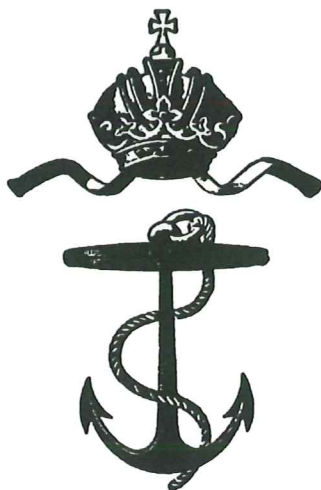


MITTEILUNGEN
AUS DEM
GEBIETE DES SEEWESENS.
XXXII. BAND.

HERAUSGEGEBEN
VOM
K. U. K. MARINE-TECHNISCHEN KOMITEE,
MARINE-BIBLIOTHEK.



JAHRGANG 1904.

Leiter der Redaktion:
Korvetten-Kapitän a. D. Eduard v. Normann-Friedenfels.

P O L A.
DRUCK UND KOMMISSIONS-VERLAG VON KARL GEROLDS SOHN IN WIEN.
1904.

Jährlich erscheinen zwölf Nummern.

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

chungen nach demselben Muster würden Reste von durchschnittlich 22", im Maximum 100" ergeben). Sie sind eben zu hoch über Wasser und der Temperatursunterschied wirkt besonders stark in den untersten, dem Wasser nächsten Luftschichten, wie schon vor vier Jahren gefunden, also auf einen von der Kimm dicht an der Oberfläche daherstreichenden Lichtstrahl; die in größerer Höhe ziehenden Lichtstrahlen der zwei Feuer waren aber dieser Refraktionswirkung entrückt; dafür erlitten sie eine andere, durch die jeweiligen sonstigen Verhältnisse gegebene, die recht ansehnliche Verschiebungen bewirkten.

K. Koss,

k. u. k. Korvetten-Kapitän.

Über Drachen-Verwendung zur See.

Von k. u. k. Hauptmann Th. Scheimpflug.

I. Allgemeine Gesichtspunkte.

Die Benützung von Drachen, welche zu wissenschaftlichen, speziell meteorologischen Forschungszwecken bereits allerorts in Verwendung stehen, und für die bahnbrechenden meteorologischen Arbeiten des letzten Jahrzehnts ein wichtiges Hilfsmittel waren und stets mehr werden, auch zu militärischen Zwecken ist eine dermalen aktuelle und zukunftsreiche Frage.

Die Drachen haben sich bereits bei der drahtlosen Telegraphie zum Heben der Antenne eingebürgert, sie könnten zu Signalzwecken Dienste leisten, und sie haben zu Lande im Vereine mit dem Fesselballon, zur See selbständig, für Rekognoszierungszwecke und rasche photogrammetrische Aufnahmen eine große Zukunft.

Demgemäß sind auch militärischerseits überall Versuche mit Drachen im Zuge, über welche allerdings wenig verlautet; mit diesen Versuchen sind insbesondere die Namen des englischen Generals Baden-Powell, des russischen Obersten v. Kowanko und des russischen Leutnants Clyanin verknüpft.

General Baden-Powell hatte schon als Hauptmann mit seinen Versuchen begonnen, und war im Jahre 1894 nach nahezu zehnjährigen Bemühungen beim Bau eines Drachens von 11 m Länge angelangt, kehrte jedoch später wieder zu kleineren Typen zurück; er gibt an, daß es mit vier bis fünf hintereinander geschalteten, sechseckigen, ebenen Drachen von zirka 3·5 m Länge und 12 m² Tragfläche möglich sei, einen Menschen zu heben.

Angeblich sollen diese Drachen auch im Boerenkriege alternativ mit Fesselballons in Verwendung gekommen sein.

Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens 1904. Nr. 4.

21

Digitized by Google

Original from
UNIVERSITY OF MICHIGAN

Oberst v. Kowanko, Chef der russischen Luftschißer-Truppe in St. Petersburg, hat ebenfalls viel in dieser Richtung experimentiert und soll angeblich der russische Luftschißerpark schon vollständig zum Heben von Menschen mit Drachen eingerichtet sein. Auf der russischen Naturforscher-Versammlung in Kiew im Jahre 1898 wurden, wie Prof. Köppen berichtet, diese Einrichtungen von Leutnant Ulyanin aus Warschau demonstriert und konnte sich jeder der Festgäste damit heben lassen, wenn er wollte, allerdings nur einige Faden hoch. Es sollen dabei sowohl Gespanne aus fünf sechseckigen, ebenen Drachen à 10 m^2 , als auch zwei große Kastendrachen von 40 und 60 m^2 Tragfläche in Verwendung getreten sein.

Dem Vernehmen nach werden derartige Versuche sowohl in St. Petersburg als auch in Polen angestellt, neuestens auch von der russischen Kriegsmarine im Schwarzen Meere.

Man hört davon, daß auch in Toulon und Kiel solche Versuche angestellt werden.

Die Gründe für dieses allgemeine Interesse, dem die Drachenverwendung begegnet, liegen sehr nahe. Wer je als Tourist einen Berg bestiegen hat, weiß, in welchem Maße sich mit der gewonnenen Höhe der Horizont erweitert. Eine weite Rundschau ist aber für die Leitung militärischer Operationen sowohl zu Land als zur See von jeher von entscheidender Wichtigkeit gewesen.

Deshalb finden Fesselballons zu Rekognoszierungszwecken heute bereits in nahezu allen Armeen Verwendung und spielten jüngst im Boerenkriege in Süd-Afrika keine kleine Rolle.

Die praktischen Gründe, welche die militärischen Fachleute dazu drängen, Drachen an Stelle von Fesselballons zu verwenden, sind folgende:

I. Fesselballons sind, wenn reine Kugelballons, nur bei Windstille oder sehr schwachem Winde verwendbar; wenn Drachenballons, vertragen sie zwar etwas Wind, werden aber schon bei etwa Windstärke 4, d. h. $8\text{--}10\text{ m/sec}$ recht unruhig und damit praktisch unverwendbar.

Allerdings vertragen größere Ballons mehr Wind als kleinere, weil die dem Wind dargebotene Oberfläche mit der zweiten Potenz, der Auftrieb aber mit der dritten Potenz der linearen Dimensionen wachsen. Bedenkt man aber, daß $25\text{--}30\text{ m}^3$ bei der drahtlosen Telegraphie, wo nur der Draht zu heben ist, 65 m^3 für meteorologische und photogrammetrische Zwecke, wo ein kleines Instrument zu heben ist, 100 m^3 zum Heben von Menschen zu Rekognoszierungszwecken auf sehr geringe Höhen und nur bei Verwendung von Wasserstoffgas, die Minimal-Dimensionen verwendbarer Drachenballons sind, während Kugelballons als Fesselballons noch bedeutend größer gehalten werden müssen und das Gas nicht wenig kostet, so begreift man das Streben nach hand-

licheren, häufiger verwendbaren und vor allem billigeren Mitteln, um Lasten irgend welcher Art hoch zu nehmen.

II. Zur See insbesondere ist das Arbeiten mit Fesselballons nur auf großen Schiffen möglich, und wegen der Gasexplosions- und der Feuersgefahr für das Schiff, wegen der vielen Hindernisse, wie Masten, Schlote, Bootskrahne etc. für den Ballon mit Gefahr verbunden.

III. Schließlich ist das Ballon-Material nicht nur kostspielig und schwer zu handhaben, sondern auch an Bord raschem Verderben ausgesetzt.

Ad I. Drachen funktionieren zu Lande bei Windstärke 2—8, d. h. von etwa 6—20 *m/sec* tadellos, die für sie relativ günstigste Windstärke ist etwa 8—16 *m pro sec*, d. h. Windstärke 3—6; zur See, wenn ein Schiff mit zirka 12—16 Knoten Fahrt zur Verfügung steht und freies Fahrwasser zum Manövrieren vorhanden ist, funktionieren die Drachen von Windstärke 0—10, also nahezu immer, da die Windstärken 10—12 für die Praxis wohl nicht mehr in Betracht kommen. Hierbei wird es am besten sein, wenn der Manövrierende nach Maßgabe eines Dynamometers mit Hilfe von Schiffsgeschwindigkeit und Drachenwinde die relative Windstärke am Drachen auf zirka 16 *m/sec* halten kann.

Prof. Aßmann, der meteorologische Zwecke, d. h. Hochaufstiege mit nahezu unbelastetem Drachen im Auge hat, gibt 8 *m per sec*. als günstigste Windgeschwindigkeit an. Drachen, die mit 90 *kg* belastet sind, brauchen natürlich mehr Wind. Andererseits kann und muß man auch mit relativ stärkeren Kabeln rechnen, als die Meteorologen, die mit nur zweifacher Sicherheit arbeiten, um nur in die Höhe zu kommen.

Ad II. Das Manövrieren mit Drachen ist auch auf kleinen Schiffen möglich, birgt keine Gefahr für das Schiff und wenig Gefahr für den Drachen.

Ad III. Das Drachenmaterial kostet zwar, wenn es gut ist, nicht gerade wenig, jedoch braucht man kein Gas, wodurch sich der Betrieb sehr billig gestaltet, dann sind Drachen leicht zu handhaben und unterliegen an Bord nicht dem Verderben. Reparaturen lassen sich leicht und rasch mit Bordmitteln ausführen. Da die Drachen ohne Schwierigkeit zerlegbar gemacht werden können, nehmen sie, weggestaut, auch wenig Platz ein.

Die Folge dieser Umstände ist, daß wissenschaftliche Drachenversuche heute schon mit Vorliebe am Wasser gemacht werden; auf Anregung der Höhen-Meteorologen Rotch und Berson, eine deutsch-amerikanische Drachen-Expedition zur Erforschung der oberen Schichten der Atmosphäre in den Passatregionen des Atlantik geplant ist; die Herren Berson und Elias vom Berliner aeronautischen Observatorium eine Vorexpedition mit Drachen nach Spitzbergen schon mit vollem Erfolge durchgeführt haben; Engländer und Norddeutsche schon eine

Reihe kleinerer Drachen-Expeditionen zur See unternommen haben; Prof. Hergesell mit Unterstützung der württembergischen Regierung seine Drachenversuche am Bodensee macht; Geheimrat v. Aßmann dafür plaidiert, das kaum entstandene Berliner aeronautische Observatorium an einen See zu verlegen und auch eventuelle österreichische Zukunfts-Drachen-Stationen, soweit sie nicht Gipfel-Stationen auf hohen Bergen (Sonnblick) sind, am besten an die Adria (Pola) oder an einen größeren See (Platten-See, Gmundner-See etc.) zu verlegen wären.

Während bis vor kurzem die größten Höhenrekords mit Drachen von 4000—5000 *m* am *Blue Hill*-Observatorium in Trappes bei Paris und in Berlin großartige Leistungen der Geschicklichkeit und Kühnheit und nur unter besonders günstigen Umständen denkbar waren, sind, wie die neuesten Versuche gezeigt haben, diese Höhen auf Dampfern von etwa 16 Meilen Fahrt mit Leichtigkeit zu erreichen, u. zw. bei den verschiedensten Wetterlagen.

Diese Tatsache ist für die Fortschritte der Meteorologie von ausschlaggebender Bedeutung, weil dadurch nicht nur die Möglichkeit eröffnet wird, bei nahezu allen Wetterlagen bis in große Höhen mit Instrumenten vorzudringen, sondern weil auch, wie Geheimrat von Aßmann gezeigt hat, die Schichtungen der Atmosphäre und Temperatur-Inversionen¹⁾ in der Höhe, oder im weiteren Sinne der Verlauf der Isobarohypsen und Isothermohypsen²⁾ zwischen 2000—5000 *m* Höhe bestimmend und bedingend für unser Wetter am Erdboden sind und deren Kenntnis, stetige Kontrolle und Studium der Meteorologie und insbesondere der Wetterprognose ganz neue Perspektiven eröffnet.

Tatsache ist auch, daß bereits nahezu alle Kulturstaaten sich mit der Drachenfrage intensiv befassen.

Das praktische Interesse, das die Kriegs-Marinen aller Staaten an der Sache hätten, ist ein sehr großes. Die Leistungsfähigkeit einer modernen Flotte würde durch eine zweckmäßige Verwendung von Drachen in hohem Maße gesteigert werden.

¹⁾ Im allgemeinen nimmt die Lufttemperatur mit der Höhe ab, u. zw. um 0·5 bis 1° C. pro 100 *m*. Wie die Ballonfahrten und Drachenaufstiege gelehrt haben, kommt es jedoch häufig vor, daß relativ wärmere Luftschichten über kälteren lagern. Dann zeigt das Thermometer eine auffallende Verlangsamung der Temperaturabnahme mit der Höhe oder sogar ein vorübergehendes Steigen der Temperatur. Diese Erscheinung heißt „Temperatur-Inversion“.

²⁾ Werden an einer Station z. B. wie in Berlin, täglich Aufstiege gemacht, so kann man die Beobachtungen einer längeren Zeitperiode, z. B. einer Woche oder eines Monats, in ein Diagramm eintragen und den Verlauf der Flächen gleichen Luftdruckes, bzw. gleicher Temperatur, wie sie über die Station hinwegziehen, mit den Zeiten als Abszissen und den Höhen als Ordinaten, darstellen. Die sich daraus ergebenden, außerordentlich vielsagenden Kurven heißen Isobaro- und Isothermohypsen.

Hiezu nur drei Beispiele:

I. Bei jeder maritimen Küstenverteidigung wird die Küste durch Signal- und Telegraphenstationen, Seeminen und Torpedoboote im Kriegsfall zu einer großen Festung, aus der die eigene Flotte jederzeit einen unvermittelten Ausfall machen kann.

Um hiezu die Momente richtig zu wählen, muß der Seeraum vor der Küste unter scharfer Kontrolle gehalten werden, was nicht leicht ist, und solche Anstrengungen von Mann und Material bedingt, daß beide schon nach wenigen Wochen erlahmen dürften.

Dementgegen dürften wenige Schiffe, mit Drachen ausgerüstet, die 500—600 m hoch steigen können, der Küste entlang entsprechend verteilt vor den Inseln kreuzend, bei klarem Wetter genügen, um den ganzen Seeraum permanent zu übersehen, und nicht das kleinste Fahrzeug unbemerkt passieren zu lassen. Bei trübem, unsichtigem Wetter allerdings müßte die Vorpostenkette verdichtet werden.

II. Eine Blockade ist nur dann rechtlich wirksam, wenn sie effektiv ist, d. h. wenn sie nicht nur erklärt, sondern auch durch eine genügende Anzahl von Schiffen aufrecht erhalten wird. Da ein Schiff nur ein sehr geringes Gebiet überblickt, einen Kreis von 3—12 Seemeilen Radius oder etwa 24—400 km², so bedarf es sehr vieler Schiffe, um die Blockade einer Küstenstrecke effektiv zu halten. Auch müssen die Schiffe weit verstreut werden, was mit Hinblick auf einen eventuellen Entsatz nicht unbedenklich ist.

Ein Beobachter in 600 m Höhe überblickt aber schon eine Kreisfläche von rund 50 Seemeilen Radius, d. s. zirka 7000 km². Infolgedessen werden diese Schwierigkeiten bei einer Blockade, wenigstens bei klarem Wetter, nahezu eliminiert, sobald Drachen verwendet werden.

III. Angenommen, die feindliche Flotte liege hinter Barrikaden und Minensperren, von Batterien geschützt, in einem Hafen. Ihre Stellung soll erkundet werden.

Hiezu gibt es bei schönem Wetter kein einfacheres und besseres Mittel, als das Photographieren vom Drachen aus im Vorbeifahren.

Die Photographie, wenn gelungen, gibt alles, und genügt hiezu ein Torpedoboot.

II. Kurze historische Skizze betreffend die Verwendung von Drachen für meteorologische Zwecke.¹⁾

Die Überlieferung schreibt die Erfindung der Drachen 400 Jahre v. Chr. einem gewissen Archytas aus Smyrna zu.

¹⁾ Auszugsweise entnommen dem Buche: „*Sounding the Ocean of Air*“, by A. Lawrence Rotch S. B. A. M., *Direktor of the Blue Hill Meteorological Observatory*, sowie einem Aufsatz des Geheimrates R. v. Asmann in der Monatsschrift „*Das Wetter*“, Heft 7, Juli 1900.

200 Jahre später soll ein chinesischer General Han Sin Drachen als Mittel zur Verständigung mit der Garnison einer belagerten Stadt benützt haben und erzählen japanische Sagen von allerlei Kriegstaten und Abenteuern mit Drachen.

Wie dem auch sei, so ist es bekannt, daß das Steigenlassen von Drachen eine beliebte Volksbelustigung in Ostasien war und noch heute ist, und daß die Asiaten infolge dessen ziemliche Erfahrungen auf diesem Gebiete besitzen.

In Europa wurden, so viel man weiß, die Drachen vor zirka 250 Jahren bekannt und soll schon Newton als Knabe ein eifriger Drachen-Sportsman gewesen sein.

Euler stellte die erste Drachentheorie auf; jedoch waren und blieben die Drachen nichts als ein Spielzeug.

Die erste Anwendung für wissenschaftliche Zwecke dürften Drachen im Jahre 1749 gefunden haben, als Dr. Alexander Wilson in Glasgow und sein Zögling Thomas Melville versuchten, mit Drachen Thermometer zu heben. Die verwendeten Drachen waren 4—7 m hohe Papierdrachen, die hintereinander geschaltet wurden, und sollen schon damals mit den obersten Drachen die Cumulus-Wolken erreicht worden sein, während die anderen eine luftige Himmelsleiter bildeten. Um Aufschluß über die Temperaturen der oberen Luftschichten zu erhalten, wurden durch das langsame Abbrennen einer Zündschnur in gleichen Intervallen an den oberen Drachen angebundene Thermometer mit kleinen Papier-Fallschirmen abgelöst. Wodurch aber die Thermometer davor geschützt wurden, während des Falles ihre Angaben zu verändern, ist nicht bekannt. Elektrische Erscheinungen der Atmosphäre wurden damals noch nicht beobachtet.

Erst drei Jahre später, im Jahre 1752, konstatierte Dr. Benjamin Franklin in Philadelphia die elektrische Natur des Gewitters mit Hilfe von Drachen.

Seit 1837 bestand in Philadelphia ein Klub, der „*Franklin Kite Club*“, der den Drachensport pflegte. Der Meteorologe Espy, Mitglied dieses Klubs, kontrollierte seine Berechnungen der Höhe der unteren Wolken mit Hilfe von Drachen, eine Methode, die gelegentlich noch heute auf *Blue Hill* angewendet wird.

Mit Drachen wurden am Anfange dieses Jahrhunderts die Lufttemperaturen einige hundert Meter über dem Polarmeer gemessen. Im Jahre 1847 ließ W. R. Birt den ersten Drachen am Kew-Observatorium fliegen, um Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit etc. zu bestimmen. Dieser Drache von sechseckiger Form mußte noch durch drei Leinen stabil erhalten bleiben und wurden angeblich die Instrumente bis zu ihm mittels einer Rolle gehoben.

