

Der Schraubenpropeller

Eine Darstellung seiner Entwicklung nach dem Inhalt
der deutschen, amerikanischen und englischen Patentliteratur

Von der

Königl. Technischen Hochschule zu Berlin

zur

Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Richard Geissler

aus Berlin

Referent: Geh. Reg.-Rat Professor Flamm

Korreferent: Professor Krainer

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin
1918

G 62
86

233
1571-1572

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 3164

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297600

B

Akc. Nr.

2918 149

Copyright by Julius Springer in Berlin 1918.

Inhaltsangabe.

	Seite
Einleitung	1—2
I. Teil. Der Schraubenpropeller bis zu F. P. Smith und J. Ericsson 1836	2—10
Das Schraubenrad S. 3—4. — Die Schraube des Archimedes S. 4—5. — Der gewöhnliche Schraubenpropeller S. 5—8. — J. Ericsson und F. P. Smith 1836 S. 8—10.	
II. Teil. Der Schraubenpropeller nach 1836	10—63
1. Das Schraubenrad	10—15
Die Entwicklung der Flügel und Flügelträger (Speichen oder mittels Speichen an der Nabe befestigter Ring) S. 10—14. — Flügelanordnung S. 14—15. — Leitvorrichtungen S. 15.	
2. Die archimedische Schraube	16—22
Die Entwicklung des Flügels (Entwicklung des Flügels bei der Schraube in ihrer ursprünglichen Form und bei einer neuen, dem Schraubenrad nachgebildeten Konstruktion der archimedischen Schraube) S. 16—20. — Flügelanordnung S. 20. — Leitvor- richtungen S. 20—22.	
3. Der gewöhnliche Schraubenpropeller	22—63
Die Entwicklung des Flügels S. 22—48. — Flügelanordnung S. 48—54. — Leitvorrichtungen S. 54—63.	
Schlußbetrachtung	63—66
Zusammenfassende Darstellung des Verlaufs der Entwicklung, ihres bisherigen Ergebnisses und ihrer Aussichten.	
Anhang	67—87
Verzeichnis der gesamten Propellerpatente S. 67—87. — Stamm- baumzeichnung des Entwicklungsvorganges.	

Literatur-Verzeichnis.

1. Bourne, A treatise on the screw propeller. 1867.
 2. Burgh, A practical treatise on modern screw propulsion. 1869.
 3. Busley, Die Schiffsmaschine. 1883.
 4. Fairbairn, History of steam navigation. 1858.
 5. Nicol, Who invented the screw propeller. 1858.
 6. Patente, Deutsche, englische und amerikanische Patente. 1752—1910.
 7. Preble, Geo. Henry, A chronological history of the origin and development of steam navigation. 1543—1882.
 8. Reitlinger, Joseph Ressel.
 9. Smith, The past, present and future of atlantic steam navigation. 1857.
 10. Vergne, Pièces relatives à l'hélice cannelée. 1885.
 11. Woodcroft, A sketch of the origin and progress of steam navigation from authentic documents. 1848.
-

Einleitung.

Nachdem die jüngsten Arbeiten, insbesondere die der deutschen Forscher, den Weg zur Lösung des Problems der Schiffsschraube gewiesen haben, ist die Zeit zu einem Rückblick auf ihre bisherige Entwicklung gekommen.

Die Kenntnis des Entwicklungsvorganges beschränkt sich heute im großen und ganzen auf das Leben und Wirken von F. P. Smith und J. Ericsson 1836—1850, deren durchschlagenden Erfolge die Einführung der Schiffsschraube zu danken ist, sowie auf die neueren eingangs erwähnten Forschungsarbeiten, die ihren Abschluß einleiten, erstreckt sich aber weder auf die den Erfolg von Smith und Ericsson vorbereitenden Versuche und Vorschläge noch auf die eigentliche mit Smith und Ericsson einsetzende Entwicklung selbst, von der in der Literatur verstreute historische Notizen nur wenige Einzelheiten mitteilen, die keine Zusammenhänge erkennen lassen.

Die Ausfüllung dieser Lücken ist der Zweck der vorliegenden Arbeit, deren Inhalt die Entwicklungsgeschichte des Schraubenpropellers bildet.

Das Material hierfür ist im wesentlichen der Patentliteratur entnommen. Zwischen Patentwesen und Technik bestehen enge Beziehungen, die, soweit sie hier in Betracht kommen, darin ihren Ausdruck finden, daß einerseits das Patentwesen durch den Schutz des gewerblichen Eigentums, die Belohnung des Erfindergeistes in immer steigendem Maße die Entwicklung der Technik zur höchsten Blüte gefördert hat und die Industrie andererseits in natürlicher Wechselwirkung bemüht gewesen ist, jede neue Erfindung, gleichviel auf welchem Gebiet der Technik unter den Schutz des Patentwesens zu stellen. Der ist aber unter anderem von der rückhaltlosen, schriftlichen und zeichnerischen Offenbarung der Erfindung abhängig und so ist eine Sammlung von Erfindungen, eben die Patentliteratur entstanden, die ein äußerst umfangreiches, wertvolles Material über die Entwicklung der gesamten Technik vorstellt und als solches für die vorliegende Arbeit nutzbar gemacht ist. Die Beziehungen zwischen Schraubenpropeller und Patentwesen im besonderen haben sich unter sehr günstigen Verhältnissen entwickelt. Die Erfindung des Schraubenpropellers und vor allem seine nach Smith und Ericsson mit mächtigem Aufschwung einsetzende Anwendung im Schiffbau fallen in eine Zeit, in der das Patent-

wesen bereits starken Einfluß auf die Technik ausübt. Dabei trifft es sich auch außerdem glücklich, daß die drei für die Entwicklung des Schraubenpropellers hauptsächlich in Betracht kommenden Länder England, Amerika und Deutschland, deren gesammelte Propellerpatente die Grundlage der Arbeit bilden, auch gerade die Staaten gewesen sind, die das Patentwesen in hervorragender Weise gepflegt haben. Die Patentliteratur über den Schraubenpropeller, die bis 1910 verfolgt ist, liefert denn auch ein entsprechend umfangreiches Material. Mehr als 1000 Patente beschäftigen sich mit dem Problem der Gestaltung der Schraube und sind für die Entwicklungsgeschichte bearbeitet worden.

Die Durchführung der Arbeit an Hand dieses und des weiteren im Literaturverzeichnis genannten Materials hat sich ganz der leicht erkennbaren Gliederung der Entwicklungsgeschichte angepaßt. Die Entwicklung hat im ganzen drei Schraubenkonstruktionen zum Gegenstand: „das Schraubenrad“, so genannt nach seiner Entstehung aus dem Schaufelrad, die „Schraube des Archimedes“ und den „gewöhnlichen Schraubenpropeller (common screw)“, unter dem die heut allgemein verwendete Schraube zu verstehen ist. In der Geschichte jeder dieser Schrauben ist das Auftreten von Smith und Ericsson (1836) von entscheidender Bedeutung. So ergibt sich ohne weiteres die in der Inhaltsangabe festgelegte Einteilung der Arbeit in einen ersten und zweiten Teil, welche jeder die Entwicklung der drei Schraubenarten vor und nach 1836 behandeln.

Die Entwicklungsgeschichte wird durch zahlreiche Zeichnungen erläutert. Ein geordnetes Verzeichnis der gesamten Propellerpatente ist der Arbeit angefügt, ebenso eine Stammbaumzeichnung des Entwicklungsvorganges.

I. Der Schraubenpropeller bis zu F. P. Smith und J. Ericsson, 1836.

Das Schraubenrad. — Die Schraube des Archimedes. — Der gewöhnliche Schraubenpropeller. — J. Ericsson und F. P. Smith, 1836.

Der Ursprung der Schiffsschraube liegt weit zurück in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, in jener Zeit, in der die lange vergeblichen Versuche, in die bis dahin ausschließlich auf das Segel angewiesene Schifffahrt das Schaufelrad als Schiffsantrieb einzuführen, endlich ihr Ziel erreichen.

Die Perspektiven, die sich damit der künftigen Entwicklung der Schifffahrt öffnen, werden zum mächtigen Ansporn, den neuen, noch primitiven Propellerantrieb zu entwickeln und zwar nicht nur durch Vervollkommnung des die Schifffahrt lange Zeit beherrschenden Schaufel-

rades selbst, sondern auch vor allem durch Versuche, einen wenn möglich noch wirkungsvolleren Propeller als das Schaufelrad zu finden, ein Bemühen, das mit der Erfindung des Schraubenpropellers, unter welchem Sammelnamen in dieser Arbeit jeder Propeller von schraubenähnlicher Wirkung verstanden wird, von Erfolg gekrönt ist. In kurzen Zwischenräumen werden drei voneinander ganz unabhängige Schraubenformen, das Schraubenrad, die archimedische Schraube und der gewöhnliche Schraubenpropeller erfunden, die jede zur Grundlage einer langen, abwechslungsreichen Entwicklung werden.

Das Schraubenrad.

Der Erfinder des Schraubenpropellers dürfte Daniel Bernouilli gewesen sein, der 1752 eine Schraube (Abb. 1) vorschlägt, deren besonderes Kennzeichen die enge Anlehnung an die Konstruktion und Anordnung des Schaufelrades ist. Wie bei diesem sind die Flügel seiner Schraube an Speichen befestigt und als flache Schaufeln aus-

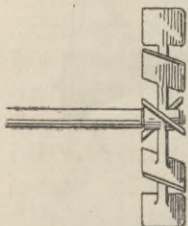


Abb. 1.

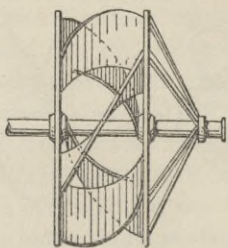


Abb. 2.

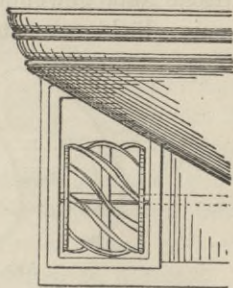


Abb. 3.

gebildet, nur sind sie schräg zur Achse gestellt, so daß sie entsprechend der Lagerung der Achse dieses „Schraubenrades“ parallel zur Kiellinie schraubenartig wirken. Daniel Bernouillis Erfindung hat keine praktische Bedeutung gewonnen. Erst 1823 wird seine Idee von einem anderen Franzosen, Delisle, wieder aufgenommen. Delisle konstruiert die Flügel (Abb. 2) als Schraubenfläche, ein Gedanke, dessen Entstehung auf die zu seiner Zeit schon erfundene archimedische Schiffsschraube zurückzuleiten ist. Um die Flügel sind Verbindungsringe zur gleichmäßigen Verteilung der aufzunehmenden Kräfte gelegt. Auch Delisle ist kein Erfolg beschieden gewesen. Ebenso wenig zunächst den zahlreichen Erfindern, die sich nach ihm, besonders auch in Amerika, um die Einführung neuer Konstruktionen des Schraubenrades bemühen. Zu erwähnen ist (Abb. 3) die Erfindung des Amerikaners Emerson 1834, das Schraubenrad im Totholz am Heck anzu-

ordnen, die aber keineswegs original, vielmehr dem Österreicher Joseph Ressel (1828) entlehnt ist.

Die archimedische Schraube.

Der zweitälteste Schraubenpropeller, die bekannte Schraube des Archimedes, ist wahrscheinlich zuerst 1768 von dem Franzosen Paucton als Schiffsantrieb in Vorschlag gebracht worden. Ihre Anwendung wird bekanntlich später mit der Theorie begründet, daß sich die Schiffsschraube im Wasser in gleicher Weise vorwärts drehe wie eine gewöhnliche Schraube in ihrer Mutter, eine Annahme, die in der Tat die archimedische Schraube als Schiffsantrieb sehr geeignet erscheinen lassen würde.

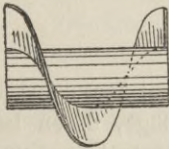


Abb. 4.

