

Büchsendeckels befindlichen lichtempfindlichen Papiers geschieht. Von dem im Innern aufgerollten Papier zieht man ein frisches Stückchen vor und beginnt mit dem Zählen der Secunden in dem Moment, wo man das Licht auf das Papier fallen lässt. Man hält dabei das Photometer so, dass dieselben Lichtstrahlen es treffen, welche auch den zu photographirenden Gegenstand beleuchten. Das Papier ist ein Bromsilberpapier, es wird durch das Licht blaugrau gefärbt, und zwar durch denselben Theil des Spectrums, der auch die Platte beeinflusst. Die Empfindlichkeit des Papiers ist so abgestimmt, dass directes Sonnenlicht am 15. Juli Mittags 12 Uhr das Papier in zwei Secunden ebenso stark bläut, wie der Ton der zum Vergleich hergestellten gemalten Hälfte des Photometerfensterchens unserer Büchse. Man wird also zu allen anderen Zeiten mehr als zwei Secunden brauchen, bis die beiden Halbkreise des Fensterchens im Farbenton übereinstimmen. Die Anzahl der nöthigen Secunden bezeichnet Watkins als Actinometerzahl und bedient sich ihrer zur Berechnung der Expositionszeit.

Zu diesem Zwecke befinden sich auf dem Mantel der cylindrischen Büchse bewegliche Ringe, von denen drei je eine Theilung und einen Index tragen. Der vierte trägt keine Theilung, aber einen nach beiden Seiten weisenden Index. Ausserdem finden sich neben diesen vier beweglichen zu beiden Seiten zwei feststehende Ringe, von denen jeder eine Theilung trägt. Die Art nun, wie man sich dieser Vorrichtung bedient, erinnert an den Gebrauch des Rechenschiebers. Man beginnt damit, die beweglichen Ringe so zu stellen, dass die vier Indices auf einander übergreifen. Dann muss die Drehung des ersten Ringes alle anderen mitnehmen. Man stellt nun den Index des ersten Ringes auf der Scala der ersten feststehenden Theilung auf die gefundene Actinometerzahl. Der zweite Index dient zur Berücksichtigung der Plattenempfindlichkeit, welche Watkins durch empirische Zahlen ausdrückt, die er für fast alle englischen Platten bestimmt und tabellarisch geordnet hat. Arbeitet man z. B. mit gewöhnlichen Ilfordplatten, deren Plattenzahl dreizehn ist, so schiebt man den zweiten Index auf der Scala des ersten beweglichen Ringes auf diese Zahl. Der dritte Index soll die Farbe der Gegenstände berücksichtigen. Auch diese drückt Watkins durch Zahlen aus. Der Mittelton einer Landschaft ist für ihn hundert, die stark actinische Farbe der See würde durch zehn auszudrücken sein, der dunkelbraune Ton eines Eichenschrankes durch 300. Man stellt den dritten Index auf diese Zahl ein, welche man auf der Scala des zweiten beweglichen Ringes vorfindet. Auf dem dritten beweglichen Ringe sind die Objectivöffnungen

durch die bekannten Brüche $F/4$, $F/8$ u. s. w. eingetragen. Man stellt den Doppelindex des inneren Ringes so, dass sein linker Zeiger die Blende deckt, die man zu benutzen gedenkt, dann zeigt sein rechter Zeiger das Facit des ganzen Rechenexempels auf dem letzten feststehenden Ringe in Secunden der Expositionszeit oder in Bruchtheilen von Secunden.

Wie man sieht, ist das Instrument überaus sinnreich erdacht. Ohne behaupten zu wollen, dass dasselbe unter allen Umständen richtige Angaben liefert, können wir doch sagen, dass wir bereits Meinungsdivergenzen mit dem Expositionsmesser gehabt haben, bei denen nicht wir, sondern er schliesslich Recht behielt. Auch glauben wir, das Instrument schon deswegen unseren Lesern signalisiren zu sollen, weil dasselbe den ersten Versuch bildet, die geschilderte Frage auf wissenschaftlich correctem Wege ihrer Lösung entgegenzuführen. Witt. [752]

Der Flug der Vögel und des Menschen durch die Sonnenwärme.