Das erste menschliche Wesen, das von Drachen gehoben wurde, war eine Dame, welche sich vor etwa 50 Jahren einige hundert Fuß hoch durch einen großen Drachen heben ließ, den George Pocock, ein Engländer, für militärische Zwecke sowohl, als auch zum Ziehen von Wagen konstruiert hatte.

Später schlug man vor, Drachen bei Strandungen zur Rettung der Schiffbrüchigen zu verwenden, und im Jahre 1865 erfand Sir George Nares einen sog. Sturmdrachen mit einem Schwanz aus hohlen Konussen, welcher letzterer noch heute das wirksamste Mittel ist, um Drachen mit Drachenballons bei starkem Winde ruhig zu erhalten.

Im Jahre 1882 regte Mr. Douglas Archibald in England den Gebrauch von Drachen für meteorologische Forschungszwecke wieder an und entwarf einen Aktionsplan, der bereits ungefähr all das enthielt, was später wirklich durchgeführt wurde, beschränkte sich jedoch während der folgenden drei Jahre darauf, das Wachsen der Windstärke mit der Höhe auf diesem Wege festzustellen.

Zu diesem Zwecke befestigte er selbstregistrierende Anemometer an vier Punkten des Drachendrahtes; da diese aber nur den totalen Windzug vom Moment ihres Aufstieges bis zum Moment ihrer Landung aufzeichneten, war es unmöglich, gleichzeitige Messungen am Erdboden und am Drachen zu erlangen, wie es heute geschieht.

Jedoch konstatierte er bis zur Höhe von 400 m eine Zunahme der Windstärke. Er verwendete sechseckige Drachen mit Schwänzen und hohlen Konussen und war der Erste, der statt des schon früher verwendeten Kupfer- oder Eisendrahtes Klaviersaiten-Stahldraht als Drachenseile verwendete.

Im Jahre 1887 photographierte Mr. Archibald zum ersten Male vom Drachen aus, was die Herren Batut und Wenz in Frankreich, sowie Eddy und Woglom in den Vereinigten Staaten weiter verfolgt haben sollen.

Vom Jahre 1885 angefangen machte die Verwendung von Drachen für meteorologische Zwecke in den Vereinigten Staaten die größten Fortschritte.

Im Jahre 1885 wiederholte Mr. Alexander Mc. Adie des unter Leitung von Mr. Rotch stehenden *Blue Hill*-Observatoriums das Franklinsche Drachen-Experiment unter Verwendung eines Elektrometers.

Im Jahre 1889 und wieder im Jahre 1892 machte derselbe gleichzeitige Messungen des elektrischen Potentials am Fuße des *Blue Hill*, am Gipfel von *Blue Hill* und mit Drachen als Kollektoren einige Fuß über dem Gipfel des *Blue Hill*, während fast zu gleicher Zeit Dr. Weber in Breslau in noch ausgedehnterem Maße Drachen zu dem gleichen Zwecke benützte.

Zweifelloos Bahnbrecher für die Drachenverwendung in amerikanischen wissenschaftlichen Kreisen war Williams A. Eddy von Bayonne NS.

Im Jahre 1890 hob Mr. Eddy Thermometer mit gewöhnlichen Drachen, bald darauf konstruierte er einen schwanzlosen Drachen, der den malayischen oder Java-Drachen nachgebildet ist, den bekannten Eddy-Drachen.

Im Jahre 1891 hob Mr. Eddy ein Minimum-Thermometer mit einigen solchen Drachen und hoffte auf diesem Wege die Wetterprognose zu fördern.

In jüngster Zeit erst, seitdem Richard in Paris seine bekannten Registrierapparate baut und sie nach den Weisungen von Teisserenc de Bort für die Zwecke der meteorologischen Höhenforschung besonders leicht konstruierte, konnte daran gedacht werden, selbstregistrierende Instrumente mit Drachen zu heben. Die früheren Konstruktionen von Registrierapparaten waren dazu zu schwer.

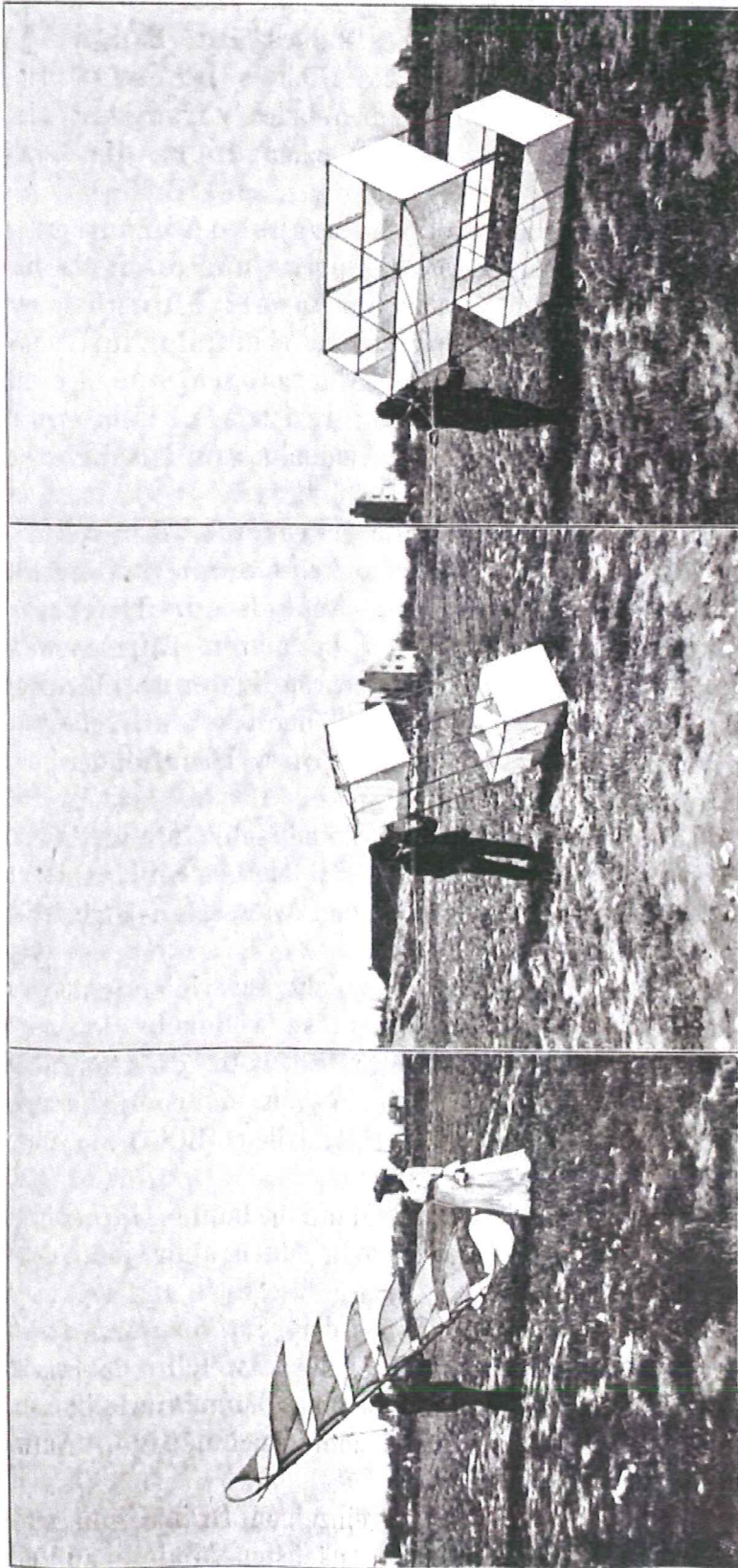
Während aber Teisserenc de Bort in Trappes bei Paris anfänglich nur mit *Ballons sondes* arbeitete, ist es das Verdienst von Mr. Rotch, solche Registrierapparate zuerst mit Drachen hochgenommen zu haben, wodurch gleichzeitige Aufzeichnungen der wichtigsten meteorologischen Elemente am Erdboden und am Drachen erlangt wurden. Es geschah dies im August 1894 unter Leitung Mr. Eddys mit seinen Drachen.

Der damalige Richardsche Thermograph war hiezu vorher von Mr. Fergusson durch die Verwendung von Aluminium auf ein Gewicht von bloß $\frac{3}{4}$ kg reduziert worden und erreichte eine Höhe von 460 m, von welcher er die erste automatische Temperaturaufzeichnung durch einen Drachen herabbrachte.

Im nächsten Sommer nahm Mr. Eddy wieder an den Versuchen auf *Blue Hill* teil und gelang es ihm, Photographien des Observatoriums vom Drachen aus einer Höhe von etwa 30 m zuwege zu bringen.

Damit war das Eis gebrochen und begann eine Zeit energischer Forscherarbeit für die Herren des *Blue Hill*-Observatoriums und ihres Chefs Mr. Rotch, welche für die ganze weitere Entwicklung der Meteorologie bahnbrechend werden sollte.

Jedoch erforderte die Entwicklung der Drachen und die zu ihrer Handhabung nötigen Einrichtungen, sowie die Erwerbung der nötigen Erfahrungen viel Zeit und gingen viel Drachen dabei zugrunde. Zwei Meteorographen stürzten aus großen Höhen herab und gingen spurlos verloren. So oft aber bloß der Draht abriß und der Drache mit dem Instrument abflog, wirkte der Drache als Fallschirm und brachte das Instrument ohne Schaden zur Erde; da die Drachen mit der Adresse des Observatoriums versehen waren, wurden sie in der Regel von den Findern zurückgebracht.



Gekielter Nickeldrache.

Hargrave-Drache,
allseits symmetrisch, die Grund- und
Ausgangsform aller Kastendrachen.

Marvin-Drache,
Kastendrache, mit drei Tragflächen vorne
und bloß zwei Tragflächen rückwärts.

Zuerst wurde mit Eddy-Drachen gearbeitet. Selbe wurden noch verbessert, auch am oberen Ende des Drahtes im Tandem gekuppelt und weiter an verschiedenen Punkten des Drahtes befestigt, um ihn zu heben; da sie aber speziell bei starkem Winde versagten, ging man später von ihnen ab und zu Hargrave-Drachen über, die damals eben bekannt wurden.

Im August 1895 kombinierte Mr. Fergusson zum ersten Male einen Barographen mit einem Thermographen, um auch die Höhe des Instrumentes bestimmen zu können, und fügte drei Monate später einen Anemographen hinzu. Nahezu gleichzeitig, ebenfalls im Jahre 1895, konstruierten Richard Frères in Paris einen Meteorographen, der Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit gleichzeitig registriert, zum ersten Male, wie für Drachenzwecke erforderlich, aus Aluminium und reduzierten damit dessen Gewicht auf 1.5 kg.

Im August 1895 wurde auch zum ersten Male der von Lawrence Hargrave in Sydney erfundene Kastendrache versucht. Derselbe soll japanischen Formen nachgebildet sein. Aus diesem Hargraveschen Kastendrachen, der sich allen bis dahin bekannten Formen weit überlegen zeigte, gingen dann andere Varianten von Kastendrachen in großer Zahl hervor, z. B. der Lambson-Drache, der Kastendrache von J. B. Millet, der Drache von Küssnetzow, der Köppen-Drache, der Lecornu-Drache, der Marvin-Drache etc.

Da der Hargrave-Drache seine Leine sehr stark beansprucht, ging man im Winter 1895/96 nach dem Vorbilde Archibalds und der Thompsonschen Tiefseeloth-Apparate zu Klaviersaiten-Stahldraht über, um größere Höhen zu erreichen.

Da Stahldraht bei gleicher Festigkeit nicht nur viel leichter, sondern auch viel dünner als Leine und dabei glatt ist, wodurch sich der Winddruck auf die Leine bedeutend reduziert, bedeutete dies einen großen Fortschritt. Im Juli 1896 war eine Höhe von einer englischen Meile (1700 m) erreicht. Im Oktober 1896 $1\frac{2}{3}$ Meilen (3000 m) über dem Gipfel des *Blue Hill*.

Bis dahin genügte eine von zwei Mann bediente Handwinde. Die rasch wachsenden Drahtlängen und Züge machten aber jetzt den Übergang zur Dampfmaschine nötig.

Aus den Mitteln des *Hodgkins-Fonds* der „*Smithsonian-Institution*“ wurde im Jänner 1897 eine Summe bewilligt, welche es ermöglichte, nach den Angaben von Mr. Fergusson eine Dampfwinde konstruieren zu lassen, mit speziellen Einrichtungen zum gleichmäßigen Aufwickeln, Schmieren und Messen des Drahtes.

Der sich summierende Druck der einzelnen Drahtlagen zerdrückte aber bald die Trommel, weshalb beim nächsten Modell auf die Ein-

richtungen des Tiefseelotes von Sir William Thomson gegriffen wurde, bei welcher die Summierung des Druckes vermieden ist.

Im Oktober 1897 wurden Aufzeichnungen aus etwa 3300 m herabgebracht. Von da ab sind eine Reihe von Verbesserungen im Drachenaufbau zu verzeichnen. So die Einführung des elastischen Zügels von Helm Clayton, der ein Flachlegen der Drachen bei starkem Winde ermöglicht und damit den Zug des Drachens regelt. Dann die Einführung der gekrümmten Flächen, durch welche ohne wesentliche Vermehrung des Zuges am Draht der Steigwinkel bedeutend erhöht wurde, endlich die Konstruktion des Lambson-Drachens, der einigermaßen an die Vogelform erinnert und viele Vorteile bietet. In rascher Folge und immer häufiger wurden große Höhen erreicht und damit eine systematische Erforschung der oberen Atmosphärenschichten mittels Drachen ermöglicht.

Im Jahre 1898 richtete das „*United States Weather-Bureau*“ unter der Leitung von Prof. Marvin 17 Drachenstationen ein, hauptsächlich im Mississippi-Tal, mit der Bestimmung, tägliche Daten aus Höhen über 2000 m zu bringen, mit welchen eine synoptische Karte hätte konstruiert werden sollen. Man hoffte dadurch im Prognosendienst wesentliche Fortschritte zu erzielen. Leider gelang es wegen der zu schwachen Winde während des Sommers nicht mit genügender Regelmäßigkeit, in die Höhe zu kommen, weshalb die Stationen wieder aufgegeben wurden. Dagegen wurden auf *Blue Hill* die Versuche mit steigendem Erfolge fortgesetzt, Rekorde bis 5000 m Höhe erreicht, und arbeitet Mr. Rotch heute schon an einer Erforschung der Passatregionen mittels Drachen.

Gleichzeitig und im Wettkampf mit *Blue Hill* hatte Teisserenc de Bort in seinem Privat-Observatorium in Trappes bei Paris die meteorologische Höhenforschung in Angriff genommen, zuerst mit *Ballons sondes*, später auch mit Drachen, und wirkten seine Erfolge bahnbrechend in Europa. Ihm verdanken wir die Einführung der unbemannten *Ballons sondes*, vielfach seinen Anregungen sind die Konstruktionen Richards zu verdanken; in der Drachentechnik war und ist er ein ebenbürtiger Rivale des *Blue Hill*-Observatoriums und seiner Intervention verdanken wir die französisch-dänisch-schwedische Drachenstation mit kontinuierlichem Betriebe bei Wiborg im Jütland, die eben in vollster Thätigkeit in einem der stürmischsten Winkel Europas ist.

In Deutschland wurde in den Jahren 1891—1900 durch zahlreiche wissenschaftliche Ballonfahrten, zu denen der deutsche Kaiser aus dem Dispositionsfonds die Mittel gewährte, das Material für das grundlegende Berichtswerk „*Wissenschaftliche Luftfahrten*“ gesammelt, welches vom Geheimrat R. Aßmann und A. Berson herausgegeben wurde.

Durch die Erfahrung des Aßmannschen Aspirations-Thermometers 1887 war die Möglichkeit geschaffen, einwandfreie Temperatur-

beobachtungen im Luftballon anzustellen und damit die Messungen der Engländer John Welsh 1852 und James Glaisher 1862—1866, insoweit sie mit der mechanischen Wärmetheorie nicht recht stimmen wollten, zu kontrollieren und zu berichtigen. Nachdem im Jahre 1888 die ersten Versuche im Ballon mit der neuen Methode ausgeführt waren, nahm im Jahre 1891 eine zusammenhängende Reihe von Luftfahrten ihren Anfang, die bis zum Jahre 1899 75 Aufstiege umfaßte.

Im Jahre 1899 wurde aus Staatsmitteln eine einmalige Summe von 50.000 Mk. für die Einrichtung eines fortlaufenden Dienstes zur Erforschung der höheren Atmosphärenschichten mittels Drachen und Drachenballons bewilligt, während die dauernden Ausgaben durch den entsprechend erweiterten Etat des königl. meteorologischen Institutes gedeckt werden sollten.

Dem neu einzurichtenden aeronautischen Observatorium bei Berlin diente nun das von Léon Teisserenc de Bort auf der Hochebene von Trappes bei Paris aus eigenen Mitteln errichtete „*Observatoire de la météorologie dynamique*“ als Vorbild.

Eine Neuerung gegenüber der Drachenverwendung, die aus Amerika stammt und den *Ballons sondes*, die in Frankreich meist Verwendung fanden, war die Verwendung des von v. Sigsfeld und von Parseval erfundenen „Drachenballons“ an windstillen Tagen.

Außerdem bedeutet der Gedanke von Geheimrat R. Aßmann, „Gummiballons“, die sich bis zum Zerplatzen ausdehnen können und deren Auftrieb infolge dessen in allen Höhenlagen nahezu konstant bleibt, als *Ballons sondes* zu verwenden, einen großen Fortschritt, der das Erreichen von Höhen über 20.000—25.000 m mit Instrumenten ermöglicht.

Das Berliner aeronautische Observatorium stellte sich vom Anfang an die Aufgabe, täglich Beobachtungen in den höheren Atmosphärenschichten anzustellen, sie womöglich der Wetterprognose nutzbar zu machen, und steht heute nach kaum vierjährigem Bestande bereits vor den bedeutendsten Erfolgen in dieser Richtung.

So z. B. die Feststellung von Schichtungen in der Atmosphäre und die Erkenntnis der Bedeutung des Vorhandenseins von Temperaturinversionen in der Höhe für andauernd schönes trockenes Wetter und des absoluten Fehlens solcher Inversionen für andauerndes Regenwetter.

Allerdings ist es nach Geheimrat v. Aßmann nötig, Höhen von 3000—5000 m anzustreben, weil ein großer Teil der Vorgänge, die unser Wetter bedingen, sich erst in diesen Höhen abspielen, so daß Aufstiege, die unter 2000 m Höhe bleiben, für die Wetterprognose wenig Wert haben.