Paucton (Abb. 4) hat mit seiner wenig zweckmäßig an den Seiten des Schiffs angeordneten, halb oder ganz eintauchenden archimedischen Schiffsschraube, die aus einem in der Länge einer Ganghöhe um eine zylindrische Nabe gewundenen Flügel besteht, keinen Erfolg gehabt. Ebenso wenig glückte es zunächst den zahlreichen Anhängern seiner Idee, von

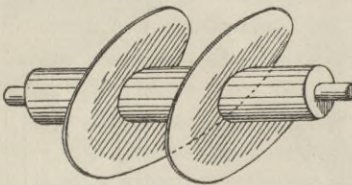


Abb. 5.

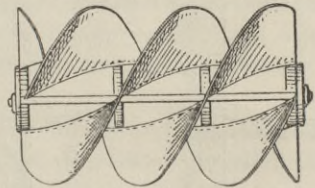


Abb. 6.

deren Konstruktionen die Abb. 5 u. 6 Beispiele geben, die archimedische Schraube einzuführen. Unter ihnen befindet sich übrigens auch der Franzose Dallery 1803, dem zuweilen irrig die Erfindung der Schraube zugeschrieben wird.

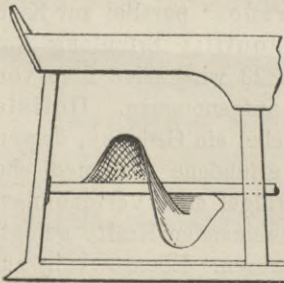


Abb. 7.

Erst dem Österreicher Joseph Ressel gelingt 1829 nach langen vorbereitenden Arbeiten ein größerer Versuch. Eine ausführliche Darstellung der Resselschen Erfindung ist in seinem als „Communication from abroad“ durch den Engländer Cummerow 1828 angemeldeten englischen Patent erhalten geblieben, das eine sorgfältig durchkonstruierte archimedische Schraube (Abb. 7) beschreibt, deren Hauptmerkmal die seitdem für die Schiffsschraube vorbildlich gewordene Anordnung im Totholz des Hecks ist. Ressels Arbeiten und Versuche sind für den späteren Erfolg

von F. P. Smith bahnbrechend gewesen, dessen Stelle in der Entwicklung der Schiffsschraube er bei besserer Unterstützung seiner Pläne hätte einnehmen können.

Alle eben besprochenen Schrauben von Paucton bis Ressel haben konstante Steigung. Hiervon abweichend schlägt 1824 der Franzose Bourdon eine Schraube mit peripherial wachsender Steigung vor. Sein Vorschlag, der in den nächsten Jahren öfter wiederholt wird, ist weiteren Kreisen erst durch die Versuche des Engländers Woodcroft 1832 (Abb. 8) bekannt geworden, dem daher gewöhnlich die Erfindung



Abb. 8.

der Schraube mit Steigungsänderung zugeschrieben wird. Die Steigungszunahme soll, wie Woodcroft in seinem Patent erläutert, eine gleichmäßig wachsende Beschleunigung des von der Schraube ergriffenen Wassers bewirken. Bourdons Erfindung bedeutet einen wesentlichen Fortschritt für die Entwicklung der Schraube, findet aber erst später nach Smith gebührende Beachtung.

Eine bemerkenswerte Erscheinung aus den Anfängen der archimedischen Schiffsschraube ist die Anwendung von Ummantelungen. Die Idee, die Schraube zu ummanteln, ist beinahe so alt, wie die Erfindung der Schraube selbst. Schon 1792 schlägt der Engländer Rumsey vor, die Schraube durch einen Mantel abzuschließen, um das Wasser auf vorgeschriebenem Wege gesammelt und frei von inneren Bewegungen in und aus dem Arbeitsraum der Schraube zu leiten bzw. den Arbeitsvorgang vor von außen kommenden Störungen zu schützen.

Die Erfindung Rumseys ist in der Folge mehrfach aufgenommen und ausgestaltet worden. Neben einfachen festen oder mit der Schraube drehenden Mänteln finden sich Vorschläge für Tunnelanlagen zur Aufnahme der Schraube. Der Vorteil dieser Einrichtung wird zunächst nicht ersichtlich. Ihre Bedeutung liegt darin, daß sie die ersten Anfänge der später häufig angewendeten Leitvorrichtungen vorstellt.

Der gewöhnliche Schraubenpropeller.

Die dritte, durch ihre schmalen, von einer gemeinsamen Nabe ausgehenden Flügel gekennzeichnete Schiffsschraube, die heute in der Konstruktion von F. P. Smith im allgemeinen fast ausschließlichen Gebrauch ist und mit Rücksicht hierauf sowie in Übereinstimmung mit ihrer englischen Bezeichnung „common screw“ in der Arbeit die Benennung „gewöhnlicher Schraubenpropeller“ erhalten hat, leitet ihren Ursprung vom Windmühlenflügel her, der dem Engländer J. Bramah im Jahre 1785 als Vorbild für seine Erfindung dient.

Entsprechend dem späteren Erfolg sind schon die Anfänge des neuen Schraubenpropellers verheißungsvoll. Bramahs Erfindung (Abb. 9) wird 1804—1806 Gegenstand von Versuchen eines Amerikaners J. Stevens, bei denen die unter Wasser an einer durch das Heck geführten Welle angeordnete, von einer Wattschen Maschine getriebene

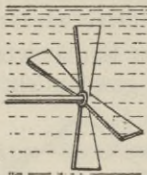


Abb. 9.

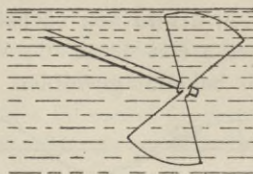


Abb. 10.

Schraube einen bemerkenswerten Erfolg erzielt. Ebenso verlaufen andere Versuche, beispielsweise die mit der Schraube des Engländers Shorter (Abb. 10), eines Anhängers der Bramahschen Idee, 1802 in der britischen Flotte und 1825 auf der Themse vorgenommenen Versuche ermutigend und förderlich für die weitere Entwicklung.

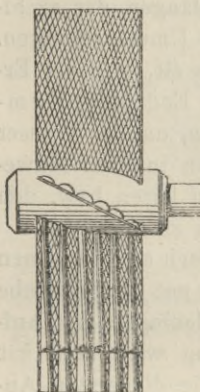


Abb. 11.

Anfangs hat der gewöhnliche Schraubenpropeller, auch der von Bramah und Shorter, länglich trapezförmige flache Flügel. Die unzulängliche Konstruktion wird 1816 bzw. 1824 durch die Erfindungen von Dawson und Perkins überholt. Dawson erfindet eine Schraube (Abb. 11) mit zwar flachen, aber elastischen Flügeln, die bei der Drehung der Schraube selbsttätig unter dem Druck des Wassers die dem Arbeitsvorgang entsprechende richtige Form annehmen sollen. Perkins macht den Vorschlag (Abb. 12), dem Schraubenflügel in Anpassung an seine Arbeitsweise eine gewisse Verdrehung zu geben, die, wohlverstanden, keine Schraubenfläche erzeugt. Die von der Flügelwurzel nach der Flügelspitze fortschreitende Verdrehung hat den Zweck, die Wirksamkeit der außenliegenden Flügelteile zu erhöhen und die innenliegenden, deren Wirkung weniger in Betracht kommt, mit geringerem Widerstand durch das Wasser zu führen. Die Verdrehung des Flügels beträgt $22\frac{1}{2}^{\circ}$.

Beide Erfindungen, besonders die von Perkins, bezeichnen den Beginn der in der Folge nicht nur bei dem gewöhnlichen Schraubenpropeller, sondern bei allen drei Schraubenarten einsetzenden Suche nach der, sei es durch ihre Verdrehung, sei es durch eine radiale bzw. peripheriale Krümmung den Arbeitsbedingungen ideal entsprechenden Flügelfläche. Am erfolgreichsten ist hierbei, wie vorgreifend hinzu-

gefügt werden soll, der schon eingangs erwähnte F. P. Smith 1836 gewesen, bei dessen gewöhnlichem Schraubenpropeller die Flügelfläche als Schraubenfläche ausgeführt ist, dieselbe Schraubenfläche, der wir bei anderer Form des Flügels schon früher bei der archimedischen Schiffsschraube (Ressel) sowie beim Schraubenrad begegnet sind und die wir noch vor Smith in der Entwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers bei den Erfindungen von Steadman und Wilder kennen lernen werden.

Neben der Flügelkonstruktion beschäftigt sich die Entwicklung vornehmlich mit der Flügelanordnung. Bei der Schraube von Bramah liegen die Flügel gleichmäßig um die Achse herum verteilt zwischen zwei zur Schraubenachse senkrechten Ebenen, eine Anordnung, die auch im Verlauf der Entwicklung überwiegend beibehalten wird und heute allgemein üblich geworden ist. Hiervon abweichend macht der schon früher erwähnte Engländer Perkins 1824 (Abb. 12) den Vorschlag, die Flügel in Richtung der Schraubenachse hintereinander zu setzen. Seiner Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, daß sich die Flügel, wenn sie in größerer Zahl in einer Ebene angeordnet sind, gegenseitig behindern müssen. Er hält bei schnellerdrehenden Schrauben den Wasserzufluß für ungenügend und nimmt an, daß die Aufwirbelung des Wassers durch den vorhergehenden Flügel die Arbeitsleistung des folgenden beeinträchtigt, durch die Versetzung der Flügel sollen diese vermeintlichen Nachteile behoben werden. Perkins verwendet zwei dicht aufeinanderfolgende Flügelsätze. Seine Konstruktion hat die später viel nachgeahmte Eigentümlichkeit, daß die beiden Flügelsätze zwei gesonderte Schrauben bilden, die sich gegenläufig drehen, womit im wesentlichen beabsichtigt ist, das von der ersten Schraube ergriffene und beschleunigte Wasser in bestimmter für die Wirkung der hinteren Schraube günstiger Weise dieser zuzuleiten und von ihr, die gewöhnlich entsprechend größere Steigung hat, erhöht beschleunigen zu lassen. Auch die Aufhebung einer angenommenen tangentialen Drehung und zentrifugalen Bewegung im Schraubenstrahl, die Ausschaltung eines von der Schraube auf das Schiff ausgeübten Drehmomentes spielt bei der Konstruktion eine gewisse Rolle.

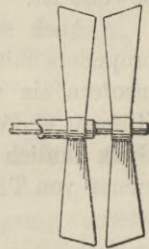


Abb. 12.

Der Perkinssche Vorschlag, die Flügel in der geschilderten Weise zu versetzen, hat in der Folge viel Anklang gefunden und ist in den verschiedensten Ausführungen weiter entwickelt worden. So kommt bald nach Perkins der Engländer Steadman 1828 auf die Idee, die archimedische Schiffsschraube durch Unterbrechungen der Gewindgänge in einen gewöhnlichen Schraubenpropeller mit schmalen in einem Schraubengang angeordneten und Teile desselben bildenden

Flügeln zu verwandeln (Abb. 13). In der Steadmanschen Erfindung, die 1836 auch in Amerika (Abb. 14) durch Wilder Eingang findet, taucht zum ersten Mal in der Entwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers also noch vor Smith die Schraubenfläche als Flügelformung

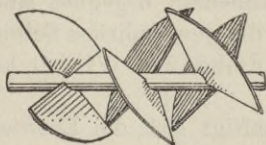


Abb. 13.

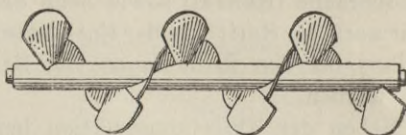


Abb. 14.

auf, allerdings ohne daß sich Steadman ihrer Bedeutung irgendwie bewußt ist.

Auch sonst steht die Entwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers mit der der archimedischen Schiffsschraube in Zusammenhang, insofern sie von ihr den Gedanken übernimmt, Leitvorrichtungen als Hilfsmittel für die Verbesserung der Schraubenwirkung zu verwenden. Ganz ähnlich wie bei der archimedischen Schraube besprochen, werden zuerst von Trevithick 1815, dann von Church 1829 Ummantelungen

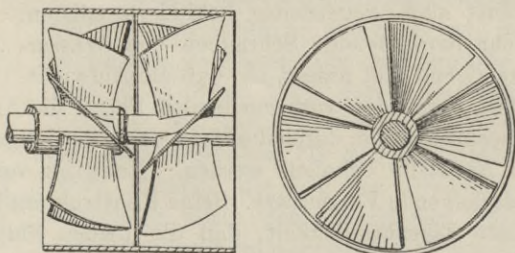


Abb. 15.

vorgeschlagen, im letzteren Fall (Abb. 15) eine Ummantelung für zwei gegenläufige Schrauben.