Von Otto Lilienthal.

Mit vier Abbildungen.

Wer ein offenes Auge für die Wunder der Schöpfung besitzt, wird häufig Gelegenheit gefunden haben, die schönste aller Bewegungen, welche lebende Wesen auszuführen im Stande sind, das kreisende Schweben der Vögel, zu beobachten. Dieser herrliche, anstrengungslose Flug der grösseren Vögel spornt uns immer wieder an, die Lösung der Flugfrage zu versuchen, obwohl vielfache Aeusserungen wissenschaftlicher Autoritäten über dieses Problem uns wenig Anlass geben, mit der Flugfrage uns eingehend zu beschäftigen. Jeder kreisende Vogel fesselt dennoch unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade und lässt in uns den Trieb, gleich ihm das Luftmeer zu durchheilen, nicht versiegen. Beharrlich gemahnt uns der schwebende Vogel an das Vorhandensein gewisser kraftsparender, den Flug erleichternder Eigenschaften unserer Atmosphäre. Wie könnten wir sonst wohl begreifen, dass diese schweren Vogelkörper auf ihren ausgebreiteten Schwingen ruhend von der Luft getragen werden. Und nicht nur gleiten diese Vögel dahin, ohne an ihrer Schwebehöhe einzubüssen, nein, sie schrauben sich sogar in wundervollen Spirallinien höher und höher, oft so hoch und weit, dass sie unseren staunenden Blicken entschwinden.

Wer Sinn und viel Gelegenheit für derartige Naturbeobachtungen hat, der wird auch keine Zweifel mehr hegen, dass hier keine Sinnestäuschungen vorliegen, sondern dass der

Schwebeflug ein wirkliches Schweben ist, und dass die scheinbar ruhig gehaltenen ausgebreiteten Fittiche wirklich ohne eigentliche Kraftanstrengungen als Träger des Vogelleibes dienen.

Die Erscheinungen eines derartigen Fluges sind etwa folgende: Ein schöner Sommertag führte uns durch Wald und Flur, da sehen wir plötzlich nahe über uns an dem blauen Hintergrunde des Himmels zwei Raubvögel fliegen, welche nur dann und wann vereinzelte Flügelschläge ausführen, während sie im Uebrigen die weit ausgebreiteten hellgrauen, mit dunkelfarbigem Bändern gezeichneten Flügel fast regungslos ausbreiten. Schön geschwungene Kreise beschreibend, ziehen sie langsam dahin und erheben sich, mit dem Winde abtreibend, bis zu bedeutender Höhe. Es ist ein Pärchen des gemeinen Mäusebussard, eines der häufigsten Raubvögel unserer Gegenden, den zu beobachten wir fast bei jedem sommerlichen Ausfluge Gelegenheit haben.

Noch schönere Fliegeerscheinungen bieten sich uns dar, wenn wir sumpfige Gegenden aufsuchen und die durch einander kreisenden Reiher, Kraniche und Störche bei ihrem Fluge betrachten können, namentlich um die Zeit des Abzuges, wo förmliche Fliegeübungen zur Schulung des jungen Nachwuchses von diesen Vögeln angestellt werden, um sich für die grosse Reise nach dem Süden vorzubereiten. Es sammeln sich dann namentlich die Störche eines grösseren Districtes und zieren den Himmel über uns mit den herrlichsten Flugbewegungen, indem sie scheinbar regellos durch einander ihre Kreise ziehen, in uns aber das Gefühl der vollkommensten Sicherheit hervorrufen, indem wir sehen, welche erhabene Ruhe und welche bewusste Verwerthung der Luftströmung in ihrem Fluge sich ausprägt.

Worüber wir beim Anschauen dieser schwungvollen Bewegungen am meisten in Erstaunen gerathen, das ist die Anstrengungslosigkeit derselben; denn die segelnden Vögel ersparen sich die Arbeitskraft erfordernden Flügelschläge und machen der Beobachtung gemäss nur geringe Wendungen und Drehungen mit ihren Schwingen, um sie gleichsam für jeden Zug ihres Kreisens richtig einzustellen und beständig der gewünschten Bewegung anzupassen.

