

eingebettet, weist es in den betreffenden Grenzbezirken fast alle Eigentümlichkeiten dieser vier hauptsächlich europäischen Charakterklimate auf, — im größten Teile des Gebietes der Gesamtmonarchie aber alle Übergänge dazwischen. Es würde deshalb hier Gelegenheit geboten sein für eine Vielseitigkeit der Forschungsprobleme, wie sie in den west-, nord- und südeuropäischen Ländern nicht gegeben ist, die fast durchweg einheitlichen klimatischen Bezirken angehören.

Andererseits ist es die ungemein abwechslungsreiche Bodengestaltung Österreichs, welche vielerlei Untersuchungen ermöglichen würde, für die z. B. im Deutschen Reiche kaum Raum ist. So könnte eine österreichische aerologische Zentralanstalt, mit Hilfe weniger Filialstationen, um nur einiges ganz beispielweise anzuführen, besonders interessante Studien anstellen: über die atmosphärischen Vorgänge, welche sich abspielen in Verbindung mit den Erscheinungen der Bora und des Föhns, mit der Wanderung der so merkwürdigen und gerade für Österreich-Ungarn und das östliche Deutschland so bedeutungsvollen Depressionen der „Zugstraße Vb“ (der großen Regenminima der Karpathenländer, aber auch von fast ganz Osteuropa), des weiteren über die vertikale Temperaturverteilung im Gebirge und in der freien Atmosphäre, bzw. die eigentümlichen Unterschiede zwischen beiden, über diejenigen aerologischen Zustände, welche die Übergänge bedingen von den Sommerregen Mitteleuropas zu den Herbst- und Winterniederschlägen des Südens u. a. m.

Besonders wichtig wird hier aber ein stärkeres Eingreifen Österreichs in die wissenschaftliche Gesamttätigkeit, da es wohl auf lange Zeiten nach Südosten hin den Abschluß des Kulturgebietes bilden dürfte, auf welchem zuverlässige und dauernde Arbeit geleistet wird. Wie in so vielen anderen Fragen der Zivilisation, muß auch in der Aerologie Österreich durch doppelten Fleiß, durch volle Ausnützung seiner glücklichen geographischen Lage und der Begabung sowie Tüchtigkeit seiner Bewohner dasjenige nachholen, bzw. mitleisten, was die Völker der Balkanhalbinsel zu schaffen versäumen.



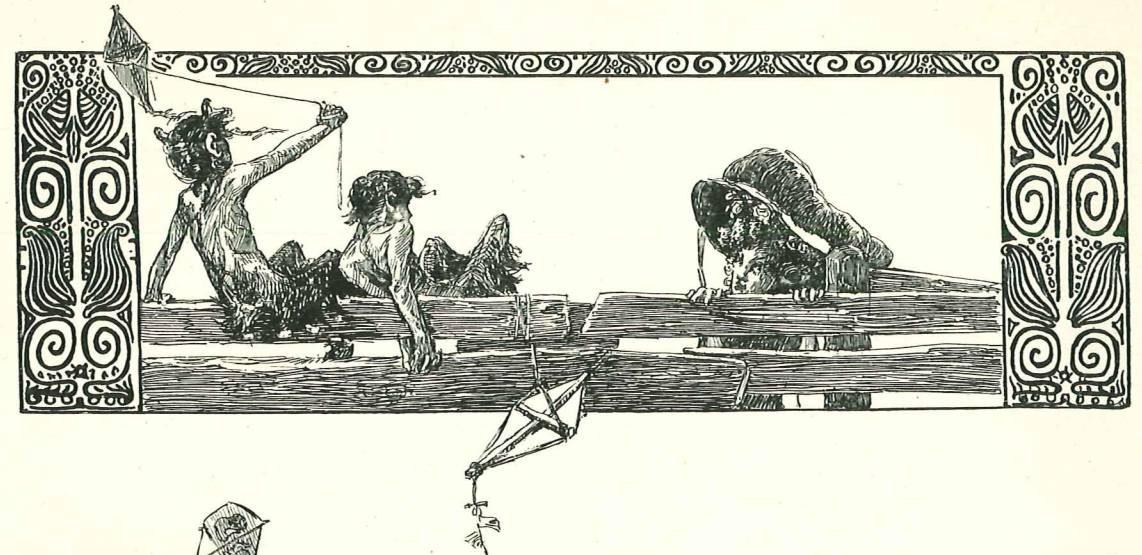
ERHALTUNG DER STABILITÄT,  
WICHTIGSTE FORMEN U. VER-  
WENDUNGSARTEN D. DRACHEN.

FLUGTECHNIK IM DIENSTE  
DES VERMESSUNGSWESENS

VON

HAUPTM. THEODOR SCHEIMPFLUG





### Geschichtliches.

Die älteste Stabilitätstheorie der Drachen stammt aus dem Jahre 1756 und wurde von I. A. Euler, einem Sohne des berühmten Mathematikers Leonhard Euler, in der Berliner Akademie der Wissenschaften publiziert.

Nahezu gleichzeitig mit dieser Abhandlung erschien auch im Volumen I der „Introductio ad Philosophiam Naturalem“ von Peter van Musschenbroek, Leyden 1762, eine Stabilitätstheorie der Drachen.

Es war kein Zufall, daß diese Studien gerade in dieser Zeit publiziert wurden, denn es war im Jahre 1752, also nur wenige Jahre vorher, daß Dr. Benjamin Franklin in Philadelphia sein berühmtes Drachenexperiment machte, indem er mit Drachen aus einer Gewitterwolke Funken zog und damit ihre elektrische Natur nachwies. Dieses Experiment war bekanntlich der Ausgangspunkt der Erfindung des Blitzableiters.

Jedenfalls hatten die Versuche Franklins großes Interesse erregt und befaßte sich an vielen Orten die gelehrte Welt dieser Zeit mit Versuchen, um die elektrische Natur des Gewitters und überhaupt die elektrischen Zustände der Atmosphäre zu erforschen. Die Luftelektrizität war damals sozusagen in der Mode, und Drachen galten als eines der besten Hilfsmittel, die elektrischen Vorgänge der Atmosphäre zu studieren. Daher auch das Interesse für Drachen, die ja doch sonst nur ein ganz wenig beachtetes Kinderspielzeug waren; und die Versuche, sich mit ihnen theoretisch zu befassen.

Später erlahmte das Interesse wieder durch lange Zeit.

Erst um die Jahre 1885—90 herum war in der Meteorologie das Bedürfnis, sich von der Erdoberfläche loszulösen und die Atmosphäre räumlich zu durchforschen, ein so dringendes geworden, daß man alle Mittel dazu heranzog, die nur irgendwie dazu geeignet schienen.



In Frankreich arbeitete der berühmte französische Meteorologe Teisserenc de Bort in Trappes bei Paris mit kleinen Luftballons zu diesem Zweck, indem er sich dabei die hoch entwickelte Ballontechnik der Franzosen zunutze machte, und in Amerika, am Blue Hill Observatorium, wo offenbar günstige Windverhältnisse vorherrschen, interessierte sich der Leiter dieses Observatoriums, Mr. Rotch, für die Verwendung von Drachen für aerologische Forschungen.

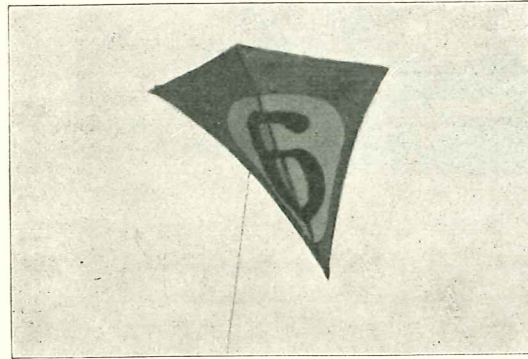


Fig. 310. Der Eddy- oder Malay-Drache.

Ursprünglich arbeitete man in Amerika mit allen möglichen Drachen, am meisten mit einflächigen, sechseckigen Drachen, die durch einen Schwanz stabil erhalten werden mußten. Später wurde mit sogenannten Eddydrachen gearbeitet, welche Mr. William A. Eddy von New-York dem malayischen Drachen nachgebildet hatte. Das war ein ganz bedeutender Fortschritt, denn solche Malaydrachen, oder Eddydrachen, was im Grund dasselbe ist, brauchen bei mäßigen Windstärken keinen Schwanz, um stabil zu fliegen und erreichen ganz bedeutende Steigwinkel.

Leider haben diese Eddydrachen den Nachteil, daß sie bei starkem Wind versagen, weil sie sich deformieren. Für stärkere Winde fehlte also noch der richtige

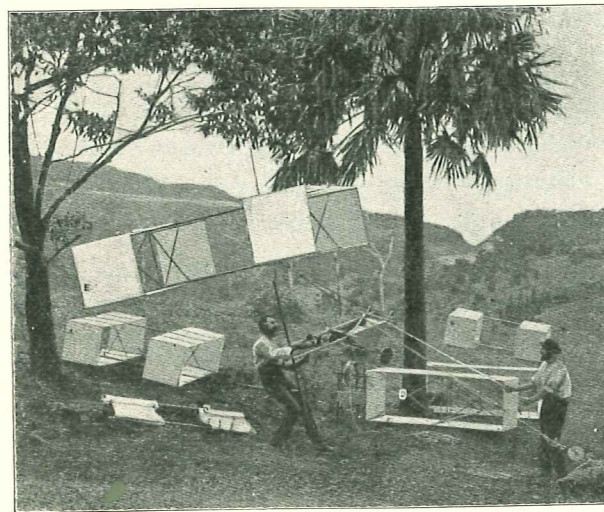


Fig. 311. Mr. Lawrence Hargrave mit Drachenversuchen beschäftigt.

Drache, und es war daher für eine Neuerung, die aus Australien kam, der Boden richtig vorbereitet. In Sidney hatte ein dortiger Ingenieur, Mr. Lawrence Hargrave, sich schon seit etwa den Sechzigerjahren mit planmäßigen flugtechnischen Versuchen befaßt und war bei diesen Versuchen und bei der Konstruktion seiner Flugmodelle mit der Zeit zur Konstruktion von Zweizellen- oder Kasten- drachen gekommen.

Selbe verkörperten drei Gedanken, nämlich: erstens, durch Übereinander-Reihung horizontaler Tragflächen die Tragfähigkeit der Drachen zu erhöhen,

zweitens, durch Anordnung von zwei Tragsystemen in einem bestimmten Abstand hintereinander ihre Stabilität zu erhöhen und endlich drittens, das ganze System noch durch vertikale oder neutrale Steuerflächen zu ergänzen, die sich als sehr vorteilhaft erwiesen, um die Drachen stets in der Windrichtung zu erhalten. Die beigegebenen Fig. 312 bis 315 zeigen die ersten Formen, mit denen Hargrave seine Versuche begann.

Im Jahre 1893 tagte in Chicago ein aeronautischer Kongreß, auf dem Mr. Lawrence Hargrave über seine Versuche und seine Zweizellendrachen berichtete. Später, im April 1895 erschien auch noch im „American Engineer“ ein ausführliches Referat über Mr. Hargraves Versuche. Von da an datiert der Siegeslauf des Hargravedrachen um die Welt. Dieses Datum ist auch für die Aviatiker von Interesse, da ja bekanntlich auch die ersten brauchbaren Flugmaschinen (Wright-Apparate) nichts anderes als große Kasten-Drachen waren.

Auf Blue-Hill interessierte man sich selbstverständlich lebhaft für die Sache und begann sofort mit den neuen Drachen Versuche anzustellen. Mr. Fergusson und Mr. Helm-Clayton, die die Versuche mit den Hargrave-Drachen leiteten, fanden dabei sehr bald heraus, was den Hargravedrachen noch fehlte, nämlich die Starrheit und Widerstandsfähigkeit bei starken Winden.