John Ericsson und Francis Pettit Smith.

Die Entwicklung der Schiffsschraube, deren Anfänge wir aus der vorhergehenden Schilderung kennen gelernt haben, gelangt 1836 zu einem Wendepunkt. Die Konstruktion der Schraube, sei es als Schraubenrad, archimedische Schraube oder gewöhnlicher Schraubenpropeller, die Entwicklung der Schiffsmaschine, die Art der Anordnung der Schraube und die ihr angepaßte Konstruktion des Schiffskörpers sind allmählich soweit vorgeschritten, daß es nur noch eines leisen Anstoßes, eines letzten ein wenig vom Glück begünstigten Versuches bedarf, um die Überlegenheit der Schraube als Schiffspropeller darzutun. Es kommt förderlich hinzu, daß der Verlauf der bisherigen Entwicklung das früher

fehlende Interesse kapitalkräftiger Kreise für den neuen Schiffspropeller erweckt hat, dessen augenscheinliche Vorteile gegenüber dem damals bereits auf vielen Hundert Dampfschiffen verwendeten Schaufelrad nicht zu verkennen sind.

So beginnen 1836 die Versuche des Schweden John Ericsson und des Engländers Francis Pettit Smith unter außerordentlich günstigen Verhältnissen. Ericsson's Versuche beschäftigen sich mit dem Schraubenrad. Seine Konstruktion (Abb. 16) besteht, einer schon bekannten Idee folgend, aus

zwei hintereinander gesetzten gegenläufigen Schraubenrädern, die jedoch gegenüber den bekannten Rädern den weitgehenden Fortschritt aufweisen, daß die als Schraubenflächen geformten Flügel

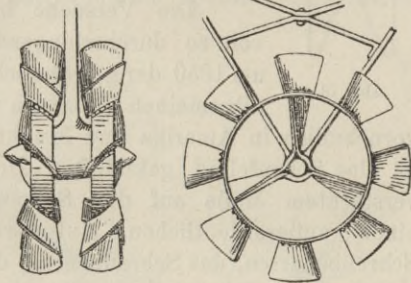


Abb. 16.

an einem Tragraifen angebracht sind, der seinerseits an der Nabe mittels als Schraubenflügel ausgebildeter Speichen (Nebenflügel) befestigt ist. Die Ausbildung des Flügelträgers als Tragring scheint mit Rücksicht auf die damit erzielte gute Kräfteverteilung im Schraubenrad, den geringen Widerstand des Reifens bei der Drehung, die Möglichkeit, die hinderlichen Speichen an Zahl zu vermindern und konstruktiv durch Ausgestaltung als Nebenflügel zu verbessern, die denkbar günstigste.

F. P. Smith beginnt seine Versuche 1836 mit einer archimedischen Schraube (Abb. 17) von konstanter Steigung. Die Schraube hat eine Länge von anderthalb Windungen und ist entsprechend dem Vorschlag von Ressel im Totholz am Heck angeordnet. Trotz der

offenbaren Mängel der Schraube selbst erzielt Smith, der bereits

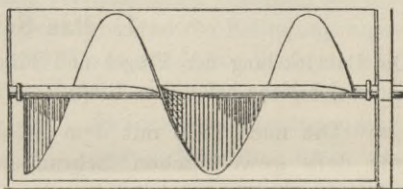


Abb. 17.

eine gut arbeitende Schiffsmaschine benutzen kann, und dank der guten Anordnung der Schraube ein ermutigendes Resultat. Im Verlauf der daraufhin großzügig fortgesetzten Versuche führt dann ein Zufall auf eine Verbesserung von ausschlaggebendem Erfolg. Bei einem Unfall des Versuchsschiffes „Archimedes“ zerbricht die Schraube und wider Erwarten ergibt der kleine an der Welle stehengebliebene Rest eine erhöhte Geschwindigkeit. Daraufhin verkürzt Smith rasch hintereinander seine Schraube auf eine halbe, eine drittel, eine sechstel Windung und weniger, führt dafür mehrere Gänge ein und gelangt so schließlich auf

dem Umweg über die archimedische Schraube, ähnlich wie es schon früher bei Steadman (Abb. 14) zu beobachten ist, zu der Form des gewöhnlichen Schraubenpropellers (Abb. 18) mit der Besonderheit, daß die Flügel seines Propellers als Teile der früheren archimedischen Schraube Schraubenflächen von konstanter Steigung sind.

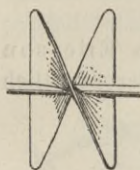


Abb. 18.

Die Versuche beider Erfinder sind, wie bekannt, von so durchschlagendem Erfolg gekrönt gewesen, daß um 1850 der gewöhnliche Schraubenpropeller von Smith im allgemeinen Gebrauch und das Schraubenrad von Ericsson vornehmlich in Amerika und Frankreich eingeführt ist. Alle früheren, an das Schaufelrad geknüpften Hoffnungen übertragen sich nun in verstärktem Maße auf den Schraubenpropeller, dessen Entwicklung einen außerordentlichen Aufschwung nimmt, an dem alle drei Schraubenarten, das Schraubenrad, die archimedische Schraube und der gewöhnliche Schraubenpropeller beteiligt sind. Die noch fehlende Kenntnis von dem Verlauf des Arbeitsvorganges in der Schraube verursacht dabei, wie der folgende zweite Teil der Arbeit zeigen wird, eine außerordentliche Vielgestaltung der Entwicklung. Alle aus der Anfangszeit der Schraube bekannten Erfindungen werden mit Eifer aufgenommen und neben zahlreichen neuen Ideen praktisch versucht, ausgebaut und weiter entwickelt.

II. Der Schraubenpropeller nach 1836.

1. Das Schraubenrad.

Die Entwicklung der Flügel und Flügelträger (Speichen oder mittels Speichen an der Nabe befestigter Ring). — Flügelanordnung. — Leitvorrichtungen.

Die nach 1836 mit dem Erfolg von Ericsson und im Wettstreit mit dem gewöhnlichen Schraubenpropeller von Smith lebhaft einsetzende Weiterentwicklung des Schraubenrades beschäftigt sich vornehmlich mit der Konstruktion der Flügel und Flügelträger, in geringerem Maße auch mit der Flügelanordnung und Versuchen zur Anwendung von Leitvorrichtungen.

Flügel und Flügelträger (Speichen oder mittels Speichen an der Nabe befestigter Ring).

Auf Grundlage der Schraubenkonstruktionen von Bernouilli, Delisle, Emerson und vor allen Dingen von Ericsson, in denen Flügel und Flügelträger deutlich unterschieden sind, entwickeln sich beide zunächst unabhängig voneinander und zwar wendet sich die Aufmerk-

samkeit vornehmlich der Verbesserung der Flügel zu, während die Flügelträger nahezu unverändert bleiben.

Die Entwicklung der letzteren beschränkt sich auf Versuche, die stabartigen Speichen günstiger für die Verminderung des Speichenwiderstandes anzuordnen, so wie es z. B. Abb. 19 und 20 zeigen, oder für die nach dem Vorbild von Ericsson als Nebenflügel ausgebildeten Speichen die vorteil-

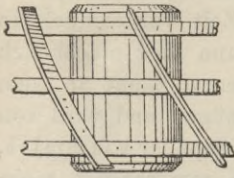


Abb. 19.

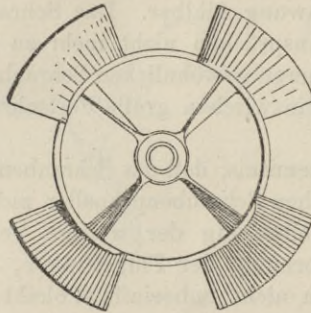


Abb. 20.

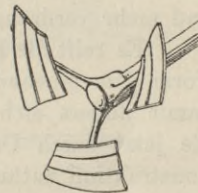


Abb. 21.

hafteste Konstruktion zur ruhigen, wirbelfreien Durchführung des Wassers durch den Innenraum des Rades zu finden (Abb. 21) und dergl. mehr.

Weit umfangreicher ist, wie schon erwähnt, die Entwicklung des Flügels, bei der es sich im wesentlichen um den zuerst von Delisle vorgeschlagenen hauptsächlich zur Anwendung kommenden Schraubenflügel handelt, der durch die Einführung veränderlicher Steigung weiterentwickelt wird. Damit wird für das Schraubenrad die Erfindung nutzbar gemacht, die seinerzeit Bourdon und Woodcroft zur Verbesserung der archimedischen Schraube ersonnen haben. Die vorgeschlagenen

Steigerungsänderungen sind mannigfachster und zuweilen sehr sinnreicher Art. Es finden sich zahlreiche Spielarten ungleichförmiger oder gleichförmiger peripheral und radial veränderlicher Steigung. Beispiele zeigen Abb. 22 in einem Flügel mit ungleichförmig radial veränderlicher Steigung

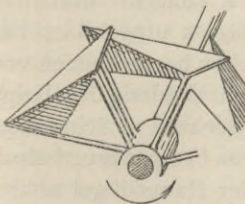


Abb. 22.

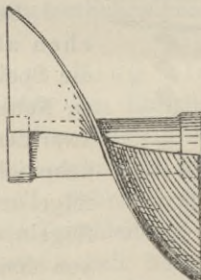


Abb. 23.

schon aus dem Jahre 1840, Abb. 23 mit ungleichförmig peripheral veränderlicher Steigung.

Die Vorschläge für nicht von der Schraubenfläche abgeleitete Formungen des Flügels sind nicht so zahlreich und ohne Bedeutung. Das gleiche gilt für die Verbesserungen der Flügelform. Der Flügel behält im wesentlichen die Gestalt eines Rechtecks oder Trapezes mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken.

In diesen Bahnen bewegt sich die Entwicklung bis ungefähr 1850. Das Schraubenrad findet während dieser Zeit vornehmlich in Amerika und Frankreich weitere Verbreitung. Dann aber macht sich allmählich ein Umschwung fühlbar. Das Schraubenrad fängt an, den immer wachsenden Ansprüchen nicht mehr zu genügen und wird von dem hierin erfolgreicherem gewöhnlichen Schraubenpropeller von Smith, dessen Entwicklung inzwischen große Fortschritte gemacht hat, mehr und mehr verdrängt.

Es reift die Erkenntnis, daß das Schraubenrad in seiner bisherigen Form dem gewöhnlichen Schraubenpropeller nicht gleichwertig ist, und damit ändert sich vollständig der weitere Verlauf der Entwicklung, die jetzt durch Umformung der Flügelträger, von denen die Flügelkonstruktion natürlich nicht unbeeinflusst bleibt, eine Annäherung der Schraubenradkonstruktion an den gewöhnlichen Schraubenpropeller anzustreben beginnt, Flügel und Flügelträger entwickeln sich von nun ab gemeinsam weiter.

Die Verschiedenheit der entweder wie bei Bernouilli, Delisle, Emerson als stabartige Speichen für die einzelnen Flügel oder wie bei Ericsson als Ring zur gemeinsamen Befestigung aller Flügel konstruierten Flügelträger führt dabei zu einer Teilung in der Entwicklung. Die Räder mit Speichen als Flügelträger und die Räder mit Ring als Flügelträger nehmen im Laufe der Zeit immer deutlicher unterschiedene Formen an. Das Endresultat ist in beiden Fällen allerdings dasselbe. Alle Anstrengungen können das schließliche völlige Verschwinden des Schraubenrades nicht aufhalten.

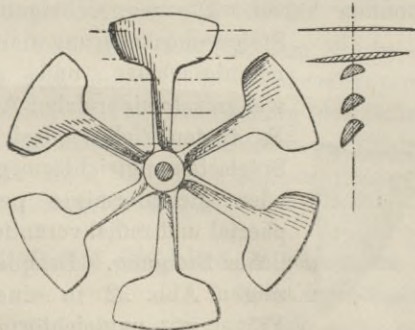


Abb. 24.