Es fragt sich nun, wie diese Kraftersparniss hervorgerufen werden kann gegenüber dem eine grössere mechanische Leistung beanspruchenden, durch starke Flügelschläge begleiteten Ruderfluge.

In der Nähe der Erdoberfläche, wo der Wind stets unregelmässig und schwächer bläst, sowie bei Windstille bemerkt man den Schwebeflug der Vögel niemals; deshalb ist es schon lange kein Geheimniss mehr, dass der Schwebeflug von den Vögeln nur bei Wind von gewisser Stärke ausgeführt werden kann. In den Wirkungen des Windes müssen daher die Vögel den Ersatz für ihre Flügelschläge finden, und während sonst die Fliegewirkung durch Muskelarbeit verbrauchende Flügelschläge erzielt wird, muss ein geeigneter Wind ebenso im Stande sein, einen aufwärts- und vorwärtstreibenden Druck auf den frei schwebenden Vogel auszuüben.

Die Arbeitskraft, welche den unter den Flügeln der segelnden Vögel erforderlichen heben- und treibenden Luftwiderstand hervorruft, wird also vom Wind selbst geleistet, und die Erscheinung des Schwebeflugs ist mithin auf jene Ursachen zurückzuführen, welche den Wind überhaupt entstehen lassen.

Wir wissen, dass die Sonnenwärme es ist, der die Ruhelosigkeit unserer Atmosphäre, das ewige Hin und Her und der Kreislauf der Windströmungen zugeschrieben werden muss. Die Stürme und Winde sind ununterbrochen in Thätigkeit, das Gleichgewicht in dem Luftocean unserer Erde wieder herzustellen, welches beständig durch die Wandelbarkeit der Sonnenwärme und deren verschiedenartige Wirkungen gelöst wird.

Diese Strömungen sind theils regelmässige, theils unregelmässige. Der regelmässige Druck- und Temperatenausgleich der Luft findet seinen Ausdruck am vollkommensten in den Passatwinden des wärmeren Erdgürtels. In den Zonen des veränderlichen Niederschlages hingegen wird durch die verschiedenartigsten Einflüsse eine gewisse Gesetzmässigkeit der Windverhältnisse fast unkenntlich gemacht.

Wenn nun auch vielerlei Umstände auf die Windbildung beeinflussend einwirken, immerhin ist (ausser den für uns wenig erkenntlichen, unter dem Einflusse des Mondes stehenden Ebbe- und Flutherscheinungen unserer Atmosphäre) der wechselnde Sonnenschein, welcher unsere Erde in 24 Stunden einmal umläuft, als die eigentliche Quelle der Windbewegungen zu betrachten.

Diese wandelbare Wärmequelle leistet nun aber auch jene Arbeit, welche die Vögel sich nutzbar machen, indem sie auf dem Winde ruhend dahinschweben. Diese Hebewirkung, welche wir an den mit regungslosen Flügeln dahinschwebenden Vögeln erkennen, müssen wir als ein Product jener Arbeit betrachten, welche das Dahinwehen der Luft über die Erdoberfläche verursacht, und welches wiederum auf die erwärmenden Wirkungen der Sonnenstrahlen zurückzuführen ist.

Ein grosser Theil des unserer Atmosphäre von der Sonne eingepflanzten Arbeitsquantums wird nun von der Reibung der Luft in sich selbst und an der Erdoberfläche absorbiert; denn wo überhaupt Bewegung irdischer Körper stattfindet,

da sind auch Bewegungswiderstände vorhanden, die an dieser Bewegung zehrend wirken und eine Verlangsamung der Bewegung hervorrufen. Diese Verlangsamung wird dort am grössten sein, wo die Widerstandswirkung am nächsten liegt. Der Wind wird daher an der Erdoberfläche nicht nur gewöhnlich am schwächsten wehen, sondern bei gleichbleibenden Ursachen für die Entstehung

Der Wind weht immer dorthin, wo Anhäufungen der Atmosphäre nöthig sind, und es ergibt sich aus dieser einfachen Vorstellung nicht bloß die Möglichkeit, sondern auch die Nothwendigkeit schwach ansteigender Windbewegungen.

