit dem Druckmittelpunkt der Haupttragfläche zusammenfallen muß. Die Querstabilisierung wird schon durch die weit ausladenden Flügel einigermaßen garantiert, dazu können dann eventuell noch besondere Hilfsflächen gefügt werden.

Eine sehr wichtige Frage ist, wie man weiß, die Abfahrt und Landung, weil es hier, und ganz besonders unter den Verhältnissen des Krieges, darauf ankommt, in nicht gar zu hohem Maße von den Platzverhältnissen abhängig zu sein, die man sich ja schließlich oft gar nicht auszusuchen in der Lage ist. Verbesserungen sind da schon manche gemacht worden, aber die ideale Lösung ist noch nicht gefunden. Und dasselbe gilt von dem altberühmten oder, wie man vielleicht richtiger sagt, altberüchtigten Fallschirm, der selbst eine plötzliche Landung, direkt senkrecht nach unten, gefahrlos machen soll, aber noch bis zum heutigen Tage nicht in jener durchaus zuverlässigen Konstruktion gebaut worden ist, die allein eine praktische Anwendung zulassen würde.

Schließlich ist noch auf eine besondere Klasse, die Wasserflugzeuge, hinzuweisen, die nicht zum „Landen“ eingerichtet sind, sondern zum Niedergange auf dem Wasser, insbesondere auf dem Meere, und die im Zu-

sammenhänge hiermit mancherlei interessante Konstruktionseinzelheiten aufweisen, auf die einzugehen hier der Raum fehlt.

Was die Flieger im gegenwärtigen Kriege leisten, darüber braucht nicht erst ausführlich gesprochen zu werden. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit, wenn er auch nicht in entsprechendem Maße in die Öffentlichkeit dringt, besteht in der eingehenden Information über die feindlichen Stellungen, Bewegungen, Befestigungen usw., und zwar teils durch Signale, teils durch mündlichen Bericht nach der Rückkehr, teils durch Aufnahme von Photographen. Aber auch die Angriffstätigkeit der Flieger ist nicht zu verachten, obgleich natürlich hier eine gewisse Vergeudung, d. h. eine große Zahl von Versuchen im Verhältnis zu einer kleinen Zahl von Erfolgen, nicht zu vermeiden ist; indessen wird auch dieses Verhältnis von Tag zu Tag günstiger, nicht am wenigsten infolge der steigenden Übung und Geschicklichkeit der Flieger sowie durch die Vervollkommnung der Wurf- und Zielapparate, über deren Einzelheiten jedoch ein begreifliches Geheimnis schwebt. Schließlich muß es als ein Symptom der wachsenden Kühnheit, mit der man die Luft zu bemeistern sucht, angeführt zu werden, daß man die Flugapparate neuerdings sogar regelrecht zu panzern versucht, worauf in anderem Zusammenhänge noch zurückzukommen sein wird. Jedenfalls ist mit Genugtuung festzustellen, daß wir es auf dem Gebiete des Flugwesens mit den Franzosen, die Jahre lang behaupteten, weitaus an der Spitze zu marschieren, recht gut aufzunehmen vermögen, und daß wir ihnen in manchen Spezialitäten entschieden über sind.

## **Die Schießkunst im allgemeinen.**

Wir kommen nun zu einem Thema, mit dem wir mitten in die eigentliche Kriegführung hineingeraten, nämlich zu den Hilfsmitteln des Angriffes einerseits und der Verteidigung andererseits; wir beginnen mit den ersteren, also mit dem gesamten Schießwesen.

Die Kunst, Geschosse in die Luft und durch sie hindurch auf feindliche Ziele zu senden, heißt Ballistik; sie zerfällt in die innere und die äußere Ballistik, je nachdem es sich um die Vorgänge in dem Geschütze, von dem das Geschosß ausgeht, oder um die Vorgänge handelt, die sich abspielen, nachdem das Geschosß das Geschütz verlassen hat. Wir werden uns dabei, im Interesse des allmählichen Aufbaues der Probleme, um die es sich hier handelt, nicht streng an diese Einteilung halten können.

Das älteste „Geschütz“ ist zweifellos der Arm und die Hand des Menschen mit der in ihnen aufgespeicherten Muskelkraft. Man denke an die Steinschleuderer und Kugelwerfer alter Zeiten; und auch heute wieder kommt man unter besonderen Verhältnissen auf ähnliches, wie Handbomben, Handgranaten usw. zurück. Unterstützt wird dabei in gewissen Fällen die Muskelkraft durch die elastische Kraft geeigneter Stoffe, wie Hölzer und Sehnen; beruht doch hierauf die Armbrust und die Kunst der Bogenschützen, von der sich noch Goethe mit regstem Interesse durch Eckermann unterrichten läßt.

Alles das ist jetzt völlig in den Hintergrund getreten gegenüber den Feuerwaffen, d. h.: man bedient sich



der allen anderen Kräften weit überlegenen Explosionskraft gewisser Chemikalien, um das Geschöß mit ungeheurer Wucht in den Raum hinauszuschleudern. Das älteste und bekannteste Pulver dieser Art ist das Schwarzpulver — so benannt wegen seiner Farbe, zugleich aber dadurch den Namen des Mönches Berthold Schwarz verewigend, der zwar nicht „das Pulver erfunden“ hat, der aber vielleicht der erste war, der es benutzte, um ein Geschöß aus einem Geschütz herauszutreiben. Das Schwarzpulver bestand ursprünglich aus 75 Teilen Salpeter,  $11\frac{1}{2}$  Teilen Schwefel und  $13\frac{1}{2}$  Teilen Kohle, und tut noch immer vortreffliche Dienste, wenn es auch nach und nach zugunsten größerer Wirksamkeit und vollständigerer Verbrennung, also geringerer Rauchentwicklung sich wesentlich verändert hat; insbesondere sind die Anteilziffern der Glieder jenes chemischen „Dreiverbandes“ ganz erheblich und schließlich bis zu dem Verhältnis 78:3:19 modifiziert worden, so daß der Schwefel beinahe ausgeschaltet erscheint.

In der Hauptsache aber hat das Schwarzpulver anderen, kräftigeren und auch sonst geeigneteren Explosivstoffen weichen müssen. Dazu gehört insbesondere der Stoff, der, populär unter dem Namen Schießbaumwolle bzw. Schießwolle bekannt, etwas wissenschaftlicher (aber auch noch nicht streng wissenschaftlich) Nitrozellulose heißt. Er ist, weil er nicht lagerbeständig war, lange Zeit hindurch für die Praxis unverwertbar geblieben, bis ihn im Jahre 1885 der später durch seine Riesenstiftung noch anderweitig berühmt gewordene Nobel (der auf diese Weise seine kriegerischen und zerstörenden Leistungen durch friedliche und kulturelle ausgleichen wollte), mit

einem Schläge brauchbar machte, und zwar durch Gelatinierung mit Nitroglyzerin, wobei als Gelatinierungsmittel Alkohol und Äther, als Grundsubstanz ein Gemenge von Kollodiumwolle und Schießwolle dienten; am berühmtesten ist das Ergebnis dieser Versuche in der Form des Dynamits geworden. Bei dem neuen Pulver findet nun fast vollständige und darum fast rauchlose Verbrennung statt, was erstens eine ungestörtere Beobachtung und zweitens eine schnellere Schußfolge ermöglicht. Dabei ist im Vergleich mit Schwarzpulver die aus der gleichen Pulvermenge erzeugte Gasmenge die dreifache (nämlich aus einem Gramm dort 280, hier, je nach der Sorte, 800 bis 1000 Kubikzentimeter), die pro Gaseinheit entwickelte Wärmemenge wieder noch beinahe die doppelte, man erhält also eine fünf- bis sechsfache Leistung, und es ist daher möglich, mit kleinerem Kaliber zu arbeiten und, bei gestreckterer Bahn, größere Schußweiten zu erzielen — von der besseren Regulierbarkeit und der größeren Beständigkeit ganz abgesehen.

Übrigens ist an dieser Stelle auf einen wichtigen Unterschied aufmerksam zu machen: es ist zu unterscheiden zwischen zwei Phänomenen und demgemäß auch zwischen zwei Klassen von Stoffen, um sie hervorzurufen. Das eine Phänomen ist der Schuß, das andere die Sprengung; dort wird ein Körper, das Geschöß, in bestimmter, zwangsläufiger Richtung fortgetrieben, hier wird ein Gesamtkörper oder ein Körperkomplex nach allen Seiten oder doch in einen weiten Streuengel auseinandergerissen. Nur Explosivstoffe, bei denen sich der Gasdruck allmählich steigert — allmählich hier im relativen Sinne genommen, denn auch hier handelt es sich nur um Bruchteile von Sekunden —

können zum Schießen, nur solche mit ganz plötzlicher Drucksteigerung können zum Sprengen benutzt werden; in der Fachliteratur wird demgemäß zwischen „Explosion“ und „Detonation“ unterschieden. Natürlich sind das nur die beiden Extreme, es gibt auch Übergänge dazwischen; teils solche, die ihrer Unzuverlässigkeit wegen vermieden werden müssen, teils solche, die gerade umgekehrt mit besonderem Raffinement nutzbar gemacht werden, worauf wir bald noch zurückkommen.

Das älteste moderne Sprengmittel ist die von Turpin erfundene Pikrinsäure, die aber als zu gefährlich wieder aufgegeben worden ist. An erster Stelle stehen jetzt gewisse, zu einer Gruppe gehörige chemische Verbindungen, und unter ihnen wieder das Trinitrotoluol, das denn auch für Granaten wie für Schrapnels am meisten verwandt wird, zumal es niemals schon im Geschützlauf seine Wirkung ausübt und somit am ungefährlichsten ist.

Bei den hier in Betracht kommenden Stoffen handelt es sich um ein sogenanntes „labiles Gleichgewicht“, d. h. die Stoffe existieren zwar, aber mit dem Bestreben, bei der ersten besten Gelegenheit, z. B. durch Stoß oder Erhitzung, in andere, stabilere Formen der Materie überzugehen. Wird nun dabei ein im Vergleich zu dem verfügbaren Raum beträchtliches Gasvolumen erzeugt, so bricht sich dieses mit Gewalt Bahn und treibt das ihm hinderliche Geschloß mit ungeheurer Geschwindigkeit vor sich her. Die maßgebenden Größen sind also bei dem ganzen Prozesse: das Ladegewicht, der Verbrennungsraum, das normale und das abnorme Gasvolumen, die Explosionstemperatur, die erzeugte Wärmemenge, der erzeugte

Druck und endlich die Zeit, die der ganze Prozeß in Anspruch nimmt, gemessen in tausentel Sekunden. Für alle diese Größen gibt es sehr fein ausgearbeitete Meßmethoden, z. B. für die Geschwindigkeit Methoden, die auf elektrischer Registrierung beruhen; es ist aber unmöglich, hier darauf einzugehen. Schließlich müssen wir noch einen Schritt weiter rückwärts gehen und zusehen, wie die

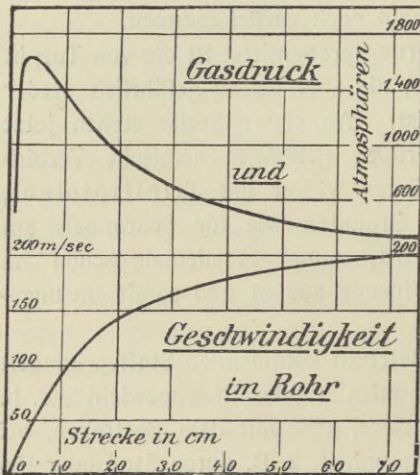


Fig. 90

Energie der Schieß- und Sprengstoffe ausgelöst, d. h. eingeleitet wird; es dient dazu seit langer Zeit und auch heute noch in den meisten Fällen der Initialimpuls des Knallquecksilbers, eines Stoffes, der ebenfalls erst durch Nobel näher geprüft und in seiner auslösenden Wirkung präzisiert worden ist.

In der Fig. 90 ist der Gasdruck und die Geschwindigkeit im Rohr in graphischer Form veranschaulicht: man sieht, wie der Druck sehr rasch ansteigt, sein Maximum erreicht und dann, erst rasch, später immer langsamer abfällt; und wie andererseits die Geschwindigkeit anfangs schnell, dann immer sanfter ansteigt, um schließlich gerade in der Mündung des Geschützes — eventuell

sogar erst etwas weiter hin — ihren größten Wert zu erreichen.