Bei dem Rad mit Speichen als Flügelträger werden die Speichen zunächst durchweg zu Nebenflügeln umgebildet und zwar der schon besprochenen vornehmlichen Ausbildung der Hauptflügel entsprechend zu Schraubenflügeln, deren Steigungsverhältnis von dem der Hauptflügel abhängig ist (Abb. 24). Die Idee erscheint, da die Ausbildung der

Speichen zu Nebenflügeln schon von Ericsson her bekannt ist, nicht mehr neu. Nur der Zweck wird ein wesentlich anderer. Die Nebenflügel,

die vorher nur zur Durchleitung des Wassers durch das Schraubenrad dienen, sollen jetzt zum Vortrieb des Schiffes mitwirken.

Die allgemeine Ausbildung der Speichen zu Nebenflügeln führt in der Folge dazu, daß sich der vorher scharf betonte Unterschied zwischen Flügeln und Flügelträgern nach und nach verwischt. Beide

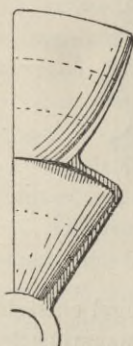


Abb. 25.

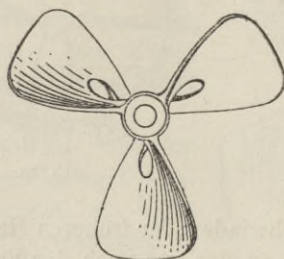


Abb. 26.

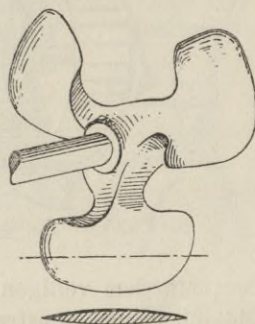


Abb. 27.

gehen ineinander über und die Flügelträger werden Innenteile der Flügel (Abb. 25). Damit ist bereits eine enge Übereinstimmung mit dem gewöhnlichen Schraubenpropeller hergestellt. Mit der immer mehr schwindenden Lebensfähigkeit verliert das Schraubenrad dann ganz seine Eigenart. Die Speichen verkürzen sich, werden zu Flügelfüßen (Abb. 26 und 27) und verschwinden endlich vollständig.

Da auch vereinzelte Versuche, das Schraubenrad in seiner ursprünglichen Form mit dem gewöhnlichen Schraubenpropeller zu kombinieren (Abb. 28), ganz resultatlos bleiben, geht das Schraubenrad schließlich in dem gewöhnlichen Schraubenpropeller auf.

Bei dem Rad mit Ring als Flügelträger werden mit dem Eintritt des Umschwunges in der Entwicklung in gleicher Weise wie eben beschrieben die schon seit Ericsson als Nebenflügel ausgebildeten Speichen, die vorher mehr zur bloßen Durchleitung des Wassers dienen, zur Mitwirkung an der Schraubenarbeit herangezogen. Dies führt rasch zu einer völligen Umkehrung des früheren Verhältnisses zwischen Flügel und Flügelträger. Letztere nehmen die Gestalt eines durch den Tragring von den Schraubenradflügeln getrennten gewöhnlichen Schraubenpropellers an und damit entsteht zunächst eine Kombination der beiden

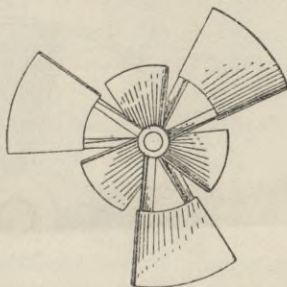


Abb. 28.

Schraubenarten (Abb. 29). Die früheren Hauptflügel beginnen dann zu verkümmern und werden zu Nebenflügeln, umgekehrt aber entwickeln sich die früheren Nebenflügel zu Hauptflügeln (Abb. 30).

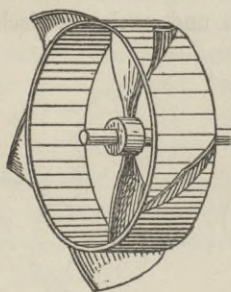


Abb. 29.

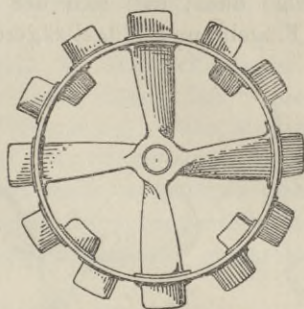


Abb. 30.

Mit dem völligen Verschwinden der früheren Hauptflügel entsteht schließlich eine Konstruktion, in der nur noch der Verbindungsring der Flügel an das Schraubenrad erinnert (Abb. 31). Sie ist darum interessant, weil viel früher (1844) schon von Ericsson eine Verbindung der Flügel vorgeschlagen wurde (Abb. 32), also von dem Schöpfer des hier behandelten Schraubenradtyps selbst, der die kommenden Ereignisse wohl voraussah. Diese letzte Verwandlungsform des Schraubenrades hat zweifellos gewisse Vorteile.

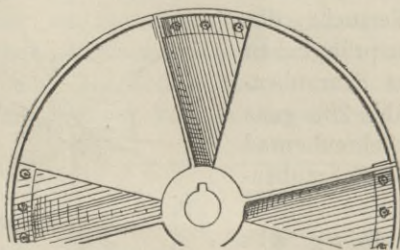


Abb. 31.



Abb. 32.

Der Verbindungsring ersetzt vorteilhaft als Stütze die sonst übliche hinderliche Verstärkung der Flügelrückseite.

Damit ist auch hier mit dem Übergang in den gewöhnlichen Schraubenpropeller der Abschluß der Entwicklung gekommen.

Die Flügelanordnung. Die Entwicklung der Flügelanordnung ist von nur geringem Umfang und ohne praktische Bedeutung. Sie beschränkt sich auf einige Versuche, gegenläufige Schraubenräder zu verwenden, d. h. die Flügel in Richtung der Achse hintereinander zu

setzen, eine Idee, die bekanntlich von Ericsson (Abb. 16) herrührt, der sie seinerseits vom gewöhnlichen Schraubenpropeller entlehnt hat.

Aus der Zeit nach 1855 sind auch Vorschläge bekannt geworden unter Verzicht auf die Gegenläufigkeit, die Flügel desselben Rades in Richtung der Schraubenachse zu versetzen, d. h. entweder an einer Speiche zwei hintereinander stehende Flügel anzuordnen (Abb. 33) oder die Flügel auf dem Tragring entsprechend zu versetzen (Abb. 34). Der Zweck der Flügelversetzung ist schon früher erläutert worden (Seite 7).

Leitvorrichtungen. Die Vorschläge für Leitvorrichtungen kommen erst ziemlich spät um 1860. Meist wird eine Ummantelung in Gestalt eines an den Flügeln befestigten Mantelringes in Vorschlag gebracht. Der Zweck der Ummantelung ist schon bekannt. Ihre Übertragung von den beiden anderen Schraubenarten auf das Schraubenrad hat nur in wenigen Fällen beachtenswerte Erfindungen gezeitigt, da z. B. wo, wie in Abb. 35 dargestellt, durch die Ummantelung die Bildung von Zellen bezweckt ist, durch die das Wasser so hindurchgeleitet werden soll, daß ein Schraubenabstrom mit nur axialer Bewegungsrichtung entsteht, der beim Durchgang durch die nach hinten verengten Zellen beschleunigt wird.

Statt der Ummantelung wird auch die Anbringung von winklig zur Flügelfläche an die Enden der Flügel angesetzten Flanschen, d. h. Bruchstücken von Mantelringen als Leitvorrichtungen empfohlen. Die Erfindung, die gewisse Vorteile gegenüber den ganzen Mantelringen, wie z. B. Verminderung der Reibungsflächen u. dgl. haben soll, ist gleichfalls nicht neu, sondern ebenfalls aus der Entwicklung der anderen Schrauben entnommen.

Die Leitvorrichtungen haben keine praktische Bedeutung für das Schraubenrad gewonnen. Ihre Entwicklung kommt bald erfolglos zum Abschluß.

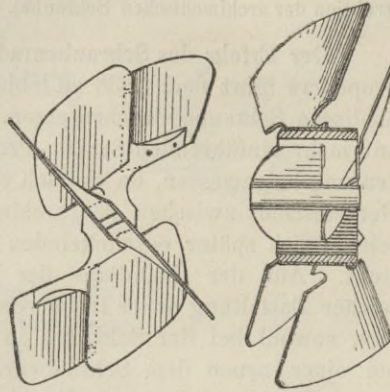


Abb. 33.

Abb. 34.

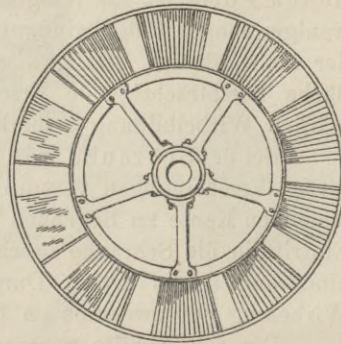


Abb. 35.

2. Die archimedische Schraube.

Die Entwicklung des Flügels (Entwicklung des Flügels bei der Schraube in ihrer ursprünglichen Form und bei einer neuen dem Schraubenrad nachgebildeten Konstruktion der archimedischen Schraube). — Flügelanordnung. — Leitvorrichtungen.

Der Erfolg des Schraubenrades und des gewöhnlichen Schraubenpropellers führt nach 1836 zu lebhaften Anstrengungen, auch die archimedische Schraube durchzusetzen. Als Ursprungsform des sich mehr und mehr einführenden Smith-Propellers wird ihr anfänglich große Bedeutung beigemessen, da vielfach völlig übersehen wird, daß eine innere Gemeinschaft zwischen der archimedischen Schraube von Smith und seinem sich später entwickelnden gewöhnlichen Schraubenpropeller besteht. Auf der Grundlage der früheren Arbeiten setzt sich unter reicher Entfaltung neuer Ideen vornehmlich die Entwicklung des Flügels fort, sowohl bei der Schraube in ihrer ursprünglichen Form als auch bei einer neuen dem Schraubenrad nachgebildeten Konstruktion der archimedischen Schraube. Daneben entwickeln sich auch die Flügelanordnung und die Leitvorrichtungen.

Die Entwicklung des Flügels. Das Ziel der Weiterentwicklung des Flügels bei der archimedischen Schraube in ihrer ursprünglichen Form ist die Ausgestaltung der charakteristischen mehr oder weniger langen Flügelwindung für sich allein oder gemeinschaftlich mit der Nabe, derart, daß gewisse, das volle Wirksamwerden der Flügelfläche beeinträchtigende Erscheinungen, die sich äußerlich in einer starken Wirbelbildung bemerkbar machen, beseitigt werden.

Bei der Schraube mit konstanter Steigung wird als Ursache dieser Erscheinungen vermutet, daß der Flügel in dem nach der austretenden Kante zu liegenden Teil den richtigen Eingriff mit dem beim Eintritt in die Schraube beschleunigten Wasser verliert, das unter Behinderung seines freien Durchtritts und infolgedessen entstehender Wirbelung nur zwecklos im Kreise bewegt wird.

Die zur Abhilfe vorgeschlagenen Änderungen der Erzeugenden, des Querschnittes, Durchmessers und der Länge des Flügels sind mannigfacher Art. Die Erzeugende wird zur Achse geneigt, einfach oder doppelt gekrümmt und dergleichen mehr (Abb. 36). Der Flügelquerschnitt nimmt die verschiedensten konkaven, konvexen usw.

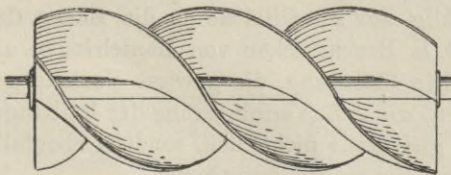


Abb. 36.