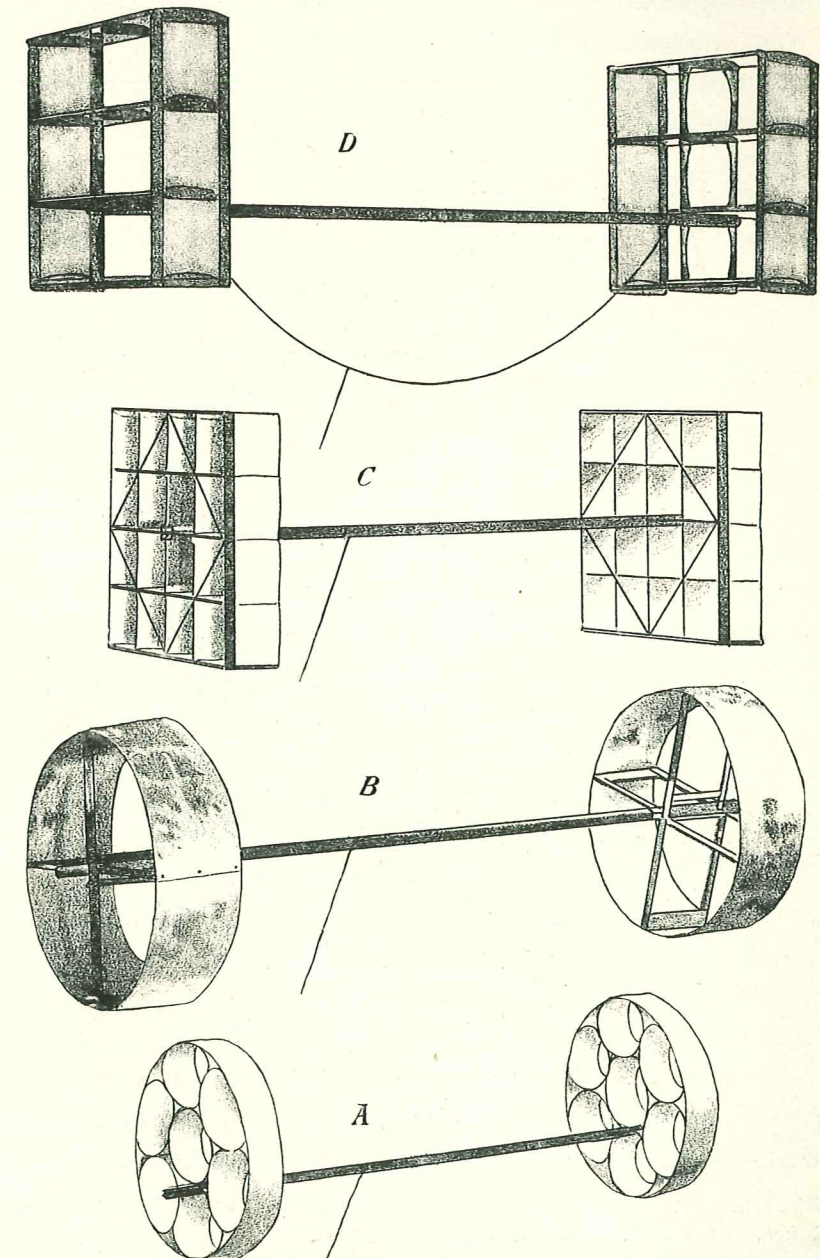


Fig. 312 bis 315. Die ersten Versuchsformen Hargraves.



In den Händen der Amerikaner veränderten sich die ursprünglichen Formen des Hargravedrachens mehr und mehr, jedoch nicht im allgemeinen Aufbau, sondern nur in ihren konstruktiven Details. Man trachtete jeder Deformation des Drachens durch starken Wind vorzubeugen. Der Drache wurde bei möglichst geringem Stirnwiderstand und möglichst geringem Gewicht möglichst starr und unveränderlich. Er erhielt vor allem durchlaufende Längsstangen. Fig. 316 bis 317.

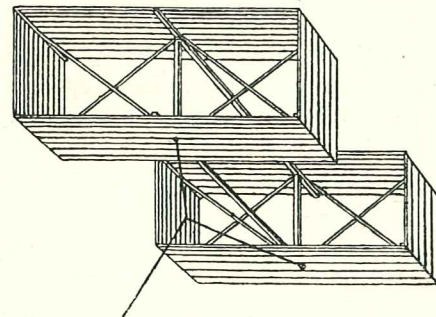


Fig. 316. Hargrave-Drache, wie ihn die Amerikaner 1895 übernahmen.

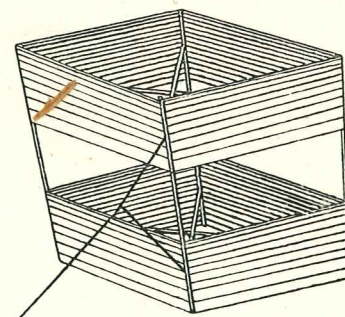


Fig. 317. Potter- oder Diamond-Cell-Drache.

Dazu erfand Mr. Helm-Clayton den sogenannten elastischen Zügel, der es dem Drachen ermöglicht, seinen Neigungswinkel der Windstärke anzupassen und infolge dessen viel ruhiger zu arbeiten und einen größeren Nutzeffekt bei geringerer Beanspruchung des Kabels zu erreichen.

Auch mit gekrümmten Tragflächen wurde vielfach experimentiert, und das ganze Instrumentarium und die Technik der Arbeit mit Drachen auf das Meisterhafteste durchgebildet.

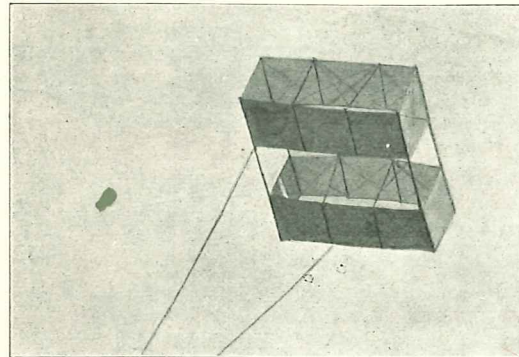


Fig. 318. Spätere Form des Hargrave-Drachens im Fluge, mit durchlaufenden Längsstangen außen.

Interessenten finden darüber reichliche Auskunft in der „Monthly Weather-Review“ und in den „Blue Hill Meteorolog. Observations“ der 90er Jahre.

Prof. C. F. Marvin, U. S. Weather Bureau befaßte sich speziell mit der theoretischen Seite der Frage, arbeitete eine vollständige Stabilitätstheorie der Drachen aus und holte sich damit den sogenannten Chanute-Preis der Boston Aeronautical Society.

Auch seine Arbeiten sind in den vorerwähnten Zeitschriften vollinhaltlich abgedruckt, insbesondere verweise ich Interessenten auf seine preisgekrönte Schrift: „The Mechanics and Equilibrium of kites“.

Später, nachdem die Drachen auch von Teisserenc de Bort in Trappes bei Paris und von den deutschen Forschern in Straßburg, Berlin, Hamburg etc. für aerologische

Forschungen eingeführt worden waren, interessierte sich auch noch Admiralitätsrat Prof. Dr. W. Köppen ganz besonders für die Stabilitätsbedingungen des Drachenfluges. Seine Erfahrungen finden sich in dem Bericht über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen, Hamburg 1902, aufgezeichnet, auf den ich hiemit hinweise.

In Österreich konstruierte der technische Offizial des k. k. Militär-Geographischen Instituts, Hugo Nickel, im engen Anschluß an die Kreßschen Flugmodelle eine sehr gelungene Drachentype, die unter dem Namen Nikeldrache allgemein bekannt geworden ist.

Verfasser machte in den Jahren 1900—1903 zuerst mit Nikeldrachen, späterhin mit Hargrave- und Marvindrachen eingehende Versuche in der Absicht, die Drachentechnik dem Vermessungswesen dienstbar zu machen.

Für den vorliegenden Zweck, wo ja nur ein allgemeiner Überblick über die einschlägigen Verhältnisse gegeben werden soll, kann aber von all dieser reichen Literatur nur das Wichtigste gebracht werden und wird Verfasser versuchen, das mit vielfacher Einflechtung persönlicher Erfahrungen, die er sich bei seinen dreijährigen eigenen Drachenexperimenten erworben hat, zu tun.

### Stabilitätstheorie der Drachen im allgemeinen.

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.

Bei schlecht gebauten Drachen mit viel Stirnwiderstand und viel Wirbelwiderstand ist der Winkel, den der Winddruck mit den Tragflächen einschließt, zwar unter Umständen bedeutend kleiner als 90 Grad, namentlich, wenn man mit einem Schwanz arbeitet. Je vollkommener man aber die Drachen baut, d. h., je mehr man alle schädlichen Widerstände vermeidet, desto mehr nähert sich der Winkel, den der Winddruck mit den Tragflächen einschließt, einem Rechten. Ja, bei Verwendung gewölbter Tragflächen scheint es vorzukommen, daß infolge noch nicht vollständig aufgeklärter, horizontaler Luftwirbelungen in der Wölbung der Tragflächen, von welchen man glaubt, daß sie vorwärtstreibend wirken, der Winkel zwischen dem Winddruck und der mittleren Richtung (Sehne der Krümmung) der gekrümmten Tragflächen sogar ein stumpfer werden kann. Wie weit das gehen

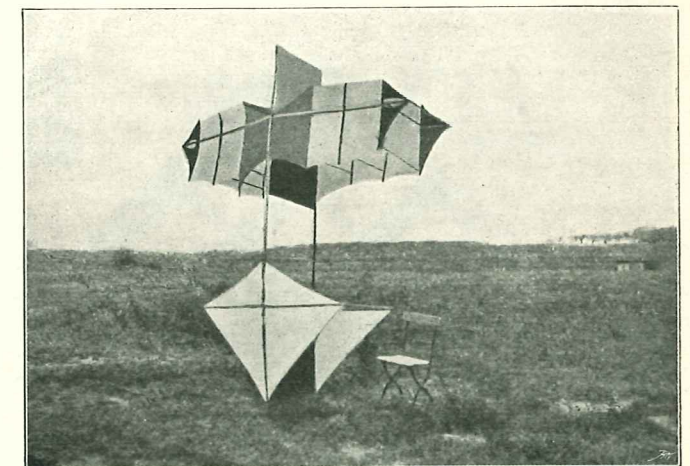


Fig. 319. Der Lamson-Drache.

Hat gekrümmte Tragflächen und vertikale Stabilisierungsflächen, sowie elastische Flügelspitzen vorne, achter aber nur Steuerflächen; gilt den Amerikanern als die vollendetste Type, ist aber leider etwas kompliziert.



kann, darüber fehlt allerdings noch jede Erfahrung. Jedoch ist z. B. Hargrave der Ansicht, daß der Segelflug der großen Sturmvögel (Albatrosse) der südlichen Hemisphäre auf dieser Erscheinung beruht. (Siehe Figur auf Seite 160.)

Er hat mit Erfolg versucht, den Flug dieser Vögel bei böigem Wetter mit Modellen, die gekrümmte Tragflächen besitzen, zu demonstrieren und soll es ihm tatsächlich gelungen sein, daß diese Modelle sich unter dem Einfluß der von ihm vermuteten Luftwirbelungen

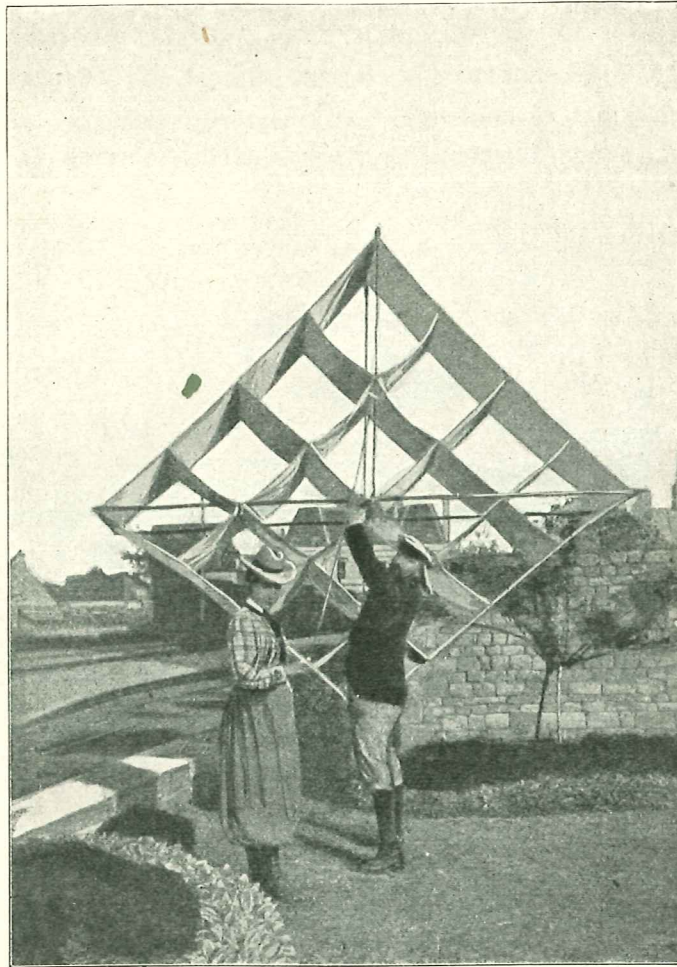


Fig. 320. Der Drache des französischen Ingenieurs J. Lecornu.

wenige Grade nach rückwärts geneigt, die Tragflächen trifft und ist mit dieser Neigung der Stirnwiderstand schon berücksichtigt.