Ehe wir mit der inneren Ballistik fortfahren, müssen wir, um verständlich zu bleiben, die Hauptzüge der äußeren Ballistik kennen lernen. Da handelt es sich nun zunächst um die ideale Bahn des Geschosses, und diese ist abzuleiten aus der Erwägung, daß das Geschöß einen bestimmten Anfangsimpuls erhält, die ihm, mit Rücksicht auf das Beharrungsprinzip, eine sich immer gleichbleibende Horizontalgeschwindigkeit verleiht, und daß es außerdem von der Schwerkraft oder, was dasselbe besagt, durch sein Eigengewicht in einem mit der Zeit fortwährend zu-

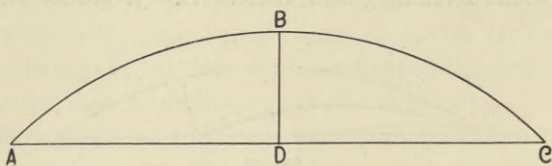


Fig. 91

nehmenden Maße nach unten getrieben wird; derart, daß es, solange es aufsteigt, eine gleichförmig verzögerte, dann aber, wenn es fällt, eine gleichförmig beschleunigte Vertikalbewegung ausführt. Was durch das Zusammenwirken dieser beiden Faktoren für eine Bahn entsteht, das kann man direkt beobachten, wenn man eine Flüssigkeit aus einem Schlauche in Form eines Strahles schräg nach oben austreten läßt: die Kurve, die es dann bildet oder doch im idealen Falle genau bilden würde, heißt eine Parabel. Es ist die Kurve *ABC* in der Fig. 91, sie besteht, wie man sieht, aus zwei, durch den höchsten Punkt *B* getrennten, symmetrischen Ästen; *AD* ist die

halbe,  $ADC$  die ganze Schußweite,  $DB$  die Schußhöhe; dabei ist angenommen, daß das Ziel  $C$  auf gleichem Niveau liege wie der Ausgangspunkt  $A$ , andernfalls ändert sich nur dies an den Verhältnissen, daß die gerade Basis  $ADC$  schräg (nach oben oder unten) verläuft, und daß die beiden Äste entsprechend unsymmetrisch werden. Übrigens kann man für Flachsüsse (bis zu etwa 15 Grad Elevationswinkel) die Parabelbögen, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, mit Kreisbögen indentifizieren, die alle gleichen Radius haben, und somit verschiedene Schußkurven, wie die drei in der Fig. 92, durch sogenannte „Schwenkung“ zur Deckung bringen, was die praktische Rechnung sehr erleichtert. Je größer die An-

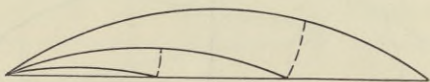


Fig. 92

fangsgeschwindigkeit (also die treibende Pulverkraft) ist, desto größer ist die Schußweite; und es ist, wenn auch phantastisch, doch recht lehrreich, sich vorzustellen, daß, wenn man die Pulverkraft und damit die Anfangsgeschwindigkeit immer mehr steigert, man zuletzt eine Schußkurve erhält, die mit der gekrümmten Erdoberfläche dauernd parallel bleibt, so daß das Geschöß die Erde als eine Art von Miniaturmond umkreisen würde. Steigert man andererseits den Elevationswinkel, so steigert man damit, außer der Schußhöhe, zunächst auch die Schußweite, aber nur bis man bei 45 Grad angelangt ist; bei noch steilerem Schusse wird die Bahn — immer gleiche Pulverkraft vor-

ausgesetzt — wieder kürzer, wie man das aus der Fig. 93 ersieht. Einen und denselben Zielpunkt  $P$  kann man also, insofern er überhaupt im Schußbereiche liegt, auf zwei Weisen treffen, entweder durch Flachschuß (früher Kernschuß genannt) auf dem steigenden Aste, oder durch Bogen-

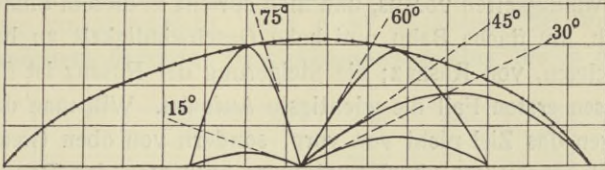


Fig. 93

schuß (früher meist Bombenschuß genannt) auf dem sinkenden Aste; dazu kommt dann als drittes der eigentliche Steilschuß, bei dem der Elevationswinkel sich mehr und mehr dem Endwerte von 90 Grad nähert.

Welche dieser drei Schußarten man zu wählen habe, wird natürlich von den Umständen und den Zwecken

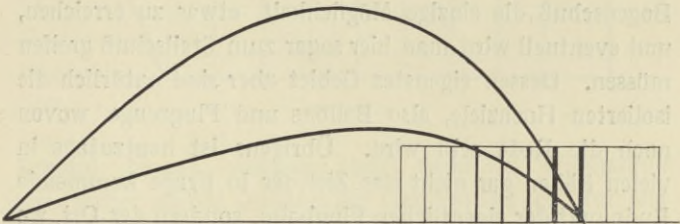


Fig. 94

abhängen; denn jede von ihnen hat ihre spezifischen Vorzüge. Je flacher die Bahn, desto größer ist das, was man den bestrichenen Raum nennt, d. h. die Tiefenausdehnung des zu treffenden Zieles; in der Fig. 94 werden z. B. von den hintereinander stehenden Zielen durch den flacheren

Schuß fünf, durch den steileren nur zwei getroffen. Die Infanterie und die Feldartillerie, deren Ziele Truppenkörper, Deckungen und ähnliches sind, wird also unter normalen Umständen den Flachschuß pflegen. Selbstverständlich setzt das zugleich die Anwendung großer Geschwindigkeiten voraus, und man spricht in diesem Sinne, d. h. um flache Bahn und hohe Geschwindigkeit zu bezeichnen, von Rasanz; die Steigerung der Rasanz ist für diesen ersten Fall die wichtigste Aufgabe. Will man dagegen das Ziel nicht von vorn, sondern von oben (wenn auch schräg von oben) treffen, so muß man den Bogenschuß wählen: das ist namentlich der Fall der Belagerungsgeschütze, deren Aufgabe es ist, die Panzerdecken zu durchschlagen und ihren lebenden und toten Inhalt von oben zu treffen. Modifikationen treten natürlich ein, wenn das Ziel mit dem Geschütz nicht in gleichem Niveau, sondern höher oder tiefer liegt, was in bergigem Gelände oft vorkommen wird; über einen Berg hinweg bietet ja der Bogenschuß die einzige Möglichkeit, etwas zu erreichen, und eventuell wird man hier sogar zum Steilschuß greifen müssen. Dessen eigenstes Gebiet aber sind natürlich die isolierten Hochziele, also Ballons und Flugzeuge, wovon noch die Rede sein wird. Übrigens ist heutzutage in vielen Fällen gar nicht das Ziel der in Frage kommende Endpunkt der eigentlichen Flugbahn, sondern der Ort, wo das Geschöß seine Bestimmung: zu platzen, erfüllt, und dieser Ort liegt auch in mehr oder weniger großer Höhe.

In Wahrheit sind die geschilderten Verhältnisse nur als ideale Abstraktion anzusehen; sie werden nämlich wesentlich modifiziert durch den Luftwiderstand, und zwar in desto stärkerem Maße, je schneller das Geschöß



dahinsaut. Lange Zeit hindurch begnügte man sich in der theoretischen Ballistik mit der Annahme, der Luftwiderstand nehme zu wie das Quadrat der Geschwindigkeit des Geschosses, so daß also das Verhältnis beider Größen immer dasselbe bliebe; das ist aber, wie man später erkannt hat, und wie die Fig. 95 in graphischer Darstellung veranschaulicht, auch nicht annähernd der Fall, wenigstens nicht für Geschwindigkeiten über 200 m pro

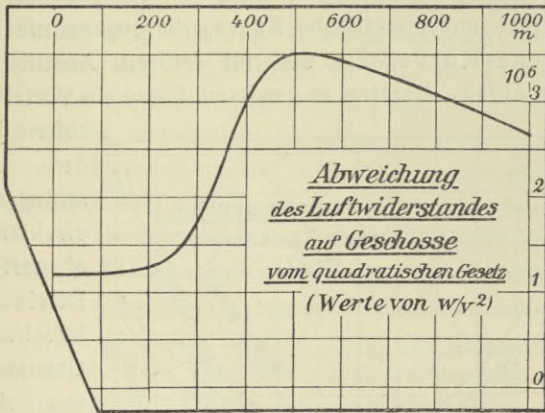


Fig. 95

Sekunde hinaus; vielmehr steigt dann der Widerstand viel rascher als das Quadrat der Geschwindigkeit, und erst von 500 m pro Sekunde an wird die Zunahme des Widerstandes wieder etwas sanfter. Infolgedessen treten nun vier Abweichungen vom theoretischen Verlauf des Vorgangs auf: erstens bleibt die Geschwindigkeit des Geschosses nicht konstant, sie nimmt vielmehr immer mehr ab, und der letzte Teil der Flugbahn wird daher für kräf-

tige Wirkungen wertlos (das Geschöß ist hier schon zu „schlapp“); zweitens wird die Schußhöhe etwas, wenn auch

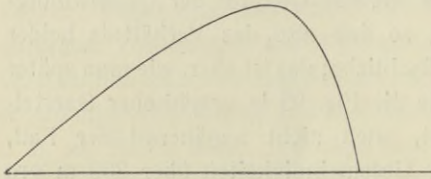


Fig. 96

nicht sehr stark, beeinträchtigt; drittens wird die Schußweite in hohem Grade reduziert, und viertens wird aus der Parabel eine unsymmetrische Kurve, die sogenannte ballistische Kurve, Fig. 96, mit sanftem Anstieg und steilem Abfall — letzteres in gewissem Sinne ein Vorteil, in-

sofern jetzt der Aufschlag noch direkter von oben erfolgt. Bei einer 120 kg schweren Granate, die aus einem Mörser unter 32 Grad mit 200 m pro Sekunde abgefeuert wird, be-

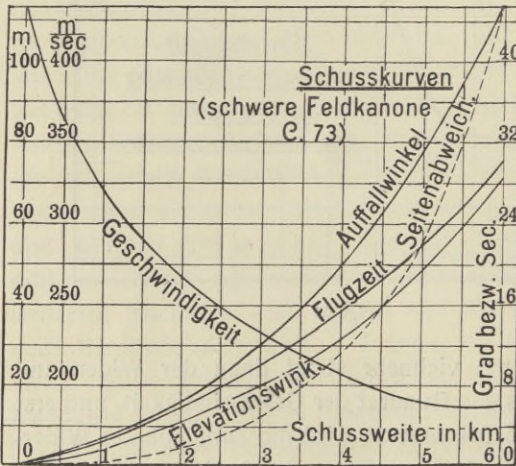


Fig. 97

trägt die Schußweite nur noch reichlich die Hälfte der theoretischen, bei einem Infanteriegeschöß noch sehr viel weniger. In der Fig. 97 sind einige der wichtigsten Daten der äußeren

Schußweite nur noch reichlich die Hälfte der theoretischen, bei einem Infanteriegeschöß noch sehr viel weniger. In der Fig. 97 sind einige der wichtigsten Daten der äußeren

Ballistik an einem Beispiele (schwere Feldkanone) in graphischer Form wiedergegeben; man ersieht aus ihr unter anderem, wie sehr die Geschwindigkeit des Geschosses mit zunehmender Entfernung abnimmt. Schließlich ist zu erwähnen, daß auch die Witterungsverhältnisse einen nicht unmerklichen Einfluß auf die Flugverhältnisse ausüben; namentlich wird durch Wind, Feuchtigkeit und Luftdruck eine beträchtliche Unsicherheit hineingebracht, und es muß daher in solchen Fällen erst durch Probeschüsse eine vorläufige Orientierung erzielt werden.

Um nun den ungünstigen Einfluß des Luftwiderstandes herabzumindern und zugleich eine schärfere Einschlagswirkung zu erzielen, hat man die Kugelform der Geschosse aufgegeben und ist zu Langgeschossen übergegangen, also zu Formen, die eine Längsachse besitzen, um diese herum im allgemeinen zylindrisch und nur im vordersten Teile zugespitzt sind — also, von den Größenverhältnissen abgesehen, fast genau die Form, die man auch Schiffen und Luftschiffen, und zwar aus dem gleichen Grunde, nämlich zur Überwindung des Widerstandes des umgebenden Mediums, gibt; bekanntlich wird die erhöhte Fahrgeschwindigkeit der elektrischen Lokomotive auch dieser die entsprechende Form erteilen, und vom Rennauto wissen wir ähnliches. Solche Spitzgeschosse nun durchsausen die Luft mit viel geringerem Energieverlust und kommen daher am Ziele mit viel größerer Geschwindigkeit an. Aber sie haben nun wieder einen anderen Mangel: sie kippen, wegen ihrer Massenverteilung und der besonderen Luftwirkung auf sie, leicht um, und die Folge ist die, daß sie nicht mit der Spitze, sondern seitlich oder gar mit der Basis aufschlagen, was natürlich ganz zweck-

widrig wäre; und außerdem bringt das Umkippen nun doch wieder starken Energieverlust mit sich.