Formen an. Der Durchmesser wird oft von der eintretenden nach der austretenden Kante vergrößert und die Länge des Flügels verkürzt. Abb. 37 zeigt z. B. einen verhältnismäßig kurzen Flügel mit von der

eintretenden nach der austretenden Kante kontinuierlich schnell wachsendem Durchmesser, derart, daß die vorderen Flügelteile mehr zur

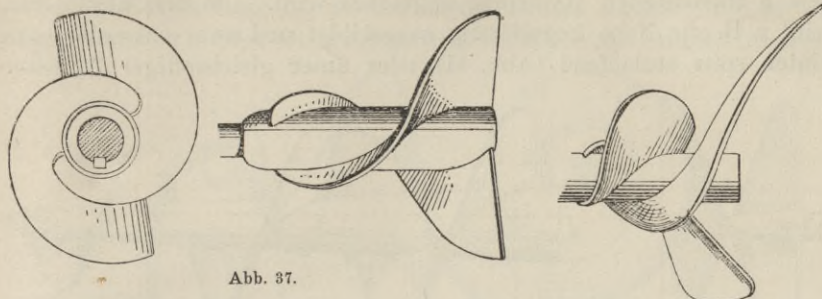


Abb. 37.

stoß- und erschütterungsfreien Aufnahme und Zuleitung des Wassers zu dem allein wirksamen hinten liegenden Flügelteil dienen sollen.

Auch eine verschiedene Ausbildung der Flügel untereinander wird versucht, bei der die Flügel verschiedene Fläche und verschiedene Verteilung der Fläche aufweisen, so daß jeder kleinere Flügel dem folgenden größeren vorarbeitet (Abb. 38).

Bei der Schraube mit veränderlicher Steigung sucht die Weiterentwicklung den Mängeln der langen Flügelwindung vornehmlich durch die Vervollkommnung der Steigungsänderung abzuhelpen. Die allein in Anwendung gebrachte peripheral zunehmende Steigung zeigt gleichmäßige und ungleichmäßige Veränderlichkeit. Daneben geht die Entwicklung denselben Weg wie bei der Schraube mit konstanter

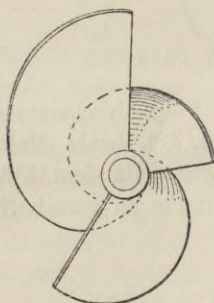


Abb. 38.

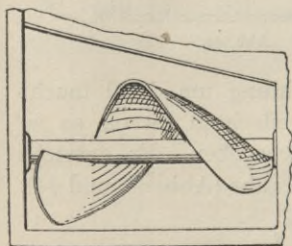


Abb. 39.

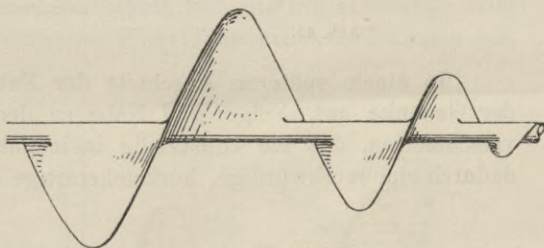


Abb. 40.

Steigung, d. h. es werden die verschiedensten Änderungen in der Form und Stellung der Erzeugenden (Abb. 39), des Querschnittes, des Durchmessers (Abb. 40) sowie der Länge des Flügels versucht.

Die Entwicklung der Schrauben konstanter oder veränderlicher Steigung verbindet sich häufig mit einer besonderen Ausbildung der

Nabe, die als Ursache der schlechten Wirkung der Flügel, der Behinderung des Wasserdurchtritts durch die Schraube und der infolgedessen entstehenden Wirbelung angesehen wird. Um dem abzuweichen, wird z. B. die Nabe kegelförmig ausgebildet und zwar entweder nach hinten spitz auslaufend (Abb. 41) oder unter gleichzeitiger Zunahme

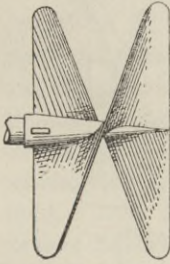


Abb. 41.

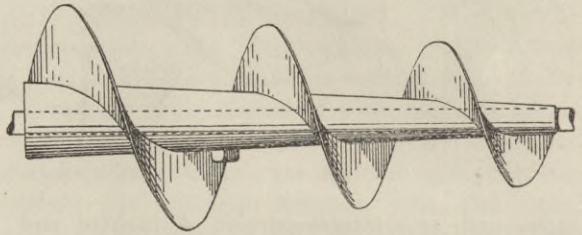


Abb. 42.

des Flügeldurchmessers umgekehrt nach hinten zu stärker werdend (Abb. 42), beide Male aber in der gleichen Absicht, dem Wasser im Eingriff mit dem Flügel freien ungehinderten Durchgang durch die Schraube zu verschaffen.

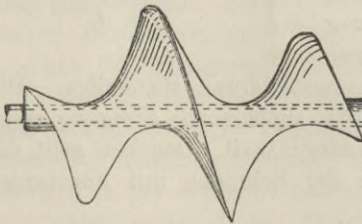


Abb. 43.

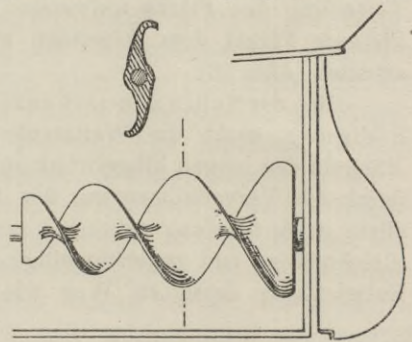


Abb. 44.

In einem späteren Abschnitt der Entwicklung um 1890 taucht der Gedanke auf, Flügel und Nabe zu dem gedachten Zweck so zu verschmelzen, daß sie vollständig ineinander übergehen. Es entsteht dadurch eine merkwürdige, korkzieherartige Schraube (Abb. 43 und 44).

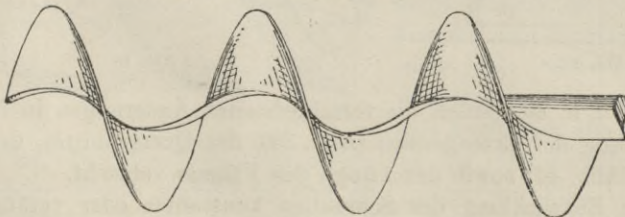


Abb. 45.

Andere Vorschläge aus der gleichen Zeit wollen die Nabe ganz fort-fallen lassen (Abb. 45 und 46).

Die Entwicklung hat ihr Ziel nicht erreicht. Früher noch als das Schraubenrad scheidet die archimedische Schraube aus dem Wettbewerb

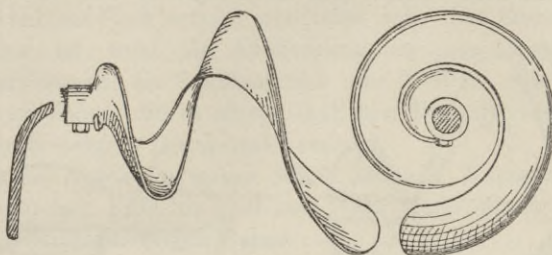


Abb. 46.

mit dem gewöhnlichen Schraubenpropeller von Smith aus. Die Ent-wicklung der letzten Jahrzehnte hat keine praktische Bedeutung.

Wohl unter dem Eindruck des anfänglichen Erfolges von Ericsson entsteht bald nach 1836 eine dem Schraubenrad nachgebildete Form der archimedischen Schraube, bei der die Flügel in ge-wissem Abstand von der Nabe an Flügelträgern angebracht sind. Der Konstruktion liegt der Gedanke zugrunde, durch die veränderte An-ordnung der Flügel den schon erörterten vermeintlichen schädlichen Ein-fluß der Nabe auf die Wirksamkeit der Flügel und den Durchtritt des Wassers durch die Schraube auszuschalten.

Die erste Schraube dieser Art ist anscheinend von dem Engländer Fraissinet 1838 erfunden worden. Die lange Flügelwindung hat kon-stante Steigung und ist an stabartigen Speichen angebracht entsprechend den Flügelträgern, die anfänglich beim Schraubenrad verwendet wurden.

Wie beim Schraubenrad entwickeln sich die mit konstanter oder veränderlicher Steigung konstruierten Flügel hinsichtlich der Erzeugenden,

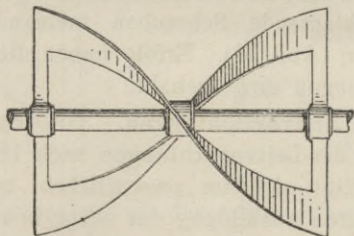


Abb. 47.



Abb. 48.

des Querschnittes, des Durchmessers, der Länge des Flügels usw. erst für sich und dann in Gemeinschaft mit den Flügelträgern. Letztere werden zu Nebenflügeln (Abb. 47) und zwar regelmäßig zu Schrauben-

flügeln umgebildet (Abb. 48) und gehen allmählich in die Flügel über. Die Abb. 49 und 50 zeigen zwei Schrauben mit konstanter und veränderlicher Steigung, bei denen Flügel und Flügelträger völlig miteinander verschmolzen sind. Der Durchmesser der so entstandenen

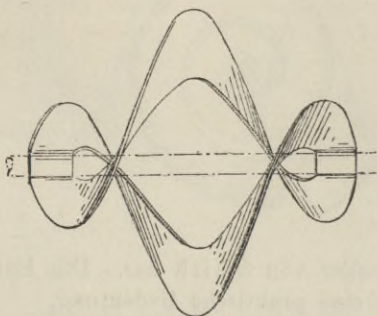


Abb. 49.

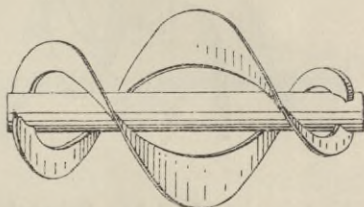


Abb. 50.

Schraube wächst von den Enden nach der Mitte zu, damit sich die einzelnen Teile der langen Flügelwindung in ihrer Wirkung gegenseitig nicht behindern.

Die Entwicklung schließt damit ab, ohne daß es gelungen ist, einen praktischen Erfolg zu erzielen. Die Schraube, die sich in ihrer letzten Gestaltung außerordentlich einer noch zu besprechenden Entwicklungsform des gewöhnlichen Schraubenpropellers genähert hat (S. 53), geht in diese über und verschwindet völlig.

Flügelanordnung. Die Flügelanordnung findet nur geringe Beachtung. Ihre Entwicklung beschränkt sich auf wenige Versuche, zwei gleichlaufende oder gegenläufige Schrauben zu kombinieren, z. B. zwei der Grundform entsprechende Schrauben hintereinander anzuordnen oder zwei dem Schraubenrad nachgebildete gleichlaufende Schrauben ineinander zu setzen (Abb. 51). Erfolg haben diese Bemühungen nicht gehabt.

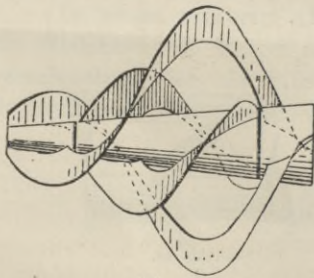


Abb. 51.

Leitvorrichtungen. Die Entwicklung der Leitvorrichtungen nach 1836 beschäftigt sich im wesentlichen mit der weiteren Ausbildung der schon bekannten Ummantelungen, die in verschiedensten Ausführungen entweder fest in das Schiff eingebaut werden oder aber mit der

Schraube verbunden sind und einen mitlaufenden Bestandteil derselben bilden.

Die in das Schiff fest eingebauten Ummantelungen sind anfänglich lange Wassertunnel mit Zuleitungs- und Ausstoßrohren. In letzteren arbeitet die Schraube, die das Wasser vom Bug oder von den Seiten her in den Tunnel saugt und nach entsprechender Beschleunigung als Druckstrahl am Heck wieder ausstoßen soll. Die Entstehung dieser Tunnelanlagen ist wohl als Annäherung an jene damals häufigen Versuche aufzufassen, als Schiffsantrieb eine Kolben- oder Zentrifugalpumpe zu verwenden, die in einem ähnlichen Tunnelsystem einen nach rückwärts austretenden Druckstrahl erzeugt.

Der meist durch das ganze Schiff laufende Wassertunnel vereinfacht sich zwischen 1860 bis 1870 zum Hecktunnel, einem im Heck des Schiffes ausgebauten kürzeren Raum für die Schraube, der nach unten und nach hinten zu offen ist, nicht selten auch das Wasser durch Zuleitungsrohre von den Seiten her zugeführt erhält. Der Hecktunnel wird dann oft durch einen in das Totholz des Hecks eingebauten Mantel für die Schraube ersetzt (Abb. 52).