Die Kostspieligkeit des Betriebes mit dem Drachenballon, sowie die Gefahren, welche die Nähe der Großstadt mit ihren elektrischen Straßen-

bahnen mit sich bringt und die ein häufiges Erreichen so großer Höhen, wie 3000—5000 m, kaum möglich machen, zwingt Geheimrat v. Aßmann schon heute, an eine Verlegung des Observatoriums an einen See, wo die Drachen bei Windstille mit Motorbooten gehoben werden könnten, zu denken.

Prof. Hergesell in Straßburg hat schon längst mit der durch den Grafen Zeppelin erlangten Unterstützung der württembergischen Regierung seine Versuche auf den Bodensee verlegt.

Prof. Köppen in Hamburg kann trotz seiner kleineren Mittel wegen der dort günstigeren Windverhältnisse mit Berlin erfolgreich konkurrieren, besonders seitdem ihm zeitweise ein Dampfer zur Verfügung steht.

In Rußland arbeitet General Rykatschew am Zentral-Observatorium in Pawlowsk bei St. Petersburg, und plant Versuche am Schwarzen und Kaspischen Meere.

Wie man aus alledem sieht, wurden überall die großen Vorteile, welche die Drachenhandhabung zur See gegenüber dem festen Lande bietet, erkannt und werden neue Stationen, soweit sie nicht Gipfelstationen (Sonnblick) sind, die von größeren Anfangshöhen ausgehend, mit einfacheren technischen Hilfsmitteln große Höhen zu erreichen gestatten, an oder auf das Wasser verlegt.

(Schluß folgt.)

Über eine vom Ingenieur F. Tami vorgeschlagene Methode für die nautische Bestimmung der Ortszeit aus Sternbeobachtungen.¹⁾

Das Problem einer gesicherten Höhenmessung zur See, steht bekanntlich noch immer auf der Tagesordnung, die vielen Erfindungen welche gemacht wurden, um den Seemann insbesondere von Kimmfehlern freizuhalten, bewähren sich nicht, die Technik der Instrumentenkonstruktion hat für den Augenblick wenigstens alles geleistet, was sie leisten konnte, und wenn die Höhenmessung unter ungünstigen Verhältnissen erfolgt, was bei Nachtbeobachtungen immer der Fall ist, so bleibt nichts übrig, als sich in das Unvermeidliche zu fügen, und mit einem gewissen wahrscheinlichen Fehler im Resultate zu rechnen. Das ganze Zielen und Streben der Nautik war ja immer darauf gerichtet, Methoden zu ersinnen, bei welchen der Einfluß fehlerhafter Rechnungselemente so wenig als möglich zur Geltung kommt. Neuestens hat man sich wieder

¹⁾ Ing. F. Tami: „Sulla determinazione dell' ora di bordo con osservazioni stellari“. Genova 1903. (Separatabzug aus „Annali idrografici“, Bd. III.)

4. Kriegskontrebande. — Nach einer offiziellen Bekanntmachung wurden seitens Rußlands als Kriegskontrebande erklärt:

a) Handwaffen jeder Art und Geschütze, sowohl montiert, wie in ihren einzelnen Teilen, und Panzer.

b) Zubehör zu Feuerwaffen und Munition, wie Geschosse, Zünder, Kugeln, Kapseln, Patronen, Patronenhülsen, Pulver, Salpeter, Schwefel.

c) Gegenstände oder Zubehör für Explosionszwecke, wie Minen, Dynamit, Pyroxilin, verschiedene Sprengsubstanzen, -Leitungen und alle zur Minensprengung nötigen Vorrichtungen.

d) Zubehör der Artillerie-, Genie- und Truppentrains, wie Lafetten, Protzen, Patronen und Ladungskasten, Feldschmieden, Feldküchen, Instrumentenwagen, Pontons, Brückenböcke, Stacheldraht, Pferdegeschirre für Trains u. s. w.

e) Gegenstände der Truppenausrüstung und Bekleidung, wie Patronentaschen, Tornister, Säbelkoppel, Kürasse, Schanzzeug, Trommeln, Feldkessel, Sättel, Pferdegeschirr, Uniformen, Zelte u. s. w.

f) Nach feindlichen Häfen gehende Seeschiffe, selbst unter neutraler Handelsflagge, wenn sie nach der Konstruktion ihres Rumpfes, nach der inneren Einrichtung und anderen Kennzeichen augenscheinlich für kriegsrische Zwecke erbaut sind und zum Verkauf oder zur Übergabe an den Feind nach einem feindlichen Hafen gehen.

g) Jede Art Schiffsmaschinen und -Kessel, montiert und in Teilen.

h) Jede Art Brennmaterial wie Steinkohle, Naphtha, Spiritus u. s. w.

i) Gegenstände und Material für Telephonleitungen, Telegraphen und Eisenbahnen.

k) Überhaupt für den Land- und Seekrieg bestimmte Gegenstände, ebenso Reis und Lebensmittel, ferner Pferde, Lasttiere und andere Tiere, welche zu Kriegszwecken dienen können, wenn sie auf Kosten oder auf Ordre des Feindes befördert werden.

(Abgeschlossen 20./3. 04.)

Über Drachen-Verwendung zur See.

(Fortsetzung von Heft IV, Seite 317 und Schluß.)

III. Theorie der Drachen.

(Mit Benützung der diesbezüglichen grundlegenden Arbeiten von Prof. C. F. Marvin und Prof. Dr. W. Köppen, auf Grund eigener Versuche.)

Da die Arbeiten von Prof. Marvin und Prof. Köppen vielleicht nicht allgemein bekannt und zugänglich sind, anderseits die Kenntnis

der Theorie der Drachen für jedermann, der sich mit solchen befassen will, unerlässlich ist, glaube ich mich in den theoretischen Ausführungen dieses Artikels an die Werke: „*The Mechanics and Equilibrium of kites*“, von Prof. Marvin, und „*Bericht über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen*“, von Prof. Dr. W. Köppen, anlehnen zu sollen, ohne jedoch darauf zu verzichten, in manchen Belangen meine eigenen Wege zu gehen.

Insbesondere habe ich es versucht, durch Hervorhebung der entscheidenden technischen Bedeutung des Kräftezentrums dem Stoffe eine neue Seite abzugewinnen und auf Grund der so gewonnenen, vielfach durch Versuche kontrollierten Erkenntnisse eine komplette Drachen-Einrichtung zum Heben von Menschen durchzurechnen.

Betrachtet man einen Drachen in der Luft, so sieht man, daß er unter dem Einfluß dreier Kräfte steht, u. zw.: der Schwerkraft, des Zuges der Leine, die ihn hält, und des Winddruckes. Der Winddruck kann dabei als annähernd senkrecht auf die Tragflächen wirkend angenommen werden, bezw. um etwa $1-10^\circ$ von der Vertikalen gegen rückwärts geneigt. Mit dieser Neigung ist der Stirnwiderstand schon berücksichtigt (Fig. 1, Tafel I).

Wenn ein Körper unter dem Einflusse dreier Kräfte im Gleichgewicht sein soll, so müssen selbe dem Satz vom Kräfteparallelogramm entsprechen, oder mit anderen Worten:

- a) Die drei Kräfte müssen in einer Ebene liegen;
- b) die drei Krafrichtungen müssen sich in einem Punkte schneiden;
- c) die drei Kräfte müssen nach Richtung und Größe in einem solchen Verhältnis zueinander stehen, daß sie sich zu einem Kräftedreieck vereinigen lassen.

Daraus folgt sofort für den Drachen ein wichtiger Schluß. Alle Lagen des Drachens, bei denen er sich nicht in der Windrichtung befindet und nicht auf geradem Kiel liegt, d. h. nach der Seite geneigt ist, sind im allgemeinen keine Gleichgewichtslagen, weil in allen diesen Fällen die drei maßgebenden Kräfte, d. i. Schwerkraft, Seilzug und Winddruck, nicht in einer Ebene liegen.

Nur scheinbare Ausnahmefälle sind die Fälle unsymmetrischer Belastung, Anbindung und Bauart.

Aber selbst wenn der Drachen in der Windrichtung aufgeschwauert ist, und wenn er auf geradem Kiele liegt, ist er nur dann im Gleichgewicht, wenn die drei jetzt in einer Ebene liegenden Kräfte sich auch in einem Punkte schneiden und wenn die drei Kräfte in einem solchen Verhältnis zueinander stehen, daß sich mit ihnen ein geschlossenes Dreieck, das Kräftedreieck, bilden läßt. Insolange aber der Drache nicht im Gleichgewicht ist, lassen sich alle auf ihn wirkenden Kräfte nach

den Gesetzen der Mechanik auf eine resultierende Einzelkraft und ein Kräftepaar zurückführen. Die resultierende Einzelkraft, in eine Komponente in der Richtung der Drachenleine und in eine solche senkrecht darauf zerlegt, wird den Drachen bei gespannter Leine längs einer Fläche zu bewegen trachten, welche durch den Anbindepunkt der Leine als Pol und die gespannte Leine als Radius Vektor bestimmt ist, u. zw. solange, als eine Komponente senkrecht auf die Richtung der Leine überhaupt vorhanden ist. Hört aber die Leine auf, gespannt zu sein, so wird der Drache zum Freiflieger oder freifallenden Körper, was beispielsweise für Augenblicke eintritt, wenn der Drache eine „Eule fängt!“ Das Kräftepaar wieder, das auf den nicht im Gleichgewicht befindlichen Drachen wirkt, wird den Drachen drehen und sich dabei unter der Rückwirkung dieser Drehungen des Drachens stetig verändern. Hat das Kräftepaar die Tendenz, sich automatisch auf Null zu reduzieren, so ist der Drachen in bezug auf Drehungen stabil, sonst nicht, er wird dann heftige Bewegungen machen: „tauchen“, „Purzelbäume schlagen“ oder gar „kreisen“.

Damit also ein Drache stabil sei, müssen sowohl die bei seinem Fluge auftretende Komponente senkrecht zum Seilzuge als auch das eventuell vorhandene Kräftepaar stets die Tendenz haben, sich automatisch auf Null zu reduzieren.

Um die Stabilitätsbedingungen der Drachen weiter besprechen zu können, denke ich mir durch den Anbindepunkt des Drachens ein rechtwinkliges dreiaxsiges Koordinatensystem derart gelegt, daß die eine Achse vertikal, die zweite Achse horizontal und in der Windrichtung, die dritte Achse horizontal und senkrecht auf die Windrichtung steht. Die erste Achse heiße die Vertikalachse, die zweite die Längsachse, die dritte die Querachse; und werden weiterhin auch die Stabilitätsmomente bezüglich dieser drei Achsen getrennt behandelt.

A. Stabilität bezüglich der Längsachse.

Diesbezüglich bestehen ähnliche Verhältnisse wie für Schiffe. Wir müssen wie dort zwischen einer „Stabilität der Gewichte“ und einer „Stabilität der Form“ unterscheiden.

In noch höherem Maße wie dort ist die „Stabilität der Form“ für den Gesamt-Effekt maßgebend und „die Stabilität der Gewichte“ von nur untergeordneter Bedeutung.

1. Geht man von dem einfachen Briefdrachen, d. h. einer rechteckigen ebenen Fläche, die an drei Punkten gefesselt ist, aus, so ist es klar, daß er, wie jeder Drache, im Gleichgewicht fliegt, wenn er in der Windrichtung und auf geradem Kiel liegt, sowie eine seiner Fesselung und der Windstärke entsprechende Lage hat.

Neigt er sich aber aus irgend einem Grunde um seine Längsachse etwas zur Seite, so hat er sofort die Tendenz, seitlich abzugleiten. Das

Haltetau bietet jedoch diesem Abgleiten einen gewissen Widerstand. Die Folge davon ist, daß das Achterteil des Drachens dem Vorderteil voraus-eilt, wodurch aber die nach abwärts geneigte Seite des Drachens sich dem Winde zukehrt und die Gefahr eintritt, daß der Drache Wind von oben bekommt und kentert. Ein dem Drachen hinten angehängter Schwanz beugt dem wirksam vor, indem er dem seitlichen Abgleiten der geneigten Drachenfläche den gleichen, eventuell sogar einen größeren Widerstand entgegensetzt als das Haltetau, und dadurch verhindert, daß der momentan nach abwärts geneigte Rand der Drachenfläche sich dem Winde zukehrt und Wind von oben bekommt. Außerdem ist der Schwanz, wenn er nicht schwer ist, sondern nur durch den Luftwiderstand wirkt, ein vorzügliches Dämpfungsmittel bei heftigen Bewegungen.

Sowie aber der Drache seitlich abzugleiten beginnt, ohne Wind von oben zu bekommen, rückt der Mittelpunkt des Winddruckes aus der Symmetrieebene heraus, gegen den voraus-eilenden, momentan nach abwärts gerichteten Rand der Drachenfläche zu, wodurch der Drache wieder aufgerichtet wird.

2. Eine Kielung des Drachens muß naturgemäß im selben Sinne günstig wirken. Das „Wind von oben, Eule oder Ente fangen“ wird dadurch bedeutend erschwert, der Drache kann sich bedeutend mehr neigen und aus der Windrichtung herausschwingen, bevor diese Gefahr eintritt; anderseits rückt aber auch der Angriffspunkt des Winddruckes viel rascher und entschiedener auf die nach abwärts weisende Seite und ist das aufrichtende Kraftmoment ein viel größeres, weil die nach abwärts gedrückte Fläche bedeutend mehr Hubkraft entwickelt als die nach aufwärts gedrehte. Bevor aber wirklich die nach abwärts gedrückte Fläche noch Wind von oben fassen könnte, was nur bei einem sehr starken Gierschlag aus der Windrichtung heraus denkbar ist, hat schon die nach aufwärts gedrückte Fläche den Wind von oben gefangen und dreht, als Horizontalsteuer wirkend, den Drachen in seine Gleichgewichtslage.

Kielt man den Drachen achter stärker als vorne, wie das bei Nickel-Drachen Regel und auch bei den Eddy- und Malay-Drachen angedeutet ist, bei welchen der Stoff vorne gespannt, achter aber lose gehalten wird und infolgedessen sich achter ausbaucht, so wirkt diese Bauart im gleichen Sinne wie ein angehängter Schwanz. Das Achterteil wird am seitlichen Abgleiten bei Neigungen des Drachens in viel stärkerem Maße verhindert als das Vorderteil, wodurch der Drache den Wind stets Bug an behält. Gleichzeitig wird dadurch auch die Tragkraft der vordern Fläche relativ vermehrt und der Druckmittelpunkt nach vorne gedrückt, was, wie später noch gezeigt werden wird, die Gesamtstabilität wesentlich erhöht.

Noch besser wirkt es, wenn auch die Vorderflächen größer gehalten werden als die Achterflächen. (Siehe Nickel-Drachen.)

Die Gegenprobe: Gekielte Nikeldrachen, die achter weniger gekielt waren als vorne und achter mehr Tragfläche hatten als vorne, erwiesen sich als vollkommen unstabil.

Ein großer Nachteil der Kielung ist aber, daß sie scheinbar die Drachen zum Gieren, d. h. zu starkem Pendeln um die Vertikalachse zwingt. Es scheint, daß sie die Drachen bei ungentügender Dämpfung zu steif macht, und schon bei kleinen Neigungen ein zu großes aufrichtendes Moment schafft.

3. Vertikale Flächen haben ähnliche Wirkungen wie die Kielung. So lange der Drache auf geradem Kiel ist, sind sie bloße Steuerflächen, wie er sich aber auf die Seite neigt, wirken sie als Tragflächen, u. zw. umsomehr, je mehr sich der Drache neigt. Sie wirken also im Anfang bei schwachen Neigungen nur sehr zart, bei starken Neigungen aber sehr kräftig. Außerdem haben sie eine bedeutende dämpfende Wirkung, d. h. sie hemmen die Schwingungen um die Vertikalachse. Sie werden daher mit Recht häufiger angewendet als die Kielung.

Nach abwärts konvexe Flächen sind wie gekielte zu betrachten, haben aber eine sehr geringe Tragwirkung.

Nach abwärts konkave Flächen sind sozusagen negativ gekielt, sie sind entschieden labil und werfen, wenn allein verwendet, sofort um, haben aber, wenn durch andere Mittel stabilisiert, eine außerordentliche Tragwirkung.

Es ist klar, daß die Raschheit, mit der der Druckmittelpunkt bei seitlichen Neigungen nach derjenigen Seite rückt, die momentan nach abwärts geneigt ist und den Drachen dadurch wieder aufrichtet, für den Grad der Stabilität des Drachens von großer Wichtigkeit sein muß. Sie hängt aber lediglich von der Form des Drachens ab.

Wir haben es daher bei Luftfahrzeugen in noch höherem Maße wie bei Schiffen in erster Linie mit einer Stabilität der Form zu tun.

Die Stabilität der Gewichte tritt dagegen ganz in den Hintergrund, schon deshalb, weil ein Drache nicht stark belastet sein darf, wenn er überhaupt steigen soll, und auch die Hebelsarme der toten Lasten möglichst klein gehalten werden müssen, wenn nicht infolge der großen Trägheitsmomente die Bewegungen des Drachens in ein bedrohliches Schleudern oder gar Kreisen ausarten sollen.

Dagegen kommt bei richtiger Bauart des Drachens, d. h. bei einer alles andere überragenden Stabilität der Form, eine Unsymmetrie der Gewichtsverteilung kaum mehr in Betracht.

B. Stabilität bezüglich der Vertikalachse.

1. Bezüglich der durch den Anbindungspunkt gelegten Vertikalachse ist der Drache eine Art Windfahne, bzw. ein Horizontalpendel. Er wird sich umso rascher und leichter in den Wind drehen und darin erhalten, je weiter vorne er angebunden ist, je mehr vertikale Flächenkomponenten er hinter dem Anbindepunkte hat und je weniger er deren vor demselben hat.

2. Doch hat man auch da gewisse Rücksichten zu beobachten. Es soll nämlich der Druckmittelpunkt der vertikalen Fläche, wenn man sich den Drachen um seine Längsachse um 90° auf die Seite gelegt denkt, unter allen Umständen zwischen Anbindepunkt und Schwerpunkt bleiben. Eine Anordnung der vertikalen Flächen, welche deren Druckmittelpunkt, wenn auch nur fallweise, z. B. bei starken Richtungsänderungen des Windes, hinter den Schwerpunkt des Drachens bringt, bedingt an sich starke Schwankungen des Drachens um die Vertikalachse, und bringt die Gefahr mit sich, daß der Drache bei stärkeren Seitenneigungen seine Vertikalflächen zu Tragflächen macht, dann aber Wind von oben bekommt und zuerst seitlich abgleitet, später, rasch vornüber sich wendend, einen Kopfsturz macht.

3. Endlich empfiehlt es sich, die vertikalen Steuerflächen möglichst groß zu halten, namentlich dann, wenn der Drache belastet werden soll oder gekielt ist. Beides, die Kielung sowohl als die Belastung, bewirken eine starke Neigung zum Gieren, d. h. heftige Schwankungen um die Vertikalachse, ähnlich wie ein Schiff vor Anker bei schwerem Seegang. Dem haben die großen vertikalen Flächen dämpfend entgegenzuwirken.