Um das nun wieder zu beseitigen — man sieht, wie eine Verbesserung immer wieder eine andere nötig macht — macht man Gebrauch von einem sehr merkwürdigen Phänomen, das schon einer der schönsten Belustigungen der Kinderwelt zugrunde liegt: von der Stabilität der Drehachse eines Kreisels, d. h. eines sich rasch um seine Achse drehenden Körpers. Zu diesem Zweck versieht man den Lauf des Geschützes im Innern mit „Zügen“, d. h. mit spiraligen Kerben, denen ganz gleichartige Hervor-



Fig. 98

ragungen an dem Mantel des Geschosses entsprechen; und so zwingt man dieses letztere, während es durch das Rohr hindurchgeschleudert wird, zugleich um seine Achse zu rotieren, so daß es mit starker Kreiselung aus dem Rohr austritt. In diesem Sinne spricht man von „gezogenen“ Kanonenrohren und vom „Drall“ des Geschosses. Der Spiralwinkel, sein erster Ansatz, das Verhältnis der Kerben zu den Zwischenräumen und manche andere Einzelheit muß sehr sorgfältig erwogen sein, damit das Geschütz keinen Schaden erleide und doch die günstigste Schußwirkung erzielt werde. In der Fig. 98 sind die „Züge“ unter der Fiktion, daß man in das Rohr hinein-

sehen könne, der Länge nach skizziert, während die Fig. 99 eine der einfachsten Querschnittsformen des Rohres mit den Einkerbungen zeigt. Übrigens hat sich herausgestellt, daß bei den Maß- und Formverhältnissen, wie sie unsere Geschosse besitzen, eine ziemlich vollständige Anschmiegung der Geschosßachse an die Bahn stattfindet, und zwar auch dann noch, wenn diese schon recht erheblich gekrümmt ist; man betrachte hierzu die Fig. 100.

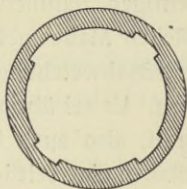


Fig. 99

In Wahrheit ist nun freilich die Bewegung des Geschosses auf seiner Bahn sehr verwickelt, es finden, wie immer bei Kreiselkörpern, Pendelungen, Schwankungen, Kegeldrehungen statt, die man durch geeignete Massenverteilung im Geschosß möglichst herabmindern muß, und die trotzdem, bei äußersten Ansprüchen an die

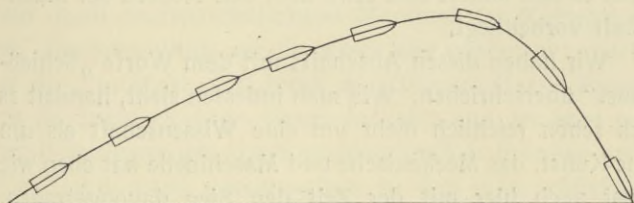


Fig. 100

Präzision, noch gewisse Unregelmäßigkeiten zur Folge haben. Auch bleibt noch ein letzter Übelstand bestehen: das Geschosß beschreibt jetzt keine Bahn mehr, die in einer vertikalen Ebene läge, es erhält vielmehr eine seitliche Abweichung nach der Seite des Dralls, also, bei der

üblichen Einrichtung der Züge, nach rechts; und diese Seitenabweichung ist bei den ungeheueren Schußweiten moderner Geschütze sehr beträchtlich. Da man sie aber durch Rechnung ermitteln und durch Versuche jederzeit nachprüfen kann, ist man in der Lage, sie zu berücksichtigen, nämlich dadurch, daß man den Schuß in einem solchen Maße mehr nach links abgibt, daß hierdurch die Rechtsabweichung während des Fluges gerade ausgeglichen wird. Es sei übrigens bemerkt, daß auch unabhängig vom Drall, also auch bei Geschützen ohne Züge, unter Umständen eine seitliche Abweichung auftritt, nämlich infolge der Drehung der Erde um ihre Achse; sie ist aber zu unbedeutend, als daß sie praktisch eine Rolle spielen könnte. Wie ungeheuer rasch die Kreiseldrehungen erfolgen, dafür sei schließlich ein sinnfälliges Zeugnis beigebracht: die Kreiselung ruft einen Ton<sup>1</sup> hervor, und zwar einen recht hohen Ton hervor, man hört das Geschöß singen oder pfeifen, wenn es sich nähert und etwa über den Köpfen der Mannschaft vorbeifliegt.

Wir haben diesen Abschnitt mit dem Worte „Schießkunst“ überschrieben. Wie<sup>1</sup> man indessen sieht, handelt es sich schon reichlich mehr um eine Wissenschaft als um eine Kunst, das Mechanische und Maschinelle hat eben wie sonst auch hier mit der Zeit den Sieg davongetragen. Immerhin bleibt noch ein Spielraum für die persönliche Betätigung des Schützen übrig, wenn er auch naturgemäß beim Infanteristen größer ist als beim Artilleristen; und besonders bei dem letzteren läuft die Kunstfertigkeit mehr und mehr auf die überlegene Disposition betreffend die Einstellung und Richtung der verschiedenen Apparate hinaus, die an dem Geschütz direkt oder indirekt montiert

sind, und die wir im Laufe unserer Betrachtungen kennen gelernt haben.

## **Geschütz und Geschöß.**

Wir müssen nun das Gesagte noch ein wenig ergänzen durch eine nähere Betrachtung von Geschütz und Geschöß, müssen uns aber auf einige besonders interessante Fragen dabei beschränken.

Was die Geschütze betrifft, so ist zunächst die Wahl des Materials, aus dem sie herzustellen sind, von entscheidender Bedeutung. Da sind nun die übrigen Stoffe allmählich fast völlig verdrängt worden durch das Eisen, und auch das eigentliche Eisen in seinen verschiedenen Arten, wie Gußeisen und neuerdings selbst Schmiedeeisen, tritt stark in den Hintergrund gegenüber derjenigen Modifikation des Eisens, die wir als Stahl bezeichnen, und deren charakteristischstes Merkmal der Kohlegehalt ist. Die Spezialität, um die es sich hier wiederum handelt, ist der Flußstahl, der durch den Siemens-Martin-Prozeß bis zu einem gewissen Grade entkohlt und gereinigt ist; zur Beseitigung der Gaseinschlüsse muß er indessen noch den Tiegelprozeß durchmachen, so daß man schließlich Tiegelstahl erhält. Man weiß, wie schwierig die Herstellung großer Tiegelstahlblöcke ist, und wie wenige Fabriken hier überhaupt als leistungsfähig in Frage kommen; bei Krupp sind zu gleicher Zeit etwa 20 bis 30 Öfen zu je 110 Tiegeln im Betriebe, und es können Stahlblöcke bis zu 100 Tonnen (2000 Zentnern) hergestellt werden, die dann großenteils für Kriegszwecke, namentlich für alle

Arten Geschütze und Befestigungen Verwendung finden. Übrigens spielt neuerdings auch der auf elektrischem Wege, durch die trennende Kraft des Stromes aus dem Erze gewonnene Elektrostahl eine wichtige Rolle. Endlich erfolgt, je nach der besonderen Verwendung, eine weitere Qualitätsverbesserung durch Zusatz anderer Metalle, namentlich von Nickel, Wolfram und Chrom, wodurch man sogenannte legierte Stähle erhält. Die größte Festigkeit besitzt der Nickelstahl, nämlich 8000 bis 9000 kg pro Quadratcentimeter, bei einer Elastizitätsgrenze von 4000—5000 und einer Bruchdehnung von 15 bis 20%. Von anderen Stoffen spielt für Geschütze nur noch die Bronze mit ihren Legierungen eine gewisse Rolle, insbesondere hat in Österreich die Uchatiusbronze seinerzeit viel Aufsehen gemacht, scheint aber die auf sie gesetzten Hoffnungen doch nicht voll erfüllt zu haben. Immerhin muß man in Erwägung ziehen, daß es für eine kriegführende Nation sehr wichtig ist, Materialien zu benutzen, die im eigenen Lande vorhanden sind oder hergestellt werden können; eisenarme Staaten haben also ein lebhaftes Interesse an Ersatzmitteln für den Stahl.

Welch gewaltigen Druck ein Kanonenrohr auszuhalten hat, kann man sich vorstellen; und es muß daher alles getan werden, um diesem Drucke Widerstand zu bieten. Da sei nun unter vielen eine einzige, besonders sinnreiche Idee herausgegriffen, nämlich das Zweilagengerühr. Die äußeren Schichten eines gewöhnlichen Rohres werden nämlich lange nicht so stark beansprucht wie die inneren; um das auszugleichen, verfertigt man das Rohr aus zwei Lagen, von denen man die äußere in warmem



Zustande auf die kalte innere auf schiebt; beim Erkalten sucht sich jene zusammenzuziehen, und da sie das nicht kann, wird sie um so widerstandsfähiger; man erhält also bei richtiger Berechnung im einzelnen gleichmäßige Beanspruchung und große Festigkeit — das innere Rohr steckt in dem äußeren gleichsam wie in einem Panzer. Daß man, besonders was das Hinterstück betrifft, in der Zusammensetzung des Rohrmantels aus einzelnen Lagen noch viel weiter geht, kann hier nicht ins einzelne verfolgt werden.

Aber da gibt es noch eine Frage, die wegen ihrer Geschichte und ihrer schließlichen Lösung die Aufmerksamkeit weiter Kreise erregt und gefesselt hat: die Frage des Rückstoßes. Nach einem allgemeinen, wichtigen Naturgesetz beruhen alle Vorgänge auf Gegenseitigkeit, zu einer Wirkung oder Aktion gehört stets auch eine Gegenwirkung oder Reaktion. So auch hier beim Schießen: nicht nur fliegt das Geschloß nach vorn, auch das Geschütz fliegt nach hinten, und zwar genau im umgekehrten Verhältnis der beiden Massen, so daß also z. B. ein Geschütz, das hundertmal so schwer ist wie sein Geschloß, einen Rückstoß gleich einem hundertel erleidet. Diesen Rückstoß verspürt schon der Infanterist vom Gewehr aus sehr deutlich am eigenen Leibe, bei Artilleriegeschützen aber ist er ganz enorm; derart, daß das Geschütz meterweise nach hinten geschoben oder, wenn es fest eingegraben ist, in entsprechendem Maße innerlich erschüttert und geschädigt wird. Zur Beseitigung dieses geradezu entscheidenden Übelstandes gibt es viele Lösungen, aber alle andern sind in den Hintergrund gedrängt worden durch die Methode des Rohrrücklaufes.

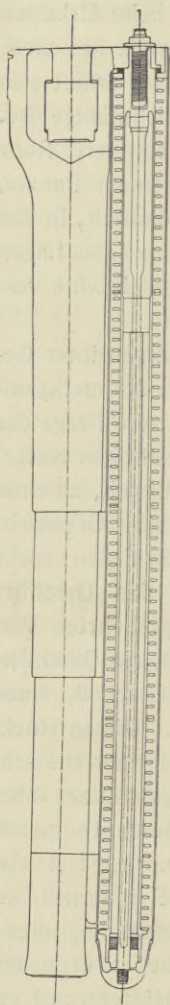


Fig. 101

Wie schon der Name aussagt, läßt man hierbei Wagen und Lafette stabil und beschränkt den Rücklauf auf das eigentliche Rohr. Zugleich aber benutzt man die Energie dieses Rücklaufes, um das Rohr wieder vorzuholen; da beide Bewegungen zweckmäßigerweise durch Federn, Wasser oder Preßluft gebremst werden, besteht der ganze Apparat, der in der „Wiese“ untergebracht ist, aus den drei Hauptteilen: Rücklaufbremse, Vorholer und Vorlaufbremse. Man wird sich noch des jahrelangen Konkurrenzkampfes zwischen Ehrhardt und Krupp, unsern beiden großen Geschützfabrikanten, über das beste System des Rohrrücklaufes und die geistigen Eigentumsverhältnisse dabei entsinnen — ein Kampf, der natürlich für die Gesamtheit, in diesem Falle das Vaterland, den schönen Erfolg gehabt hat, daß wir jetzt über die am besten durchgearbeiteten Konstruktionen verfügen. In den Fig. 101 und 102 ist der Rohrrücklauf sowie eine ganze Feldkanone Kruppscher Konstruktion schematisch wiedergegeben.