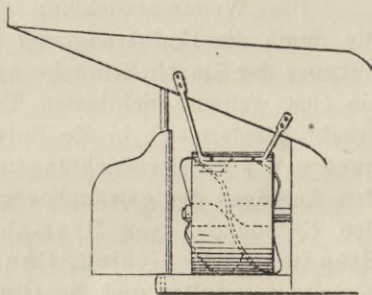


Abb. 52.

Die mit der Schraube verbundenen Ummantelungen sind ohne Interesse. Wie beim Schraubenrad sind es anfänglich ganze an den Flügeln befestigte Mantelrohre, später nach 1860 Teile von solchen, d. h. Flügelflansche.

Dagegen verdienen vereinzelte Erfindungen Beachtung, die neben der Ummantelung noch besondere Leitflächen verwenden wollen. Als Beispiel zeigt Abb. 53 (Schiffsquerschnitt) eine ummantelte Schraube

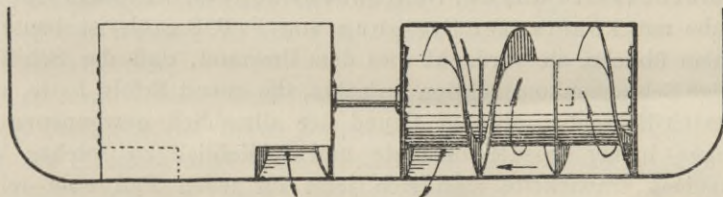


Abb. 53.

mit davor und dahinter angeordneten Leitflächen. Die Schraube ist in einem Gehäuse im Inneren des Schiffes untergebracht, saugt das Wasser vom Bug her durch eine Bodenöffnung ein und stößt es durch eine andere nach dem Heck zu aus. Die Leitflächen haben die Aufgabe, das in das Schraubengehäuse strömende Wasser in bestimmter Richtung zur Schraube zu leiten bzw. das Wasser nach seiner Be-

schleunigung in einen Druckstrahl mit nur axialer Bewegung zu verwandeln.

Diese Idee, Leitflächen zu verwenden, stammt von dem Engländer Hale 1836 und stellt zweifellos eine höhere Entwicklungsform vor. Das Schicksal der archimedischen Schraube ist jedoch weder durch sie, noch durch den Verlauf der übrigen vorstehend geschilderten Entwicklung der Leitvorrichtungen aufgehalten worden.

3. Der gewöhnliche Schraubenpropeller.

Die Entwicklung des Flügels. — Flügelanordnung. — Leitvorrichtungen.

Die Weiterentwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers, die durch die Einführung und in der Folge fast ausschließlichen Benutzung der Smith-Schraube nach 1836 eine Bedeutung erhält, welche sie zum weitaus wichtigsten Teil der Geschichte der Schiffsschraube erhebt, gliedert sich in die Entwicklung des Flügels, der Flügelanordnung und der Leitvorrichtungen, eine Dreiteilung, die auch bereits in den Anfängen des gewöhnlichen Schraubenpropellers erkennbar ist, in den Erfindungen von Bramah, F. P. Smith, Dawson, Perkins, Steadman, Trevithick, Church u. a., die jetzt umfangreiche Ausgestaltung erhalten und die Grundlage vieler neuer Ideen bilden.

Die Entwicklung des Flügels. Die Entwicklung des Flügels zerfällt in die der Flügeldruckseite, der Flügelaußenseite und der Flügelform, wobei noch bezüglich der Flügeldruckseite zwischen der Entwicklung aus der Schraubenfläche des Flügels von Smith und aus dem ursprünglich flachen Flügel von Bramah, Dawson, Perkins usw., zu unterscheiden ist.

Entsprechend dieser Einteilung wird zuerst die Entwicklung der Flügeldruckseite aus der Schraubenfläche zu behandeln sein. Die Schraube mit konstanter Steigung von F. P. Smith ist heute die allgemein übliche, sie verdankt dies dem Umstand, daß der Schiffbau diejenige Schraubenkonstruktion aufnahm, die zuerst Erfolg hatte, eben die Smith-Schraube, sie auf Grund der allmählich gewonnenen Erfahrungen immer wieder benutzte und schließlich zu solcher Vollkommenheit entwickelte, daß sich jetzt für jeden Fall eine relativ günstigste Konstruktion finden läßt. Keineswegs bedeutet dieser Erfolg der Smith-Schraube aber die Lösung des Schraubenproblems.

Die eigenartige Entstehung der Smith-Schraube auf dem Umweg über die archimedische Schraube ist bereits aus dem ersten Teil der Arbeit bekannt. Sie läßt keinen Zweifel, daß die Formung des Flügels als Schraubenfläche lediglich auf das in der Umwandlung der anfänglichen archimedischen Schraube in einen gewöhnlichen Schraubenpropeller zu erblickende Zufallsspiel zurückzuführen ist und es ist selbst-

verständlich, daß dieser Zufall nicht in der nach einem geometrischen Gesetz gebildeten Schraubenfläche gerade jene Flügelfläche offenbaren kann, die der Wasserbewegung im Schraubenpropeller, so wie sie im Verlauf der Zuströmung ist und wie sie während und nach der Beschleunigung des Wassers durch die Schraube sein soll, wirklich entspricht. Wenn somit die Schraubenfläche nicht mit jener idealen Flügelfläche, die diesen Forderungen gerecht wird, identisch ist, stellt sie jedenfalls doch, wie die Smith-Schraube beweist, eine sehr starke Annäherung an sie vor, derart, daß geringfügige Abänderungen ihrer Verwindung die richtige Fläche ergeben bzw. wenigstens eine noch stärkere Annäherung an diese herbeiführen können. Auf dieser Überlegung beruht die durch Änderung entweder der Steigung oder der Flügelform angestrebte Entwicklung der Schraubenfläche.

Die Entwicklung der als Schraubenfläche geformten Flügelfläche durch Steigungsänderung ist nicht mehr neu. Sie führt ihren Ursprung auf die Anfänge der archimedischen Schraube zurück und ist in deren Entwicklung ebenso wie in der des Schraubenrades vielfach angewendet worden. Erst hier aber gewinnt sie eine hervorragende Bedeutung.

Zunächst zur peripherialen Steigungsänderung. Die Steigung der reinen Schraubenflügelfläche ist so gewählt, daß sie der Wassergeschwindigkeit entspricht, die maximal erreicht werden soll, d. h. der Austrittsgeschwindigkeit des Wasserstromes aus dem Propeller. Die Eintrittssteigung der Druckfläche ist demnach gegenüber der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers zu groß. Nicht nur bedingt dies ein fehlerhaftes Eintreten des Wassers in den Propeller, sondern das Wasser wird auch unmittelbar von der Eintrittsgeschwindigkeit auf die Austrittsgeschwindigkeit beschleunigt. Die Folge ist ein bedeutender Arbeitsverlust durch Wirbelung, stoßartiges Arbeiten der Flügel, Ausweichen des Wassers um die Flügelskante nach der Saugseite usw. —

Diesem Nachteil der Schraubenfläche konstanter Steigung soll durch peripheriale Änderung der Steigung abgeholfen werden, die die Eintrittssteigung des Flügels mit der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in Übereinstimmung bringt, derart, daß das Wasser stoßfrei eintritt und eine allmähliche Steigerung von der Eintritts- auf die Austrittsgeschwindigkeit erfährt.

Die Steigung ist gleichmäßig oder ungleichmäßig veränderlich (Abb. 54 und 55). Gewöhnlich wird die Änderung

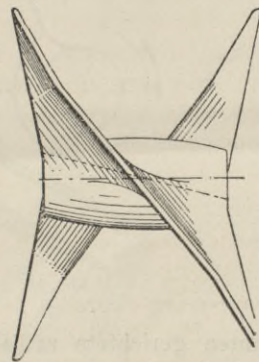


Abb. 54.

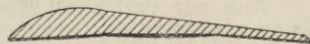


Abb. 55.

durch entsprechende Führung der Erzeugenden um den Kernzylinder erreicht, zuweilen aber auch in der Weise, daß statt des Zylinders ein Kegel (Abb. 56 und 57) oder dergl. als Kernkörper verwendet wird.

Oft verbindet sich die Steigungsänderung und dies gilt ganz allgemein für jede ihrer noch zu besprechenden Arten, mit einer besonderen

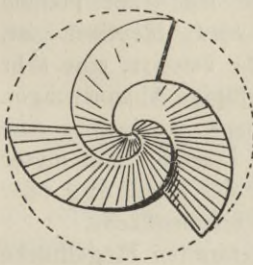


Abb. 56.

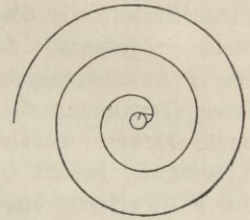
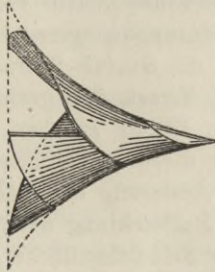


Abb. 57.

Gestaltung des Flügels hinsichtlich Umfangsform, Querschnitt (Abb. 55 und 58) und radialer bzw. peripheraler Krümmungen oder dergl., wie z. B. eine Schraube von Thornycroft (Abb. 59) zeigt, bei der die nach

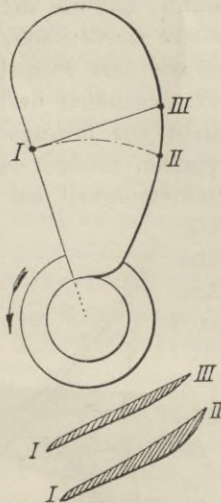


Abb. 58.

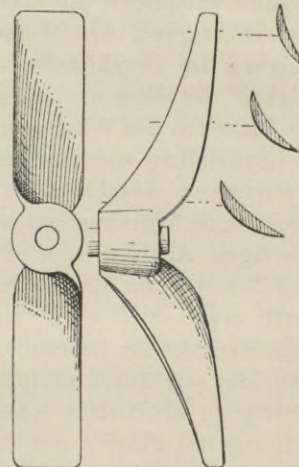


Abb. 59.

hinten gerichtete radiale Krümmung des im übrigen mit peripheral veränderlicher Steigung konstruierten Flügels die tangential Bewegung des Wassers im Schraubenstrom verhüten soll.

Nun zur radialen Steigungsänderung. Die Steigung wird entweder radial nach innen zunehmend oder radial nach innen abnehmend verändert, beide Male zu gerade entgegengesetzten Zwecken.

Die radial nach innen zunehmende Steigung bezweckt, den inneren Flügelflächenteil besser für die Mitwirkung an der Schraubenarbeit auszunutzen als dies bei konstanter Steigung der Fall ist. Sie wird vorzüglich illustriert durch die bekannte Schraube von Alfred Zeise (Abb. 60) mit anfänglich langsamer, dann fortschreitend schneller nach der Nabe zu wachsender Steigung. Die Schraube von Zeise ist ein Beispiel für viele ähnliche beachtenswerte Konstruktionen, bei denen sich des öfteren die Steigungsänderung mit der besonderen Gestaltung des Flügels z. B. der Querschnittsausbildung (Abb. 62) verbindet. Ihnen gegenüber muten einzelne Vorschläge, die soweit gehen, die Steigung an der Nabe unendlich groß und an der Flügelspitze gleich null zu machen (Abb. 61), als Übertreibungen an.

Der radial nach innen abnehmenden Steigung liegt dagegen die Absicht zugrunde, die fragwürdige Mitarbeit des inneren Flügelteiles ganz auszuschalten und ihn ähnlich wie die Speichen beim Schraubenrad nur als Träger für den wirksamen Außenflügel zu be-

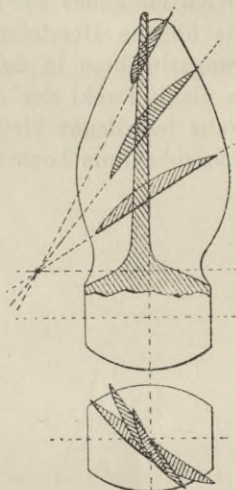


Abb. 60.