C. Die Stabilität bezüglich der horizontalen Querachse.

Diese Achse ist, wie schon eingangs erwähnt, die einzige, bezüglich deren der Drache, je nach Windstärke und Fesselung, verschiedene Gleichgewichtslagen einnehmen kann, während bezüglich der anderen beiden Achsen nur je eine einzige Gleichgewichtslage für ihn besteht.

Für die Stabilität bezüglich dieser Achse ist (Fig. 1, 2, 3, Tafel I und II) der Punkt K , d. h. der Mittelpunkt der drei auf den Drachen wirkenden Kräfte, der Schwerkraft, $G = D + M$ des Winddruckes W und des Seilzuges t maßgebend.

Diesen Punkt nenne ich den ideellen Aufhängungspunkt oder das Kräftezentrum der Drachen. Es scheint mir, daß er für die Drachen und Luftfahrzeuge überhaupt dieselbe Bedeutung hat wie das Metazentrum für Schiffe. Die Richtung der treibenden Kraft bei Flugwerken muß ebenfalls, wenn sie gleichmäßig fliegen sollen, durch diesen Punkt gehen; dieser Umstand wird meines Wissens zu wenig gewürdigt, obwohl er für die Frage, ob als Motor Flügel oder Schrauben zu verwenden sind, von entscheidender Bedeutung ist. Schrauben-Flieger sind infolge dieses

Umstandes nur mit sehr geringen Höhen des Kräftezentrums ausführbar, wogegen bei Flügel-Fliegern das Kräftezentrum beliebig hoch liegen kann.

Ebenso wie es bei Schiffen nötig ist, daß das Metazentrum ober dem Schiffsschwerpunkte liegt und ebenso wie die Metazenterhöhe ein Maß der Stabilität bildet, ebenso ist es auch beim Drachen unbedingt nötig, daß das Kräftezentrum ober dem Schwerpunkt des Drachens liege, während es im übrigen relativ unwichtig ist, ob der Schwerpunkt im Drachen hoch oder tief liegt, und ist auch beim Drachen der Abstand des Kräftezentrums vom Schwerpunkte ein Maß seiner Stabilität.

Bei genügender Höhe des Kräftezentrums sind selbst Unregelmäßigkeiten des Baues, wie solche z. B. durch schlecht ausgeführte Reparaturen bedingt sind, oder geringe Unsymmetrien von nicht allzu-großer schädlicher Wirkung.

Die Höhe des Kräftezentrums KS ist bei gegebener Neigung des Drachens gegen den Horizont lediglich eine Funktion des Abstandes des Angriffpunktes des Winddruckes vom Drachenschwerpunkt und wächst mit diesem Abstände im geraden Verhältnisse. Sie ist daher lediglich von der Bauart des Drachens abhängig, keineswegs aber von der Art der Anbindung. Nachdem aber die Lage des Druckmittelpunktes sowie die Richtung des Winddruckes in erster Linie von der Neigung des Drachens gegen die Windrichtung und vielleicht auch von der Windstärke abhängen, so ändert sich auch die Lage des Kräftezentrums mit diesen, aber im günstigen Sinne, da die Höhe des Kräftezentrums mit dem Flacherlegen des Drachens bis zu einer gewissen Grenze immer größer wird, was erst bei solchen Neigungswinkeln sein Ende findet, bei denen die Gefahr vorliegt, daß der Drache eine Eule oder Ente fängt wie ein scharf am Winde segelndes Schiff, d. h. Wind von oben bekommt.

Wo diese Grenze liegt, ist mir noch nicht gelungen zu bestimmen, jedoch halte ich 10° für eine gute, $6-7^\circ$ für eine schon sehr gefährliche Schätzung des Minimaleinflusswinkels des Windes.

Konstruktionen, welche gestatten, viel Tragfläche vorne anzuordnen und trotzdem den Schwerpunkt weit rückwärts zu erhalten, führen zu großen Höhen des Kräftezentrums und weit vorn liegenden Anbindepunkten, also großer Stabilität, erfordern aber auch große vertikale Steuerflächen zum Zwecke der Dämpfung der Bewegungen um die Vertikalachse. (Marvin-Drache.)

Der Umstand, daß die Lage des Kräftezentrums von der Anbindung des Drachens unabhängig ist, ermöglicht eine sehr einfache experimentelle Ermittlung der Kurve, welche das Kräftezentrum bei verschiedenen Neigungen des Drachens durchläuft und welche sozusagen eine Konstante des Drachens und durch dessen Bauart unabänderlich gegeben ist, und selbst durch eine eventuelle Belastung oder Änderung der Belastung nur

um ein Geringes verschoben werden kann, aber im übrigen ihren Charakter beibehält.

Es ist bloß nötig, Gewicht und Schwerpunkt des Drachens samt seiner Belastung zu ermitteln, dann den Drachen an kurzer Leine mit einer empirisch ermittelten Anbindung etwa 100—200 m hoch steigen zu lassen und ihn samt der Leine bei gleichzeitiger Messung des Zuges von der Seite zu photographieren.

Damit die Leine sich deutlich abbildet, ist es gut, ihr in der Nähe des Drachens zwei Signale anzuhängen, die sich vom Hintergrunde gut abheben.

Die Platte soll dabei genau vertikal und mit der Mittelebene des Drachens (momentanen Windrichtung) möglichst parallel stehen.

Das letztere wird dadurch erreicht, daß man für die Exposition Augenblicke abwartet, in denen der scheinbare Abstand der Drachenswinde vom Drachen auf der Mattscheibe des Suchers einen Maximalwert erreicht und dann eine Momentaufnahme macht.

Von solchen Aufnahmen macht man eine ganze Serie bei verschiedenen Neigungswinkeln des Drachens, bzw. verschiedenen momentanen Windstärken, vermeidet aber dabei Momente, wo der Drache in Bewegung ist, weil man sonst Lagen des Drachen abbilden würde, die deshalb für den vorliegenden Zweck unverwendbar sind, weil sich der Drache momentan nicht im Gleichgewicht befand.

Auf den entwickelten Bildern braucht man bloß den Schwerpunkt des Drachens einzuzichnen, durch ihn eine Vertikale zu ziehen, und diese mit der verlängerten Richtung der Drachenleine zum Schnitt zu bringen, um die genaue Lage des Kräftezentrums zu finden. Trägt man das Gewicht des Drachens auf der Vertikalen, den gemessenen Seilzug des Drachens auf der Verlängerung der Leine von K aus auf, so braucht man nur das Kräftedreieck zu schließen, um auch Richtung und Größe des Winddruckes zu haben.

Die genaue Lage des Angriffspunktes des Winddruckes auf der so erhaltenen Wirkungslinie des Winddruckes erhält man nicht. Sie hat aber auch keinen praktischen Wert. Dagegen ist es von Interesse, daß nach meinen bisherigen Erfahrungen zum mindesten bei Kastendrachen die Wirkungslinie des Winddruckes bedeutend weiter nach vorne zu liegen kommt, als man sie finden würde, wenn man für jede einzelne Tragfläche nach den hiefür bekannten Formeln

von Lord Rayleigh $d = n \left(0.5 - \frac{3}{4} \frac{\cos \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \right),$

von Loessel $d = n (0.2 + 0.3 \sin \alpha)$

oder Samuelson $d = \frac{1}{3} n$

den Angriffspunkt des Winddruckes rechnete und aus allen auf die ein-

zelnen Flächen wirkenden Kräften die Resultierende und deren Angriffspunkt suchte.

Zu annähernd brauchbaren Resultaten bei vorläufigen Berechnungen von Kastendracen gelangt man, wenn man die rückwärtige obere Tragfläche mit dem Gewichte Null, die anderen rückwärtigen Flächen ebenfalls mit reduzierten Gewichten in die Rechnung einführt und außerdem für jede einzelne Tragfläche die Formel benützt

$$d = \frac{n}{2} \sin \alpha.$$

Zum Schlusse möchte ich (graphisch verwertet in Fig. 1, Tafel I) einige Vergleichsresultate zwischen Nickel-, Hargrave- und Marvin-Drachen kurz erwähnen.

Flache Nickel-Drachen sind nur so lange stabil, als sie streng symmetrisch, d. h. weder deformiert noch havariert sind.

Gekielte Nickel-Drachen mit zirka 150° Winkel am Kiel, vorne etwas flacher und breiter, achter schärfer und schmaler gebaut, mit großen Vertikal- und Horizontal-Steuern, gewöhnlich mit zirka 6 m² Tragfläche, aus Bambus, haben sich sehr gut bewährt, sind sehr stabil, nehmen sich prächtig in der Luft aus und beanspruchen den Haltedraht nicht übermäßig. Sie lassen sich auch ohne Schwierigkeit und ohne Beeinträchtigung ihres freien Spiels gut hintereinanderschalten.

Sie haben aber den Nachteil, daß sie, wenn so leicht gebaut, um bei leichten Winden anzugehen, starke Winde nicht vertragen, d. h. ähnlich wie die Malay-Drachen sich deformieren und stürzen, und wenn stark gebaut, zu schwer sind, um ohne starken Wind anzugehen.

Außerdem zeigen sie die Tendenz, infolge ihrer Kielung und ungenügenden Dämpfung durch vertikale Flächen stark zu gieren, d. h. um die Vertikalachse zu pendeln. Diese störende Erscheinung verschwindet übrigens bei frischerem Winde, wenn die Spitzen der Tragflächen aufgebogen sind und vertikale Bordwände bilden. Dieser Erscheinungskomplex deutet eigentlich darauf hin, daß die Nickel-Drachen in ihrer jetzigen Ausführung etwas zu steif sind.

Um wirklich rationell mit ihnen zu arbeiten, müßte man strenge genommen für jede Windstärke andere Drachen haben, was doch nicht gut angeht, umsoweniger, als sie kompliziert in der Bauart, und infolgedessen teuer sind und viel Raum beanspruchen.

2. Hargrave-Drachen sind handlich, billig, leicht, genügen allen gerechten Ansprüchen in bezug auf Festigkeit im höchsten Maße, sind zerlegbar und nehmen wenig Raum ein. Sie erreichen sehr schöne Steigwinkel. Leider arbeiten sie, wenn hart gefesselt, so stoßweise, daß ihnen kein Draht widersteht, den sie noch heben können, und verlieren auch, wenn elastisch gefesselt, diesen Fehler nicht zur Gänze.

Die Höhe ihres Kräftezentrums ist gering, weshalb sie für Luftwirbel und sonstige störende Erscheinungen recht empfindlich sind. Ein Seemann würde sagen, sie sind etwas rank.

3. Elastisch gefesselte Marvin-Drachen sind das beste, was ich bis jetzt kenne.

Sie sind den Hargrave-Drachen gleichwertig in bezug auf Handlichkeit, Leichtigkeit, Billigkeit und Festigkeit. Sie sind wie diese zerlegbar und nehmen wenig Raum ein. Sie erreichen wenn möglich noch schönere Steigwinkel als die Hargrave-Drachen. (Unter günstigen Umständen und bei entsprechender Fesselung $60-70^\circ$.) Sie arbeiten erstaunlich weich, beanspruchen daher ihren Haltedraht beinahe nie übermäßig und sind ungemein stabil, weil die Höhe ihres Kräftezentrums infolge des Umstandes, daß der Angriffspunkt des Winddruckes durch das Einschalten einer dritten Fläche vorne sehr weit nach vorne gerückt ist, ein Vielfaches jener der Hargrave-Drachen beträgt; sie sind sehr ruhig, dank ihrer großen Steuerfläche und weit nach vorne gerückten Fesselung.

Marvin-Drachen sind weder zu steif, noch zu rank, das zeigen ihre ruhigen stetigen Bewegungen, die beinahe nur vom Winde bedingt sind und nicht auf Fehler des Drachens zurückgeführt werden können.

Wenn die Sache nicht so teuer wäre, würde es sich lohnen, Marvin-Drachen aus Magnesiumrohren zu konstruieren. Sie könnten dann noch leichter wie aus Holz, mit einem Gewicht von etwa 0.5 bis 0.6 kg pro m^2 Tragfläche, und dabei von solcher Festigkeit konstruiert werden; daß sie sich auch bei Sturm nicht deformieren oder gar brechen können, also auch bedeutend stabiler werden, als jetzt die Holzdrachen sind.

Abgerissene Drachen als Freiflieger.

Eine merkwürdige und auffallende, wenn auch für den praktischen Drachenbetrieb sehr angenehme Erscheinung ist, daß gute Drachen, sei es welcher Konstruktion immer, so weit ich solche kennen gelernt habe, wenn sie abreißen, sich als vorzügliche, vollkommen stabile Freiflieger erweisen, langsam fallen und sanft und meist ohne Schaden zu nehmen, landen. Ja, ihre Stabilität scheint, wenn sie frei fliegen, größer zu sein, als wenn sie gefesselt sind. Diese Erscheinung ist eigentlich überraschend, denn man sollte im Gegenteile erwarten, daß der starke Zug des Haltedrahtes einen entscheidenden Einfluß auf die Stabilität hätte.

Obwohl es gewagt erscheint, in dieser Richtung schon alles erklären zu wollen, will ich mich doch insoweit darüber auslassen, als ich meine Beobachtungen für zuverlässig halte.

Ein abgerissener Drache bäumt sich meistens im ersten Momente auf, fällt aber dann rasch nach vorwärts in die Horizontale und wird

unter zuerst stärkeren, später abnehmenden Schwankungen um seine Querachse vom Winde fortgetragen, dabei äußerst langsam fallend.

Er bleibt dabei, was auffallend ist, beinahe immer in der Windrichtung, zeigt also nicht die Tendenz, sich wie ein freitreibendes Boot dwars werfen zu lassen, und schwankt gar nicht, wenigstens nicht so, daß man es sehen könnte, um seine Längsachse. (Er rollt nicht.)

Das letztere ist leicht begreiflich. Die Stabilität der Form, die für den Drachen bezüglich seiner Längsachse maßgebend ist, ist auch für den Freiflieger das Wichtigste, u. zw. bezüglich aller horizontalen Achsen.

Die Eigenschaft, daß der Drache nach dem Abreißen keine Dreh-tendenz um die Vertikalachse zeigt, läßt sich nicht bloß auf eventuell nachgeschleppte Teile des abgerissenen Haltedrahtes, die natürlich als Treibanker wirken müssen, zurückführen, denn sie besteht auch, wenn der Drache ganz kurz abreißt und nichts nachschleppt.

Möglicherweise ist das bei den Hargrave- und Marvin-Drachen auf die großen vertikalen Steuerflächen, die zufällige Drehungen verhindern, und die Abwesenheit jedes Drehmomentes zurückzuführen, während bei den Nickel-Drachen die großen, breiten, wenig gekielten, vorderen Tragflächen im Momente, wo der Drache mit dem schwereren und stärker gekielten Achterteil voraus langsam fällt, selbst wie ein Treibanker wirken und zufällige Drehungen hemmen müssen.

Die Bewegungen um die Querachse endlich scheinen mir nicht schwer zu erklären.

Das erste Aufbäumen geschieht in einem Momente, wo der abgerissene Drache noch nicht die Windgeschwindigkeit angenommen hat. Der Winddruck, der in diesem Falle noch vor dem Schwerpunkt angreift, muß so wirken. Gleich darauf aber fällt der Drache nach vorne in die Horizontale, weil einerseits der Angriffspunkt des Winddruckes infolge des Aufbäumens nach rückwärts rückt, anderseits der Drache in kurzer Zeit dieselbe Geschwindigkeit wie der Wind annimmt, wodurch der Winddruck von vorne aufhört.

Sodann fängt der Drache zu fallen an, u. zw. mit den schwereren, durch horizontale Flächen weniger gestützten Teilen voraus. Beim Hargrave- und Marvin-Drachen liegt der Schwerpunkt nahezu im geometrischen Mittelpunkt oder nur um wenig nach vorne gerückt. Er fällt also nahezu horizontal liegend, weil in dieser Lage der Schwerpunkt und der Angriffspunkt des Winddruckes in einer Vertikalen liegen. Die Schwankungen um die Querachse scheinen daher zu kommen, daß bei vollkommen horizontaler Lage der Angriffspunkt des Winddruckes unter dem Schwerpunkte liegt und die oberen Tragflächen im Windschatten liegen. Erst bei Schwankungen fangen die oberen Flächen Wind, ver-

rücken den Angriffspunkt des Winddruckes bedeutend und wirken aufrichtend.

Der Angriffspunkt des Winddruckes verschiebt sich also sehr rasch, nahezu sprungweise.

Der Nickel-Drache fällt stets mit dem Steuer voraus. Weil aber die vorderen Tragflächen größer sind als die rückwärtigen, weil sie so stark geteilt sind und abweichend von dem Kastendrachen nur vorne an Raaen angeschlagen, gegen achter aber frei gelegt sind, kann der Druckmittelpunkt nur so weit nach rückwärts rücken, daß der Drache eine mäßige Neigung mit den als Treibanker wirkenden Vorderflächen nach oben behält.

Auch der Nickel-Drachen schwankt hierbei oft deutlich sichtbar um seine Querachse, er stampft, was offenbar ebenfalls auf rasche Verschiebungen des Druckmittelpunktes zurückzuführen ist.

IV. Die beim Heben von Menschen mit Drachen in Betracht kommenden Kraft- und Größenverhältnisse.

Die im Kapitel III entwickelte „*Theorie der Drachen*“ gibt die Möglichkeit an die Hand, die Drachenfrage rechnerisch zu behandeln.

Von beliebigem Drachen, am besten aber vom Marvin-Drachen, als der momentan bestbewährten Form ausgehend, kann man für selbe vor allem auf dem bereits geschilderten Wege den geometrischen Ort des Kräftezentrums, sowohl im unbelasteten Zustande, als für verschiedene Belastungen mit empirisch bestimmter Anbindung experimentell ermitteln.