Die verschiedenen Klassen von Geschützen sind so populär geworden, daß es überflüssig wäre, hierüber viel zu sagen. Die Handfeuerwaffen,

also die Gewehre, Pistolen usw. auf der einen, die eigentlichen Geschütze auf der anderen Seite, dazwischen als modernes Übergangsglied die Maschinengewehre. Die eigentlichen Geschütze werden nach dem Verhältnis des Kalibers (innerer Durchmesser) zur Länge in verschiedene Klassen geteilt, von denen die Kanonen, Haubitzen und Mörser die drei typischen Formen sind; außerdem wird nach den Gesamtdimensionen und der Schwere der Bauart zwischen leichten, mittleren und schweren Geschützen

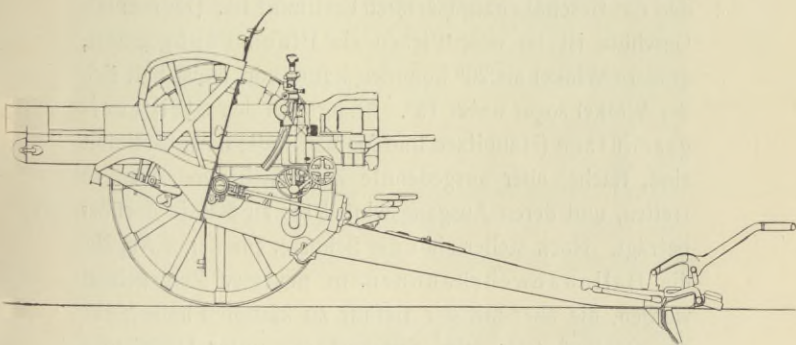


Fig. 102

unterschieden, die je nachdem im Felde, auf bzw. gegen Festungen, an Küsten und auf Schiffen Verwendung finden. Übrigens sind, was wenig bekannt sein dürfte, Geschütze mit riesigem Kaliber (bis zu 80 cm) gar nichts besonders Neues; neu ist nur, diese Geschütze transportfähig zu machen, und dazu ist natürlich eine starke Herabminderung des Gesamtgewichtes, ohne Beeinträchtigung der Festigkeit, erforderlich. Hier genüge beispielsweise die Angabe, daß es Krupp im Laufe der Jahrzehnte gelungen ist, die Schußwirkung der Schiffskanonen (Kaliber 30,5 cm) auf

das Sechsfache zu erhöhen, ohne das Rohrgewicht um mehr als ein Drittel zu steigern. Natürlich spielt bei der Beweglichkeit auch der motorische Mechanismus eine große Rolle (man denke nur an die mit dem kleinen Finger drehbaren Riesenfernrohre), und hier haben namentlich die Skodawerke in Pilsen mit ihren Motorbatterien Fabelhaftes geleistet.

Ferner muß neuerdings noch eine Klassifizierung vorgenommen werden je nach dem Elevationswinkelbereich, für den das Geschütz hauptsächlich bestimmt ist. Das normale Geschütz ist im wesentlichen ein Flachschußgeschütz, größere Winkel als  $20^{\circ}$  kommen kaum vor, meist hält sich der Winkel sogar unter  $15^{\circ}$ . Anders bei den Steilfeuergeschützen (Haubitzen und Mörsern), die dazu bestimmt sind, flache, aber ausgedehnte Ziele mehr von oben zu treffen, und deren Ausgangswinkel bis zu  $50^{\circ}$ , ja darüber beträgt. Noch steiler sind die Schüsse, für deren Abgabe die Ballonabwehrkanonen in neuester Zeit gebaut werden, die aber mit der Gefahr zu kämpfen haben, daß das Geschloß oder seine Sprengstücke unter Umständen auf den Angreifer senkrecht herunterfallen. Jedenfalls ist hier das Augenmerk hauptsächlich auf eine große Geschloßgeschwindigkeit zu richten, und man begnügt sich deshalb meist mit kleinem Kaliber (6—12 cm); auch müssen die Granaten bzw. die Einheitsgeschosse eine besondere Ausgestaltung erfahren. Die Gewehre sind in der Hauptsache immer kleinkalibriger geworden und haben auch sonst mancherlei Vervollkommnungen erfahren. Das Maschinengewehr, das, wenigstens in der jetzigen Form, 1883 von Maxim erfunden wurde, stellt ein Selbstladegewehr dar, bei dem, solange der Schütze eine Sperr-

vorrichtung ausgerückt hält, das Abfeuern selbsttätig erfolgt, und zwar bis zu 500 Schüssen in der Minute; es ist daher eine besondere Kühlvorrichtung erforderlich. Wie man sieht, bildet das Maschinengewehr ein weiteres Merkzeichen auf dem Wege zur Mechanisierung des Kriegsbetriebes.

Wenden wir uns nun zu den Geschossen, so müssen wir nochmals auf die schon früher erwähnte Formfrage zurückkommen. Es ist recht interessant, sich zu vergegenwärtigen, daß die Gestalt des Geschosses im Laufe der Jahrtausende einen beinahe vollständigen Zyklus durchgemacht hat von der ganz länglichen Pfeilform über die Kugelgestalt nunmehr wieder zu länglichen und mehr oder weniger zugespitzten Formen. Denn die altberühmten „Kanonenkugeln“ und „Flintenkugeln“ spielen nur noch eine historische Rolle; und der einzige Ort, wo sie wohl immer ihren Platz behaupten werden, ist die Dichtung.

Übrigens haben wir ja auch noch die Schrotkugeln, die dem Jäger unentbehrlich sind, und von denen es heißt, daß sie auch im Kriege, in Ermangelung anderer Munition, z. B. von den Russen herbeigezogen werden; und ferner wird gleich von den Schrapnellkugeln die Rede sein. Ist also die Formfrage in der Hauptsache entschieden, so geht doch mancher Spezialstreit weiter, so der, ob man das Geschoß vorn ganz spitz oder etwas abgerundet machen soll, welches Verhältnis von Kaliber zur Länge das günstigste sei usw. — alles Fragen, die sich gar nicht generell, sondern nur von Typ zu Typ erledigen lassen.

Der Formfrage steht die Materialfrage gegenüber; hier nun bestehen ganz verschiedene Verhältnisse bei

der Infanterie und bei der Artillerie. Für Gewehrgeschosse dient als Hauptmaterial immer noch Blei, allerdings neuerdings allgemein als Hartblei und mit einem Eisenblechmantel, der gewöhnlich noch mit Nickelkupferlegierung plattiert ist; die Länge beträgt meist 3, die Dicke 0,7 cm, das Gewicht 8–12 g. In der Fig. 103 sind die

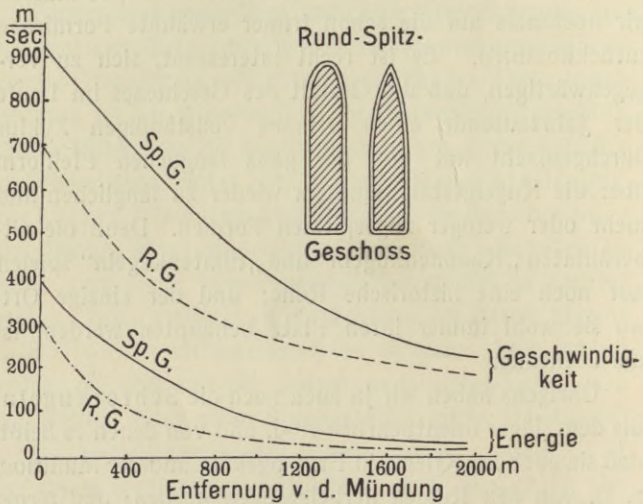


Fig. 103

Geschosse abgerundeter und spitzer Form in  $\frac{3}{4}$  der natürlichen Größe im Umriß dargestellt, und es sind ihnen die Geschwindigkeits- und Arbeitsdiagramme in Abhängigkeit von der Entfernung beigelegt.

Bei der Artillerie werden massive Geschosse, und zwar aus Stahl, nur noch in besonderen Fällen, so gegen schwerste Panzerschiffe und Befestigungen zuweilen

benutzt; bekannt ist ja der jahrzehntelange Kampf zwischen Panzerplatte und Panzergeschoß, mit wechselndem, schließlich aber immer wieder dem Geschosse bleibenden Siege — ein Ergebnis, das vom physikalischen Standpunkte aus zu erwarten war, da bei gleichem Material der Spitzkörper stets dem Flächenkörper überlegen bleiben muß. Übrigens hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Spitze doch, wenn auch nur ganz wenig, abzurunden und sie außerdem mit einer Weichstahlkappe zu versehen. Eines der größten derartigen Geschosse hat ein Kaliber von  $35\frac{1}{2}$  cm, ein Gewicht von 620 kg, es erfordert eine Ladung von 253 kg Pulver, und es entwickelt eine Mündungsenergie, die man, besser als durch Zahlen, dadurch charakterisieren kann, daß man sagt: sie ist dreimal so groß wie die lebendige Kraft eines mit 90 km fahrenden D-Zuges von sechs Wagen; und noch in 5 km Entfernung von dem Geschosse ist sie doppelt so groß wie die jenes Zuges, also gerade gleich der Energie oder Wucht, mit der zwei solche Züge aufeinander stoßen würden. Um die Frage auch etwas exakter und allgemeiner zu streifen, sei hier bemerkt, daß die Geschwindigkeit, die ein Geschöß annimmt, mit dem Impulse im direkten, mit seiner eigenen Masse im umgekehrten Verhältnis steht; da nun die Arbeitsfähigkeit von der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit direkt abhängt, kommt man schließlich zu dem Ergebnis, daß die Leistung mit dem Quadrate des Impulses direkt und mit der Masse umgekehrt proportional ist. Man darf also z. B. bei verdoppeltem Impuls die Masse vervierfachen, ohne eine Einbuße an Leistung befürchten zu müssen, während bei nur verdoppelter Masse die Leistung immer noch verdoppelt und bei gleichbleibender Masse

sogar vervierfacht wird. Kehren wir jetzt zu dem obigen Beispiele zurück, so können wir hinzufügen, daß ein derartiges Geschöß 70 cm dicke und auf 8 km immer noch 55 cm dicke Panzerungen durchschlägt, während die stärksten Gürtelpanzer der Kriegsschiffe nur 30—40, höchstens einmal 45 cm Wandstärke haben. Bei 20°

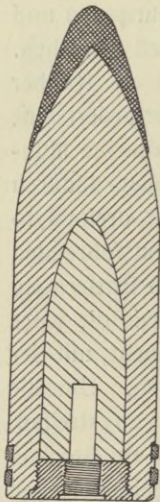


Fig. 104

Elevation beträgt die gesamte Schußweite nicht weniger als 25 km, d. h. man kann beinahe von Halle nach Leipzig schießen. Übrigens sind auch diese Vollgeschosse neuerdings meist mit Hohlraum für eine Sprengwirkung versehen, die aber erst eintreten darf, nachdem die Zielplatte durchschlagen ist. Die Fig. 104 gibt ein Schema des Kruppschen Kappengeschosses.

Es ist bei dieser Gelegenheit vielleicht von Interesse, einen historischen Überblick zu gewinnen über die ungeheure Entwicklung, die die Energie oder Wucht der Geschosse im Laufe der Jahrtausende genommen hat. Es handelt sich hier um jene berühmte und bedeutsame Größe, die man früher als lebendige Kraft bezeichnete und die man jetzt kinetische Energie nennt. Als Maßeinheit für sie dient in der Wissenschaft das Erg, in der Praxis meist noch das Meterkilogramm; wir wollen hier aus verschiedenen Gründen die letztere Einheit benutzen. Ein Meterkilogramm ist die Arbeit, die ich leiste, wenn ich im Felde unserer irdischen Schwerkraft ein Kilo-



gramm um ein Meter hebe; und wir wollen fragen: wieviel solche Einheiten kann ein Geschoß leisten, wieviel kinetische Einheiten enthält es, dank seiner Masse und seiner Geschwindigkeit, in sich? Dabei haben wir zu beachten, daß die Leistungsfähigkeit mit der Masse, wie gesagt, im einfachen, mit der Geschwindigkeit im quadratischen Verhältnis zunimmt. Die Masse eines Geschosses ist im Laufe der Zeiten zwar immer weiter, in der neueren Aera aber nicht mehr erheblich gestiegen; hat man doch schon in den ersten Jahrzehnten der Feuerwaffen den damals meist benutzten Steinkugeln immer größere und schließlich riesige Dimensionen gegeben. Dagegen ist die Geschwindigkeit, die ja auch viel wichtiger ist, ungeheuerlich gesteigert worden: von einigen Metern auf ein Kilometer in der Sekunde. Um davon ein anschauliches Bild zu bekommen, braucht man nur zu erwägen, daß jene untere Grenze etwa der einer Droschke oder allenfalls eines Bummelzuges (Wien—Berlin in 20 Stunden) entspricht, daß man dagegen mit dieser oberen Grenze in rund 12 Minuten von der österreichischen in die deutsche Reichshauptstadt gelangen würde.

Und nun die Energie selbst. Fangen wir mit dem ältesten Falle, dem des Steinschleuderers an, der, wenn er besonders kräftig ist, ein Kilo mit einem Impuls von 30 m pro Sekunde schleudern kann, so erhalten wir hier eine Energie von rund 50 Meterkilogramm. Schon wesentlich günstiger gestaltet sich die Sache, wenn man die eigne Muskelkraft bloß zum Spannen des Bogens, zum Abschleudern des Pfeils aber dessen Elastizität benutzt; hier kommt man schon auf rund 500 Meterkilogramme, also die zehnfache Wucht. Es wird vielleicht Erstaunen

und zugleich Enttäuschung erwecken, wenn jetzt festgestellt wird, daß die Mündungsenergie eines ganz modernen Gewehres, bei dem also an die Stelle der Elastizität die chemische Explosionskraft tritt, auch nicht erheblich größer ist: über 1000 Meterkilogramm kann man auch hier selbst im äußersten Falle nicht kommen. Ganz andre Zahlen erhält man natürlich, wenn man jetzt zu den artilleristischen Geschützen übergeht, gleichviel, ob es sich dabei um die altertümlichen Katapulte, bei denen wieder elastische Kräfte ausgenutzt wurden, oder um neuere Feuergeschütze handelt. Hier erhält man bei den Maschinen der Römer oder Karthager schon Zahlen wie 50 000, ja bis zu 100 000; bei den Riesenkanonen aus der ersten Zeit nach Erfindung des Pulvers, z. B. bei der berühmten „dulle Griete“, das Doppelte und Dreifache; und bei ihrer heutigen Schwester, der „fleißigen Bertha“, ergibt sich die schwindelnde Zahl von 40 Millionen. Dabei kommt die ungeheure Steigerung fast ausschließlich auf die Steigerung der Geschwindigkeit; denn das „Kaliber“ war schon in den Kindheitszeiten der Kanonen ins riesenhafte gewachsen; wogen doch die von der „dulle Griete“ geworfenen Steinkugeln nicht weniger als fünf Zentner!