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

- a) die drei Kräfte müssen in einer Ebene liegen;
- b) die drei Kräfterichtungen müssen sich in einem Punkte schneiden;

gegen den Wind nach vorwärts bewegt haben. Siehe: Journal of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXXI 1897. „The Possibility of Soaring in Horizontal Wind“ By Lawrence Hargrave. Auch Drachen mit gewölbten Tragflächen (Nickel-drachen) zeigen nach den Erfahrungen des Verfassers manchmal diese Erscheinung. Sie gehen bei Böenwetter ihrer Leine durch und schießen über den Kopf hinweg gegen den Wind. Sie benehmen sich dabei wie Freiflieger und lassen ihre Leine Leine sein. Allerdings, wenn dann der Wind abflaut, werden sie weit zurückgetrieben, bis die Leine wieder gespannt ist und sie wieder auf ihre alte Höhe steigen können.

Solche Erscheinungen kommen aber selten vor. Im allgemeinen kann man annehmen, daß der Winddruck nahezu senkrecht, d. h. nur um



Fig. 321. Gekielter Nickeldrache.

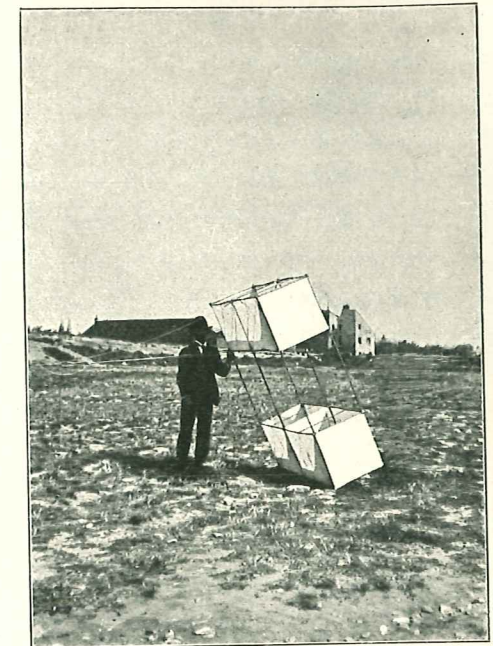


Fig. 322. Hargrave-Drache wie er jetzt gebaut wird.

c) die drei Kräfte müssen nach Richtung und Größe in einem solchen Verhältnisse zu einander stehen, daß sie sich zu einem Krätedreieck 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. die Schwerkraft, der Seilzug und der Winddruck, nicht in einer Ebene liegen. Nur scheinbare Ausnahmefälle sind die Fälle unsymmetrischer Belastung, Anbindung und Bauart.

Aber selbst, wenn der Drache genau in der Windrichtung fliegt und wenn er streng horizontal fliegt, d. h. auf geradem Kiel liegt, ist er nur dann im Gleichgewichte, wenn die drei jetzt in einer Ebene liegenden Kräfte sich auch in einem Punkte schneiden und wenn die drei Kräfte in einem solchen Verhältnisse zu einander stehen, daß sich mit ihnen ein geschlossenes Dreieck, das Krätedreieck, bilden läßt. Insoweit aber der Drache nicht im Gleichgewicht ist, lassen sich alle auf ihn wirkenden

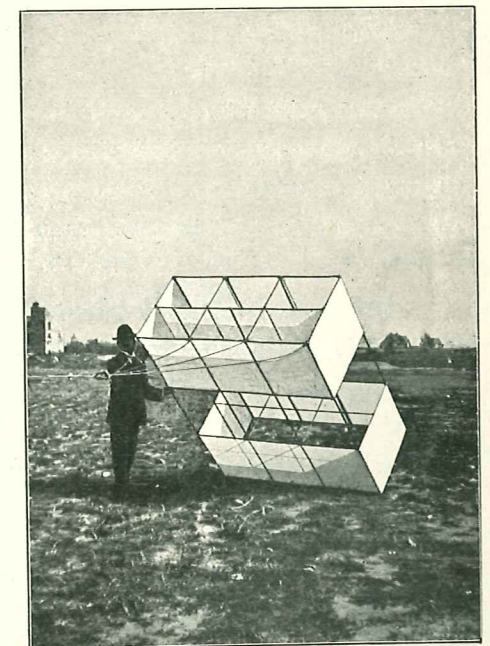


Fig. 323. Marvin-Drache.



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 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 Vector bestimmt ist, Fig. 324, u. zw. so lange, als eine Komponente senkrecht auf die Leine überhaupt vorhanden ist. Ist die Komponente senkrecht zur Leine verschwunden, so hört die seitliche Bewegung des Drachens auf und er steht bei gespannter Leine ruhig in der Luft, man sagt dann, er ist im lateralen Gleichgewicht. Fig. 325.

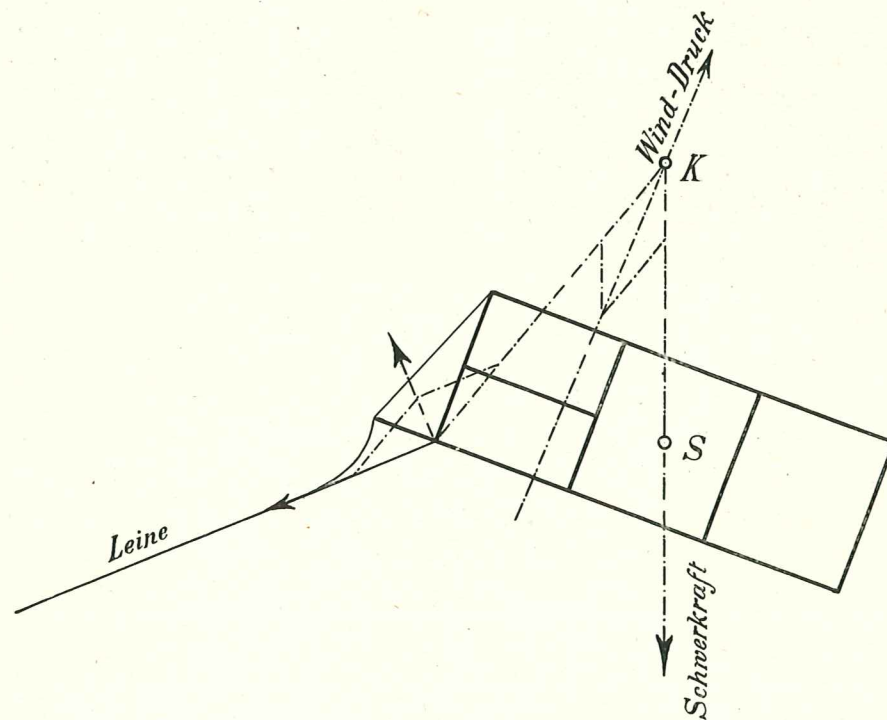


Fig. 324. Drache im Steigen längs gespannter Leine.

Hört aber in Ausnahmefällen die Leine auf, gespannt zu sein, und zwar entweder bei dem früher geschilderten, rätselhaften Überschießen der Drachen, oder wenn der Drache „eine Eule fängt“, d. h. Wind von oben bekommt, oder, wenn die Leine reißt, so wird der gut gebaute Drache zum Freiflieger. Hat er beim „Eulefangen“ sein Gleichgewicht momentan verloren, so findet er es entweder in der kürzesten Zeit wieder oder er stürzt ab. War die Leine bloß schlaff geworden, so wird der Drache so weit vom Winde zurückgetrieben, bis die Leine in Spannung kommt und dann beginnt wieder das alte Spiel. War aber die Leine abgerissen, so wird er langsam vom Winde fortgetragen und sinkt dabei sukzessive in stabilem Fluge, bis er ganz sanft auf den Boden gleitet.

Soweit die Wirkungen der resultierenden Einzelkraft.

Das Kräftepaar dagegen, das auf den nicht im Gleichgewicht befindlichen Drachen wirkt, wird den Drachen drehen und sich dabei unter der Rückwirkung dieser Drehungen stetig verändern. Hat das Kräftepaar vermöge der Bauart des Drachens die Tendenz, sich automatisch auf Null zu reduzieren, so ist der Drache in bezug auf Drehungen stabil; sonst nicht. Wenn das Kräftepaar sich erhält oder eventuell gar an Größe zunimmt, so wird er heftige Bewegungen machen, d. h. „tauchen“, „Purzelbäume schlagen“, „kreisen“ und „spinnen“.

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, wogegen eine Kraft übrig bleiben muß, die das Seil in Spannung erhält.

Um die Stabilitätsbedingungen der Drachen weiter besprechen zu können, denke man sich durch den Anbindepunkt des Drachens ein rechtwinkeliges, dreiaxsiges Koordinatensystem derart gelegt, daß die z-Achse vertikal, die y-Achse horizontal und in der Windrichtung, die x-Achse horizontal und senkrecht auf die Windrichtung steht. Die z-Achse heiße auch Vertikalachse, die y-Achse auch Längsachse, die x-Achse auch Querachse, und werden weiterhin auch die Stabilitätsmomente bezüglich dieser drei Achsen getrennt behandelt. Fig. 326.

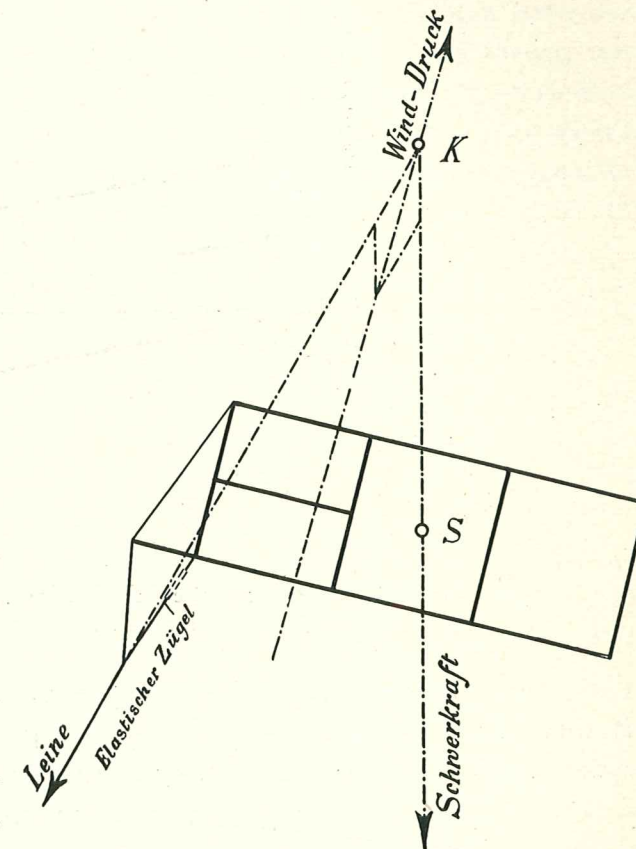


Fig. 325. Drache steht ruhig in der Luft im lateralen Gleichgewicht.

#### A. Stabilität bezüglich der Längsachse.

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

Nur ist es klar, daß bei Drachen, so wie bei Flugapparaten überhaupt, die Stabilität der Form für den Gesamteffekt viel maßgebender ist, als die Stabilität der Gewichte, da ja Flugapparate nicht schwer sein dürfen und den vorhandenen Gewichten keine großen Hebelsarme gelassen werden dürfen, wenn heftige Bewegungen vermieden werden sollen.