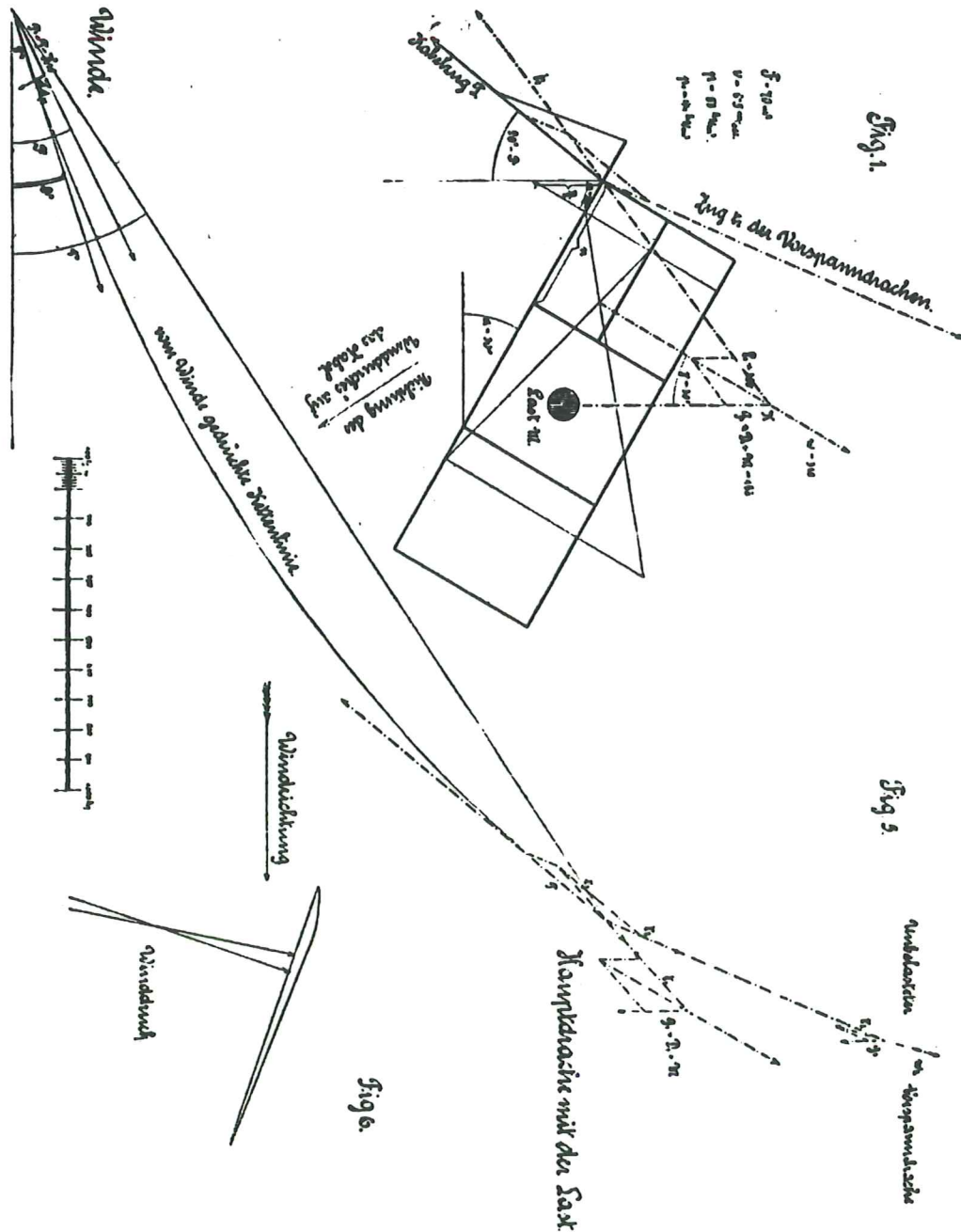
Nachdem dieser geometrische Ort dem Drachen anhaftet und an sich von der Anbindung unabhängig ist, kann man sodann auf Grund des durch Beobachtung ermittelten geometrischen Ortes des Kräftezentrums für verschiedene Belastungen und Neigungen den jeweilig günstigsten Anbindepunkt ermitteln, oder, worauf es eigentlich hinausläuft, den elastischen Zügel anordnen und abstimmen.

Man kann aber auch leicht für eine gegebene Anbindung und Belastung die bei den verschiedenen Windstärken zu erwartenden Seilzüge und Beanspruchungen des Drachens ermitteln:

Auf Tafel I, II, Fig. 1, 2, 3 wurden beispielsweise diese Größen für einen Drachen ermittelt, der an seinem Vorderrande gefesselt und im Schwerpunkt mit 90 kg belastet ist.

Tafel I, Fig. 1 zeigt, daß ein solcher Drache mit 70 m² Tragfläche eine Windgeschwindigkeit von 8 m/sec benötigt, um mit 30° Neigungswinkel zu schweben, sowie daß der Drache dabei einen Winddruck von 310 kg erfährt und einen Zug von 200 kg ausübt.

Tafel II, Fig. 2 zeigt, daß ein Drache von 40 m^2 Tragfläche, mit 90 kg belastet und am Vorderrand gefesselt, bei 14 m/sec , mit 20° Nei-

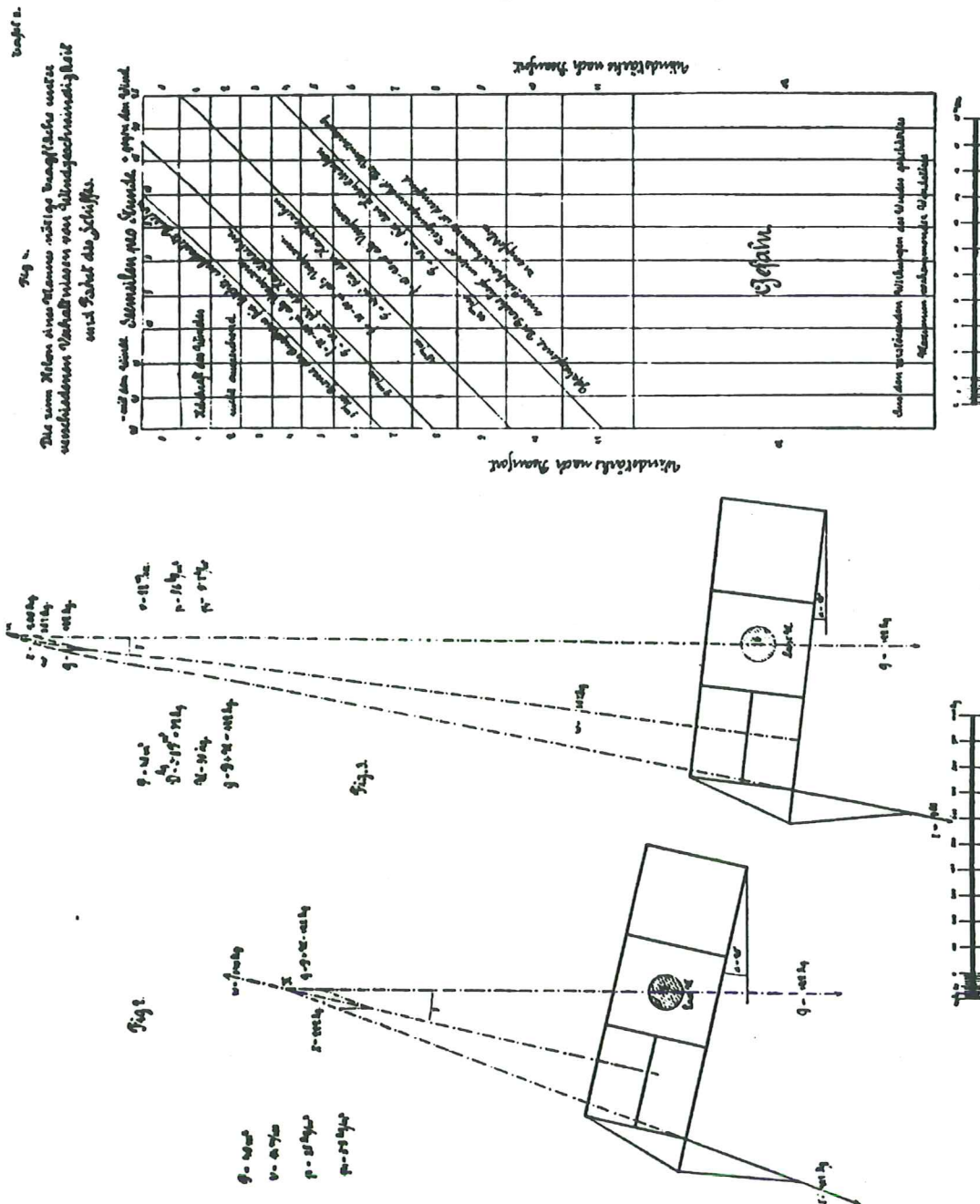


gung schwebt, dabei einen Winddruck von 340 kg erfährt und einen Zug von 222 kg ausübt.

Tafel II, Fig. 3 zeigt, daß derselbe Drache von 40 m^2 Tragfläche, mit 90 kg belastet und am Vorderrande gefesselt, sich bei 22 m pro Sekunde

auf 10° flach legt und dabei einen Winddruck von 387 kg erfährt, sowie einen Zug von 268 kg ausübt.

Ich habe hier als obere Grenze einer für Drachen brauchbaren Windstärke 8—9, d. h. 20—24 m pro Sekunde angenommen. Ob es



denkbar ist, Drachen auch bei höheren Windstärken brauchbar zu erhalten, hängt in erster Linie davon ab, ob Drachen sich ohne Gefahr auf weniger als 10° , z. B. bis 6° flach legen können, was wohl nur bei Verwendung genügend wirksamer Schwänze zulässig sein dürfte.

Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens 1904. Nr. 5.

Man kann übrigens Drachen nach Belieben weicher und härter fesseln; sie erreichen dann früher oder später durch Flachlegen bis 10° die Grenze, bei der ein Eulefangen und damit ein Kopfsturz, bezw. ein momentanes Schlaffwerden der Drachenleine und spätere stoßweise Beanspruchung derselben zu befürchten ist.

Eine Ermittlung des geometrischen Ortes des Kräftezentrums für eine andere Belastung als jene, für welche die Beobachtung des geometrischen Ortes für das Kräftezentrum erfolgte, kann leicht in folgender Weise geschehen. Man zeichnet den Drachen in verschiedenen Neigungen auf, trägt die durch die geänderte Belastung nicht berührte Richtungslinie des Winddruckes für jede Neigung ein, zeichnet den neuermittelten Drachenschwerpunkt ein und zieht durch ihn die Vertikale.

Der Schnittpunkt dieser Vertikalen mit der Richtungslinie des Winddruckes ist das neue Kräftezentrum K . Die Verbindung der einzelnen Lagen desselben bei verschiedenen Neigungen des Drachens gibt die neue kräftezentrische Kurve, die offenbar mit der alten nahezu parallel verlaufen muß.

Das Graphikon, Fig. 4, Tafel II, mit den Fahrgeschwindigkeiten als Abszissen und den Windgeschwindigkeiten als Ordinaten gibt einen Überblick über die Grenzen, innerhalb deren die Drachenverwendung überhaupt möglich ist, sowie über die Größe der Haupt- und Vorspanndrachen, die unter gegebenen Verhältnissen zum Heben von Menschen nötig sind.

Fig. 5, Tafel I zeigt das gesamte Kräftespiel bei einem Drachengespann, u. zw. ist Fig. 5 auf Grund der Daten von Kolumne 1, Tabelle I gezeichnet. Jeder Kolumne der Tabelle I entspricht eine der Fig. 5 analoge Konstruktion, die aber nicht reproduziert wurde.

Aus dem Graphikon, Fig. 4, Tafel II, wurden dann als Beispiel die der Tabelle I zugrunde liegenden Annahmen herausgegriffen, welche den tatsächlich zu erwartenden Verhältnissen so ziemlich entsprechen dürften.

Die Tabelle I im Verein mit Fig. 5 auf Tafel I sowie Tafel III ist ein großes Rechenbeispiel, in welchem die ganzen, das Heben von Menschen mit Drachen betreffenden Verhältnisse teils rechnerisch, teils graphisch konstruktiv, teils schätzungsweise behandelt werden.

Zeile 1 und 2 von Tabelle I, betreffend die Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde bei den einzelnen Windstärkegraden der Beaufort-Skala, sind dem Ingenieur-Taschenbuche „Die Hütte“ entnommen, desgleichen Zeile 6.

Letztere gibt den Normaldruck des Windes auf eine ihm senkrecht gegenüberstehende ebene Fläche von 1 m^2 bei den verschiedenen als Summe der absoluten Windgeschwindigkeit (Zeile 2) und der Schiffsgeschwindigkeit (Zeile 4) sich ergebenden relativen Windgeschwindig-

keiten an. Auf weitere Subtilitäten, betreffend den Luftwiderstand, glaubte ich, nachdem es sich ja nur um einen schätzungsweisen Überblick handelt, nicht eingehen zu sollen.

Zeile 7 bringt Schätzungen des Neigungswinkels der Drachen bei verschiedenen Windstärken. Diese Neigungswinkel sind recht komplizierte Funktionen einerseits der Belastung der Drachen und anderseits ihrer elastischen Fesseln. Unbelastete Drachen legen sich im allgemeinen viel rascher flach; siehe Zeile 16, gültig für die unbelasteten Vorspanndrachen, von welchen angenommen sei, daß ihre elastische Fesselung auf möglichsten Nutzeffekt abgestimmt wurde. Unbelastete Marvin-Drachen, in der üblichen Weise am Vorderrande befestigt, dürften schon bei Windstärke 3—4° und bei Fahrt Null kaum mehr als 15° Neigung haben und ziehen dann nur 1.5—2 kg pro 1 m² Tragfläche.

Eine Belastung von rund 2 kg pro 1 m², wie sie beim Hauptdrachen vorliegt, ändert aber die Sachlage wesentlich, ebenso eine entsprechend abgestimmte elastische Fesselung bei den unbelasteten Vorspanndrachen. Infolgedessen dürfte es sich durch entsprechende Anordnung und Dimensionierung des elastischen Zügels erreichen lassen, daß die in der Tabelle I angenommenen Neigungswinkel annähernd den Tatsachen entsprechen.

Die Grenzwerte 30° bei schwachem Wind, wo man die möglichste Ausnützung der Hubkraft des Windes wünscht, und 7—10° bei Sturm sind übrigens in der Erfahrung begründet. Größere Neigungswinkel als 30° beeinträchtigen die Drachenwirkung überhaupt, kleinere Neigungswinkel als 7—10° bedingen das „Eulefangen“ ganz ebenso wie bei Segelfahrzeugen.

Zeile 8 bringt den Normaldruck des Windes $p_1 = p \sin \alpha_1$ auf die Tragfläche des Hauptdrachens in Kilogramm pro 1 m². Zeile 17 analog für die Vorspanndrachen $p_2 = p \sin \alpha_2$. Es wurde damit diejenige Formel der Rechnung zugrunde gelegt, die Oberingenieur v. Lössl durch langjährige Versuche gefunden hat und welche von Jahr zu Jahr gegenüber abweichenden Meinungen an Boden gewinnt.

Der Winddruck auf Segel, Drachentragflächen, Windräder, überhaupt auf dem Wind unter einem gewissen Neigungswinkel ausgesetzte Flächen, kommt analog wie der Wasserdruck auf die Schaufeln einer Turbine zustande, daß der Luft- oder Flüssigkeitsstrom durch die feste Wand aus seiner Richtung abgelenkt wird. Je stoßfreier diese Ablenkung erfolgt, umso weniger Arbeit geht dabei verloren, bzw. wird in Wärme umgesetzt und weggeführt, desto größer ist also der Nutzeffekt der Anlage. Durch die Wölbung der Segel wird erreicht, daß die Luft nahezu stoßfrei auftritt und sukzessive abgelenkt wird, woraus sich die vielfach behauptete günstige Wirkung einer mäßigen Wölbung der

Zeile	K o l u m n e	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Absolute Windstärken nach Beaufort	0	0	1	2	3	4	5
2	" " in m/sec ...	0	0	4	6	8	10	12.5
3	Schiffsgeschwindigkeit in Knoten	+ 18	+ 18	+ 14	+ 12	+ 13	+ 9	+ 4
4	" " in m/sec ..	+ 9	+ 9	+ 7	+ 6	+ 6.5	+ 4.5	+ 2
5	Relative Windgeschwindigkeit in m/sec	9	9	11	12	14.5	14.5	14.5
6	Normaldruck p des Windes in kg/m^2	10	10	14.7	17.5	25	25	25
7	Neigungswinkel α_1 des belasteten Hauptdrachens	30°	30°	22°	20°	20°	20°	20°
8	$p_1 = p \sin \alpha_1$ in kg/m^2	5.0	5.0	5.5	6.0	8.5	8.5	8.5
9	Erforderliche Tragfläche F des Hauptdrachens in m^2	70	70	70	70	40	40	40
10	Gewicht des Hauptdrachens D_1 in kg	56	56	56	56	32	32	32
11	Gewicht des Mannes samt Ausrüstung	90	90	90	90	90	90	90
12	$G_1 = D_1 + M$	146	146	146	146	122	122	122
13	Winddruck auf den Hauptdrachen $W_1 = p_1 T$	350	350	385	420	340	340	340
14	Winkel γ_1 beim Kräftezentrum des Hauptdrachens	30°	30°	23°	21°	21°	21°	21°
15	Zug des Hauptdrachens in kg ..	233	233	254	272	230	230	230
16	Neigungswinkel α_2 des unbelasteten Vorspanndrachens	18°	18°	17°	16°	14°	14°	14°
17	$p_2 = p \sin \alpha_2$	3.1	3.1	4.3	4.8	6.0	6.0	6.0
18	Erford. Tragfläche f der Vorspanndrachens in m^2	60	50	30	30	20	20	10
19	Gewicht der Vorspanndrachens in kg	48	40	24	24	16	16	8
20	Winddruck auf die Vorspanndrachens $W_2 = p_2 f$	186	155	129	144	120	120	60
21	Winkel γ_2 beim Kräftezentrum des Vorspanndrachens	19°	19°	18°	18°	16°	16°	16°
22	Zug der Vorspanndrachens in kg ..	130	115	100	125	110	110	55
23	Resultierende Kabelspannung T beim Hauptdrachen	355	340	352	395	332	332	310
24	Resultierender Steigwinkel ϑ des Kabels beim Hauptdrachen ...	50°	50°	59° 30'	63°	65° 30'	65° 30'	63°
25	Steighöhe des Hauptdrachens H in m	500	300	500	500	500	500	500
26	$T^1 = T - Hw$ in kg	255	280	252	295	232	232	210
27	Winddruck auf das Kabel Hdp	40	24	58.8	70	100	100	100
28	Winkel $\vartheta^1 = \arccos \frac{T \cos \vartheta}{T - Hw}$	26° 30'	38° 40'	44° 50'	52° 30'	53° 40'	53° 40'	48°
29	Spannung des Kabels bei der Winde T'' in kg	260	282	262	310	262	262	243
30	Abgangswinkel des Kabels von der Winde ϑ'' in Graden	17° 50'	34°	31°	39° 20'	31°	31°	23° 30'
31	Höhenwinkel φ^0 des Hauptdrachens	33° 50'	42°	45° 20'	51° 10'	48° 10'	48° 10'	43° 10'
32	Ungefähr ausgelaufene Kabellänge in m	950	470	750	680	720	720	780

Das der Rechnung zugrunde gelegte Luftschifferkabel mit Telephonader hat 8 mm Festigkeit von 3800 kg und garantiert die Firma für 3000 kg. Es kann sowohl von Siemens

VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	Anmerkung
6	7	8	9	10	11	12	12	+ gegen } dem Wind. - mit }
15	18	21.5	25	29	34	40	2 60	
- 1	- 7	- 10	- 14	- 18	- 18	- 18	- 18	
- 0.5	- 3.5	- 5	- 7	- 9	- 9	- 9	- 9	
14.5	14.5	16.5	18	20	25	31	2 51	Von Windstärke 7 aufwärts empfiehlt es sich, den Drachen kräftige, 30-50 m lange Schwänze mit 2-3 gegen den Wind zu offenen Konussen anzuhängen.
25	25	33	39	53	76	120	2 240	
20°	20°	16°	15°	12°	10°	8°	2 6°	
8.5	8.5	9.2	10.0	11.0	13.0	14	2 25	Der den Mann tragende Hauptdrache soll nicht weniger als 40 m² Tragfläche haben und braucht mindestens 10 m² Vorspann. Es empfiehlt sich, die Drachen aus Magnesiumrohren zu konstruieren.
40	40	40	40	40	40	40	40	
32	32	32	32	32	32	32	32	
90	90	90	90	90	90	90	90	
122	122	122	122	122	122	122	122	
340	340	370	400	440	520	560	2 1000	Zusammenstellung der Daten für den Hauptdrachen.
21°	21°	18°	17°	15°	14°	13°	2 12°	
230	230	255	290	328	400	450	2 890	
14°	14°	12°	11°	10°	10°	8°	2 6°	Zusammenstellung der Daten für die Vorspanndrachen.
6.0	6.0	6.9	7.4	9.2	13.0	14	2 25	
10	10	10	10	10	10	10	10	
8	8	8	8	8	8	8	8	
60	60	69	74	92	130	140	2 250	
16°	16°	15°	14°	14°	14°	13°	2 12°	Die rationellste Steighöhe beim Heben von Menschen dürfte etwa 300 m sein. Mit 300 m ist man in der Regel schon in ruhiger Luft. Größere Höhen aber bringen wenig Gewinn, da dann die Sichtigkeit der Luft, die Güte der optischen Hilfsmittel und ruhige, langsame, das Beobachten ermöglichende Bewegungen des Drachens für die erzielbaren Resultate viel entscheidender sind als die große Augeshöhe.
55	55	60	65	80	120	130	2 240	
310	310	310	350	410	520	580	2 1130	
63°	63°	65° 30'	68° 30'	73°	74°	75°	— 78°	
500	500	500	500	500	500	500	300	
219	210	210	250	310	420	480-1030	520-1070	Tatsächliche und meßbare Werte bei der Winde.
100	100	132	156	212	304	480-960	288-576	
48°	48°	52° 20'	59° 10'	67° 20'	70°	72-77°	73-77°	
243	243	265	300	380	520	682-1410	595-1215	
23° 30'	23° 30'	22° 50'	28° 50'	34° 30'	35° 20'	27-35°	44-49°	
43° 10'	43° 10'	43° 40'	48° 40'	53° 50'	54° 40'	51-56°	60-64°	
790	780	770	710	650	640	680-640	610-590	

Durchmesser und wiegt pro 1000 m Länge 200 kg. Es hat eine rechnermäßige Zerreiß- & Halske als auch bei der Firma Felten & Guillaume bezogen werden.

Drachentragfläche erklären mag. Außerdem wird, weil der auf die feststehende Wand ausgeübte Druck normal auf die einzelnen Flächenelemente wirkt, der resultierende Druck auf die gewölbte Fläche um ein Geringes weiter nach vorwärts wirken, als der Normaldruck auf eine durch die Sehnen der Wölbung gelegte Ebene (Fig. 6, Tafel I).

Diese kleinen Vorteile treten schon bei der natürlichen Wölbung der Segel auf. Der Fläche die Wölbung starr von vornherein zu geben, wie dies vielfach vorgeschlagen und bei Drachen für meteorologische Zwecke bereits gemacht wird, scheint mir aber gefährlich, weil starr gewölbte Flächen bedeutend weniger stabil sind, als ebene Flächen oder einfache Segel, und die einzige, streng genommen noch offene Frage des Drachenproblems ist, wie bei Sturm, wenn sich die Drachen flach legen, das „Eulefangen“, zu verhüten wäre. Dieses „Eulefangen“ aber ist bei stark gewölbten Flächen viel gefährlicher und tritt viel früher ein als bei einfachen Segeln.

Zeile 9 bringt eine Schätzung der bei den verschiedenen Windstärken und Fahrgeschwindigkeiten zum Heben eines Mannes nötigen Tragfläche des Hauptdrachens F in m^2 ,

Zeile 18 die Größe der außerdem nötigen Vorspanndrachen.

Hiebei muß bemerkt werden, daß es nicht ratsam erscheint, mit kleineren Kastendrachen als solchen von $40 m^2$ Tragfläche Menschen zu heben, und daß auch ein kleiner Vorspann von etwa $10 m^2$ Tragfläche gerade bei Sturm ein unbedingtes Gebot der Sicherheit zu sein scheint. Das führt zu einer Minimaltragfläche von $50 m^2$, die aber bei 15 Knoten Fahrt bis Windstärke 3 überhaupt ausreicht.

Zeile 10 bringt das Gewicht des Hauptdrachens, der die in Zeile 9 geschätzte Tragfläche besitzt, Zeile 19 das Gewicht der Vorspanndrachen auf Grund der empirischen Formel $D \text{ kg} = 0.8 F \text{ in } m^2$. Hiebei mag bemerkt werden, daß $D = 1.0 F$ die obere Grenze eines schweren, aber bei sehr starkem Winde noch flugfähigen Drachens, $D = 0.6 F$, die untere Grenze eines Drachens, der bei stärkerem Winde nicht in der Luft zerbrechen soll, bilden dürfte. $D = 0.8 F$ ist ein guter Mittelwert, der konstruktiv leicht einzuhalten ist und auch noch leicht genug angeht.

$D = 0.7 F$ dürfte vielleicht bei Magnaliumrohrkonstruktionen noch einzuhalten sein, u. zw. bei Erfüllung der Bedingung, daß sie eine ruhende, auf den Tragflächen gleichmäßig verteilte Last (Sandschichte) von 50 kg pro m^2 noch gerade aushalten. Drachen aus Holz können selbst bei $D = 0.8 F$ dieser Festigkeitsbedingung nicht entsprechen und sind von $10 m^2$ Tragfläche aufwärts bei Sturm stets in Gefahr, in der Luft zu zerbrechen. Magnalium dürfte also von $7\text{—}70 m^2$ das rationellste Baumaterial sein, darüber hinaus tritt dann der Stahl in seine Rechte.

In Zeile 11 wird die Nutzlast, d. h. das Gewicht des zu hebenden Mannes samt gefedertem Korb, Fernrohr, Telephon und sonstiger Ausrüstung auf zirka 90 kg angesetzt, was reichlich genügen dürfte.

Zeile 12 gibt die Summe von Zeile 10 und 11, $G = D + M$ als zu hebende Bruttolast ohne Vorspann und Kabel. Das Kabelgewicht in die Bruttolast einzurechnen, wie das bei Überschlagsrechnungen meist geschieht, wurde hier unterlassen, weil das Kabelgewicht das Kräfte-dreieck des Drachens, das zunächst in Betracht kommt, absolut nicht beeinflusst und erst auf die Kettenlinie wirkt.

Zeile 13 enthält die Produkte der Zahlen aus Zeile 8 und 9, d. h. den auf den äquivalenten Drachen wirkenden Gesamtwinddruck

$$W_1 = Fp_1 = Fp \sin \alpha_1.$$

Zeile 20 analog für die Vorspanndrachen $W_2 = fp_2 = fp \sin \alpha_2$.

Zeile 14 bringt den geschätzten und wahrscheinlich lediglich von der Neigung des Drachens gegen die Windrichtung (Horizont) abhängigen Winkel γ_1 des Kräfte-dreiecks des Hauptdrachens am Mittelpunkt der Kräfte K ,

Zeile 21 den analogen Winkel γ_2 für die Vorspanndrachen.

Die Krafrichtung des Bruttogewichtes $G = D + M$, das im Schwerpunkte S angreift und die Krafrichtung des Winddruckes W , welche auf den Tragflächen annähernd senkrecht steht, schneiden sich im Falle des stabilen Gleichgewichtes im Punkte K oberhalb des Drachens, dem Mittelpunkte der Kräfte oder dem Kräftezentrum. Durch G , das Bruttogewicht, W den Winddruck und den Winkel γ am Kräftezentrum ist das Kräfte-dreieck vollkommen bestimmt und lassen sich Richtung und Größe des Zuges, den der Hauptdrache ausübt, daraus berechnen, was auf graphischem Wege durchgeführt wurde, nachdem ein rechnerisches Vorgehen bei den geringen erreichbaren Genauigkeiten die Mühe nicht gelohnt hätte. (Fig. 5 und Zeile 15 der Tabelle I.)

Der Zug der Vorspanndrachen und der Zug des Hauptdrachens, vereinigen sich sodann zur resultierenden Kabelspannung T mit dem Tangenten- oder Steigwinkel ϑ ; siehe Zeile 23 und 24, sowie Tafel I, Fig. 1 und 5.

Zeile 25 bringt die erreichten Steighöhen H des Drachens.

Nachdem schon von 300 m ab das, was man vom Drachen aus erkunden kann, weniger von der Augeshöhe als von der Sichtigkeit der Luft und der Güte der verwendeten optischen Hilfsmittel abhängen dürfte, so glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich 500 m als das Maximum des militärisch Wertvollen betrachte. Dabei ist aber bei dem gewählten Kabel die Höhe von 500 m bei Windstille nur durch große Fahrt und unmäßig viel Drachenfläche erreichbar, weshalb für Windstille und

18 Knoten Fahrt noch berechnet wurde, wie sich die Verhältnisse stellen, wenn man sich mit 300 *m* Höhe begnügt.

Bei Sturm anderseits wären, was die verfügbare Kraft betrifft, 500 *m* und darüber mit Leichtigkeit erreichbar. Da aber die Größe des Winddruckes auf das Kabel, welche in der Theorie proportional der Höhe des Drachens ist, bei Sturm einen entscheidenden Bestandteil der Gesamtspannung des Kabels an der Winde bildet (bei 500 *m* wächst der Zug bei Sturm infolge des Winddruckes um etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$, siehe Tafel III), so empfiehlt es sich aus Sicherheitsgründen, bei Sturm nicht unnötig hoch zu gehen, umsomehr, als dadurch auch die Dauer des ganzen Manövers verlängert würde und das schwere Kabel, je mehr es Durchhang hat, d. h. je größer die Höhe *H* ist, umso leichter durch seine bei Sturm sehr heftigen Schwingungen den Drachen aus seinem Gleichgewichte bringt. Bei *H* = 500 *m* und Windstärke 12 zeigt die Tabelle als Winkel zwischen Tangente und Sehne der Kettenlinie, bei der Winde, bezw. beim Drachen schon 21—24°, d. h. enorme Wetter für den Durchhang. Bei 300 *m*, die meist genügen dürften, sinkt diese Winkeldifferenz auf zirka 15°. Noch immer genug, aber nicht mehr gefahrdrohend. Anderseits ist es bei Sturm nicht gut, zu niedrig zu bleiben. Sowohl die durch Terrainhindernisse bedingte Luftbrandung, als die besonders bei Gewitterböen manchmal auftretenden mächtigen Luftwogen dürfen in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden und sind in der Lage, den stabilsten Drachen, wenn er zu niedrig steht (unter 300 *m*), in unsanfte Berührung mit dem Erdboden, bezw. der Wasseroberfläche zu bringen. So einfach und gefahrlos das Drachensteigen bei schönem Wetter, stetigem Winde und glatter See ist, ebenso gefährlich ist das Heben von Menschen mit Drachen bei schwerem Sturm und sollte nur im äußersten Notfalle gewagt werden.

Zeile 26 und 28 bringen theoretische Werte für die Spannung *T'* und den Abgangswinkel ϑ' des Kabels bei der Winde, wie sich selbe aus der Theorie der Kettenlinie, abgesehen vom Winddruck auf das Kabel, ergeben.

Näheres hierüber findet man in den Arbeiten der Professoren Marvin und Köppen.

Die Formeln, die bei der vorliegenden Rechnung benützt wurden und den soeben zitierten Werken entnommen sind, lauten:

$$\cos \vartheta' = \frac{T \cos \vartheta}{T - Hw}$$

$$T' = T - Hw = T \frac{\cos \vartheta}{\cos \vartheta'}$$

wobei bedeuten:

H die Steighöhe des Kabels,

W das Gewicht des Kabels pro Längeneinheit (in unserem Falle, wo 1000 m des Kabels 200 kg wiegen, ist $w = 0.2$)

T die Spannung des Kabels beim Drachen

T' die Spannung des Kabels bei der Winde

ϑ der Winkel beim Drachen

ϑ' der Winkel bei der Winde,

welche die Tangente an die Kettenlinie mit der Horizontalen einschließt.

$$\cos \vartheta' = \frac{T \cos \vartheta}{T - Hw} \quad \text{wird bei } H = 500 \text{ m zu } w = 0.2$$

$$\cos \vartheta' = \frac{T \cos \vartheta}{T - 100} = \frac{T \cos \vartheta}{T'}$$

Die Werte der Zeilen 26 und 28 haben aber nur theoretisches Interesse, da der Winddruck auf das Kabel (Zeile 27) nicht übersehen werden darf, wenn man zu einem auch nur annähernd richtigen Urteil gelangen will. Bei 500 m Höhe und einem Kabel Durchmesser von 8 mm repräsentiert das Kabel eine dem Winde normal widerstehende Fläche von 4 m^2 , was keine Kleinigkeit ist. Tatsächlich steht jedes Element (Längeneinheit) des Kabels unter dem Einflusse dreier Kräfte, u. zw.:

1. Der Schwerkraft $w = \frac{\text{Länge in } m}{\text{Gewicht in } kg}$;
2. dem Winddrucke in der Größe $dp \partial l \sin \vartheta x$ und der Richtung senkrecht auf die Tangente an der Kettenlinie an der betreffenden Stelle, und
3. der sich durch das Kabel fortpflanzenden Zugspannung Tx .

Die Berechnung der sich daraus ergebenden Funktionen wäre eine nicht leichte Aufgabe, für welche sich meines Wissens bisher noch niemand ernstlich interessiert hat. Um zum Ziele zu kommen, greife ich also wieder zu einer Schätzung oder Näherungsannahme, hiebei dem Beispiele Professor Köppens folgend.

Das Integral der Winddrücke auf die einzelnen Elemente des Kabels dürfte genähert gleich sein dem Ausdruck $p dH$ (Zeile 27), wobei

p der Normaldruck des Windes in kg pro m^2

$d = 8 \text{ mm}$ der Kabeldurchmesser und

Hm die Steighöhe des Drachens ist.

Denn H ist ja nichts anderes, als die Projektion der Kettenlinie auf die Vertikale, d. h. $H = \int \partial l \sin \vartheta x$

$$\int d.p.\partial l \sin \vartheta x = dp \int \partial l \sin \vartheta x = dp H.$$

Die Richtung dieses Winddruckes auf das Kabel dürfte aber wieder von der Senkrechten auf die Sehne der Kettenlinie, welche Drachen und Winde geradlinig verbindet, nur wenig abweichen (Fig. 5, Tafel I).

Wir haben also wieder ein Kräftedreieck, von welchem zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben sind, und können die anderen Stücke desselben berechnen. Die beiden gegebenen Seiten sind:

die Kabelspannung bei der Winde $T' = T - Hw$ (Zeile 26)

und der Winddruck auf das Kabel $R = Hd p$ (Zeile 27)

der von ihnen eingeschlossene Winkel ist $90^\circ + \varphi' - \vartheta'$ (Zeile 28),

wenn $\varphi' = \frac{\vartheta + \vartheta'}{2}$ der Winkel ist, den die Sehne der theoretischen Kettenlinie mit dem Horizonte einschließt, und ϑ' der Winkel ist, den die Tangente an die theoretische Kettenlinie mit dem Horizont einschließt (Zeile 28).

Auf graphischem Wege wurden damit die Werte der Zeilen 29 und 30 gefunden (siehe Tafel III, Zeile 29), die resultierende Spannung des Kabels bei der Winde T'' in kg .

Zeile 30 der tatsächliche Abgangswinkel des Kabels von der Winde ϑ'' in Graden.

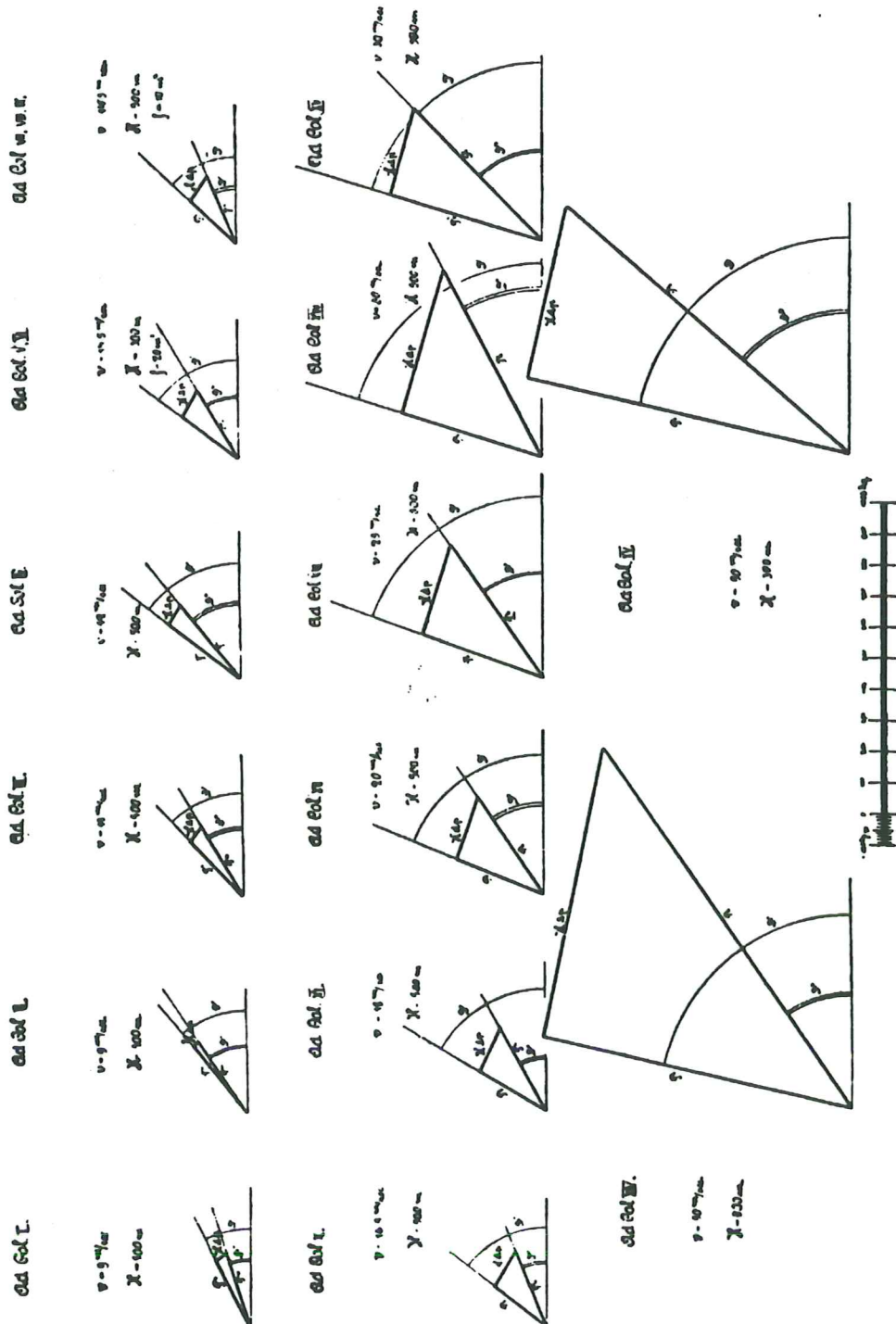
Endlich wurde in Zeile 31 ein genäherter Wert für den Höhenwinkel des Drachens gegeben $\varphi'' = \frac{\vartheta + \vartheta''}{2}$, ebenfalls nach Prof. Köppen, und in Zeile 32 ein Näherungswert für die Länge des ausgelaufenen Kabels, mit der Koppeltafel aus H (Zeile 25) und φ'' (Zeile 31) gerechnet, mit 5% Zuschlag für den Durchhang.