Wenn nun auf diese Weise eine Erhebung der Luft aus niederen Schichten in höhere gefolgert werden kann, so müssen wir nothgedrungen

Abb. 21.

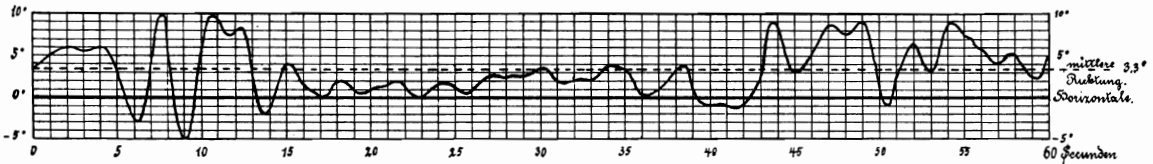


Abb. 22.

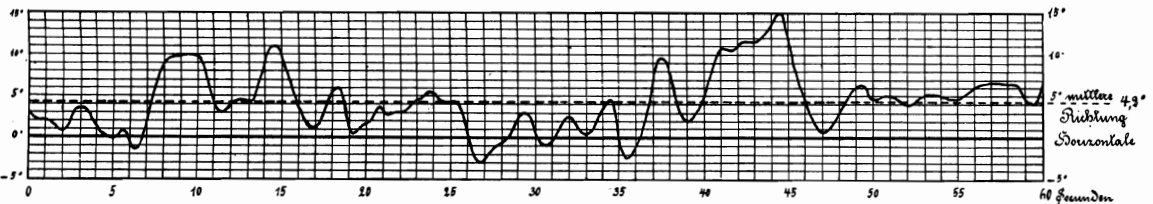


Abb. 23.

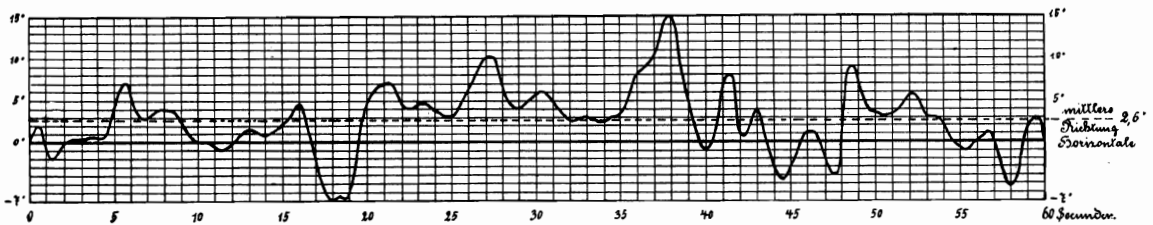
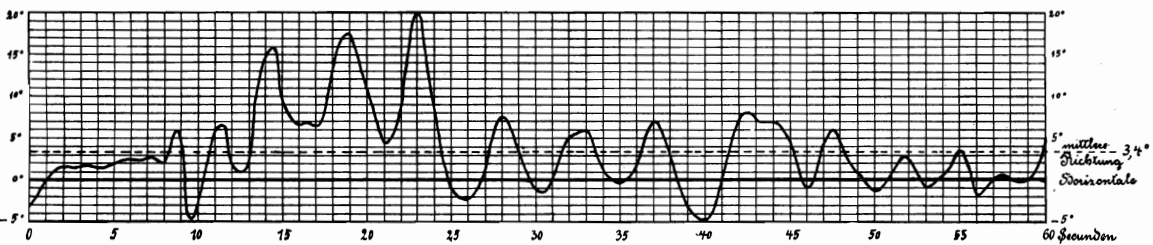


Abb. 24.