Die meisten jetzt üblichen Artilleriegeschosse sind von vornherein und ihrer wesentlichen Wirkung nach Sprenggeschosse, und der Unterschied zwischen den beiden Haupttypen ist nur der, daß das Innere entweder, wie bei den Granaten, nur aus Sprengstoff besteht, das einzige Geschöß also die Wandung selbst ist bzw. die vielen Teile sind, in die sie zersprengt wird; oder aber auch das Innere, wie bei den Schrapnells, noch zahlreiche Ge-

schosse, meist nur 10 g schwer und kugelförmig, enthält. Übrigens besteht, trotz vielfacher Schwierigkeiten und Enttäuschungen, immer noch eine starke Tendenz, aus beiden Typen eine Art von „Einheitsgeschoß“ aufzubauen, entweder zusammenhängend oder mit zwei Kammern und so abgemessen, daß es für alle Zwecke gleich gute Dienste tun würde. In der Fig. 105 ist ein modernes Einheitsgeschoß wiedergegeben, das „Brisanzschrapnell Ehrhardt-van-Essen“; ganz vorn ist der Granatteil, dann kommt der mit Kugeln gefüllte Schrapnellteil, zuletzt der Teil, der die Treibladung enthält. Die ganze Idee der Sprenggeschosse hat man sich als eine Art von Relais vorzustellen: der Schütze befördert gewissermaßen das Geschoß nur an den Ort, wo seine Wirkung einsetzen soll, und er gibt ihm die Fähigkeit zur Selbstauslösung mit auf den Weg. Die Sprengung aber hat vor dem Schuß den Vorzug, daß sie einen viel größeren Raum beherrscht, und außerdem wird der Weg, den die Sprengstücke zurückzulegen haben, wesentlich kürzer, die Wirkung also stärker.

Die Granaten werden entweder mit mäßiger Sprengladung und starker Wandung oder umgekehrt gebaut; in jenem Falle — z. B. 6,5 kg Gewicht mit nur 150 g Trinitrotoluol — dienen sie gegen

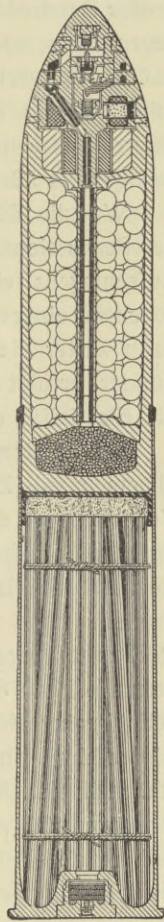


Fig. 105

lebende Ziele hinter Deckungen von geringem Widerstande, wobei nur soviel Ladung erforderlich ist, um den Geschoßmantel in viele Teile zu zersprengen und mit großer Geschwindigkeit fortzuschleudern; im anderen Falle gegen starke tote Ziele wobei 20 bis 30 % des Gewichtes auf die Pulverladung entfallen und die Wandung sehr dünn ist; so enthält z. B. die Minengranate für die österreichischen 28 cm-Mörser bei 345 kg Gewicht nicht weniger als 52 kg des erwähnten Pulvers.

Was die Zünder betrifft, so ist die normale Art die der Perkussionszünder; bei ihnen wird im Augenblick des Aufschlagens eine Nadel in den Zündsatz des Zündhütchens eingetrieben, dadurch dessen Entzündung und dann weiter die der Ladung bewirkt; die Betätigung des Zünders erfolgt entweder durch Trägheitskräfte oder durch die Elastizität einer gespannten Feder.

Die modernen Sprenggeschosse werden jedoch fast allgemein mit Zeitzünder ausgestattet, d. h. mit einer Vorrichtung, die die Zündung und damit auch die Sprengung auf eine bestimmte Zeit nach der Abfeuerung einzustellen erlaubt. Bei der einen Klasse, den Brennzündern, wird dies dadurch erreicht, daß ein in einer Rille fest eingepreßter Pulversatz gleichförmig, in der Sekunde etwa 8 mm, weiter brennt, wobei die Brennzeit beliebig eingestellt werden kann. Bei der anderen Klasse, den mechanischen Zeitzündern, ist der entscheidende Bestandteil ein Uhrwerk, das nach einer bestimmten, einstellbaren Zeit einen kleinen Perkussionszünder in Tätigkeit setzt. Beide Typen haben mit einer Reihe leicht ersichtlicher Schwierigkeiten zu kämpfen, deren Überwindung eine ungewöhnlich große Zahl geistreicher Er-

findungen gewidmet ist. Die Zeit zwischen Abfeuerung und Zündung ist je nach den Absichten, die man verfolgt, so bemessen, daß die Sprengung noch während des Fluges, also z. B. senkrecht über dem Ziel, oder aber so, daß sie erst kurz vor oder beim Aufschlagen selbst erfolgt. Die Sprenggranaten sind sogar meist mit „Doppelzünder“ versehen, so daß man noch in letzter Stunde die Wahl hat, die Minengranaten dagegen nur mit Aufschlagzündung. Ja, eine dritte Art ist die Zündung mit Verzögerung, bei der sich das Geschöß am Ziele erst tüchtig eingräbt und dann erst, nach einigen Sekunden, mit um

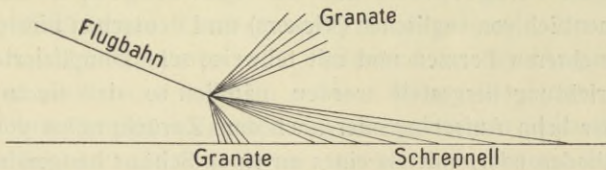


Fig. 106

so größerer Wucht explodiert; besonders gegen starke Befestigungen wird dieses Verfahren oft mit großem Erfolge angewandt.

Die Wirkung der Granate und des Schrapnells ist sehr verschieden; der bedeutsamste Unterschied aber bezieht sich auf den Streuokegel, den die Sprengstücke bzw. Kugeln erfüllen. Dieser Streuokegel ist nämlich, wie aus dem in der Fig. 106 gezeichneten Schnitte ersichtlich ist, bei der Granate ringförmig nach allen Seiten gelegen, beim Schrapnell dagegen einheitlich nach vorn; die Schrapnells haben also den Vorteil größerer Tiefenwirkung, so daß es hier nicht auf genaueste Entfernungs-

kenntnis ankommt, die Granaten ihrerseits wieder den Vorteil größerer Flächenwirkung, so daß das Zielen nicht so peinlich zu geschehen braucht. Übrigens ist der Öffnungswinkel des Streukegels je nach der Konstruktion verschieden, ähnlich wie beim Schrotschuß des Jagdgewehres; am häufigsten kommen wohl 15—25 Grad in Frage.

Eine besondere Spezialität bilden die Geschosse, die neuerdings, in Wiederaufnahme alter Kriegführungsmethoden, mit der Hand geworfen oder sonstwie abgelassen werden, also die Bomben, Handgranaten, Pfeile usw. Der interessanteste Fall ist wohl hier der der Fallbomben und der Fliegerpfeile aus Luftfahrzeugen; sie sind namentlich von englischen (Vickers) und deutschen Firmen in mehreren Formen und mit teilweise sehr komplizierter Einrichtung hergestellt worden, nämlich so, daß sie entweder beim Aufschlag oder nach dem Zurückprallen vom Erdboden oder, mittels eines an einer Schnur hängenden Fallgewichts, schon vor dem Aufprallen explodieren, je nachdem es sich um Angriffe auf tote oder lebende Ziele handelt und je nach der Konfiguration der Umstände. Hier müßte nun nochmals auf die Zielvorrichtungen eingegangen werden, die auf die besondere Art der Loslassung der Geschosse, sowie auf die Eigenbewegung des Luftfahrzeuges — sei dies nun Geschütz oder Ziel — Rücksicht nehmen. Eine große Anzahl erfinderischer Köpfe ist hier mit Eifer tätig, und es sind auch schon verschiedene Konstruktionen mit einigem Erfolg, wie die Zunahme der Treffer beweist, in die Praxis aufgenommen worden. Endgültig gelöst ist aber das Problem noch nicht, und die Mitteilung von Einzelheiten verbietet sich hier von selbst.

Auch von einem naheliegenden, aber, wie es scheint, schwer ausführbaren Gedanken ist viel die Rede: von der Herstellung von Geschossen mit Eigenbewegung, also von einer Art Lufttorpedos. Da es aber sehr schwer ist, hierüber wirklich authentisches zu sagen, möge es bei dieser Andeutung sein Bewenden haben.

Dagegen müssen zum Schlusse noch zwei sehr interessante Phänomene beschrieben werden, die allerdings ihre größte Bedeutung für die Wissenschaft haben, aber auch, namentlich das erstere, die Praktiker stark beschäftigen oder doch beschäftigen sollten. Eine der auffälligsten artilleristischen Erscheinungen ist der Knall, der sich von dem Geschütze aus meilenweit in die Umgebung verbreitet; wird doch im jetzigen Kriege des öfteren berichtet, in wie entlegenen Gegenden man den Schlachten- donner noch deutlich vernommen habe. In früheren Zeiten gestaltete sich dieses Phänomen sehr einfach und konnte sogar benutzt werden, um mit Hilfe der Verzögerung des Knalls gegenüber dem Lichtblitz die Fortpflanzungs- geschwindigkeit des Schalles in der Luft zu ermitteln; oder umgekehrt, wenn man die letztere — 331 m pro Sekunde — kannte, die Entfernung zu bestimmen, in der man sich von dem feindlichen Geschütze befand — also eine Art von akustischem Telemeter.

In der neueren und neuesten Zeit haben sich nun merkwürdige Anomalien herausgestellt, die den früheren Beobachtern nicht etwa entgangen waren, sondern die früher einfach nicht da waren; sie treten nämlich erst auf, wenn die Geschoßgeschwindigkeit die Schall- geschwindigkeit übersteigt, und das ist erst seit

einem Menschenalter der Fall; jetzt, wo wir Geschosse mit Geschwindigkeiten bis zu 1000 m pro Sekunde (und eventuell noch darüber) in die Luft hinausschleudern, machen sich die Erscheinungen besonders stark geltend. Die Erscheinung besteht nun darin, daß der Schall zwar einem Geschosse, das langsamer als er läuft, vorausseilt,

daß er aber nicht auch umgekehrt hintereinem Geschosse, das rascher als er läuft, zurückbleibt, daß er in diesem

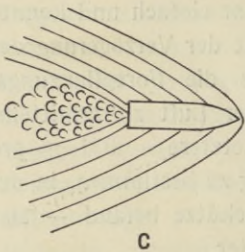
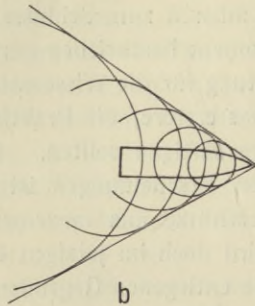
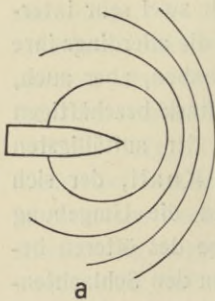


Fig. 107

Falle vielmehr die gute Gelegenheit, schneller als gewöhnlich vorwärts zu kommen, benutzt, also mit dem Geschosse läuft; erst, wenn die Geschößgeschwindigkeit infolge des Luftwiderstandes unter 331 m herabgesunken ist, „steigt er aus“ und eilt nunmehr dem Geschosse voran. Man kann sich diese Ver-

hältnisse sehr klar machen durch den Anblick der Fig. 107; bei der ersten Fig. (a), die sich auf ein langsames Geschöß bezieht, laufen die kugelförmigen Schallwellen dem Geschöß und auch jede von ihnen der folgenden voran; in der zweiten Figur (b) dagegen, die sich auf ein



rasches Geschoß bezieht, ist die Geschoßspitze immer an vorderster Stelle, und die einzelnen Schallwellen kreuzen sich, man spricht in diesem Falle von der „Kopfwelle“; außer ihr entstehen, wie die Fig. *c* zeigt, auch noch Seiten- und Schwanzwellen und außerdem in dem Raume hinter dem Geschoße Luftwirbel — alles Verhältnisse, ganz analog denen um ein auf dem Wasser fahrendes Schiff. Alle diese Ergebnisse verdankt man den scharfsinnigen Betrachtungen und geschickten Experimenten von Ernst Mach, welcher letztere auf dem Kruppschen Schießplatze bei Meppen angestellt wurden, und bei denen die Erscheinungen sogar photographisch nach einer besonderen, die Luftwellen und Luftwirbel sichtbar machenden Methode registriert wurden. Später folgten ähnliche Versuche von Salcher in Pola sowie von Labouret und Journée in Frankreich. Die praktische Bedeutung aber liegt unter anderem darin, daß man nun offenbar bei schnell fliegenden Geschossen ganz ungeheure Fehler begehen würde, wollte man die Entfernung des feindlichen Geschützes aus der Knallverzögerung mit Zugrundelegung der normalen Schallgeschwindigkeit ermitteln; in Wahrheit kommt er viel eher an, als man hiernach vermuten würde, und zwar wird man ihn zuerst in der eigentlichen Schußrichtung, in der die „Beförderungsgelage“ am günstigsten ist, vernehmen, in seitlicher Richtung, wo die Verhältnisse komplizierter liegen (aber auch leicht ganz exakt berechnet werden können) entsprechend später. Übrigens wird die Erscheinung zuweilen noch weiter verwickelt durch den Explosionsknall des Pulvers, der unter noch nicht ganz aufgeklärten Umständen für sich läuft, und zwar mit normaler Geschwindigkeit.