Gilt es schon beim Schiffbau für richtiger und zweckentsprechender, die Stabilität durch die Schiffsform und nicht durch die Ballastverteilung zu erreichen, so wird das für Flugapparate geradezu zur Lebensfrage.

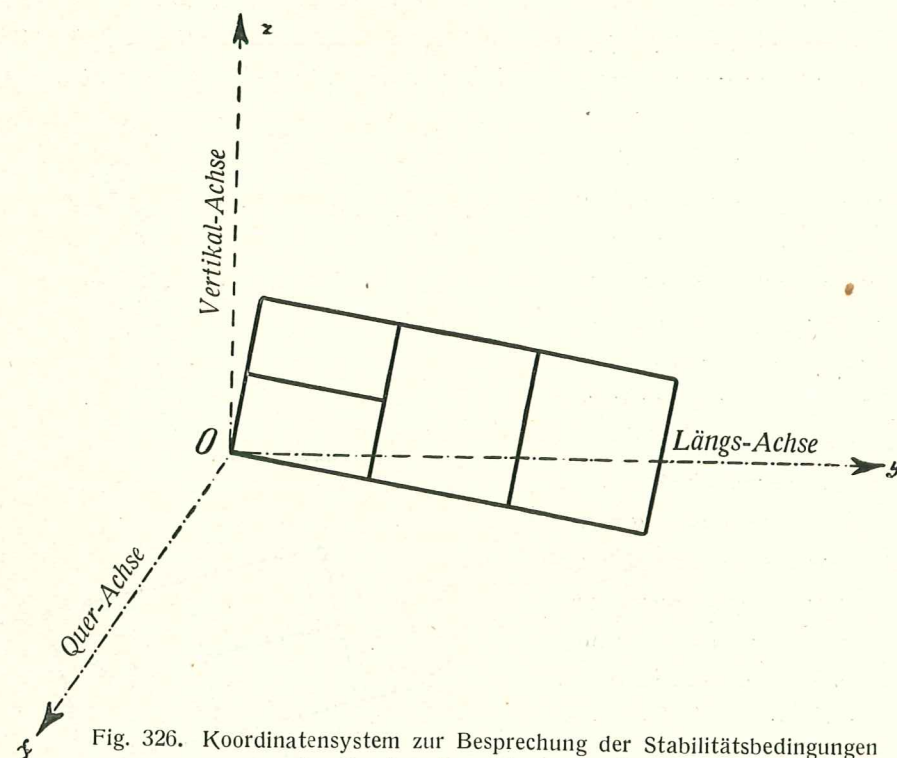


Fig. 326. Koordinatensystem zur Besprechung der Stabilitätsbedingungen der Drachen längs der drei Achsen.

1. Geht man von dem einfachen Briefdrachen, d. h. einer rechteckigen ebenen Fläche aus, die an einem Punkte des Vorderrandes gefesselt ist, und am Gegenpunkte einen Schwanz hat, oder aber, von dem altenglischen sechseckigen Drachen, der nahe der einen Ecke gefesselt ist und an der Gegenecke einen Schwanz hat, 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.

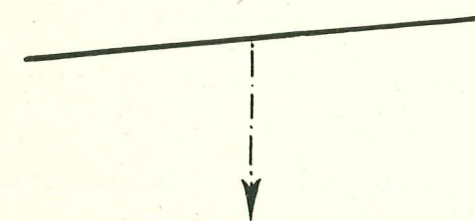


Fig. 327.

Neigt er sich aus irgend einem Grunde um seine Längsachse etwas zur Seite, so hat der ebene Drache sofort die Tendenz seitlich abzugleiten, da ihn seine Form nicht daran hindert. Fig. 327.

Hätte er keinen Schwanz, so wäre das Achterteil des Drachens noch leichter beweglich als das Vorderteil, das am Haltetau hängt und würde infolgedessen beim seitlichen Abgleiten dem Vorderteil vorausseilen. Die Folge wäre, daß 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, in dem sich der Wind fängt, beugt dem wirksam vor, indem er das allzustarke Herumschlagen des Drachens verhindert und bewirkt, daß der Drache auch wirklich immer sein Vorderteil dem Winde zukehrt.

2. Eine Kielung des Drachens muß naturgemäß im selben Sinne günstig wirken. Daß 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; auch rückt der Angriffspunkt des Winddruckes infolge der Kielung rasch und entschieden auf die nach abwärts geneigte Seite des Drachens, wodurch sich ein Drehmoment entwickelt, das den Drachen stets wieder aufzurichten trachtet. Dieses Drehmoment entsteht dadurch, daß die nach abwärts gedrückte, nahezu horizontale Fläche bedeutend mehr Hubkraft entwickelt, als die nach aufwärts gedrehte, stark geneigte. Fig. 328.

Kielt man den Drachen achter stärker als vorne, wie das bei den Eddy- und Malaydrachen dadurch geschieht, daß man am rückwärtigen Ende derselben den Stoff reichlich bemißt, damit der Wind ihn aushauchen kann, während vorne der Stoff gespannt bleibt, so wirkt diese Bauart im gleichen Sinn wie ein angehängter Schwanz. Auch bei Nikeldrachen ist es eine Erfahrungsregel, die Achterflächen stärker zu kielen, als die vorderen.

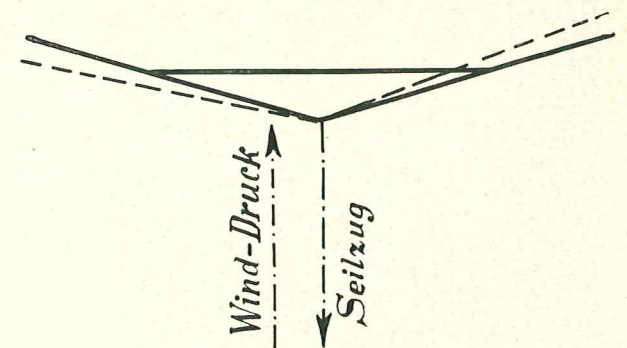


Fig. 328.

Bei dieser Bauart wird, sobald ein seitliches Abgleiten bei Neigungen des Drachens eintreten könnte, das Achterteil in viel stärkerem Maße daran verhindert, als das Vorderteil, wodurch der Drache den Wind stets Bug an behält.

Gleichzeitig wird dadurch auch die Tragkraft der vorderen Fläche relativ vermehrt und der Druckmittelpunkt nach vorne gerückt, was ebenfalls, wie später noch gezeigt werden wird, die Gesamtstabilität wesentlich erhöht.

Noch besser wirkt es, wenn die Vorderflächen auch größer gehalten werden als die rückwärtigen. Siehe die nach achter sich verjüngenden Nikeldrachen und die nach achter in eine Spitze auslaufenden Eddy- oder Malaydrachen.

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 ungenügender Dämpfung zu steif macht und schon bei kleinen Neigungen ein zu großes aufrichtendes Moment schafft.



3. Vertikale Flächen haben eine ähnliche Wirkung 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 teilweise als Tragflächen, u. zw. umsomehr, je mehr sich der Drache neigt. Sie wirken also im Anfang bei schwachen Neigungen nur sehr zart, u. zw. viel zarter als die Kielung. Bei starken Neigungen aber sehr kräftig und, sobald die Neigung ein gewisses Maß überschritten hat, bedeutend kräftiger als die Kielung. Außerdem haben sie eine bedeutende dämpfende Wirkung, d. h. sie hemmen die eventuell auftretenden Schwingungen um die Vertikalachse. Fig. 329.

Die vertikalen Flächen werden daher mit Recht häufiger angewendet als die Kielung.

4. Nach abwärts konvexe Flächen sind bezüglich ihrer stabilisierenden Wirkung wie gekielte zu betrachten, haben aber leider eine sehr geringe Tragwirkung, weshalb man sie nicht gerne anwendet. Fig. 330.

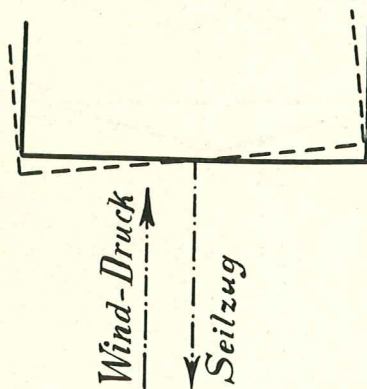


Fig. 329.

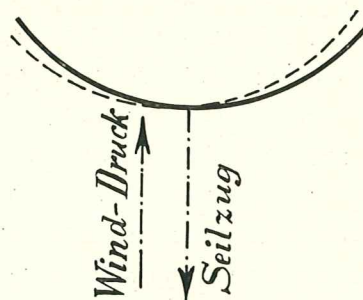


Fig. 330.

Eine relativ gelungene Anwendung dieser konvexen Flächen zeigt der sogenannte Kusnetzowdrache. Fig. 331 und 332.

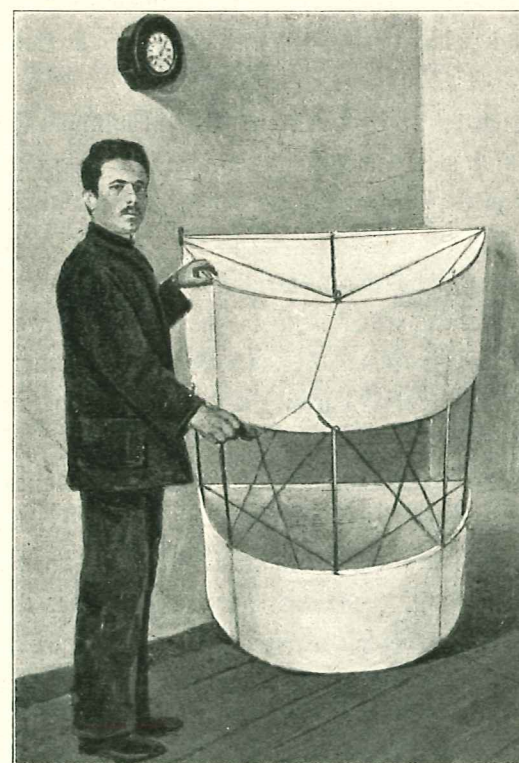
Hier tritt an Stelle der viereckigen Zelle des Hargravedrachens ein hohler Halbzyylinder, der viel leichter zu bauen und zu versteifen ist, als die viereckigen Konstruktionen.

Die Halbzyylinderfläche ersetzt in diesem Falle sowohl die untere Tragfläche als die beiden seitlichen Steuerflächen der viereckigen Zelle, während die obere Tragfläche der viereckigen Zelle sich in dem ebenen Abschluß des Halbzyinders unverändert wiederfindet.

Dieser Kusnetzowdrache gilt als eine sehr gute und praktische Konstruktion, kann sehr leicht gebaut und transportiert werden und besitzt im Verhältnisse zu seinem geringen Gewicht eine genügende Tragwirkung. Er wird speziell in Rußland allgemein angewendet.

5. Nach abwärts konkave Flächen sind entschieden labil und werfen, wenn allein verwendet, sofort um, haben aber, wenn durch andere Mittel stabilisiert, eine außerordentliche Tragwirkung. Fig. 333.

Wie man sieht, hängt der Grad der Stabilität des Drachens bezüglich seiner Längsachse lediglich von der Raschheit ab, mit der der Druckmittelpunkt bei seitlichen Neigungen nach derjenigen Seite rückt, die momentan nach abwärts geneigt ist.



Klar zum Aufstieg. Mit elastischer Fesselung.  
An der Drachenstation Pawlowsk bei Petersburg.