Schwankungen des Windes in der Höhenrichtung während einer Minute.

dieses Windes wird auch der Wind selbst durch die Reibung an der Erdoberfläche bei seinem Dahinwehen in den niederen Schichten sich verzögern müssen. Bei dieser Verlangsamung der Luftbewegung über der Erdoberfläche ist es aber sehr wohl denkbar, dass eine stete Abgabe von Luft aus den unteren Schichten an höher gelegene Schichten stattfindet; das heisst, es kann durch die Reibung des luftförmigen Mediums an der Erdoberfläche eine schwach steigende Windrichtung gebildet werden, deren Steigungswinkel gewissermassen dem Reibungswinkel der Luft entspricht.

nach einer Erklärung für das Wiederherabkommen der Luft aus höheren Schichten in tiefer gelegene forschen. In dem Centrum der Entstehung des Windes müssen wir das Aequivalent suchen, welches der allmäligen Steigung der Luft entspricht und in einer allgemeinen Luftsenkung sich äussert.

Wir haben uns einen Luftberg vorzustellen, der von Lufthälern umgeben ist, und in diese Thäler so lange hineinfliesst, bis durch die eingetretene Umformung der Witterung und Druckverhältnisse andere Gleichgewichtsbedingungen entstanden sind.

Vielfach wird hierbei die in starker Bewegung befindliche Luft durch ihre Trägheit über ihr Ziel hinausschiessen und mit rückläufiger Bewegung hin und her pendeln oder seitlich abgelenkt in grossen Wirbeln sich auslaufen.

So erzeugt die Wechselwirkung der Sonnenwärme durch Ausdehnung der Luft, durch Verdunstung und Niederschläge mit ihren vielseitigen Folgen einen Wellenschlag und eine Strömung auf dem Luftocean, welcher namentlich in unseren Breiten ein Chaos von Unregelmässigkeiten bei wechselnden Erhebungen und Senkungen der Atmosphäre und ein Schwanken des Barometerstandes mit schwer zu enträthselnder Gesetzmässigkeit hervorruft.

In den für uns leicht erreichbaren Höhen werden wir aber das directe stärkere Sinken und Steigen der Luftmassen nicht wahrnehmen können, weil vertikale Luftbewegungen in der Nähe der Erdoberfläche sich stets in seitliche Bewegungen umsetzen müssen, indem hier nur ein Ausweichen nach der Seite stattfinden kann.

Dieses seitliche Ausweichen der Luft, welches wir Wind nennen, ist aber stets mit Reibungswirkungen verknüpft, und diese haben durch ihren verzögernden Einfluss wiederum zur Folge, dass dort, wo die Luft hinweht, Anhäufungen und Aufstürmungen stattfinden müssen, aus denen eine, wenn auch durchschnittlich nur schwach ansteigende Luftbewegung für gewisse Höhenlagen resultirt.

Der Versuch hat nun ergeben, dass man die aufsteigende Richtung des Windes wirklich messen kann. Es lässt sich mit Hilfe geeigneter Apparate derjenige Winkel angeben, unter dem sich die dahinwehende Luft über die durch Reibung an der Erdoberfläche sich verzögernde Luftmasse hinaufschiebt.

Diese Steigung ist aber keine gleichmässige, sondern sie wechselt immerwährend, aber ihr mittlerer Werth zeigt dafür eine um so grössere Beständigkeit. Durch obengenannte Apparate ist festgestellt, dass für Winde mittlerer Stärke über weit ausgedehnten, horizontalen Ebenen, wo keine Hindernisse die Luftbewegung stören, die mittlere Steigung des Windes zwischen 3° und 4° über der Horizontalen liegt.

Die Schwankungen des Windes nach der Höhenrichtung zeigen gewisse Perioden, und wenn man durch besondere Vorrichtungen diese Schwankungen in Form von Curven direct durch den Wind graphisch auftragen lässt, so zeigt sich am deutlichsten die hierbei stattfindende Gesetzmässigkeit. Der Mittelwerth für die Elevation des Windes während einer Minute ist fast immer derselbe. Aber auch die Anzahl der Schwankungen für diesen Zeitraum weicht nicht viel von einander ab. Durchschnittlich ergeben sich pro Minute 20 Maxima und Minima, er-

kenntlich an den Bergen und Thälern des Curvenzuges.

Die Abbildungen 21 — 24 sind solche vom Wind selbst gezeichnete Diagramme. Die Vorrichtungen zur Gewinnung dieser Resultate sind beschrieben in dem Werke „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“. Berlin, Gärtner's Verlag.