Ganz neuerdings sind noch verschiedene andre telemetrische Methoden für Geschütze ausgearbeitet worden, teils optischen, teils akustisch-elektrischen Charakters; es muß aber an dieser Andeutung genügen.

Das andere Phänomen betrifft eine merkwürdige Abweichung von dem bekannten Gesetze, wonach die Schallstärke mit wachsender Entfernung von der Quelle regelmäßig abnimmt. Bei Sprengungen anlässlich des Baus der Jungfraubahn zeigte sich, daß der Knall bis 30 km Entfernung von der Quelle noch überall gehört worden war, daß in einem daran anschließenden, 140 km breiten Gürtel gar nichts, dann aber noch 50 km weit das Geräusch, wenn auch allmählich abklingend, vernommen wurde. Bei der Beschießung der Forts von Antwerpen hat sich die Erscheinung bestätigt, nur sind die Zahlen hier andere: das erste Gebiet reicht 100, das zweite 60, das dritte noch 70 km weit; dabei war gerade im ersten Teil des letzten Gebietes die Intensität des Kanonendonners besonders heftig. Auch noch mehrere andere Fälle dieser Art werden berichtet. Man hat das mittlere Gebiet die Zone des Schweigens genannt. Die Erklärung des Phänomens ist deshalb schwierig, weil zweifellos verschiedene Faktoren zusammenwirken, und zwar teils solche allgemein physikalischen, teils solche von lokalem und konstruktivem Charakter. Von den Windverhältnissen und den damit zusammenhängenden Interferenz- und Beugungserscheinungen des Schalles abgesehen, kommen hier u. a. die Verschiedenheit der Luftschichten, namentlich im Hochgebirge sowie nahe der Küste in Betracht. Die Hauptsache ist aber jedenfalls der Umstand, daß sich der vom Geschütz ausgehende

Knall naturgemäß zunächst schräg nach oben wendet und erst weiterhin, bei fortschreitender Zerstreuung, auch wieder Ausläufer nach unten entsendet; der Schall fliegt also sozusagen über die Zone des Schweigens hinweg. Jedenfalls leuchtet ein, daß das Phänomen von bedeutsamem Einfluß auf die Kriegführung werden kann, wie man denn z. B. den Sieg Friedrichs des Großen bei Liegnitz nunmehr wesentlich dem Umstande zuschreibt, daß sich die kaiserlichen Hilfsheere in der Zone des Schweigens befanden und deshalb in den Kampf nicht eingriffen. Auch 1866 und 1870 scheint ähnliches vorgekommen zu sein.

### **Verteidigung und Befestigung.**

Für den Übergang vom Angriff zur Verteidigung können wir kein geeigneteres Thema wählen, als die Minen in ihrer mannigfaltigen Art; denn, ursprünglich lediglich zur Verteidigung bestimmt, dienen sie neuerdings nach beiden Seiten, und zwar zu Lande wie zu Wasser. Minen sind keine Geschosse, weil sie nicht „schießen“, sondern still liegen; allerdings kommen auch die Treibminen in Betracht, aber hier handelt es sich entweder um unbeabsichtigte Anomalien oder um allerletzte Maßnahmen, wo alle anderen versagen. Aber etwas anderes haben die Minen mit den Geschossen, und zwar mit den Sprenggeschossen gemein: auch sie verrichten ihren Dienst dadurch, daß eine Sprengwirkung eintritt, nur daß hier nicht wie dort das Geschloß, sondern im Gegenteil das

Opfer der anstoßende und dadurch die Sprengung auslösende Teil ist. Zu Lande werden Minen hauptsächlich im Festungskriege benutzt, und zwar ist ihre Rolle bei den ständigen Festungen offenbar stark zurückgegangen, dagegen bei den improvisierten Befestigungen, namentlich bei den Schützengräben, Sappen usw. immer noch im Wachsen begriffen; und dies nicht bloß zum Schutze der eigenen Stellungen vor feindlichem Angriffe, sondern auch zur Unterminierung der feindlichen Stellungen selbst, die dann im geeigneten Momente in die Luft gesprengt werden. Historisch interessant sind da unter anderen die „Fladderminen“, so benannt nach ihrem Erfinder (und nicht etwa, wie manche meinen, weil sie flattern); sie können schon unter dem Fußtritt des über sie Hinwegschreitenden, auch wenn sie mit Erde bedeckt sind, explodieren, die Wirkung scheint aber keine zuverlässige zu sein und kann sich jedenfalls nicht mit den durch besondere Vorrichtungen ausgelösten Minen vergleichen.

Die Seeminen wurden ursprünglich angelegt, um Küsten, insbesondere Häfen, zu schützen, und diese Hafeminen haben auch jetzt noch eine ganz entscheidende Bedeutung. Es sind meist Bodenminen, d. h. sie können mit Rücksicht auf die Seichtheit des Wassers direkt am Grunde befestigt werden; anderenfalls werden sie durch Gewichte beschwert und verankert. Die Zündung war früher mechanisch, dann chemisch, später elektromechanisch. Eine Form der Automatmine zeigt in schematischer Vereinfachung die Fig. 108, während die Fig. 109 eine Vorstellung von dem System einer Hafenanlage gibt: *a* sind die Minen mit ihren Tauen und Gewichten, *b* die Leitungen

zur Sammelstelle *c*, *d* die stärkeren Leitungen für die verschiedenen Minentripel (je drei vereinigt), *e* ist die Hauptsammelstelle, *f* das Hauptkabel, das zur Beobachtungsstelle am Lande führt; hier kann man mit Hilfe von Camera obscura, Fernrohren und (für die Nacht) geeigneten Beleuchtungsapparaten das ganze dirigieren, d. h. die elektrische Verbindung herstellen oder lösen. Als Spreng-

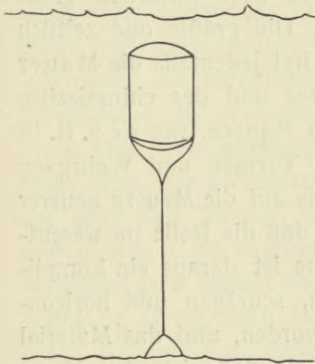


Fig. 108

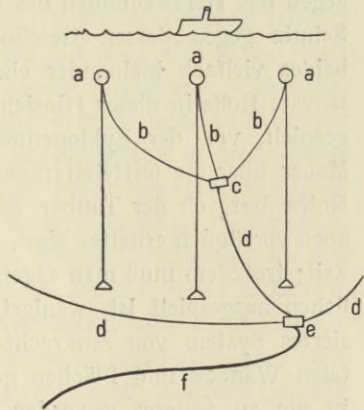


Fig. 109

stoffe werden sehr verschiedenartige benutzt, erwähnt sei das neuerdings besonders beliebte Trotyl. Übrigens hat sich der Seeminenkrieg, besonders im offenen Meere, verhältnismäßig spät entwickelt, in größerem Maße ist er erst im russisch-japanischen Kriege in Aktion getreten; und seine eigentlichen Blüten — wenn man ein so schönes Wort auf etwas so abscheuliches anwenden darf — treibt er erst im gegenwärtigen Kriege, wo ganze, große Meeres-

gebiete mit Minen verseucht sind. Natürlich hat man auch Mittel gesucht und gefunden, um die Minen auf ungefährliche Weise zu beseitigen, es gibt dafür besondere Minensucher und Minenfischer; aber auf der Höhe steht das alles noch nicht, und die Zahl der Opfer aus dem eigenen Lager ist immer noch gewaltig groß.

Und nun die eigentliche Verteidigung! Es handelt sich dabei strenggenommen um zweierlei: um den Schutz gegen das Herankommen des Feindes selbst und um den Schutz gegen dessen Geschosse; aber natürlich greift beides vielfach ineinander ein. Die größte und zeitlich längste Rolle in dieser Hinsicht hat jedenfalls die Mauer gespielt, von der Zyklopenmauer und der chinesischen Mauer über die mittelalterlichen Mauern, wie sie z. B. in Rothenburg ob der Tauber mit Türmen und Wehrgang noch vorzüglich erhalten sind, bis auf die Mauern neuerer Zeit; trotzdem muß man sagen, daß die Rolle im wesentlichen ausgespielt ist, wenigstens ist daraus ein kompliziertes System von senkrechten, schrägen und horizontalen Wänden und Flächen geworden, und das Material ist ein zu anderes geworden, als daß sich der Name „Mauer“ noch rechtfertigte. Unter diesen Materialien nun nimmt wiederum der Stahl, speziell als Panzerstahl, den ersten Rang ein; Panzerplatten schützen Festungen und Schiffe, Eisenbahnzüge und Automobile, Flugzeuge und Geschütze; und selbst das Problem, das einzelne, kämpfende Individuum, unter modifizierter Rückkehr zum Mittelalter, durch Panzerung zu schützen, hört nicht auf bearbeitet zu werden, freilich mit wenig Aussicht auf Erfolg. Neben dem Stahl kommt nun neuerdings noch ein anderes Material in die Höhe, der Zement

und ganz besonders der in das friedliche Bauwesen so rasch eingedrungene Eisenbeton. Dieses, bekanntlich aus dem weichen Urzustande in ganz merkwürdigerweise zum härtesten erstarrende Material hat sich, wie man will, bewährt und nicht bewährt, und die dabei gemachten Erfahrungen sind von besonderem Interesse für die physikalische Chemie. Es hat sich nämlich gezeigt, daß der Beton zwar sehr widerstandsfähig ist, daß aber, wenn eine Stelle wirklich von dem feindlichen Geschöß zerstört wird, diese Zerstörung im Nu auf die ganze Masse übergreift und sie eventuell förmlich zerpulvert — eine Erscheinung, die jedenfalls mit dem besonderen, von der Wissenschaft als „kolloidal“ bezeichneten inneren Zustande dieses Stoffes zusammenhängt. Als drittes Material kommt dann eines von geringerer Widerstandskraft in Betracht, das aber den Vorzug hat, überall vorhanden zu sein und relativ leicht bearbeitet zu werden: das Erdreich. Natürlich geht hierbei Nachteil und Vorteil meist Hand in Hand: je härter, desto schwerer zu bearbeiten, aber auch desto wirksamer als Schutz; hier spielt also die Geologie der betreffenden Gegend direkt in die Kriegstechnik hinein, und es macht sehr viel aus, in welcher Formation bzw. aus welcher heraus Schützengräben oder Artilleriedeckungen geschaffen werden sollen. Aber damit ist die Liste der als Schutzmittel in Frage kommenden Stoffe durchaus nicht erschöpft. Man denke nur an das Wasser, das seit den ältesten Zeiten in Form von Gräben möglicher Tiefe die Festungen einschließt, und das in unseren Tagen, z. B. in den Küstengegenden Flanderns, vermöge künstlicher Überschwemmungen die Offensive völlig gelähmt oder doch umgestaltet hat. Man denke an jene leichten, aber

gefährlichen Gebilde, wie die Drahtverhaue, Fußangeln, Wolfsgruben usw., mit denen man eigentlich ganz andere Vorstellungen als die des großzügigen Krieges verbindet, und die doch immer wieder sich als wirksame Mittel kleineren Stils erweisen.