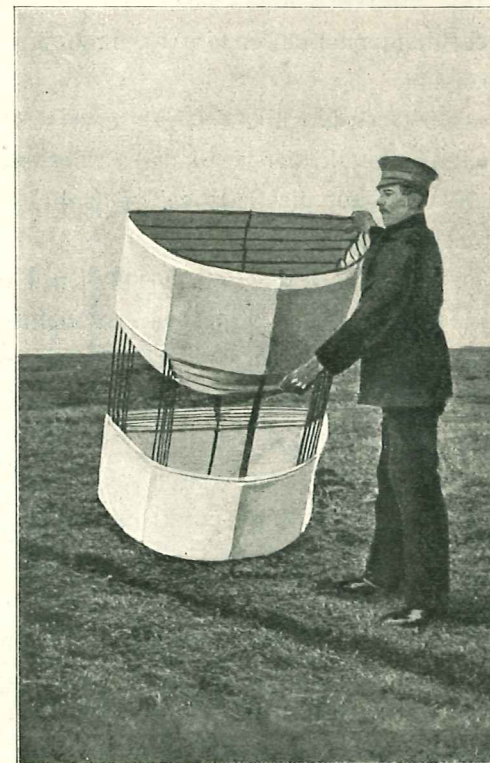


Fig. 331 und 332. Kusnetzow-Drache.

Mehrere Drachen verschiedener Größe in einander gesteckt,  
um sie so leichter transportieren zu können.

Durch diese Verschiebung des Druckmittelpunktes entsteht ein aufrichtendes Kräftepaar und die Größe dieses Kräftepaars oder Drehmoments hängt lediglich von der Form des Drachens ab. Wie schon oben bemerkt, haben wir es daher bei Luftfahrzeugen in noch höherem Maße wie bei Schiffen, in erster Linie mit einer Stabilität der Form zu tun. Ein stark belasteter Drache würde überhaupt nicht steigen. Gibt man aber den relativ kleinen Gewichten große Hebelsarme, so beginnt infolge der großen Trägheitsmomente der Drache zu schleudern oder zu kreisen. Das heißt, die Stabilität der Gewichte spielt überhaupt keine Rolle. Das geht so weit, daß bei richtiger Bauart des Drachens, d. h. bei einer alles andere überragende Stabilität der Form, eine mäßige Unsymmetrie der Gewichtsverteilung kaum mehr in Betracht kommt.

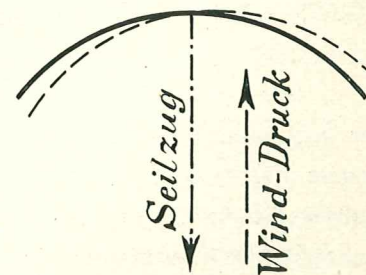


Fig. 333.



### 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 um so rascher und leichter um 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 Grad 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, wirkt nicht, wie man glauben sollte, als Schwanz, sondern bedingt starke Schwankungen des Drachens um die Vertikalachse, die manchmal bis zu Kopfstürzen führen.

3. Insolange man dafür sorgt, daß der Druckmittelpunkt der vertikalen Steuerflächen zwischen Anbindepunkt und Schwerpunkt bleibt, ist es aber nur von Vorteil, wenn die vertikalen Steuerflächen möglichst groß gehalten werden. Namentlich dann, wenn der Drache stark belastet werden soll. Denn die Belastung, d. h. das tote Gewicht, das der Drache mitführt, bewirkt durch sein Trägheitsmoment, ganz ebenso wie die Kielung, eine starke Neigung zum Gieren, d. h. zu heftigen Schwankungen um die Vertikalachse. Der Drache benimmt sich dann wie ein Schiff vor Anker bei schwerem Seegang. Dem haben dann die großen, vertikalen Flächen dämpfend entgegen zu wirken.

Aus dem gleichen Grunde soll man selbst bei starkem Winde, selbst wenn die vorhandene Hubkraft es erlauben würde, kleinen Drachen keine all zu großen toten Lasten anhängen. Denn selbst, wenn der Drache die Last tragen kann, so trägt er sie nicht ruhig, sondern bringt sich und seine Last durch seine Schwankungen in Gefahr.

### C. Die Stabilität bezüglich der 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 (Fig. 324 u. 325) ist der Punkt  $K$ , d. h. der Mittelpunkt der drei auf den Drachen wirkenden Kräfte, nämlich der Schwerkraft ferner des Winddruckes und des Seilzuges maßgebend. Dieser Punkt  $K$  ist nichts anderes als das Kräftezentrum des Drachens.

Dieses Kräftezentrum muß unbedingt ober dem Schwerpunkt des Drachens liegen, wenn der Drache stabil fliegen soll, während es im übrigen relativ unwichtig ist, ob der Schwerpunkt im Drachen hoch oder tief liegt.

Dagegen scheint es nicht unwichtig zu sein, ob der senkrechte Abstand  $KS$  des Kräftezentrums  $K$  vom Schwerpunkt  $S$  groß oder klein ist. 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.

Diese Höhe des Kräftezentrums  $KS$  ist, wie die Fig. 324, 325 und 334 zeigen, bei gegebener Neigung des Drachens gegen den Horizont lediglich eine Funktion des Abstandes der Angriffsrichtung des resultierenden Winddruckes vom Drachenschwerpunkt  $S$  und wächst mit diesem Abstand in geradem Verhältnis. Nennt man diesen Abstand  $d$ , so ist  $d = KS \cdot \sin \gamma$ , wobei unter  $\gamma$  der Winkel verstanden ist, den die Resultierende des Winddruckes mit der Vertikalen  $KS$  einschließt. Und da wir wissen, daß die Resultierende des Winddruckes auf den Tragflächen nahezu senkrecht steht und nur wegen der schädlichen Widerstände um einige Grade nach rückwärts geneigt ist, so ist  $\gamma$  nichts anderes als der um diese wenigen Grade vergrößerte Neigungswinkel  $i$  des Drachen, oder  $d = KS \sin (i + x^0)$ .

Der senkrechte Abstand  $d$  der Richtung des resultierenden Winddruckes vom Schwerpunkte  $S$  des Drachens ist nun in erster Linie von der Bauart des Drachens abhängig, außerdem aber auch vom Neigungswinkel  $i$  selbst und vergrößert sich, wenn  $i$  abnimmt, weil nach bekannten Luftwiderstandsgesetzen die Resultierende des Winddruckes auf eine Fläche, die mit der Windrichtung einen spitzen Winkel einschließt, um so mehr gegen den Vorderrand dieser Fläche rückt, je spitzer der Einfallswinkel des Windes wird. Über das Maß, um wieviel sich die Angriffs-

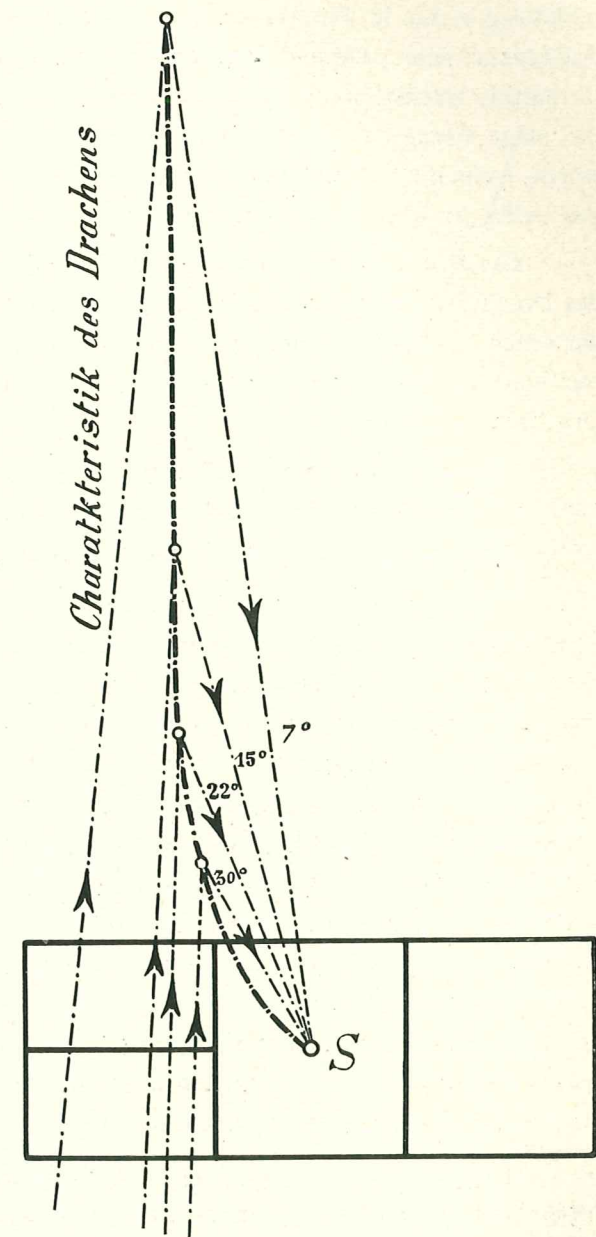


Fig. 334. Geometrischer Ort des Kräftezentrums oder Charakteristik des Drachens.



richtung des Winddrucks beim Flachlegen des Drachens nach vorne verschiebt, bestehen noch keine ziffermäßig feststehenden Erfahrungen. Jedoch daß diese Verschiebung u. zw. in einem ganz bedeutenden Ausmaße stattfindet, bestreitet kein ernster Fachmann mehr. Daraus folgt, daß die Höhe des Kräftezentrums  $KS$  in quadratischem Verhältnis wächst, wenn der Neigungswinkel  $i$  abnimmt. Einerseits deswegen, weil, wie die obige Formel zeigt, die Höhe  $KS$  schon dann mit abnehmendem  $i$  rasch wachsen würde, wenn  $d$  konstant bliebe. Es ändert sich aber außerdem noch  $d$  in demselben Sinne, das heißt, es wächst mit abnehmendem  $i$ .

Die Kurve, längs deren sich das Kräftezentrum bei verschiedenen Neigungswinkeln des Drachens bewegt, der sogenannte geometrische Ort des Kräftezentrums, ist daher, wie wir sehen, von der Anbindung des Drachens vollständig unabhängig und hängt eigentlich nur von der Bauart des Drachens ab. Sie ist eine Art Charakteristik des betreffenden Drachens. Fig. 334.

Konstruktionen, welche gestatten, viel Tragfläche vorne anzuordnen und trotzdem den Schwerpunkt weit rückwärts zu erhalten, führen zu großen Werten von  $d$  und infolgedessen auch zu steil ansteigenden, geometrischen Orten für das Kräftezentrum.

Sie führen zu einer großen Stabilität, bedingen aber sehr weit vorne liegende Anbindepunkte und große, vertikale Steuerflächen zum Zwecke der Dämpfung ihrer Bewegung um die Vertikalachse. Ihr typischer Repräsentant ist der Marvindrache. Fig. 323. Derselbe ist eigentlich nichts anderes, wie ein Hargravedrache, der vorne drei und in der rückwärtigen Zelle bloß zwei horizontale Tragflächen hat. Damit sich die horizontalen Tragflächen gegenseitig nicht stören, muß der Drache etwas höher gebaut werden, als es sonst bei Hargravedrachen üblich ist. Die Einschaltung der dritten Tragfläche vorne und der relative Windschatten, in dem sich die rückwärtige, obere horizontale Tragfläche befindet, bewirken eine ganz enorme Verschiebung der Angriffsrichtung des Winddruckes nach vorne, während der Schwerpunkt nahezu unverrückt bleibt, da die Einschaltung der dritten Fläche nahezu keine Gewichtsverschiebung bedingt. Die Folge ist, daß solche Drachen, um sie richtig anbinden zu können, eigene Streben nach vorne heraus haben müssen. Sie arbeiten aber auch bei jedem Winde sehr ruhig und stabil und was besonders wichtig ist, ungemein weich, d. h. stoßfrei.

Der Umstand, daß die Lage des Kräftezentrums durch einen geometrischen Ort gegeben ist, dessen Verlauf nur von der Bauart des Drachens, nicht aber von dessen Anbindung, Windstärke etc. abhängig ist, ermöglicht eine sehr einfache experimentelle Ermittlung dieser Charakteristik des Drachens. Da diese Kurve sozusagen eine Konstante des Drachens ist, d. h. der Weg, welchen das Kräftezentrum bei verschiedenen Neigungen des Drachens durchläuft, selbst durch eine eventuelle Belastung oder Änderung der Belastung nur verschoben, aber nicht in seinem Charakter verändert wird, so ist es von eminentem technischen Interesse, dort, wo man mit Drachen ernst zu arbeiten hat und wo große Werte oder gar das Leben von Menschen in Frage kommen, diese Kurve experi-

mentell zu ermitteln. Das im großen Stile mit vielen Luftfahrzeugen verschiedener Art zu tun, wäre auch deswegen nicht ohne Interesse, weil wir, wenn das einmal geschehen wäre, über die Luftwiderstandsgesetze in ihrem allgemeinen Verlauf und in ihrer speziellen Anwendung auf die einzelnen Fahrzeugtypen bedeutend mehr wüßten, wie heute, und manchen Fehlgriff verhüten könnten.