Man sieht aus den Linienzügen, welche grösstenteils über der Horizontalen liegen, dass der Wind mehr eine steigende Richtung hat und nur seltener und weniger sich unter die Horizontale neigt. Die mittlere Windelevation wird erhalten, wenn man die mittlere Höhe der Curvenordinaten bestimmt oder ein Rechteck construirt, welches bei gleicher Länge denselben Inhalt hat, als die durch die Curve begrenzte Fläche. Die erhaltene mittlere Steigung des Windes während einer Minute stellt sich fast immer zwischen 3 und 4° ein. Dieselbe ist in den Abbildungen durch die punktirte Linie angedeutet.

Hieraus geht nun hervor, dass der Wind die Flügel jedes fliegenden Vogels schräg von unten unter einem Winkel von durchschnittlich $3\frac{1}{2}^{\circ}$ trifft, und es löst sich auf diese Weise eines der wunderbarsten Fliegeräthsel; denn mit Rücksicht auf die etwas gewölbte Form der Vogelflügel genügt schon diese schwache Steigung bei ausreichender Stärke des Windes, um den ausgebreitet schwebenden Vogel zu tragen.

Nicht alle Vögel aber verstehen es, den Wind so vollkommen auszunützen, dass sie der Flügelschläge beim Fliegen entbehren können. Es scheint ein besonderer Flügelbau dazu erforderlich zu sein. Jedoch haben diejenigen Vögel, welche sich vornehmlich des Segelfluges bedienen, nicht gerade verhältnissmässig grosse Flügelflächen. Einer der ausdauerndsten Segler, der Albatros, besitzt sogar bei einer Schwere von 10—15 kg nur $\frac{1}{2}$ qm Flugfläche und ist dadurch seine Flügelfläche verhältnissmässig kleiner, als bei irgend einem andern fliegenden Thiere.

Die grösste Genugthuung aber liegt für uns in der Thatsache, dass mit der Grösse der Vögel auch deren Segelfähigkeit zunimmt, und dass gerade die grossen, schweren Raub- und Seevögel, sowie die meisten grossen Sumpfvögel, die im Marabustorch ein recht beträchtliches Gewicht erreichen, dass diese schweren Thiere am besten auf den eigentlichen Segelflug sich verstehen und uns Menschen, die wir doch noch schwerer sind, als diese genannten Segler, eine gewisse Anwartschaft verleihen, durch geschickte Flügelconstruction auch des anstrengungslosen Schwebefluges theilhaftig zu werden.

Gegenwärtig wird an diesem Problem von verschiedenen Seiten gearbeitet, und wer weiss, ob nicht hier oder da schon wirkliche greifbare Erfolge erzielt worden sind, so dass wir vielleicht

unvermuthet eines Tages auch einen Menschen mit seinem Apparate über uns am Firmamente seine Kreise werden ziehen sehen.

Es wäre dies nur die nothwendige Folge von Bestrebungen, zu denen wir nicht blos berechtigt, sondern als Menschen sogar verpflichtet sind, und deren Richtigkeit der segelnde Vogel uns täglich beweist.

Fragen wir uns aber, wer diejenige Arbeit leistet, welche doch immerhin aufgewendet werden muss, wenn durch beständig unterhaltenen Luftwiderstand auch bei segelndem Fluge das Herabfallen aus der Luft verhindert werden soll, so kommen wir stets auf die Sonnenwärme zurück, welche als Ursache der Winde auch den schwebenden Vogel in der Luft trägt und vielleicht auch einst die Triebkraft beim freien Schwebefluge des Menschen sein wird. [693]

Schichau's Torpedoboote für Italien.