Das andere große Problem der Verteidigung — neben der Materialfrage — ist das der Formgebung. Es ist nun ganz ausgeschlossen, daß wir hier auf den Festungsbau im einzelnen eingehen, dazu liegt das Thema auch der Physik und allgemein-physikalischen Technik zu fern. Es sei daher nur an die wichtigsten Formen und Phasen erinnert, die sich aus einer historischen Betrachtung herauschälen lassen. Da haben wir also die drei Hauptphasen, soweit sie der Vergangenheit angehören: das Bastions-, das Tenailen- und das Polygonalsystem; sie unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich der Anordnung der Elemente, und besonders auch in der Formgebung, z. B. hinsichtlich der ein- und auspringenden Winkel, die die Konturen bilden. Dann kommt, besonders seit der Zeit der gezogenen Geschütze, die Auflösung in Einzelforts, es bildet sich der Typus der „Fort- und Gürtelfestung“ heraus. Eine vollständige Umwälzung — in der wir freilich noch mitten drin stehen — ergibt sich schließlich im Zusammenhang mit der spezifischen Wirkung der modernen schweren Artillerie. Es bildet sich eine völlige Trennung zwischen Fernverteidigung und Stützpunkten für den Nahkampf heraus, und daraus entsteht der kombinierte Typus: Kernumwallung, innerer Gürtel, äußerer Gürtel, sowie die Zusammenstellung ganzer Gruppen, die eine beinahe stetige Linie oder gar Doppelinie bilden: die für Frankreich so wichtig gewordenen



Sperrfortketten. In Fig. 110 ist der Plan einer modernen Festung (Brest-Litowsk im russischen Gouvernemeut Grodno) mit Kern, innerem und äußerem Gürtel sowie den natürlichen, die Befestigung stützenden Flußläufen



Fig. 111

wiedergegeben. Damit sind aber noch lange nicht alle Möglichkeiten erschöpft; es kommt vielmehr zu dem oberirdischen eventuell das unterirdische System hinzu, mit seinen Gängen, versenkbaren Türmen (die auf dem

Lande sind, was die Türme der Tauchboote auf dem Wasser) usw. Und was wir am Ende auch nur zu erwähnen brauchen, da es jetzt schon jedem aus der Tagesliteratur in Wort und Bild vertraut geworden ist, das sind die improvisierten und allmählich immer vollkommener ausgebauten Feldbefestigungen, mit ihren Gräben, Unterständen, Deckungen, Wällen, mit den dem Feind entgegenlaufenden Sappen — alles Bauwerke, deren günstigste Form im Laufe der Zeiten sehr gewechselt hat und auch jetzt noch sehr wechselt je nach den Verhältnissen des Geländes und der Kampfslage.

Jedenfalls gibt der gegenwärtige Krieg die einschneidendsten Lehren hinsichtlich des Festungswesens. Sind doch die nach den berühmtesten Systemen, z. B. dem des belgischen Generals Brialmont, gebauten Festungen im Westen und Osten, die zum Teil theoretisch für uneinnehmbar galten, unter der Wucht der modernen Angriffsmittel zusammengefallen wie die Kartenhäuser; und die noch unbesiegten, z. B. die französischen Maas- und Vogesenfestungen verdanken das auch nur unserem Bedürfnis, mit unserem lebenden und toten Material schonend umzugehen. Auf der anderen Seite zeigen die lang ausgedehnten Feldbefestigungen eine erstaunliche Widerstandskraft, und es bedarf ganz besonderer strategischer und taktischer Anstrengungen, um einen Durchbruch zu erzwingen. Was sich hieraus für die Zukunft ergeben wird, läßt sich für den Laien und vielleicht auch für den Fachmann noch gar nicht übersehen.

## Schluß.

Unser Thema ist so reichhaltig, daß wir uns wohl oder übel entschließen müssen, irgendwo einmal abzubrechen, auch wenn wir in unseren Fächern noch eine Fülle von Material verborgen haben. Aber es soll wenigstens an einigen beliebig herausgegriffenen Beispielen der Beweis für die Richtigkeit dieser, sonst leicht geheimtuerisch wirkenden Behauptung erbracht werden.

Fangen wir mit einem Falle an, mit dem wir gewissermaßen zum ersten Gegenstande unserer Betrachtungen zurückkehren, zur Optik des Krieges. Wir haben dort die Aufgabe verfolgt, möglichst gut zu sehen; aber dem steht die andere Aufgabe gegenüber: möglichst schlecht gesehen zu werden. Es ist eigentlich sehr verwunderlich und nur aus den gänzlich anderen Verhältnissen früherer Kriegführung zu begreifen, daß man dieser Aufgabe bis vor kurzem so gleichgültig gegenübergestanden hat, daß man die Soldaten im „bunten Tuch“ hat in den Krieg ziehen lassen, das zwar für die Parade sehr schön, für den Kampf aber geradezu verhängnisvoll ist. Jetzt ist das anders geworden, die Losung „feldgrau“ ist allgemein geworden; und auch dabei bleibt man nicht stehen, man bedient sich auch grüner Kleidung, wo es sich um Wiese und jungen Wald handelt, und weißer Mäntel, wenn über Schneefelder vorgegangen wird. Man ahmt hier eine Methode nach, die man von der großen Lehrmeisterin Natur schon seit langem kennt: die Methode der Schutzfärbungen, wie sie so viele Tiere aufweisen; nur mit dem

Unterschiede, daß man sich beim Menschen, statt an das natürliche, an das künstliche Fell hält, was ja auch bedeutend leichter und rascher zu bewerkstelligen ist.

Nahe verwandt mit dem Lichtschutz ist der Wärmeschutz, also die Wahl derjenigen Stoffe für die Kleidung des Soldaten, die ihn, wenn möglich, in gleichem Maße vor der Hitze wie vor der Kälte schützen. Und das ist möglich, es handelt sich einfach um die Wahl von Stoffen mit schlechter Wärmeleitung, so daß bei Hitze die Wärme von außen nicht hereindringe und bei Kälte die eigene Körperwärme nicht nach außen hin verloren gehe. Am besten leistet das, wegen ihrer porösen Konstitution, die Wolle, natürlich in verschiedenem Maße je nach der Form ihrer Verarbeitung.

Da wir gerade bei den schlechten Wärmeleitern und bei ihrer Fähigkeit, je nach Wunsch warm oder kühl zu halten, stehen, können wir gleich noch eine Nutzenanwendung ganz anderer Art von demselben Prinzip machen: auf die Nahrungsmittel, namentlich auf die Getränke, die ohne besondere Maßnahmen oft längst aus heiß kalt oder aus kalt lau geworden sind, ehe sie ihre Bestimmung, getrunken zu werden, erreichen, und die dann oft gerade ihren Hauptzweck der Erwärmung oder Erfrischung verfehlen. Hier greift man zu einem noch radikaleren Mittel, zu einem noch schlechteren Wärmeleiter, als es die porösen Stoffe sind: zum Vakuum, zum leeren Raum. Das ist der Sinn der Thermosflaschen, die jedem Touristen und Luftschiffer in angenehmster Weise bekannt sind, und in denen sich, dank ihrer doppelten Wandung mit zwischenliegendem Vakuum Kaffee viele Stunden lang heiß, Wasser ebenso lange frisch erhält.

Und nun wollen wir zum Schlusse noch einen kleinen Abstecher machen in das Gebiet der, der Physik eng verwandten Meteorologie oder Wetterkunde. Man weiß, in wie hohem Maße unser Wohl und Wehe mit dem Wetter verknüpft ist, insofern es uns eine gute oder schlechte Ernte bringt; und in der jetzigen Kriegszeit, die uns auf die Eigenwirtschaft anweist, erhält das doppelte und dreifache Bedeutung. Und wenn wir auch im großen ganzen den Elementen machtlos gegenüberstehen, so haben wir doch im Laufe der Zeit und gerade unter dem Zwange der Kriegsnot eine Anzahl von künstlichen Eingriffen gelernt, die das Erntergebnis immerhin nicht ganz unmerklich beeinflussen können. Hier aber soll nur von den direkten Kriegsbeziehungen die Rede sein. Und da steht nun natürlich im Vordergrund der Seekrieg, der in weit höherem Maße als der Landkrieg vom Wetter abhängt. Spielt doch der Untergang der spanischen Armada in der Geschichte eine Rolle von — je nach dem Standpunkte — herrlicher oder trauriger Berühmtheit. Und die große Katastrophe, die sich im Krimkriege auf dem Schwarzen Meere abspielte, hat unmittelbar den Anstoß zur erstmaligen Einrichtung des jetzt so glänzend durchgebildeten internationalen Wetterdienstes gegeben, der, wenn er damals schon existiert hätte, jene Katastrophe durch rechtzeitige Warnung vermieden hätte. Im gegenwärtigen Kriege spielt denn auch der organisierte Wetterdienst eine nicht zu unterschätzende Rolle; und es leuchtet ein, wieviel in manchen Fällen davon abhängt, was für eine Witterung für den nächsten Tag zu erwarten ist, ob Tauwetter oder Frost, ob Windstille oder Sturm, ob Sonnenschein oder Regen. Die Über-

schreitung eines Flusses, der Marsch über Ackerland in vorgeschriebenem Tempo, der Aufstieg eines Informationsballons kann und muß davon abhängig gemacht werden. Tatsächlich sind gerade einige der erprobtesten Meteorologen von ihren heimischen Warten nach dem Westen oder Osten ausgewandert, natürlich mit ihrem ganzen Instrumentarium; und es liegt ihnen nunmehr ob, unter Verhältnissen, die ihnen neu sind, und die von den heimischen vielleicht stark abweichen, doch rasch und mit einiger Sicherheit in das Fahrwasser der zuverlässigen Wetterprognose zu gelangen.

Aber auch durch die mannigfaltigsten Sondererscheinungen greift das Wetter in die Kriegführung und ihre Ergebnisse ein. So haben z. B. bei dem Seesieg unseres Geschwaders an der chilenischen Küste die Beleuchtungsverhältnisse den Untergang der beiden englischen Panzerkreuzer verursacht, die sich in scharfer Silhouette gegen den hellen Abendhimmel abhoben, während unsere eignen Schiffe am dunkeln Osthorizont schwer erkennbar waren. Schnee- und Eisverhältnisse können und werden namentlich im Alpenkriege zwischen Österreich und Italien sich entscheidend geltend machen und den begünstigen, der in höherem Maße verstehen wird, sie für sich auszunützen. In welchem Maße ferner hängt der Erfolg eines Luftangriffes von Nebel und Wolkenbildung ab! Hier hat sich bereits eine ganz neuartige Taktik als vorteilhaft für Offensive und Defensive herausgestellt. Daß auch die Ballistik nicht unerheblich von Wind- und Feuchtigkeitsverhältnissen berührt wird, ist oben schon erwähnt worden. In allen diesen und vielen andern Fällen ist wiederum eine annähernd zuverlässige Wetterprognose von hohem Werte.

Eine Prognose aber, die viel schwieriger und doch noch sehr viel bedeutsamer ist, läge uns allen am Herzen: wie wird sich das Kriegswetter, wie das politische Wetter in der uns bevorstehenden Zeit gestalten? Wann wird das fürchterliche Ungewitter, das sich im August des Jahres 1914 zu entladen anfang, sich ausgetobt haben, um dem Sonnenschein eines neuen und dauerhaften Friedens zu weichen? Wann werden wir nicht mehr nötig haben, persönlichen Geist und technische Wunderwerke in den Dienst der Zerstörung zu stellen? Noch vermögen wir eine Antwort auf diese Fragen nicht zu geben. Aber einmal wird die Zeit erfüllt sein, einmal wird die Menschheit sich wieder an ihre große Mission friedlicher Kulturarbeit erinnern; und dann wird auch die Physik und die auf ihr aufgebaute Technik wieder ihre heimischen Wege wandeln und, statt des blutgedüngten Kriegsfeldes, den segensreichen Acker der Zivilisation bebauen.