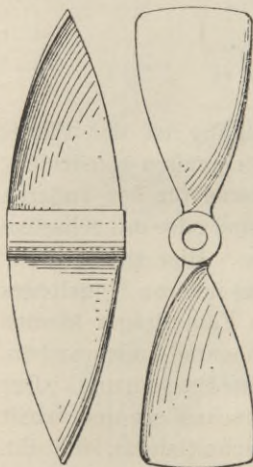


Abb. 61.

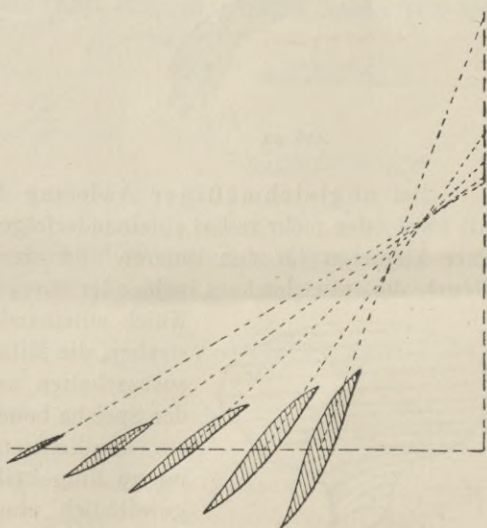


Abb. 62.

nutzen. Die Steigung nimmt entweder gleichmäßig oder stufenweise ab.

Mehrere Beispiele für eine gleichmäßige Steigungsabnahme zeigen die Abb. 63, 64 und 65. Sie veranschaulichen drei von den vielen Methoden zur Konstruktion des Steigungsabfalles. Abb. 63 zeigt die übliche Herstellungsweise. In Abb. 64 und 65 entsteht die Steigungsabnahme in der Weise, daß das innere Ende der Erzeugenden in einem Punkt der Achse bzw. Abb. 65 in einem Punkt außerhalb der Nabe fest liegen bleibt, das äußere Ende dagegen wie üblich in einer Schraubenlinie konstanter Steigung um die Achse geführt wird.

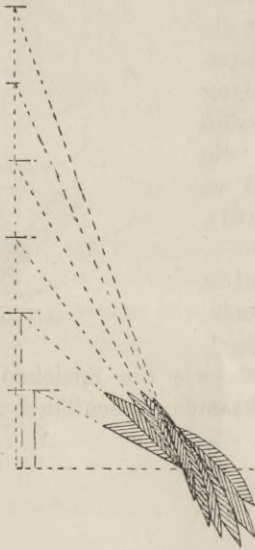


Abb. 63.

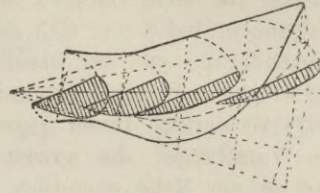


Abb. 64.

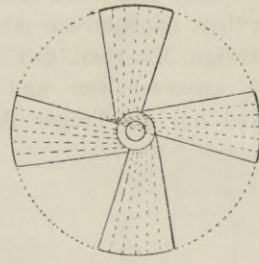


Abb. 65.

Bei ungleichmäßiger Änderung der Steigung ist der Flügel mit zwei oder mehr radial aufeinanderfolgenden Steigungen konstruiert, einer kleineren für den inneren und einer größeren für den äußeren Flügel, die entweder kurz ineinander übergeleitet sind oder mit scharfem Knick aufeinanderstoßen. Hier tritt das Bestreben, die Mitarbeit des inneren Flügelteiles auszuschalten und zum Flügelträger ähnlich der Speiche beim Schraubenrad umzuwandeln, am deutlichsten in die Erscheinung. Der innere Flügelteil ist verschmälert und erhält gewöhnlich eine Querschnittsform, die ihn für den gedachten Zweck geeignet macht.

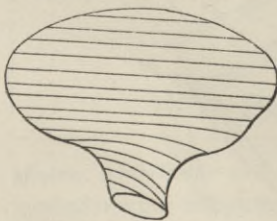


Abb. 66.

Ineinander übergehende Steigungen zeigt Abb. 66, im Knick zusammenstoßende Steigungen die Abb. 25 und 67. Abb. 25 stellt die Schraubenkonstruktion des Franzosen Duroy de

Bruignac aus dem Jahre 1885 vor, der durch seine Bemühungen zur Einführung dieser Schraubenart weiteren Kreisen bekannt geworden ist, Abb. 67 ist wegen der Ausbildung der Flügelquerschnitte bemerkenswert, wie denn überhaupt auch hier die Verbesserungen der Flügelformen Beachtung verdienen.

Peripheriale und radiale Steigungsänderungen kommen häufig gemeinsam zur Anwendung und sind dann immer mit sorgfältiger Ausbildung der Flügelform verbunden (Abb. 68). Hierher gehören die Erfindungen des bekannten deutschen Schraubenkonstruktors Hermann Hirsch, die nachfolgend in ihrem Zusammenhang ausführlicher behandelt werden.

Der ursprüngliche Propeller von Hirsch (Brit. Pat. 1292/59, Abb. 69) ist eine recht ungewöhnliche Konstruktion. Jeder Flügel hat eine Hohlkegelform und wirkt zum Teil als Leitfläche. Diese Schraube entwickelt Hirsch über mehrere Zwischenformen (Brit. Pat. 1584/1859) zu der bekannten Hirsch-Schraube. Die erste derselben zeigt das brit. Pat. 2930/1860 (Abb. 70). Die Flügel haben von der

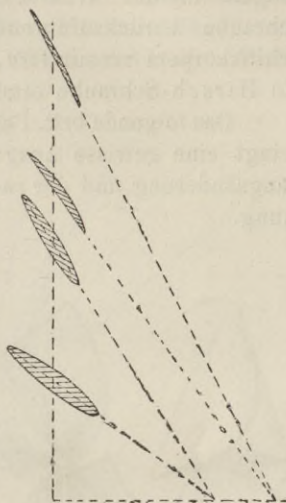


Abb. 67.

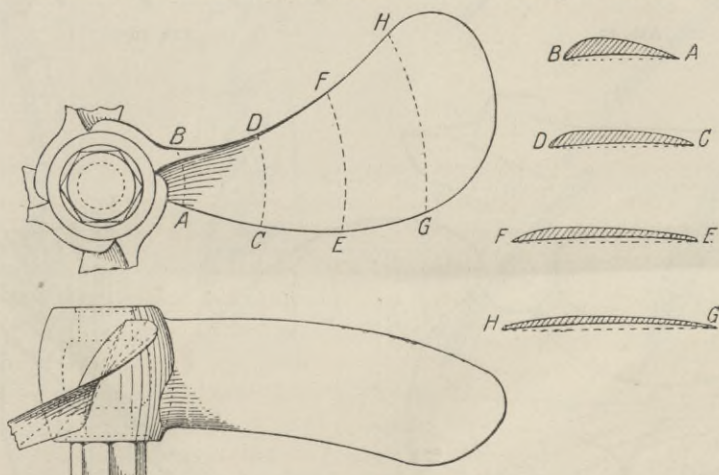


Abb. 68.

Spitze bis zur Nabe gleichmäßig peripherial veränderliche Steigung und sind radial in der Schraubenebene in der Drehrichtung gekrümmt. Die radiale Krümmung hat den Zweck, die von Hirsch angenommene zen-

trifugale Bewegung des Wassers zu verhüten und der eigenartige Eingriff des gekrümmten Flügels in das Wasser soll die auf die Schraube zurückzuführende Vibration des Schiffskörpers vermindern, ein Vorzug, den die Hirsch-Schraube tatsächlich hat.

Das folgende brit. Pat. 17/1866 (Abb. 71) bringt eine gewisse Ausgestaltung der Steigungsänderung und der radialen Flügelkrümmung.

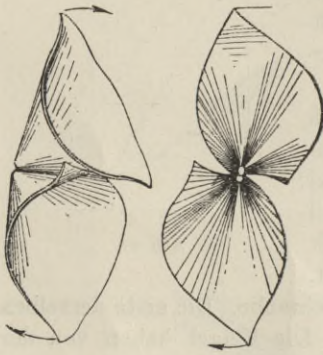


Abb. 69.

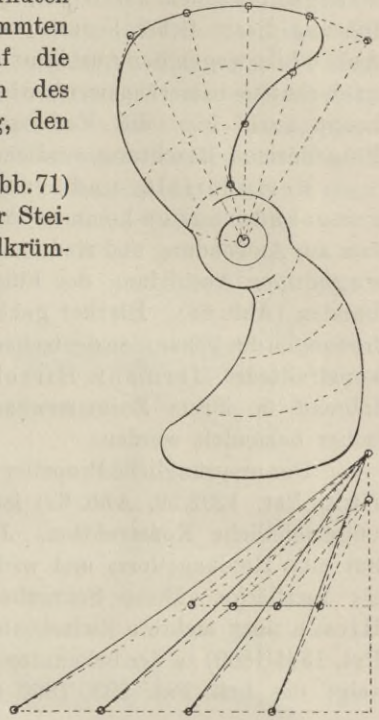


Abb. 70.

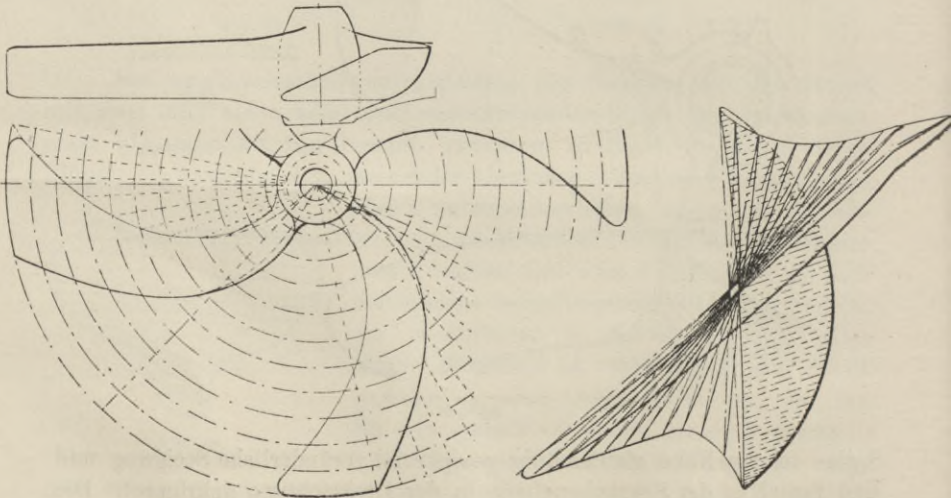


Abb. 71.

Im brit. Pat. 2257/1871 (Abb. 72) ist die radiale Flügelkrümmung wesentlich schwächer. Die peripheriale Steigungsänderung wird durch die Überlegung bestimmt, daß einerseits der radiale Druck- und Geschwindigkeitsabfall ein wirksames Mitarbeiten des Innenflügels verhindert, andererseits eine Erleichterung des Wasserdurchtritts an der Nabe wünschenswert ist. Daher ist die äußere Flügelhälfte mit peripherial zunehmender Steigung konstruiert und gilt als eigentlicher Flügel. Die innere Flügelhälfte aber hat peripherial abnehmende Steigung und gilt als Speiche oder Flügelträger. Wachsende Steigung würde hier nach Ansicht von Hirsch den Durchtritt des Wassers durch die Schraube hindern und ohne wirklichen Effekt nur ein Herumtragen des Wassers verursachen bezw. die Wirkung der äußeren Flügelhälfte durch Wirbel mit vorzugsweise zentrifugaler Bewegung stören. Die Verschiedenheit der peripherialen Steigungsänderung zwischen Flügelspitze

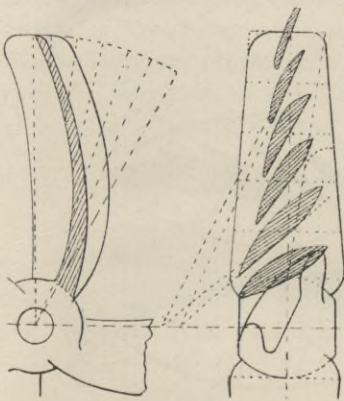


Abb. 72.