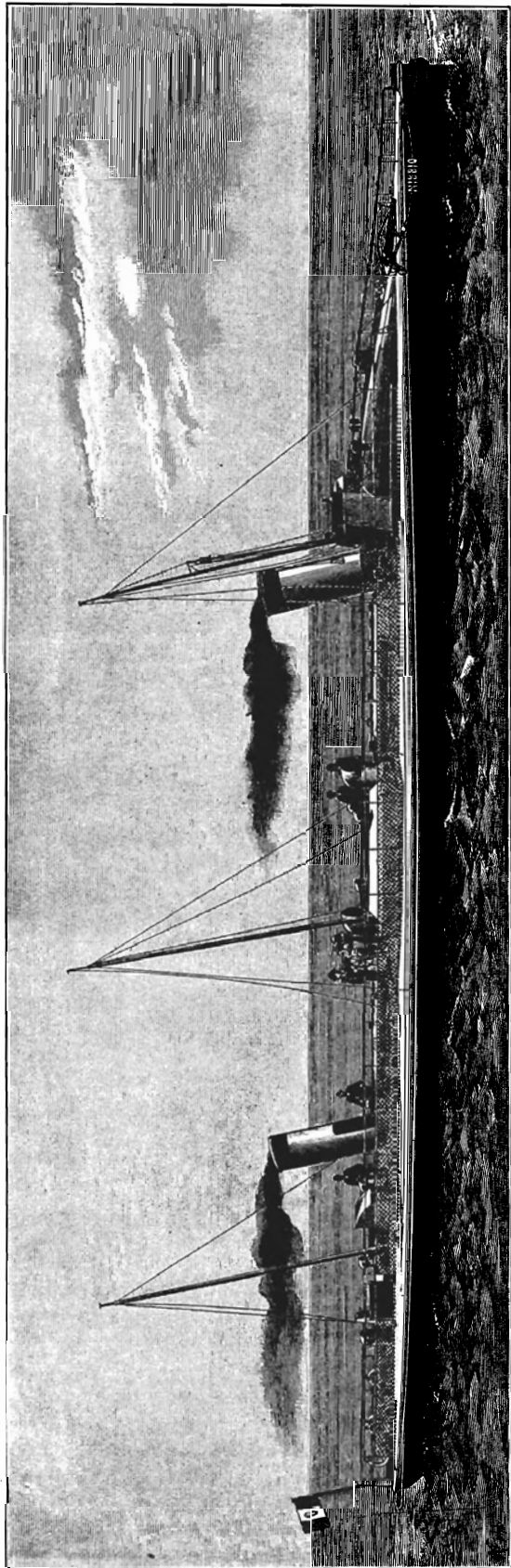
Von C. Stainer.

(Schluss.)

Schichau's Torpedoboote zeichnen sich aus durch den ruhigen, geräuschlosen Gang ihrer dreicylindrigen Verbundmaschinen mit dreifacher Expansion, welche trotz des künstlich verstärkten Zuges keine Funken auswerfen. Die Verbundmaschinen ermöglichen zur Erreichung schneller Fahrt 320 — 340 Schraubenumdrehungen in der Minute. Die dreifache Expansion des Dampfes, sowie der künstliche Zug für die Feuerung durch Unterwindgebläse bei verschlossenen Aschenfälen mit erwärmter Luft (Schichau'sche Patent-Feuerung) haben einen verhältnissmässig sparsamen Verbrauch an Kohle zur Folge, so dass die Boote bei ihrer ausgezeichneten Seefähigkeit zu selbstständigen Fahrten von 5000 Seemeilen befähigt sind. Wie das geräuschvolle Arbeiten der Maschine und das Auswerfen von Funken aus den Schloten das Gelingen einer überraschenden Annäherung an den Feind bei Nacht nicht wahrscheinlich macht, so wird das Aufwerfen einer grossen Bugwelle infolge ungünstiger Bugform und Profile des Schiffsrumpfes sowohl bei Tage, wie nachts bei elektrischer Beleuchtung weithin zum Ver räther. Ein von Yarrow im Jahre 1884 für die deutsche Marine geliefertes Probeboot warf eine so hohe, schäumende Bugwelle auf, dass es deshalb für unbrauchbar erklärt werden musste. Von allen diesen Mängeln sind, wie allseitig rühmend hervorgehoben wird, Schichau's Torpedoboote frei.

Unsere Abbildungen stellen eins der fünf Torpedoboote (*Aquila*, *Avoltojo*, *Falco*, *Nibbio*,

Abb. 25.



Ansicht des italienischen Torpedoaoviso „Nibbio“, erbaut auf der Werft von F. Schichau in Elbing.