Die Ermittlung dieses geometrischen Ortes kann leicht in folgender Weise geschehen und zwar kann das, wie gesagt, mit jedem Luftfahrzeug geschehen, das man als Drachen steigen lassen kann.

Man ermittelt Gewicht und Schwerpunkt des Drachens samt seiner eventuellen Belastung.

Dann läßt man den Drachen an kurzer Leine, die an einem beliebigen, empirisch ermittelten Anbindungspunkte befestigt ist, etwa 100 bis 200 m hoch steigen, wartet ab, bis er eine Gleichgewichtslage angenommen hat und macht sodann von ihm in einem Momente, wo er ruhig steht, bei gleichzeitiger Messung des Zuges, den er auf die Leine ausübt, eine photogrammetrische Momentaufnahme.

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 Drachenwinde vom Drachen auf der Mattscheibe des Suchers einen Maximalwert erreicht und in solchen Augenblicken eine Momentaufnahme macht.

Von solchen Aufnahmen macht man eine ganze Serie bei verschiedenen Neigungswinkeln des Drachens, beziehungsweise bei verschiedenen momentanen Windstärken, ver-

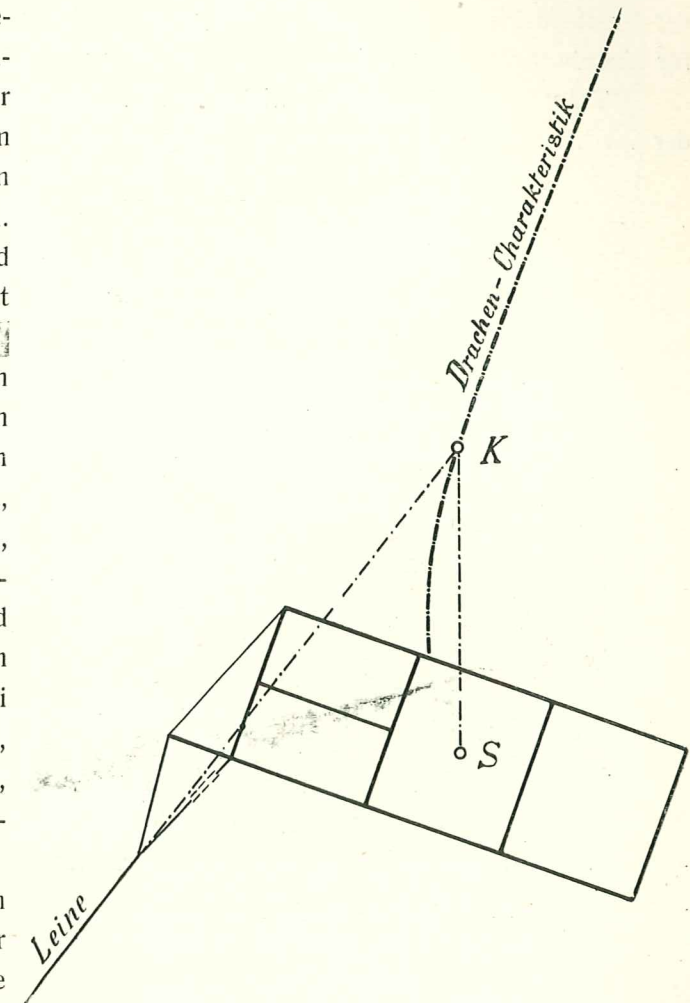


Fig. 335. Ermittlung des Kräftezentrums als Schnittpunkt der gespannten Leine und der Vertikalen durch den Schwerpunkt, wenn der Drache im Gleichgewicht ist.



meidet aber dabei Momente, wo der Drache in Bewegung ist, weil man sonst Lagen des Drachens abbilden würde, die deswegen irreführend wirken müßten, weil sich der Drache im Moment der Aufnahme nicht im Gleichgewicht befand.

Auf den entwickelten Bildern braucht man bloß den Schwerpunkt  $S$  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  $K$  für die photographisch fixierte Drachenstellung zu finden. Fig. 325 und 335.

Trägt man sodann das Gewicht des Drachens und seiner eventuellen Belastung auf der Vertikalen  $KS$ , den gemessenen Seilzug des Drachens auf der Verlängerung der Leine

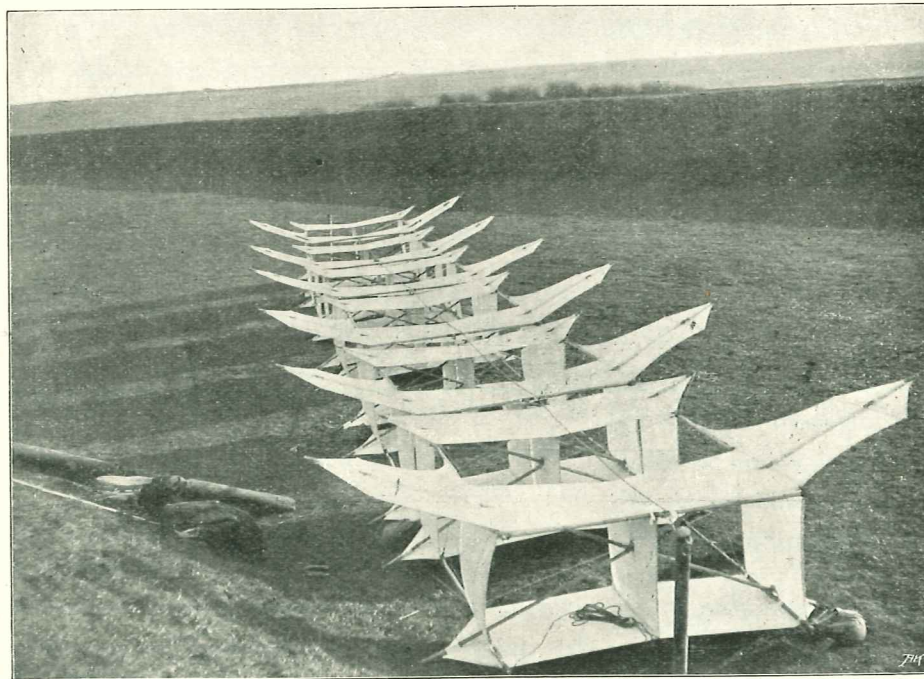


Fig. 336. Bei den französischen Drachen-Versuchen verwendete Drachen zu dritt hintereinander und klar zum Aufstieg.

von  $K$  aus auf, so braucht man nur das Kräftedreieck zu schließen, um auch Richtung und Größe des Winddrucks im Aufnahmismomente zu haben.

Führt man diese Konstruktionen auf jeder der aufgenommenen Photographien durch, so erhält man eine ganze Reihe von Punkten für das Kräftezentrum, die dann durch Übertragung auf eine gemeinsame Zeichnung zu der gesuchten Charakteristik des Drachens vereinigt werden können. Selbe ist offenbar in erster Annäherung eine Kegelschnittlinie.

Wie schon früher erwähnt wurde, hat Helm-Clayton den sogenannten elastischen Zügel erfunden und spielt dieser elastische Zügel eine große Rolle im rationellen Drachenbetrieb, weil er den Nutzeffekt der Drachen bedeutend erhöht und die Gefahr des Abreißens ganz wesentlich vermindert.

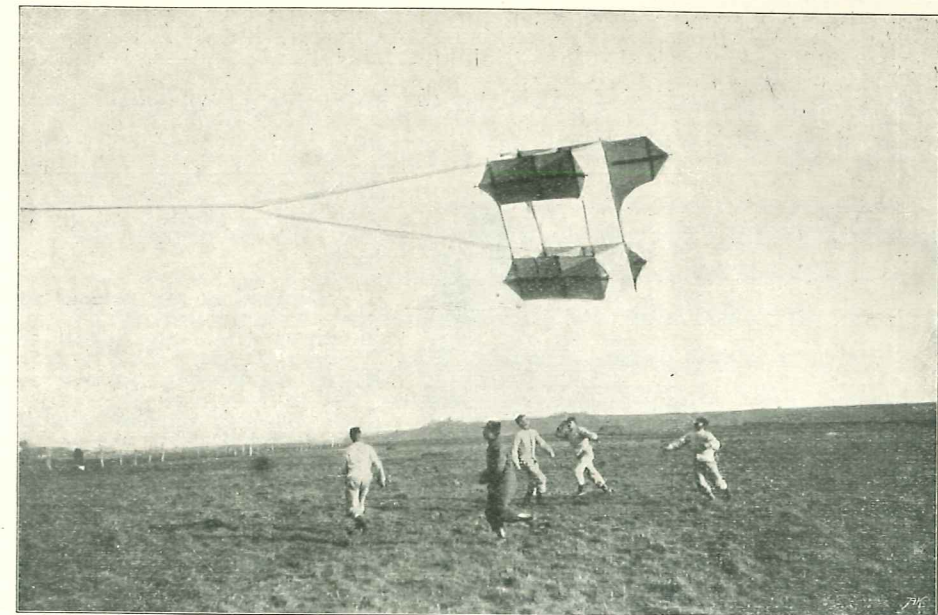


Fig. 337. Aufstieg eines Drachens.

Dieser elastische Zügel beruht im wesentlichen darauf, daß es dem Drachen möglich wird, sich bei Windstößen flach zu legen und so den Einfallswinkel des Windes zu vermindern.

Leider ist die praktische Ausführung des elastischen Zügels, ebenso wie die Fesselung der Drachen überhaupt, im allgemeinen noch reine Empirie.

Auf Grund des geometrischen Ortes für das Kräftezentrum ließen sich aber sicher auch hierfür genaue exakte Regeln aufstellen.

### Abgerissene Drachen als Freiflieger.

Eine sehr 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, voll-

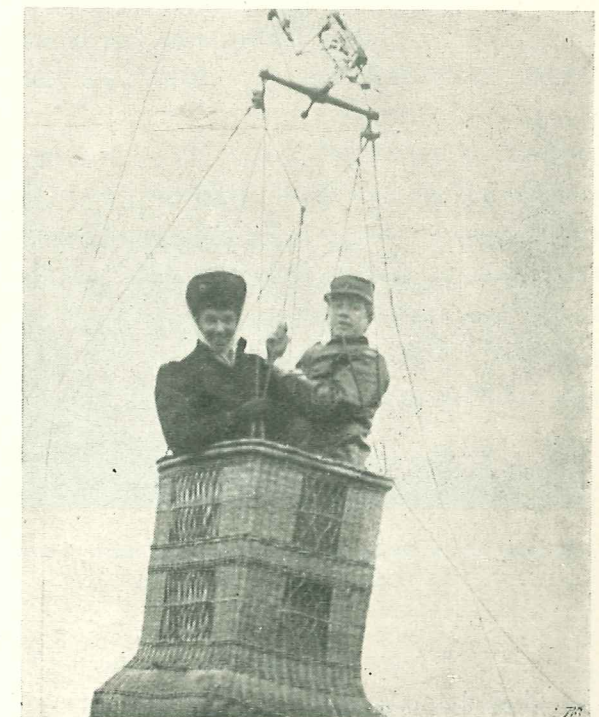


Fig. 338. Französische Drachen-Versuche (Genie-Capitain Sacconney).



kommen stabile Freiflieger erweisen, sehr langsam fallen und sehr sanft und meist ohne Schaden zu nehmen, landen. Ja, ihre Stabilität scheint, wenn sie frei fliegen, größer zu sein, als wenn sie gefesselt sind. Letzteres gilt insbesondere von Nikeldrachen. Diese Erscheinung ist eigentlich überraschend, denn man sollte im Gegenteil erwarten, daß der