Wie man aus der Tabelle I ersieht, bietet das der Rechnung zugrunde gelegte Kabel von 6 mm Durchmesser und einem Gewichte von 300 kg pro km sowie einer berechneten Zerreißfestigkeit von 3800 kg , von welcher die Firma 3000 kg garantiert, noch bei Orkan eine gut doppelte Sicherheit gegen das Abreißen, für normale Beanspruchung, d. h. bis etwa Windstärke 8 eine 6—8fache Sicherheit. Mehr kann man wohl nicht verlangen. Dieselbe Sicherheit gegen das Zerbrechen in der Luft bieten Kastendrachen aus Magnaliumrohren, die bei 0.7—0.8 kg pro m^3 relativem Gewicht eine Belastungsprobe von 50—60 kg pro m^3 aushalten, was, wie eine rohe Überschlagsrechnung zeigt, erreichbar ist. Es bleibt also nur noch die Frage der Stabilität der Drachen übrig. Bis Windstärke 8 ist selbe, wie die Erfahrung zeigt, bei richtiger Fesselung und Hintereinanderschaltung vollkommen genügend. Über Windstärke 8 hinaus versagen Holzdrachen häufig. Prof. Marvin sucht die Ursache dieses Übelstandes darin, daß die Holzdrachen bei Windstärken über 8, selbst wenn sie nicht zerbrechen, sich deformieren und dadurch ihre Stabilität verlieren. Dieser Übelstand würde bei Magnaliumdrachen, die wegen ihrer größeren Festigkeit sich nicht so leicht deformieren dürften, von selbst in Wegfall kommen. Ein zweiter Grund der Instabilität bei Sturm sind die heftigen Schwankungen, die bei

schwerem Wetter unvermeidlich sind und gegen welche die Vertikalflächen nicht genügend schützen. Dieselben mäßigt ein kräftiger Schwanz

Fig. 11

Wirkung des Winddruckes auf das Kabel.



mit gegen den Wind zu offenen Doppelkonussen bedeutend. Er wirkt wie ein Treibanker. Endlich scheint mir, daß auch durch verbesserte Ausführungen des elastischen Zügels sowie der Drachen selbst noch

manche Ursachen der mangelhaften Stabilität der Drachen bei Sturm zu beheben sein dürften, wenn dafür gesorgt wird, daß selbst bei Sturm die Richtung des Winddruckes und die Richtung des Seilzuges noch einen genügend großen Winkel miteinander einschließen, was bei den jetzigen Konstruktionen allem Anschein nach nicht der Fall ist, weshalb die Drachen bei Sturm ihre Steuerfähigkeit verlieren.

Damit glaube ich, soweit dies hier möglich ist, den Beweis erbracht zu haben, daß die erfolgreiche Drachenverwendung zur See nicht nur eine aktuelle militärische Frage ist, sondern auch eine vom Standpunkt der Technik sofort ohne Anstand lösbare Aufgabe darstellt.

V. Die Handhabung der Drachen.

Die Verwendung von Drachen zur See hat vorwiegend nach zwei Richtungen praktisches Interesse.

A. Zum Heben von Lasten (Menschen, photographischen Apparaten), für militärische Zwecke.

B. Zu meteorologischen Hochaufstiegen.

Hiebei bestehen gewisse, nicht zu übersehende Unterschiede zwischen diesen beiden Verwendungsmöglichkeiten.

A. Beim Heben von Lasten in obgedachtem Sinne strebt man nur mäßige Höhen an; 600—1000 *m* ist schon das äußerste, bleibt auch selten lange oben, will aber mit Recht die möglichste Sicherheit des Betriebes.

B. Bei meteorologischen Aufstiegen strebt man möglichst hoch hinauf, möchte auch möglichst lange andauernde Aufzeichnungen erhalten, begnügt sich aber Notgedrungen mit einer äußerst geringen Betriebssicherheit. Die Apparate, die man hebt, sind so leicht, 0·8 *kg*, daß sie als Gewichte kaum in Betracht kommen.

Das hauptsächlich zu hebende Gewicht ist der Draht.

A. Das Heben von Lasten, insbesondere Menschen oder photographischen Apparaten zu Rekognoszierungszwecken, sowie im Vermessungsdienste erfordert die größte Vorsicht und reiflichste Überlegung, ist jedoch heute entschieden nicht nur möglich, sondern zur See sogar ohne allzu große Gefahr ausführbar, und dürfte sich bei den Kriegs-Marinen bald einbürgern, u. zw. aus folgenden Gründen:

1. Auf offener See ist der Wind in der Regel gleichmäßiger und frischer als zu Lande.

2. Am Wasser fallen alle Terrainhindernisse, wie Häuser, Bäume, elektrische Straßenbahnen etc., weg. Der gehobene Mann fällt schlimmstenfalls ins Wasser und nicht auf den harten Boden.

3. Man hat in dem fahrenden Schiffe ein Mittel, die Windstärke in ihrer Wirkung auf die Drachen zu regulieren, indem man bei zu schwachem Winde gegen, bei zu starkem Winde eventuell mit dem Winde fährt.

Ja, es scheint, daß betreffs der Wahl der Mittel, mit denen man Menschen heben kann, um zu rekognoszieren, zwischen Land und See geradezu ein Gegensatz besteht.

Während man zu Lande sich von den Launen des Wetters nicht vollständig abhängig machen kann und will, anderseits aber zum Operieren mit einem Ballon stets genügend Platz findet und auch Gasexplosionen nicht allzusehr zu fürchten hat, daher naturgemäß zum Drachenballon hinneigen wird, kann man zur See die Windstärke durch die eigene Fahrt ausgleichen, ist also nicht mehr völlig von Wind und Wetter abhängig; auch ist der Seemann gewöhnt, mit Wind und Wetter zu rechnen und sich ihnen anzupassen, dagegen hat man selbst auf großen Schiffen nicht so viel Platz, um einen Ballon leicht handhaben zu können. Weiters fürchtet man mit Recht Gasexplosionen bei dieser Arbeit.

Es scheint daher zur See der Drache, sobald er überhaupt die nötige technische Reife erlangt hat, dem Fesselballon weit überlegen zu sein.

Tabelle I zeigt die bei Drachen obwaltenden technischen Bedingungen, Fig. 5, Tafel I das gesamte Kräftespiel bei Drachen in erschöpfender Weise. Bei Verfassung dieser Zusammenstellung wurde von der Annahme ausgegangen, daß man ein Schiff zur Verfügung habe, das normal mit 15 Knoten läuft, aber durch Forcieren auch 18 Knoten Fahrt erreichen kann.

Weiters wurde angenommen, daß das Schiff hiebei stets Wind und See Bug an nimmt, u. zw. bei schwachem Winde gegen selbe aufdampfend, um sie in ihrer Druckwirkung auf die Drachen zu verstärken, bei Wind von genügender Kraft langsam fahrend oder stoppend, nur bei Sturmböen im Notfalle mit dem Winde laufend.

Das Drachenmanöver ist hiebei wie folgt anzuordnen:

Die Winde auf Deck, so weit vorne, als es Schlote, Masten, Krahne und sonstige Hindernisse erlauben, um Manövrierraum für die Drachen zu gewinnen. Der Leitblock des Drachenkabels wird in der Großmars befestigt und werden die Drachen vor dem Hochlassen dahin gehißt und von dort hochgelassen. Ebenso werden die Drachen beim Landen dorthin eingewunden und dann erst auf Deck niedergeholt. Hiebei dienen die am Heck festgehaltene, bezw. beim Landen vor dem Niederholen zu fangende Landungsleine des Drachens, sowie eventuell noch weitere Haltetaue, sogenannte Steuerleinen, dazu, ein Anschlagen des Drachens

an die unvermeidlichen Hindernisse, wie Krahne, Boote, Windfänge etc. zu verhüten.

Auf Torpedobooten sind die Masten für diesen Zweck nicht fest genug. Es muß daher das Manöver auf Deck systemisiert werden, doch sind auch weniger Hindernisse da, an denen die Drachen Schaden nehmen könnten.

Unter diesen Voraussetzungen sagt Tabelle I folgendes:

Das Heben von Menschen mit Drachen von einem schnellaufenden Schiffe aus ist beinahe immer möglich. Allerdings sind dazu bei Windstille unförmlich große oder viele Drachen und große Schiffsgeschwindigkeiten nötig, während bei Sturm, insbesondere Bora, wegen der unberechenbaren Kraft einzelner Windstöße, der eventuell durch Terrainhindernisse bedingten Luftbrandung oder der bei Böen vorkommenden Luftwogen ein derartiger Versuch höchst gefährlich ist.

Unter der Annahme, daß unter Beachtung der später noch zu gebenden Faustregel die totale Tragfläche reichlich bemessen und durch die Fahrt des Schiffes der Zug am Kabel, den das Dynamometer anzeigt, nach Möglichkeit bei 300 *kg* erhalten wird, wären bei Windstille zum Heben eines Mannes bis 500 *m* etwa 130—150 *m*² und zirka 18 *sm* Fahrt, bei Windstärke 1—2 etwa 100 *m*² Tragfläche und zirka 12—14 *sm* Fahrt, von Windstärke 3 aufwärts 60—50 *m*² Tragfläche nötig.

Unter 50 *m*³ zu gehen, empfiehlt sich nicht, wegen der sonst zu befürchtenden heftigen Bewegungen des Drachens.

Tabelle II gibt hiezu Anhaltspunkte über die zu erwartenden Drachendimensionen und zeigt, daß die in Anwendung kommenden Drachen jedenfalls kleiner und handlicher als ein Drachenballon von 60 *m*³ ausfallen, vorausgesetzt, daß man, wie noch gezeigt werden soll, die erforderliche Tragfläche auf mehrere Drachen verteilt.

Tabelle II.

Ungefähre Dimensionen der Marvin-Drachen				
Tragfläche in <i>m</i> ²	Länge in <i>m</i>	Breite in <i>m</i>	Höhe in <i>m</i>	Gewicht in <i>kg</i>
10	2·69	2·25	0·99	8
20	3·80	3·20	1·40	16
30	4·65	3·92	1·72	24
40	5·37	4·53	1·98	32
50	6·02	5·05	2·22	40
60	6·58	5·54	2·43	48
70	7·11	5·98	2·62	56

Hiebei kann ein Mann bei Windstille auf etwa 300—500 m, bei Windstärke 1—7 auf etwa 500 m, bei Sturm am besten gar nicht, im Notfalle aber auf etwa 300 m gehoben werden.

Die günstigste Steighöhe zu Rekognoszierungszwecken dürfte bei 300 m liegen. In 300 m Höhe steht der Drache in der Regel schon ruhig. Größere Höhen aber bringen wenig Gewinn, da Wolken und Dunst beinahe immer die Fernsicht beschränken, und, was entscheidender ist, die unvermeidlichen Schwankungen des Drachens, wenn er auch bei weitem ruhiger stehen dürfte als ein Fesselballon, den Gebrauch eines Fernrohres ungemein erschweren.

Die dabei zu hebenden Totalgewichte samt Kabelgewicht sind ungefähr 300—400 kg. Die mittleren Zugspannungen am Kabel bewegen sich innerhalb der Grenzen von etwa 400 kg bei Windstille und ungefähr 1200—1500 kg bei Orkan.

Während aber Stöße bei Windstille und mäßigen Windstärken nahezu ganz vermieden werden können, muß man bei Sturm mit der Möglichkeit von Stößen im Kabel rechnen, die bis 1500 kg erreichen können, u. zw. trotz der Anwendung elastischer Zügel an dem Drachen und Verteilung der Tragfläche auf mehrere hintereinander gekoppelte Drachen. Allerdings ist es möglich, durch aufmerksame Bedienung der Drachenwinde, sowie durch das Manöver des Schiffes, diese Stöße bedeutend zu mildern.

Die zum Heben eines Mannes nötige Drachenfläche, gewöhnlich 50—60 m², wird am besten auf zwei Drachen verteilt, von denen der obere 10—20 m, der untere, in dessen Innerem der Mann sitzt, 40 m² hat. Bei sehr schwachem Winde verwendet man einen Hauptdrachen von 70 m² und schaltet nach Bedarf weitere Drachen zu, bei Sturm hängt man dem Drachen kräftige, 30—50 m lange Schwänze mit Fernsignalkonussen an.

Der Mann sitzt dabei im Innern des Drachens in einem gefederten Korb, ist also selbst bei einem eventuellen Sturz nicht allzu gefährdet, da Drachen beinahe nie so schwer fallen, daß sie ganz zerbrechen. Dabei muß dem Manne, da er aus dem Drachen heraus zwischen den Tragflächen durch nach allen Seiten auszulugen hat, eine große Freiheit der Bewegung gelassen werden, was bei Marvin-Drachen ohne Gefahr möglich sein dürfte. Der Drache, der die Last trägt, darf aber nicht zu klein gemacht werden, wenn man auf ruhige Bewegungen Wert legt. Anderseits sind übergroße Drachen schwer zu handhaben und ist es immer angenehm, in Form eines Vorspanndrachens bereits einen Stützpunkt in der Luft zu haben, wenn die kostbare Last, ein Mann, gehoben werden soll. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dem Drachen, der den Mann zu tragen hat, eine mittlere Größe, etwa 40 m² Tragfläche, zu

geben, ihn selbst bei Sturm noch mit einem, wenn auch kleinen Vorspann hoch gehen zu lassen, das Hinzu- oder Abschalten der übrigen Drachen aber von der Windstärke abhängig zu machen. Da bei Windstille und sehr schwachem Winde 40 m^2 Tragfläche für den Hauptdrachen zu wenig wären, braucht man noch einen zweiten Hauptdrachen mit 70 m^2 Tragfläche.

Sehr kleine Drachen, bis etwa 7 m^2 , werden am besten aus Holz konstruiert. Bei größeren Typen kommt Magnalium als Konstruktionsmaterial in Betracht.

Alle Drachen können und müssen zerlegbar konstruiert werden, um sie leicht wegstauen zu können. Das Zerlegen oder Zusammensetzen braucht nur wenige Minuten Zeit, geht also bedeutend rascher als das Füllen eines Drachenballons.

Die Drachen müssen sämtlich an elastischen Zügeln gefesselt sein. Diese Zügel sollen die Drachen zwingen, sich bei schwachen Winden auf etwa 30° Neigung zu stellen, dann ein sukzessives Nachgeben und bei Sturm ein Flachlegen der Drachen bis auf etwa $8-10^\circ$ gestatten. Auch die Stöße, die noch vorkommen, werden dadurch gemildert. Während bei harter Fesselung die Stöße bis 40 kg pro 1 m^2 und darüber erreichen können, übersteigen sie bei guter elastischer Fesselung selten 10 kg und beinahe nie 15 kg pro 1 m^2 , wenn man von orkanartigen Böen absieht, die man besser vermeidet.

Die Verteilung der Tragfläche auf mehrere hintereinander gekoppelte Drachen wirkt im selben Sinne wie die elastische Fesselung mildernd auf die Stöße, da die Windwellen bei Annahme einer mittleren fortschreitenden Geschwindigkeit derselben von 60 km pro Stunde und einer Horizontaldistanz der aneinander gekoppelten Drachen von zirka 30 m etwa 2 sec brauchen, um von einem Drachen zum andern zu gelangen.

Infolgedessen sind die normalen, am Kabel zu gewärtigenden Züge etwa $600-800\text{ kg}$, die Stöße, namentlich dann, wenn die Winde aufmerksam bedient wird und ein selbstregistrierendes Dynamometer vorhanden ist, $600-800\text{ kg}$, bei schweren Böen vielleicht $1000-1500\text{ kg}$. Ein flexibles Kabel aus verzinktem Stahldraht von etwa 3000 kg garantierter, 3800 kg rechnermäßiger Zerreißfestigkeit, also 8 mm Durchmesser und 200 kg Gewicht pro km , wie es die Firmen „Felten & Guillaume“, sowie „Siemens & Halske“ erzeugen, genügt diesen Anforderungen vollauf, hat auch eine Telephonader, welche die telephonische Verständigung zwischen dem Beobachter im Drachen und dem Schiffe ermöglicht. Laut Tabelle gewährt dieses Kabel normal eine sechs- bis achtfache und selbst bei Windstößen von Orkanstärke eine reichlich zweifache Sicherheit gegen das Abreißen.

Um den Draht, bezw. das Kabel zu schonen, sollen die Durchmesser der Kabeltrommeln möglichst groß gewählt werden, und empfiehlt es sich, die Erfahrungen, die mit diesem Kabel bei Drachenballons bereits gemacht wurden, zu beachten, sowie eine Druckaufnahmerolle einzuschalten.

Zwischen die Winde und die Leitrolle des Kabels soll ein selbst-registrierendes Dynamometer eingeschaltet sein. Dieses ist ein unentbehrlicher Manövrierverbehelf für den die Drachenwinde bedienenden Mann und muß daher vom Standorte des letzteren gesehen werden können.

Es ist sehr wichtig, die Winde und die Reeleitung, sowie den nach allen Richtungen drehbaren Leitblock, von welchem das Kabel abläuft, derart zu systemisieren, daß ein Unklarwerden des Kabels ausgeschlossen ist, da jede Störung der richtigen Funktion der Winde die Ursache größerer Havarien und Unglücksfälle werden kann.