**BIBLIOTEKA PROFESORSKA**  
**Żeńskiego Gimnazjum Kupieckiego**  
**W KRAKOWIE**

---

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA**  
**KRAKÓW**

## Register

- Abbildungsfehler 19  
Abstimmung 104  
Acetylen 14  
Akustische Signale 84  
Anseglungstonne 64  
Antenne 100, 104  
Aufsatz 54  
Auftrieb 131  
Auge 11  
Augenläser 81  
Äußere Ballistik 163  
Automobil 111  
Automobil-Scheinwerfer 18
- Ballistik 158  
Ballistische Kurve 168  
Ballonabwehr-Kanone 178  
Ballonet 135  
Ballonmotor 139  
Ballonphotographie 70  
Ballontelemeter 50  
Bilderzeugung 23  
Binokularer Feldstecher 27  
Bomben 188  
Brieftaube 86  
Brillen 81  
Bronze 174  
Bussolenrichtkreis 58
- Camera obscura 39
- Daimlermotor 141  
Dampfkraft 110  
Dampfmaschine 113  
Dampfturbine 113  
Displacement 116
- Detektor 100  
Detonation 161  
Doppeldecker 150  
Doppelzünder 187  
Drachenballon 144  
Drahtlose Telegraphie 98  
Drahtlose Telephonie 106  
Drall 170  
Dynamit 160
- Eckspiegel 62  
Eindecker 151  
Einheitsgeschoß 185  
Eisenbahn 108  
Eisenbeton 197  
Elektrische Schwingungen 99  
Elektrischer Torpedo 124  
Elektrostahl 174  
Elevationswinkel 164  
Empfänger 100, 105  
Energie 5, 182  
Entfernungsmesser 45  
Erregerkreis 101  
Explosion 159, 161  
Explosionsmotor 140
- Fallbomben 188  
Fallschirm 156  
Feldbefestigung 200  
Feldeisenbahn 110  
Feldgrau 201  
Feldpost 86  
Feldstecher 27  
Feldtelegraphie 93  
Feldtelephonie 95  
Fernrohr 24



- Fernsprechwesen 95  
Fesselballon 144  
Festungsbau 198  
Feuerwaffen 158  
Fischtorpedo 121  
Flachschuß 165, 178  
Fladdermine 194  
Flaggensignale 87  
Fliegekunst 146  
Fliegerpfeile 188  
Fliegersignale 89  
Fliegertätigkeit 157  
Flugzeugmotor 139  
Formfaktoren 120  
Freiballon 129  
Freiflug 147  
Funkentelegraphie 98
- Gasdruck 162  
Gasgeschwindigkeit 162  
Gehör 8  
Gekoppelte Schwingungen 102  
Generalstabskarte 68  
Geruchssinn 8  
Geschosse 179  
Geschoßabweichung 172  
Geschütze 173, 177  
Gezogene Rohre 170  
Gleichgewicht des Schiffes 115  
Gleitflug 147  
Gnommotor 141  
Gradlauf 122  
Gräben 200  
Granate 184
- Hafenmine 194  
Handfernrohr 28  
Haubitze 177  
Heliograph 88  
Hilfsziel 56  
Höhenlinien 67  
Höhensteuer 135  
Hypoplast 31
- Indirektes Zielen 56  
Invert-Telemeter 50
- Kabel 98  
Kampfflieger 157  
Kanone 177  
Kartographie 67  
Knallgeschwindigkeit 179  
Koinzidenztelemeter 48  
Kopfwelle 191  
Koppelung 102  
Korn 53  
Kraft 5  
Kreisbogenaufsatz 54  
Kreisel 122, 170  
Kriegsschiff 111  
Krimstecher 28  
Kurvenflug 154
- Landung 156  
Langgeschosse 169  
Lanzierrohr 124  
Lenkballon 130  
Leuchtrakete 19  
Leuchtturm 21  
Leuchtuhr 19  
Lichtblitze 87  
Linse 23  
Löschfunken 104  
Luftkrieg 128  
Luftsack 135  
Luftschiffhafen 145  
Luftschiffmotor 140  
Luftwiderstand 133, 147  
Luftwiderstand auf Geschosse 166
- Maschinengewehr 178  
Massenausgleich 123  
Mauer 196  
Meßkunst 43  
Meßtischblatt 67  
Metazentrum 118  
Mikroskop 31  
Militär-Luftschiff 136  
Mine 193  
Mörser 177  
Monokulare Feldstecher 25  
Motorrad 111

- Musik 85  
Musikalische Signale 84
- Nickelstahl 174  
Nitrozellulose 159
- Ohr im Kriege 8  
Optik 12 ff.  
Optische Zeichengebung 86  
Ortsbestimmung 44  
Ortsbestimmung in der Luft 143
- Pankratisches Zielfernrohr 60  
Panoramafernrohr 58  
Panzergeschöß 181  
Panzerplatten 181, 196  
Parabolspiegel 15  
Parseval-Ballon 135  
Pendelung 171  
Periskop 35  
Photogrammetrie 74  
Photographie 66  
Physik 4  
Pläne 67  
Polemoskop 35  
Prismatische Bildaufrichtung 24  
Propeller 115, 141  
Punktalbrillen 82
- Quersteuer 154
- Relieffernrohr 29  
Resonanz 102  
Richten und Zielen 52  
Richtkreis 54, 58  
Richtungsschätzung mit dem Ohr 10  
Ringbildperiskop 39  
Röntgenphotogramme 78  
Röntgenstrahlen 76  
Rohrrücklauf 175  
Ruderboot 112  
Ruderflug 148  
Rückblickfernrohr 58  
Rückstoß 175
- Rumpfdoppeldecker 153  
Rundblickperiskop 39  
Ruß-Signale 91
- Sanitätshund 8  
Schallgeschwindigkeit 189  
Schartenfernrohr 59  
Scheinwerfer 13, 16  
Scherenfernrohr 29  
Schießbaumwolle 159  
Schießkunst 158  
Schiffskreisel 122  
Schiffsschraube 115  
Schneeschuhläufer 13  
Schotten 121, 134  
Schrapnell 184  
Schraubenflug 149  
Schrotkugeln 179  
Schütte-Lanz-Ballon 136  
Schußkurven 164  
Schutzfärbung 201  
Schwarzpulver 159  
Schwebeflug 148  
Seemine 194  
Segelflug 148  
Sehrohr 36  
Seitenabweichung 172  
Seitensteuer 135  
Semaphor 87  
Sender 100  
Senderkreis 101  
Signale 84  
Signalgerät 89  
Signalstation 89  
Sinnesorgane 6  
Sommer und Winter 13  
Sphärische Aberration 15  
Sphäroidspiegel 15  
Sprenggeschöß 184  
Sprengstoffe 159  
Stabilisatoren 134  
Stabilität des Flugzeugs 147  
Stabilität des Schiffes 115  
Stahl 173  
Standfernrohr 31  
Starres System 135

- Steilschuß 165, 178  
Stereo-Autograph 76  
Stereokomparator 74  
Stereoskop 26  
Stereoskopischer Entfernungsmesser 45  
Stoßerregung 103  
Streukegel 187
- Tag und Nacht 12  
Tastsinn 7  
Taube 152  
Tauchboot 125  
Technik 3  
Telegraphie 93  
Telegraphen- und Telephonleitungen 97  
Telemeter 45  
Telephonie 95  
Thermosflasche 202  
Tiefenplastik 26  
Tiegelstahl 173  
Topographie 66  
Torpedo 121  
Torpedoboot 123  
Tragkraft 131  
Trinitrotoluol 161  
Tripelspiegel 62
- Überschwemmung 197  
Umleitung der Lichtstrahlen 33  
Unstarrs System 135  
Unterseeboot 9, 124
- Vergrößerung 22  
Verkehrswesen 107  
Verteidigung 193, 196  
Vielfach-Telegraphie 94  
Visier 53  
Vogelflug 147
- Wärmeschutz 202  
Wasserflugzeug 156  
Wasserverdrängung 116  
Wasserwiderstand 118  
Wetterdienst 203  
Winkelspiegel 62
- Zeichengebung 84  
Zeitzünder 186  
Zeppelin-Ballon 135  
Zielen 52  
Zielfernrohr 55  
Zone des Schweigens 192  
Züge 170  
Zünder 186  
Zweidecker 150  
Zweilagenrohr 174

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.





Verlag von Gustav Fischer in Jena.

# Das Zeisswerk u. die Carl-Zeiss-Stiftung in Jena

Ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwicklung und Bedeutung.

Von

**Felix Auerbach.**

Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 149 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Ernst Abbe.  
(VI, 200 S. gr. 8°) 1914.

Preis: 2 Mark 40 Pf., geb. 3 Mark.

Wiener neue freie Presse vom 3. September 1908:

... Welcher Gebildete hätte nicht schon von dem Zeisswerk gehört und nicht in irgendeiner Weise daran Interesse genommen? Genießt doch die Firma Zeiss mit Recht einen Weltruf als unübertroffene, ja vielfach unentbehrliche Rüstkammer für die verschiedensten Zweige der wissenschaftlichen Forschung und der Praxis, hat es doch ferner der als Gelehrter wie als Mensch gleich hochstehende Abbe dazu gebracht, daß wir im Zeisswerk heute einen industriellen Betrieb erblicken, in welchem das Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer, zwischen Arbeit und Verdienst in einer ebenso originellen als gerechten und befriedigenden Weise geregelt ist, und stellt doch eben dasselbe Institut seine erzielten Gewinne im Sinne seines unvergeßlichen Organisators immer und freiwillig zur Verfügung, wenn es sich um die Förderung des allgemeinen Wohles, der Volksbildung und der ehrwürdigen Jenenser Universität handelt. Durch all dies ist der Name Zeiss zu einem Schlagworte in den Kapiteln: „Moderner Kulturfortschritt“ und „Humanität“ geworden. Auerbach hat als gewissenhafter Historiker die Entstehungsgeschichte und die Weiterentwicklung des Zeisswerkes, seine hauptsächlichsten Erzeugnisse in ihren wissenschaftlichen Grundlagen und ihrer Anwendung geschildert und erläutert ausführlich die soziale Gliederung des Unternehmens und seine Wohlfahrtseinrichtungen. Daß sich das Buch von selbst zu einem Denkmal für Männer wie Zeiss, Abbe, Czapski, Schott u. a. gestaltet, ist unvermeidlich und bildet so recht die Wesenheit des Ganzen. Vor allem, was Abbe betrifft, ist die Darstellung der Entwicklung des Zeisswerkes nichts anderes als eine Biographie dieses seltenen Mannes . . . Wer Freude an sozialem Fortschritt und gesundem Optimismus hat, lese Auerbachs Buch. H. J.

Zeitschr. f. angew. Chemie, 22. Juni 1915:

... Das vorliegende Buch des Jenaer Professors gibt uns einen anschaulichen Begriff von der Entwicklung des Zeißschen Unternehmens. Ist es schon ungemein reizvoll, den Werdegang einer Weltfirma aus kleinsten Anfängen an sich vorüberziehen zu sehen, so wird dieser Genuß in diesem Falle noch dadurch erhöht, daß es sich um ein Unternehmen handelt, dessen Gründer der Sozialpolitik durch die Tat neue Wege gewiesen haben. . . . Die soziale Organisation des Werkes, die Verwaltung der Stiftung und die Arbeitsverhältnisse bieten so viel des Interessanten, daß auch dieser Teil des Auerbachschen Buches eifrigem Studium empfohlen werden kann. Bg.

Dorfzeitung (Hildburghausen), 27. April 1915:

... In der Tat bietet das vorliegende Buch einen so hohen Genuß, daß wir seine Anschaffung abermals empfehlen können. . . . Wir lernen ein Unternehmen kennen, dem die innige Vereinigung von Idealismus und Realismus den Stempel aufprägt. Das Buch sollte in keiner Bibliothek fehlen.

Verlag von Gu

POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

## Lehrbuch der Experimente

Mit 2 lithogr. Tafeln (mit  
farbigen Abbildungen im 2

I 300  
L. inw.

## Praxis der Volksschule, 1913

In diesem Buche tritt me  
Neuzeit werden ausführlich darges

Kdn 452/57

dernten ist. In Mathematik werden nur elementar-mathematische  
vorausgesetzt. Die Darstellung ist sehr anschaulich-ausführlich und  
geschmackvolle schematische usw. Figuren unterstützt. Die tech  
(Maschinen, Apparate usw.) sind nur insoweit erklärt, als es ihr  
fordert. Dieses ist aber auch sehr klar entwickelt. Der Umfang  
eben der, wie er „für den Physiker der ersten Semester“ erforderlich  
Behandlung der Elektrizität (Nernstsche osmotische Theorie) und d  
sche Theorie der optischen Instrumente) steht das Lehrbuch un

## Abriß der Lehre von der Flüssigkeits- und Gasb

Von Dr. R. Prandtl, Professor an der Universität Göt  
124 Abbildungen. 1913. Preis: 1

Der vorliegende Abriß gibt einen Überblick über das Ges  
Lehre von der Flüssigkeits- und Gasbewegung, im besonderen eine  
Vorstellung von den wichtigsten Grundbegriffen und Gesetzen, so  
theoretischen Resultaten und den experimentellen Tatsachen. Die  
besonders den Ingenieuren der verschiedenen Fachrichtungen und v  
Maschinen- und Schiffbauern und den Flugtechnikern durch F  
theoretischen Vorstellungen nützlich sein.

## Die Entwicklung des menschlichen Geistes.

Bonn. Dritte Auflage. (VI, 58 S. 8°.) 1915. Preis: 1

Frankfurter Zeitung vom 26. März 1911:

... großzügige, meisterhaft durchgeführte, res  
Behandlung des gewaltigen herangezogenen Wissenssto  
ist, von hochragendem Gesichtspunkte aus, so meisterhaft durchgefü  
Vortrag zutreffend als diejenige Schrift bezeichnet werden kann, in  
Werdegang menschlicher Kultur, bei völliger Wahrung historische  
striker Sachlichkeit, auf die kürzeste Form und zur äußersten B  
gebracht wurde. . . . Es ist unstrittig ein glänzender Essa  
Lektüre für jeden Gebildeten einen Hochgenuß bedeut  
tisch veranlagten Köpfen reichliche Veranlassung zum Nachdenken b  
jenigen Leser aber, welcher sich um eine wirklich großzügige Au  
Kulturgeschichte, zumal in ihren früheren, ungeschriebenen Phasen  
muß dieser Vortrag geradezu als bahnbrechend bezeichnet werden. ]

Naturphilos

1913. (V

Kölnische Ze

Diese rei  
in die Fälle  
auch jeden I

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295932

H. Potoni

2 Mark, ge

en ist wohl  
eme der G  
zuführen.





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**I-300**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000295932