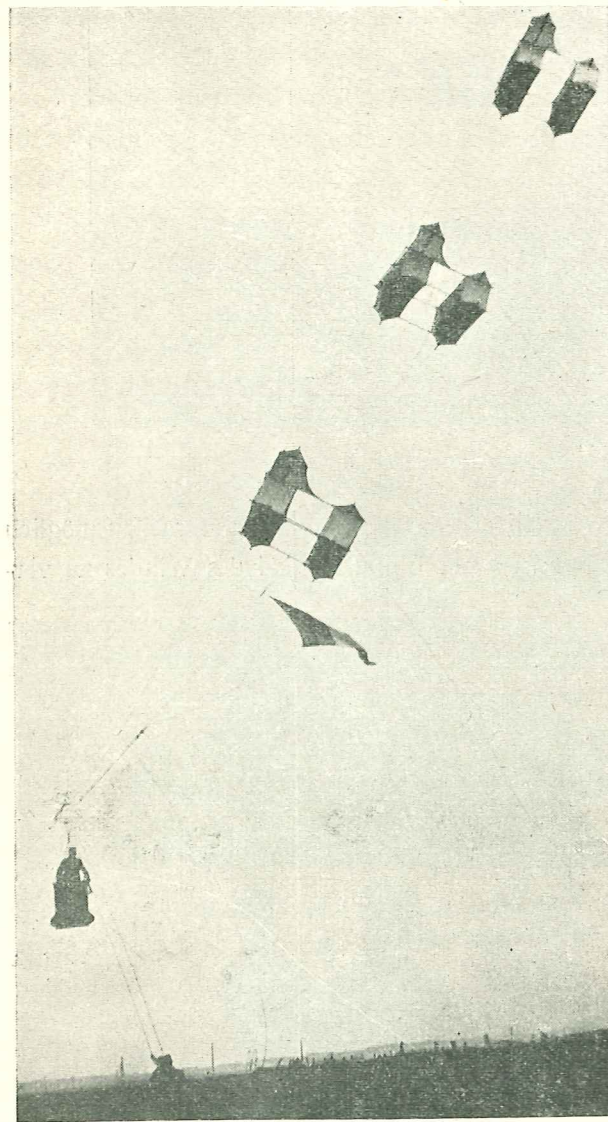


Fig. 339. Französische Drachen-Versuche unter Leitung des Genie-Capitains Sacconney.

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

starke Zug des Haltedrahtes einen entscheidenden Einfluß auf die Stabilität hätte.

Obwohl es mir gewagt erscheint, in dieser Richtung schon alles erklären zu wollen, so 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 sehr auffallend ist, beinahe immer in der Windrichtung, zeigt also nicht die Tendenz, sich wie ein frei treibendes Boot dwars (senkrecht zur Windrichtung) 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 die Drachen bezüglich seiner Längsachse maßgebend ist, ist auch für den Freiflieger das Wichtigste, und zwar bezüglich aller horizontalen Achsen.

Möglicherweise ist das aber bei den Hargrave- und Marvin-Drachen auf die großen vertikalen Steuerflächen, die zufällige Drehungen verhindern und die Abwesenheit jedes Drehmoments zurückzuführen, während bei den Nikeldrachen 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 Schwerpunkte 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 sehr kurzer Zeit dieselbe Geschwindigkeit wie der Wind annimmt, wodurch der Winddruck von vorne aufhört.

Sodann fängt der Drache zu fallen an, und zwar natürlich 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 sehr 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 Quer-Achse 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, verrücken den Angriffspunkt des Winddruckes bedeutend und wirken aufrichtend.

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

Der Nikeldrache fällt entschieden mit dem Steuer voraus. Weil aber die vorderen Tragflächen größer sind als die rückwärtigen, weil sie so stark gekielt sind, und abweichend von dem Kastendrachen nur vorn an Raaen angeschlagen, gegen Achter zu aber frei auslaufend, 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 Nikeldrachen schwankt hierbei oft deutlich sichtbar um seine Querachse, er stampft, seemännisch gesprochen, was offenbar ebenfalls auf rasche Verschiebungen des Druckmittelpunktes zurückzuführen ist.



## Über die Verwendung von Drachen zu praktischen Zwecken.

Von Hauptmann Theodor Scheimpflug.

Die wichtigste Verwendung finden derzeit Drachen bei der wissenschaftlichen Erforschung der Atmosphäre zum Heben von Meßinstrumenten und hat sich dabei dank der konsequenten Bemühungen der Meteorologen eine hochentwickelte Technik dafür ausgebildet.

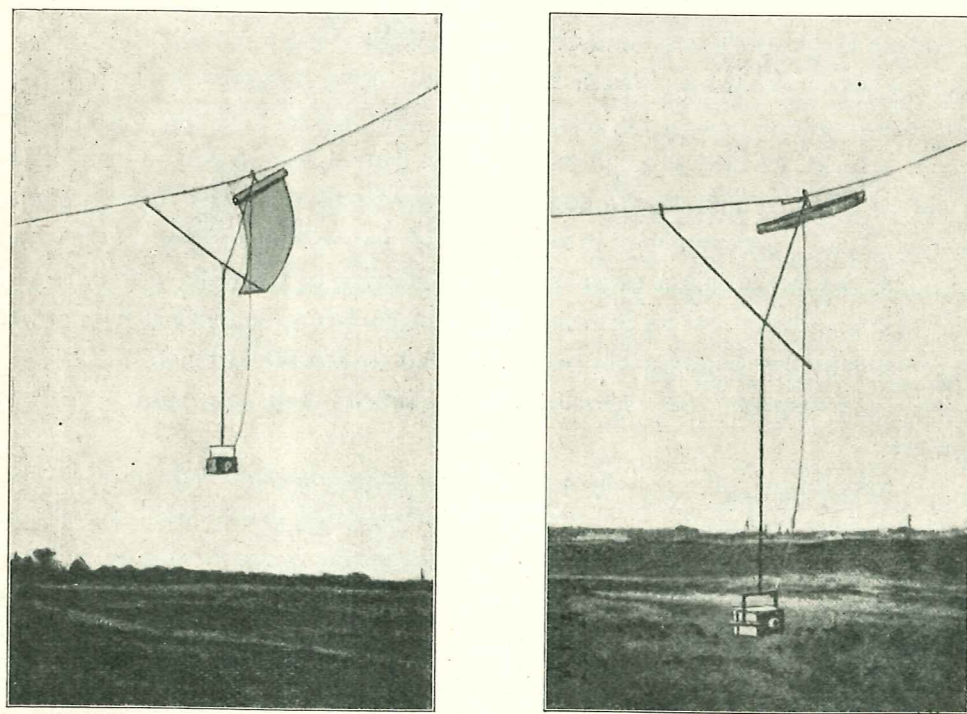


Fig. 340 und 341. Versuchs-Anordnung von Hauptmann Ulyanin.

Der photographische Apparat segelt längs des vom Drachen gespannten Drahtes hinauf. Nach erfolgter Exposition rollt sich das Segel auf und der Apparat kommt durch sein eigenes Gewicht herunter.

Bei Anwendung maschinell betriebener Winden und namentlich zur See, wo die variable Schiffsgeschwindigkeit dazu benützt werden kann, die Windgeschwindigkeit je nach Bedarf zu verstärken oder abzuschwächen, können hiebei mit den Drachen Höhen von 5000 m und mehr erreicht werden.

Für die Erforschung der atmosphärischen Verhältnisse über dem Ozean hat sich der so verwendete Drachen als einer der wichtigsten Behelfe erwiesen.

Da Prof. Berson in seinem Kapitel über „Aerologische Forschung“ hierüber des näheren berichtet, glaube ich diese wichtigste Verwendungsart der Drachen mit den vorstehenden Bemerkungen erledigt zu haben.

Eine zweite Anwendung haben Drachen gefunden zum Heben von photographischen Apparaten. Auch diese Versuche reichen weit zurück, und man findet schon im Jahre 1891 in der Zeitschrift „La Nature“ einen Aufsatz von A. Londe, betitelt „La photographie en cerf volant“, der von einer Reihe älterer Versuche berichtet.

Insbesondere wurden Batut und Wenz als ältere Experimentatoren auf diesem Gebiete viel genannt. Batut machte im Jahre 1888 seine ersten Ballonphotogramme.

Auch M. Eddy hat 1895 bis 1897 mit Erfolg versucht, vom Drachen aus zu photographieren.

In jüngster Zeit haben sich in Rußland die russische Luftschifferabteilung, der Zivilingenieur Staatsrat Thiele und der Hauptmann Ulyanin speziell mit dieser Verwendungsart der Drachen befaßt, indem sie dabei Vermessungs- und militärische Rekognoszierungszwecke im Auge hatten. Analoge Versuche hat, wie schon erwähnt, der Verfasser in der Nähe von Wien angestellt, über welche er im Jahre 1903 in der Photographischen Korrespondenz unter dem Titel „Über österreichische Versuche, Drachen-Photogramme kartographisch zu verwerten und deren bisherige Resultate“ berichtet hat. In Frankreich befaßt sich neuestens der französische Genie-Kapitän Saccorney mit solchen Versuchen.

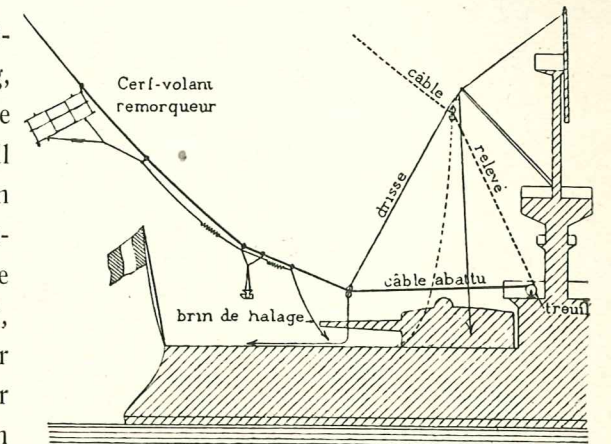


Fig. 342. Versuche bei der französischen Kriegsmarine nach Angaben von Capitain Saccorney.

Ein kräftiges Drachen-Gespann trägt eine Art Drahtseilbahn. Der photographische Apparat oder Korb des Beobachters wird längs dieser Drahtseilbahn mit Hilfe eines eigenen Drachens gehoben oder mit einem Niederholzen nach Bedarf eingewunden.

Das interessanteste technische Ergebnis hiebei ist die schon von älteren Experimentatoren herrührende und jetzt von Hptm. Ulyanin und Kapitän Saccorney weiter ausgebildete Methode, ein kräftiges Drachengespann sehr hoch steigen zu lassen und dauernd in der Luft zu erhalten, dessen Drachendraht oder -Kabel als Drahtseilbahn dient, längs deren der photographische Apparat nach Bedarf mit Hilfe von Segeln oder anderen Drachen hochgelassen und wieder eingeholt wird. (Fig. 340, 341 und 342).

Verfasser dagegen hat an dem Gedanken festgehalten, den kostbaren photographischen Apparat nicht frei in der Luft baumeln zu lassen, sondern in einen großen Kasten-drachen derart einzubauen, daß selbst bei schweren Stürzen nie der Apparat, sondern höchstens einige Stangen des Drachens beschädigt werden können. Durch zweckentsprechende Kombination beider Arbeitsmethoden läßt sich ein nahezu betriebssicherer



und ungemein leistungsfähiger Arbeitsvorgang organisieren. Natürlich sind zu alle dem ziemlich kräftige und eigens hiefür gebaute, maschinell betriebene Winden nötig, weil die Kräfte, die dabei auftreten und die Geschwindigkeiten, mit welchen man arbeiten muß, relativ groß sind. Handwinden, wie sie angeblich bei den jüngsten französischen Versuchen zum Heben von Menschen verwendet worden sein sollen, genügen nur bei den allergünstigsten Wind-Verhältnissen und führen bei jeder raschen Änderung von Wind und Wetter zu einer Katastrophe.

Von der Verwendung der Drachen zu luftelektrischen Messungen wurde bereits Erwähnung getan, und wäre nur zu bemerken, daß diese Versuche nach Mitteilung von Prof. Köppen auch neuestens wieder von der deutschen Seewarte und von den Luftschiffsvereinen in Chemnitz und Straßburg in die Hand genommen wurden.