Die Winde soll ein Einholen, bezw. Auslaufen des Kabels mit einer Geschwindigkeit von $+8$ bis 0 bis -8 m pro Sekunde ermöglichen, d. h. eine möglichst große Veränderlichkeit der Tourenzahl gestatten, um mit ihr sowohl die Windstöße, als ein momentanes Abflauen des Windes paralysieren zu können. Als Richtschnur hierfür dient dem Manne bei der Winde das Spiel des Dynamometers.

Mit $6-8$ m/sec Einholgeschwindigkeit und einer Umfangskraft der Winde von zirka 400 kg könnten die Drachen auch im ungünstigsten Falle, also bei stoppender Maschine und plötzlichem, völligem Abflauen des Windes eingeholt werden, bevor sie zu Boden sinken, bezw. ins Meer fallen.

Mit der Annahme eines normalen Betriebszuges von $300-600$ kg, im Mittel 400 kg und einer Einholgeschwindigkeit von 8 m pro Sekunde ergibt sich, daß die Winde einen Motor von zirka $50-60$ Pferdestärken braucht. Dabei soll aber die Winde auch einen forcierten Zug bis 800 kg vertragen und derart gerechnet werden, daß auch Stöße von 4000 kg sie nicht in ihrem Gefüge erschüttern.

Eine derartige Winde und das empfohlene Stahldrahtkabel von 8 mm Durchmesser und 3000 kg garantierter Zerreißfestigkeit gewähren eine genügende Sicherheit bei allen Windstärken, wenn seitens des Manövrierten grobe Fehler in der Bemessung der totalen Drachentragfläche vermieden werden.

Auch können, wie schon erwähnt, die Drachen, wenn aus Magnalium konstruiert, trotz ihres geringen Gewichtes, mit für jeden Orkan genügender Festigkeit hergestellt werden.

Auch die Stabilität der Drachen ist bis Windstärke 8 ohne weiteres, bei schwerem Sturm nach Anhängung von entsprechenden Schwänzen an die Drachen eine genügende.

Die richtige Dimensionierung der totalen Drachentragfläche je nach Wind und Wetter ist Sache des Manövrierenden und setzt bei ihm fachmännische Erfahrung, sowie Blick für Wind und Wetter voraus; doch ist es auch da möglich, gewisse Anhaltspunkte zu geben.

Um die Windstärke richtig abzuschätzen, verwende man vor jedem größeren Manöver einen Pilotdrachen von etwa 3 m^2 Tragfläche, wie selbe auf meinen Rat von den drahtlosen Telegraphen-Stationen des k. u. k. Eisenbahn- und Telegraphen-Regimentes zum Heben der Antenne benützt werden.

Dieser Drache wird an einem Drahte von etwa 100 kg Zerreißfestigkeit und $400\text{--}500\text{ m}$ Länge hochgelassen und hier der Zug, den er ausübt, durch einige Minuten beobachtet, u. zw. sowohl die Extreme, Maximum und Minimum, als der ungefähre Mittelwert dieses Zuges. Aus dem Mittelwert dieses Zuges ergibt sich dann mit der Proportion

$$F : f = 400 : z$$

bezw.

$$F = \frac{400 f}{z}$$

die zum Heben eines Mannes unter den gegebenen Verhältnissen von Windstärke und Schiffsgeschwindigkeit nötige Tragfläche F in m^2 , wobei aber wiederholt werden muß, daß F nie kleiner als 50 m^2 genommen werden soll.

Die Extreme z min. und z max. lassen dann auch noch auf die bei Verwendung der Tragfläche F zu erwartenden Extremwerte der Kabelspannungen schließen.

$$\frac{F}{f} = \frac{Z \text{ max.}}{z \text{ max.}} = \frac{Z \text{ min.}}{z \text{ min.}},$$

womit sich der Manövrierende ein ungefähres Urteil bilden kann, wie groß einerseits die Sicherheit ist, welche unter den gegebenen Verhältnissen das Kabel von garantiert 3000 kg Zerreißfestigkeit gewährt, und inwieweit es unter Umständen möglich werden kann, durch zeitweise Erhöhung der Schiffsgeschwindigkeit oder rasches Einwinden des Kabels die Drachen beim Abflauen des Windes vor dem Falle zu bewahren.

Hiebei ist es nötig, noch einiges zu bemerken:

Die Proportion $\frac{F}{f} = \frac{400}{zm}$ setzt eigentlich stetigen, von der Wasseroberfläche bis 500 m Höhe und darüber gleichstarken Wind voraus. Dieser ist aber in der Regel nicht vorhanden. Bei manchen Wetterlagen, so bei durchgreifendem Scirocco oder durchziehendem Nordwest, kann man eine solche Stetigkeit der Luftströmung mit einiger Berechtigung annehmen; bei anderen Wetterlagen aber nicht. Hiebei muß man sowohl mit räumlichen als zeitlichen Unstetigkeiten rechnen. Charakteristische Beispiele dieser Art sind:

a) Die stürmische Bora an Stellen der Küste, wo sie lokal verstärkt ist. Diese lokalen Verstärkungen der Bora, z. B. im Quarnero, erklärt man sich teils als Fallwinderscheinungen, teils als stehende Wirbel mit horizontaler Achse, auf welcher letztere z. B. die Wulstwolken über dem Velebit-Gebirge hindeuten.

Welche Auffassung diesbezüglich auch die richtige sei, sicher ist, daß diese lokalen Verstärkungen des Windes nicht hoch hinauf reichen können und schon in mäßigen Höhen verschwinden dürften, so daß man annehmen kann, daß von einer gewissen, derzeit unbekannten Höhe an die Windgeschwindigkeit über Istrien, wo die Windstärke dem allgemeinen Gradienten entspricht, und über dem Quarnero, wo der Wind eine bedeutende lokale Verstärkung erfährt, genau die gleiche sein wird.

Anderseits müssen aber auch alle lokalen Erscheinungen, die auf den Windschatten zurückzuführen sind, mit der Höhe verschwinden.

b) Vor dem Einsetzen von schlechtem Wetter hat man oft unten Windstille oder unregelmäßige spielende Briesen, während man in der Höhe einen ausgesprochenen Wolkenzug von bestimmter Richtung und meist ganz beträchtlicher, oft sogar sehr großer Geschwindigkeit beobachtet.

Die neuesten Forschungen lehren, was schon früher vielfach vermutet wurde, daß zwischen der nahezu unbewegten Luft unten und der bewegten Luft oben kein langsamer Übergang, sondern eine höchstens wenige Meter mächtige Übergangszone oder eine nahezu scharf bestimmte Grenzfläche besteht, die häufig, aber durchaus nicht immer, durch Wolkenbildung, Böenwolken, Schäfchen, Stratus etc. gekennzeichnet ist.

c) Eine dritte Form der Unstetigkeit ist das Böenwetter, das oft dem Scirocco vorangeht und ihn nach vorhergegangenem stabilem, schönem Sommerwetter einleitet. Zahlreiche kleine Regen- oder Windböen, dazwischen wenig oder kein Wind.

d) Eine vierte Form ist die schwere Gewitter- oder Westböe im Trog- oder an der Rückseite einer abziehenden Depression. Vorher nahezu Windstille, dann eine über unsere Köpfe hinwegziehende Gewitter- oder Böenwolke, mit stürmischem Wind, der die Stärke 8—9 und darüber erreicht, nach Prof. Köppen wahrscheinlich ein über uns wegziehender Wirbel mit horizontaler Achse.

In allen diesen Fällen ist die größte Vorsicht geboten, und ist es die Hauptaufgabe des Manövrierenden, auf diese Umstände zu achten.

Im Falle a), bei lokal verstärkter Bora, sowie überhaupt bei aufklärendem Wetter, hat man unten so starken Wind, daß man mit nur wenig Tragfläche arbeiten kann, während mit der Höhe die Windstärke nachläßt. Allerdings ist 500 m eine viel zu geringe Höhe, als daß diese

Erscheinung für das Heben von Menschen große Bedeutung gewinnen könnte, und dürfte die normierte Minimaltragfläche von 50 m^2 auch bei etwas schwächerem Winde in der Höhe vollauf ausreichen.

Viel schwieriger ist schon Fall b), nämlich unten nahezu Windstille, oben starker Wind. Der Manövrierende ist gezwungen, mit viel Fläche zu arbeiten, um überhaupt hoch zu kommen, und oben angekommen, wird er die Geister, die er gerufen, nicht mehr los. Dagegen helfen aber im Notfalle, wenn es nicht genügt, bloß durch Forcieren der Schiffsgeschwindigkeit die relativ windstille Zone zu durchsetzen, die Abreißstücke der Hilfs- und Vorspanndrachen, d. h. absichtlich in deren Anbindung eingefügte schwache Stellen, die bewirken, daß das Zuviel an Tragfläche abreißt und sich langsam aufs Wasser setzt, lange bevor das Hauptkabel gefährdet wird.

Allerdings hat man dann viel Arbeit mit dem Bergen der abgerissenen und in mehr oder minder großer Entfernung in Lee am Wasser treibenden Hilfsdrachen.

Glücklicherweise ist auch hier die Grenze zwischen der unteren Windstille und der oberen Windzone beinahe immer weit höher als 500 m , so daß auch dieser Fall für das Heben von Menschen keine allzu große Bedeutung haben dürfte.

Sehr unangenehm ist weiter Fall c) das Böenwetter. Man muß mit viel Fläche arbeiten, und weiß nie, ob die Böen, die am Himmel stehen, nur Regen oder auch Wind bringen. Da heißt es eben rasch sein. In wenig Zeit hinauf und gleich wieder herab, in einer halben, höchstens einer Stunde, kann man das Manöver beendet haben. Im äußersten Falle reißen einige Abreißstellen und fliegen einzelne Hilfsdrachen ab, die dann geborgen werden müssen. Dem Hauptdrachen mit seinem Insassen braucht nichts zu geschehen.

Ad d). Ein schweres Gewitter, das im Anzuge ist, oder eine ausgesprochene Sturmböe wird jeder Seemann schon wegen der Blitzgefahr passieren lassen, bevor er die Drachen steigen läßt.

Für das Photographieren vom Drachen aus gilt ungefähr dasselbe, wie für das Heben von Menschen mit Drachen. Nur bewegt sich alles in viel bescheidenen Verhältnissen.

Auch muß man mehr auf die Windverhältnisse in der Höhe achten, weil man in größere Höhen, $1000\text{--}2000\text{ m}$, hinaufstrebt. Während aber der Beobachter im Drachen wegen der Schwankungen desselben sein Fernrohr nur mit der größten Schwierigkeit handhaben kann, ist der photographische Apparat von diesen Schwankungen unabhängig. Auch ein eventuell mistiger Horizont berührt den photographischen Apparat, der aus $1000\text{--}2000\text{ m}$ herabsieht, weniger als den Beobachter aus 300 bis 600 m , einfach deshalb, weil die Sehstrahlen die störenden Dunst-

schichten unter viel günstigeren Winkeln durchsetzen. Allerdings müssen die Photogramme erst entwickelt werden und geben alles in einem winzigen Maßstabe. Vielleicht ist es aber doch leichter, an Bord in aller Ruhe die Lupe als im schwankenden Drachen das Fernrohr zu gebrauchen; ungerechnet den Umstand, daß man mit viel bescheideneren Mitteln auskommt, den ganzen Horizont bei Anwendung eines entsprechenden Panoramen-Apparates auf einmal überblickt und weniger Täuschungen ausgesetzt ist.

Zum Heben eines photographischen Apparates bis auf 2000 *m* genügt endlich das kleinste Torpedoboot, zum Heben eines Mannes ist schon ein größeres Schiff nötig.

B. Meteorologische Hochaufstiege.

Bei meteorologischen Hochaufstiegen liegt die Sache etwas anders. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft strebt man Höhen von 4000—5000 *m* zu erreichen; erstens weil die synoptische Höhenkarte für 5000 *m* gezeichnet wird und anderseits, weil die Erfahrung nach Geheimrat v. Aßmann gezeigt hat, daß die für unser Wetter entscheidenden Vorgänge sich größtenteils zwischen 2000 und 3000 *m* Höhe abspielen. Eine wesentliche Förderung des Prognosendienstes durch die Höhenforschung ist also eigentlich nur dann zu erwarten, wenn man tunlichst oft diese großen Höhen erreicht. Die Erreichung dieser Höhen (4800 *m* ist die Höhe des Montblanc) ist am Lande sehr schwer und gelingt nur in Ausnahmefällen. Zur See, mit einem Dampfer von 15 bis 18 Knoten Fahrt, bietet sie aber relativ geringe Schwierigkeiten.

Man braucht dazu ein Torpedoboot, das mindestens 15 Seemeilen läuft, einen Elektromotor von zirka 6—8 Pferdekraften zur Bedienung der Kabelwinde, eine Kabelwinde mit Druckaufnahmsrolle und Dynamometer und etwa 8000 *m* Draht. Die totale Drachentragfläche, mit der man zu arbeiten hat, dürfte ungefähr zwischen 50 *m*² bei schwachen Winden und 15 *m*² bei Sturm sich bewegen. Die Züge, mit denen man zu rechnen hat, dürften 200—300 *kg* erreichen. Die erforderliche Arbeitszeit wird stets auf ungefähr einen halben Tag einzuschätzen sein.

Am empfehlenswertesten wird es sein, die Einrichtung von Teisserenc de Bort nachzuahmen, welche das Hauptkabel aus Einzeldrahtstücken von je 500 *m* Länge zusammensetzt, deren Zerreißfestigkeit nach unten zu fortwährend wächst.

Z. B. wird es sich empfehlen:

a) Bei Windstille oder sehr schwachem Wind, wo hauptsächlich die eigene Fahrt etwa 8—10 *m* pro Sekunde relative Windgeschwindigkeit schafft, die einem Winddruck von 3—4 *kg* pro *m*² entspricht, zu oberst einen Drachen von 3 *m*² als Vorspann an einen etwa 300 *m* langen Draht

von 50 kg Zerreißfestigkeit, darunter den Drachen, der das Instrument zu tragen hat, von etwa 5 m² Tragfläche, die beiden hintereinander an einem Draht von 800 m Länge und 160 kg Zerreißfestigkeit zu fesseln.

Dann folgt ein Draht von 500 m Länge und 200 kg Zerreißfestigkeit; an der Stelle, wo die Augen der beiden Drähte zusammenstoßen, seitlich zum Heben der Kettenwinde angeschaltet, ein Drache von 3 m² Tragfläche. Die weiteren Drahtstücke, je 500 m lang und um je 40 kg stärker als ihre Vorgänger. An den Stellen, wo sie zusammengefügt sind, stets seitlich Drachen von 3 m², später, wenn die Drähte schwerer werden, Drachen von 5 m² angeschaltet.

Das gäbe in der Theorie folgende Reihe:

	Vorspann 3 m ²	
	300 m Draht 50 kg Zerreißfestigkeit	
	Apparatdrache 5 m ²	
3 m ² Drache	Hauptdraht 800 m 160 kg Zerreißfestigkeit	
3 m ² Drache	Draht 500 m 200 kg Zerreißfestigkeit	
3 m ² Drache	Draht 500 n 240 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 280 n	n
5 m ² Drache	Draht 500 n 320 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 360 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 400 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 440 n	n
5 m ² Drache	Draht 500 n 480 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 520 n	n
3 m ² Drache	Draht 500 n 560 n	n
5 m ² Drache	Draht 500 n 600 n	n
	Draht 500 n 640 n	n
Summe 50 m ² Tragfläche	7300 m Draht.	

In der Regel aber, wenn man auf die Unterstützung des Windes rechnen kann, oder, wenn zwar schichtenweise Windstille herrscht, aber auch Schichten mit Wind zu erwarten sind, was die nahezu ausnahmslose Regel bildet, hätte man mit 50 m² Drachenfläche viel zu viel.

Hier im vorhinein eine Regel aufstellen zu wollen, wäre verfehlt, weil man über die Windverhältnisse der oberen Atmosphären-Schichten so gut wie nichts weiß. Man wird also rein empirisch vorgehen und durch sukzessives Zuschalten von Hlfsdrachen nach Maßgabe des Dynamometers den Zug am Hauptdraht annähernd auf je $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ der Bruchfestigkeit desjenigen Drahtstückes halten, das gerade ausläuft.

Frischt der Wind und nimmt der Zug bedenklich zu, so wird man mit dem Winde laufen, flaut der Wind ab und nimmt der Auslaufwinkel des Drahtes stark ab, so wird man gegen den Wind aufdampfen.

Bei starker Bora wird das Torpedoboot gut tun, den Aufstieg in Deckung von Salvore oder Pirano zu bewerkstelligen, beim Einwinden des Drahtes aber längs der istrischen Küste mit voller Kraft nach Süden zu laufen.

Bei schwerem Scirocco analog das Umgekehrte. Der Aufstieg in der Nähe von Pola, das Einwinden des Drahtes längs der Küste nordwärts laufend.

In der Praxis dürfte es sich auch für militärische Zwecke empfehlen, längere Versuchsreihen, am besten anfangs mit kleineren, aus Holz gebauten Drachen und von Torpedobooten aus vorangehen zu lassen, bevor man Menschen hebt. Hierbei ergibt sich die Gelegenheit, die militärischen Interessen in idealster Weise mit den Interessen der Wissenschaft zu verbinden.

Die Fortschritte in der Entwicklung des Schiffspanzers und der Marine-Artillerie im Jahre 1902.

(Auszugsweise übersetzt aus dem „*Naval Annual*“ 1903.)

I. Panzer.

Im Vorjahre wurde an dieser Stelle des Umstandes erwähnt, daß auf den Werften von nur fünf Nationen mehr als hundert Panzerschiffe im Bau stehen. Die Zahl der im Jahre 1902 vollendeten Schiffe war viel größer als jene der auf Stapel gelegten, da man zur Einsicht gekommen ist, daß der Bau, die Armierung und Ausrüstung von so vielen Schiffen nur schwer bewältigt werden kann, weshalb das Streben der verschiedenen Werften, Panzer- und Geschütz-Fabrikanten dahin gerichtet ist, den erhaltenen Aufträgen nachzukommen, anstatt neue Arbeiten aufzunehmen.

Obgleich sich im Jahre 1903 eine geringere Anzahl von Schiffen in Bau befand, sind die Panzerplatten-Fabriken doch mit Aufträgen für die in Bau begriffenen Schiffe überhäuft, was seinen Grund darin findet, daß die Panzerlieferungen erst nach Verlauf einer bestimmten Zeit nach der Stapellegung eines Schiffes zu erfolgen haben; weiters ist das Gewicht der Panzerung der Schiffe aller Klassen, welche auf Stapel gelegt werden, von Jahr zu Jahr im Zunehmen begriffen. Das Gewicht des Panzers eines modernen Kreuzers 1. Kl. ist größer als jenes eines Schlachtschiffes, das vor 10 Jahren erbaut wurde, andererseits hat das Gewicht der Panzerung des modernen Schlachtschiffes in der gleichen Zeit um 40% zugenommen. Ein größeres Panzergewicht bedingt eine Steigerung