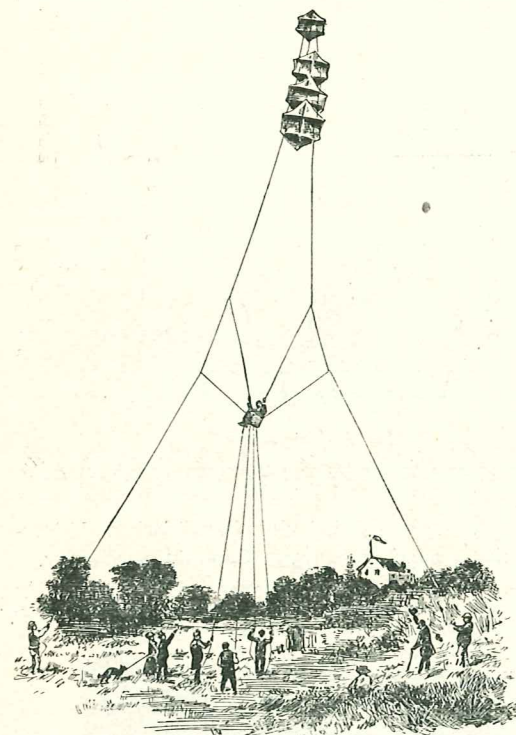


Fig. 343. Capitain Baden-Powell läßt sich von 4 großen sechseckigen Einflächern heben.

Vielleicht ist es auch von Interesse, daß in den Anfangsstadien der drahtlosen Telegraphie Drachen zum Heben der Antenne benützt wurden. Allerdings haben die Fortschritte der drahtlosen Telegraphie das heute bereits unnötig gemacht.

Auch zu Signalzwecken wurden Drachen hie und da benützt, sowie als Ziele beim Scheibenschießen.

Kapitän Nares, England, hat seinerzeit den Vorschlag gemacht, Drachen zur Rettung von Schiffbrüchigen zu verwenden, diesbezügliche Versuche gemacht und entsprechende Einrichtungen angegeben.

Die militärischen Bestrebungen, die Drachen den Zwecken der Rekognoszierung dienstbar zu machen, führten von selbst zu Versuchen, Menschen mit Drachen zu heben.

Diesbezüglich glaube ich am besten zu tun, wenn ich einen Passus aus dem Berichte Prof. Köppens über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen wörtlich zitiere: „Die Verwendung von Drachen zum Heben von Menschen ist in den letzten Jahren von militärischer Seite in England und Rußland zu ziemlich befriedigenden Ergebnissen ausgebildet worden. Von den Versuchen in Rußland, die von den Abteilungen der Luftschifftruppe in Petersburg und in Polen (Warschau) ausgingen, ist wenig an die Öffentlichkeit gelangt; doch sind im Herbst 1898 auf der russischen Naturforscherversammlung in Kijeff neben den von Herrn Kusnetzow vorgeführten meteorologischen Drachen des Zentralobservatoriums auch große Drachen des Luftschiffparks in Tätigkeit

gewesen, mit denen die Teilnehmer sich in einem Korb um mehrere Faden über den Boden heben lassen konnten. Nach freundlicher brieflicher Auskunft von Herrn Kusnetzow geschah dies unter der Leitung des Herrn Leutnant Ulyanin aus Warschau mit Hilfe von nur zwei enormen Hargrave-Drachen von 40 und 60  $m^2$  Tragfläche. Nach der Darstellung in der russischen meteorologischen Zeitschrift (Met. Viestnik, September 1898, S. 402) dagegen geschah die Hebung von Personen durch ein Gespann von fünf der gewöhnlichen, den englischen nachgebildeten,

sechseckigen Drachen des St. Petersburger Luftschiffer-Parks, jeder zu 10  $m^2$  Oberfläche. Es scheint also beides abwechselnd geschehen zu sein.

Genauere Aufschlüsse liegen über Versuche in England vor, durch mehrere Berichte des Hauptmanns, jetzt Obersten B. Baden-Powell, der diese Versuche unternommen und mit einem großen Aufwand von Zeit und Mühe zu einem befriedigenden Ergebnis geführt hat, und zwar nach mehr als zehnjährigen, geduldigen Bemühungen, die er kurz und humorvoll in einem Vortrag vor der „Aeronautical Society“ in London geschildert hat. (The Aeronautical Journal, January 1899.) Im Laufe derselben war er im Jahre 1894 zum Bau eines Drachens von 11  $m$  Länge

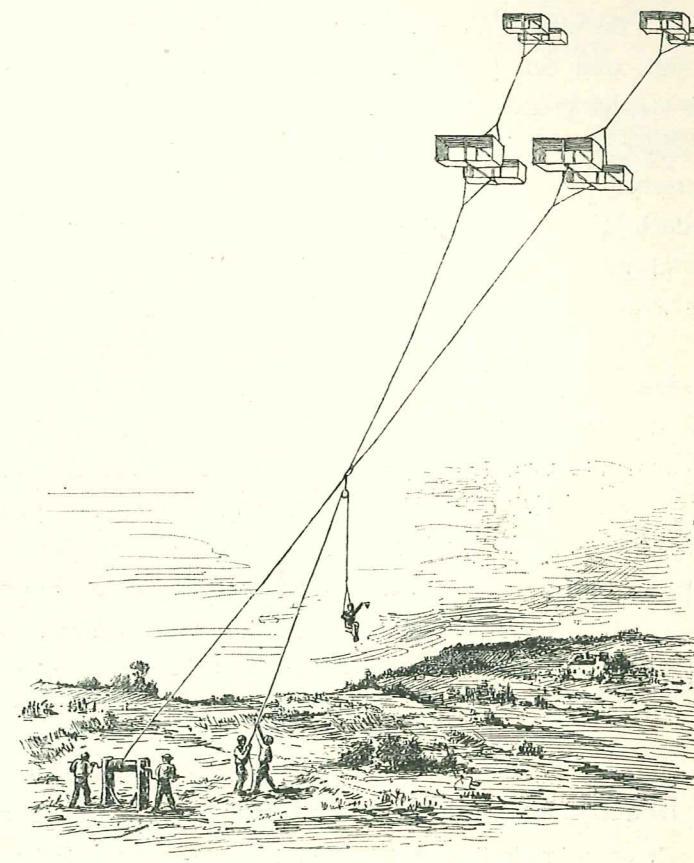


Fig. 344. Leutnant Wise läßt sich von einem Tandem-Gespann, bestehend aus vier großen Hargrave-Drachen, heben.

und zirka 12  $m^2$  Fläche gelangt, hat aber später vorgezogen, mehrere hintereinander gespannte Drachen von zirka  $3\frac{1}{2}$   $m$  Länge und zirka 12  $m^2$  Fläche zu verwenden. Vier oder fünf solche Drachen genügen, um einen Mann zu heben. Herr Baden-Powell verwendet ausschließlich einflächige Drachen. Die Form, auf der er nach langem Experimentieren stehen geblieben ist, war ein Sechseck.

Auch in Frankreich wurde dieser Sport von militärischer Seite vielfach gepflegt.

Wie ich dem soeben erschienenen Prachtwerke von Alphonse Berget, La Route de l'Air, entnehme, hat der französische Seemann Le Bris bereits im Jahre 1856 einen diesbezüglichen Versuch gemacht. Maillot hat diesen Versuch im Jahre 1886



wiederholt und derzeit beschäftigen sich die beiden französischen Kapitäne Madiot und Sacconney mit sehr erfolgreichen, ungemein kühnen Versuchen dieser Art. Die beigegebenen Bilder zeigen verschiedene interessante Momente dieser Versuche.

Als weitere Pioniere dieser Technik sind zu nennen: Hargrave 1894, Baden-Powell 1894, 1896, 1898, Lamson 1896, Wise 1897 und schließlich der Russe Schreiber und der Anglo-Amerikaner Cody, die sich speziell um die technische Ausgestaltung des militärischen Drachenmaterials verdient gemacht haben.

Bei diesen Versuchen werden nahezu immer mehrere Drachen zu Gespannen vereinigt, weil eine größere Anzahl von Drachen mäßiger Größe leichter zu bedienen ist, als wenige große Drachen. Andererseits würde aber der Umstand, daß große Drachen viel stabiler sind und ruhiger fliegen als kleine, für die Verwendung möglichst großer Drachen sprechen. Die technische Durchführung des Manövers ist von Fall zu Fall sehr verschieden, jedoch läßt sich sowohl auf Grund theoretischer Berechnungen als auf Grund praktischer Erfahrungen sagen, daß bei mittleren Windstärken ungefähr 50 bis 60 m<sup>2</sup> Tragflächen notwendig sind, um einen Menschen zu heben.

Im übrigen sei bezüglich der beim Heben von Menschen mit Drachen in Betracht kommenden Kraft und Größenverhältnisse auf die einschlägige Arbeit des Verfassers verwiesen: „Über Drachenverwendung zur See“, erschienen in den Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Jahrgang 1904, Heft IV. und V.

Heute ist die Drachentechnik durch den Aeroplan in der Hauptsache überholt. Für gewisse Zwecke, wie z. B. in der aerologischen Forschung und für Rekognoszierungszwecke vom Bord eines Schiffes aus wird er jedoch immer seine Bedeutung behalten.

Auch sollte man nicht vergessen, daß es die Drachentechnik war, von der die heutige Aviatik ausging und der sie ihre ersten Erfolge verdankt.

### Bemerkungen zu Verwendung von Drachen zu praktischen Zwecken.

1. Annuaire de l'observatoire Royal de Belgique 1900, 67. Année, Bruxelles, enthält eine ausführliche Chronologie der ganzen Entwicklung des Drachenwesens sowie eine Zusammenstellung der ganzen einschlägigen Bibliographie bis zum Jahre 1900.

2. Journal of the Royal Society of N. S. Wales, Jahrgänge 1884 bis 1900, enthält Originalabhandlungen über die Arbeiten und Versuche Hargraves.

3. Aeronautics.

4. Proceedings of the Conference on Aerial Navigation at Chicago, August 1893, berichtet Hargrave selbst über seine Cettular kites.

5. Engineering, 15. Februar 1895, enthält ebenfalls einen Bericht hierüber.

6. Monthly Weather Review 1895, 1896, 1897 und die Blue Hill Meteorological Observations

1896 bis 1900 berichten über die Drachenexperimente der Amerikaner.

7. Daten über die deutschen Arbeiten sind zu finden in: Ergebnisse der Arbeiten im Aeronautischen Observatorium von 1900 bis 1910, wie im Bericht über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen von Admiralitätsrat Prof. Dr. Köppen.

8. Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, ganze Folge.

9. Über Drachenverwendung zur See, Artikel des Verfassers, erschienen in den Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Jahrgang 1904, Heft IV. und V.

10. Über österreichische Versuche, Drachen-Photogramme kartographisch zu verwerten, und deren bisherige Resultate. Photogr. Korr. 1903.

11. Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre. Herausgegeben von dem Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin und dem Wiener Flugtechnischen Vereine. Redigiert von A. Berson. XVII. Jahrgang 1898.

12. „La Route de l'Air“ von Alphonse Berget, Docteur de sciences, Professeur à l'Institut Océanographique, Hachette et Cie., 79 Boulevard Saint-Germain, Paris 1911.

13. Les Cerfs-Volants von J. Lecornu, Ingenieur des Arts et Manufactures, Membre de la Société Française de Navigation Aérienne. Paris, Nony & Cie., 63 Boulevard Saint-Germain, 1902.

14. Les Cerfs-Volants et leurs applications militaires von Theophile Bois, Lieutenant du Genie,

Paris 1906, bei Berger-Levrault et Cie., 5 Rue des Beaux-Arts.

15. „Reconnaissances Photographiques militaires à Terre, en Mer et en Ballon“ von dem französischen Genie-Kapitän Sacconney.

16. The Aeronautical Journal, insbesondere Januar 1899, Band III, Nr. 9, London, King, Sall and Railton, Ltd. 12, Rough Square.

17. American Engineer and Railroad Journal. Published Monthly at 47 Cedar Street, New York by M. N. Forney, insbesondere April 1895.

18. M. Batut, Photographie aérienne pour Cerfs-Volants 1888 und die Zeitschrift „La Nature“ 1888 bringen die ersten Drachenphotogramme.