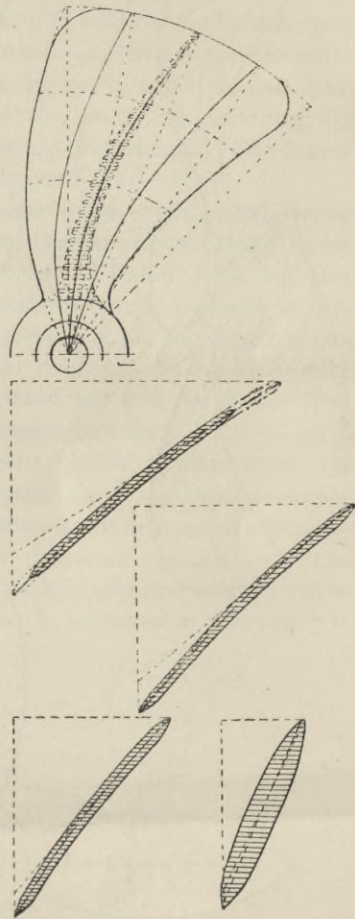


Abb. 73.

und Nabe bedeutet augenscheinlich nichts anderes als eine radial veränderliche Steigung. Die Flügelfläche nimmt allmählich nach außen ab. Die Abnahme steht im Verhältnis zur radialen Geschwindigkeitszunahme und ist derart, daß die Flächenreibung in allen Teilen des Flügels gleich groß ist. Auch sonst verdient die Flügelgestaltung hin-

sichtlich der durch die Steigungsverhältnisse bedingten eigenartigen Querschnittsformen Beachtung.

Im brit. Pat. 576/1875 (Abb. 73) ist diese Konstruktion weiter ausgebildet. Die Bestimmung des Innenflügels als Speiche tritt noch

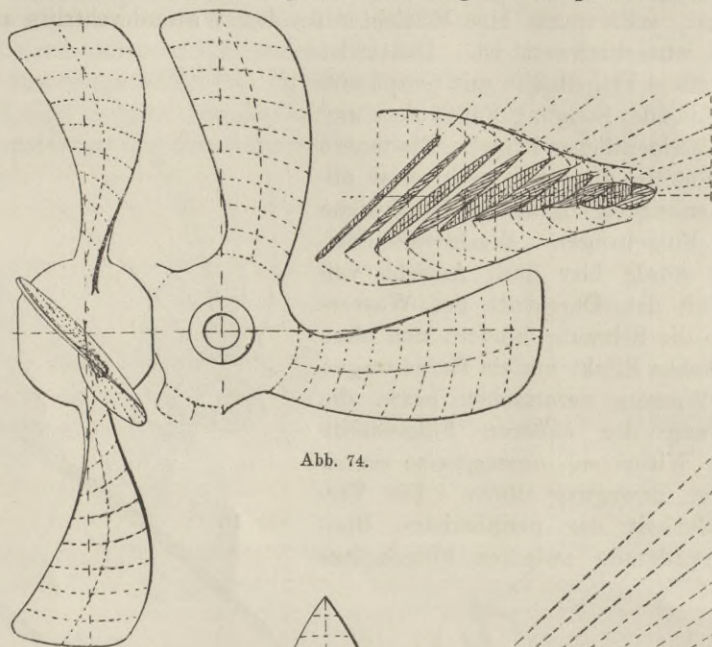


Abb. 74.

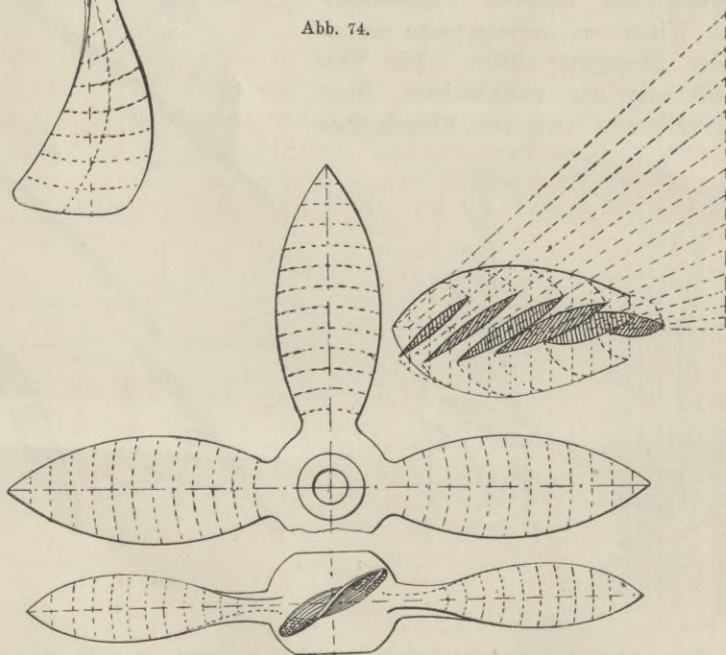


Abb. 75.

schärfer hervor. Die Steigung nimmt auch hier peripheral zu. Sie entspricht an der eintretenden Kante in deren ganzer Länge der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers und ändert sich über die Flügelfläche

nach der austretenden Kante zu peripherial und zwar verschieden, derart, daß sich die Zunahme von der Spitze nach der Nabe zu aus den ebendargelegten Gründen verringert. Auch hier entsteht dadurch eine radiale Steigungsänderung. Die radiale Krümmung des Flügels wird infolge der eigentümlichen Steigungsverhältnisse nach der austretenden Kante zu stärker.

Das brit. Pat. 4479/1875 (Abb. 74 und 75) schließt die Erfindungen von Hirsch ab. Es beschreibt noch einmal ausführlich die charakteristische radiale Flügelkrümmung und die eigenartige peripheriale Steigungsänderung, die wie oben erläutert, auch eine radiale Änderung der Steigung einschließt in verschiedenen neuen Ausführungen. Der Innenflügel ist die Speiche für den allein wirksamen Außenflügel.

Die Entwicklung der Schraubenfläche durch Steigungsänderung findet damit ihren Abschluß und es wäre nun ihre Entwicklung durch Ausgestaltung der Flügelform zu erörtern. Dabei muß bemerkt werden, daß die Entwicklung der Flügelform einen besonderen Abschnitt dieses Kapitels bildet und hier nur soweit auf sie eingegangen werden soll, als sie die Veränderung der Schraubenfläche konstanter oder veränderlicher Steigung zum Gegenstand hat und damit zum Teil denselben Zweck verfolgt wie die Steigungsänderungen.

Aus dem Vorhergehenden sind bereits radiale Krümmungen des Flügels in der Drehrichtung zur Verhinderung der Zentrifugalbewegung des Wassers, Erzeugung eines Schraubenstromes mit rein axialer Wasserbewegung, Verhütung von Vibration usw. bekannt geworden. Solche Flügelkrümmungen finden sich hier in den verschiedensten Ausführungen (Abb. 76), darunter auch Krümmungen nach bestimmten Kurven wie

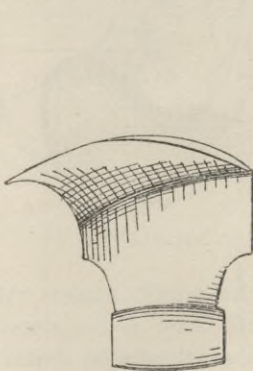


Abb. 76.

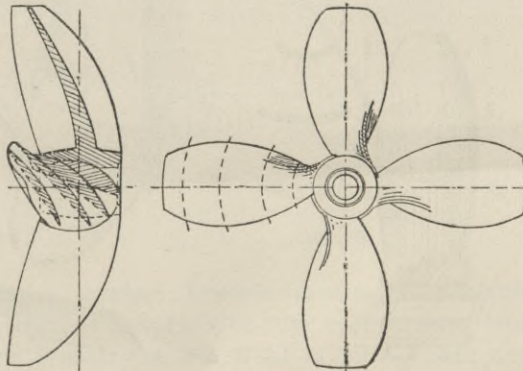


Abb. 77.

z. B. Zykloide, Parabel und dgl. (Abb. 77). Ebenso sind peripheriale Krümmungen des Flügels vorhanden, wie z. B. Abb. 78 einen konvex-konkaven Flügel zeigt, bei dem der konvexe Flügelteil zur stoßfreien

Aufnahme und Zuleitung des Wassers zu dem konkaven Flügelteil dient. Den gleichen Zweck der Zu- oder Ableitung verfolgen die vielfach in Anwendung kommenden peripherialen Abbiegungen der Kanten (Abb. 79).

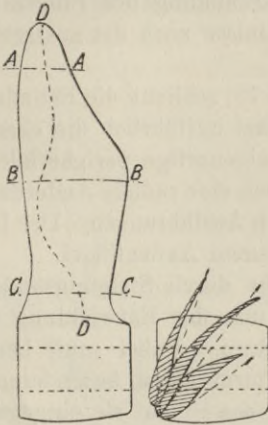


Abb. 78.

Eigenartig sind Zusammenstellungen zwischen Schraubenflächen und anderen Wölbungsflächen (Abb. 80 und 81), die zu den gleichen Zwecken erfolgen wie oben schon geschildert.

Neben der Entwicklung der Flügel-druckseite aus der Schraubenfläche des

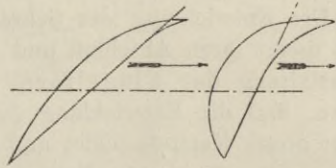


Abb. 79.

Flügels von Smith steht, wie bereits am Kapitelanfang erwähnt, die Entwicklung aus dem ursprünglich flachen Flügel von Bramah, Shorter usw., deren durch die Erfindungen von Daw-

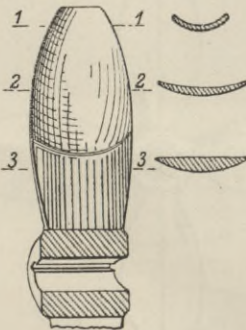


Abb. 80.

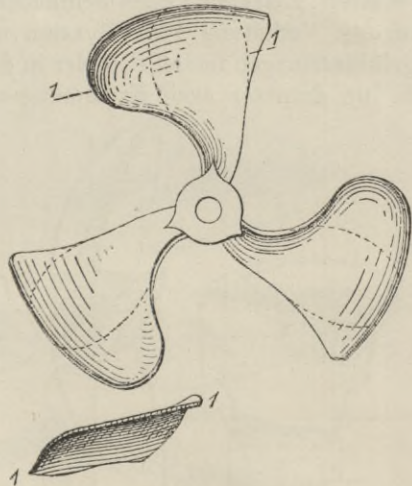


Abb. 81.

son und Perkins bezeichnete, verheißungsvolle Anfänge durch den Erfolg von Smith eine lebhaftere Förderung erfahren. In kurzer Frist entstehen eine große Anzahl neuer Flügelflächenkonstruktionen, die

nachfolgend unter neue Wölbungen der Flügelfläche, bekannte Wölbungen als Vorbilder für die Flügelfläche, und elastische Flügel behandelt werden.

Die neuen Wölbungen der Flügelfläche, unter welcher Bezeichnung eine größere Anzahl Erfindungen zusammengestellt ist, die jede einzelne die Verkörperung einer besonderen, auf theoretischem Wege oder durch praktische Erfahrung gewonnenen Vorstellung von der Lösungsmöglichkeit des Schraubenproblems enthalten, bilden einen der interessantesten Teile der Flügelentwicklung. Interessant im doppelten Sinne, insofern eine Anzahl dieser Erfindungen ein tiefgehendes Verständnis des zu lösenden Problems erkennen läßt, während andere und leider die Mehrzahl als Ausgeburten einer mehr oder weniger verständnislosen Phantasie erscheinen und viel dazu beigetragen haben, den Schiffbau von Versuchen mit neuen Schrauben abzuschrecken.

Da diese Flügelwölbungen zumeist Produkte neuer Theorien sind, die übrigens gewöhnlich auch gleich die Flügelform mitbestimmen, müßte im einzelnen auf sie eingegangen werden und dies würde hier zu weit führen. Nur soll bemerkt werden, daß hierher auch die bekannte Schraubenkonstruktion von Lorenz gehört (deut. Pat. 182014, Abb. 82), bei welcher Flügelform und Flügelfläche auf Grund einer sehr eingehenden mathematischen Untersuchung der Strömungserscheinungen bestimmt sind. Auch sei darauf hingewiesen, daß eine ganze Anzahl

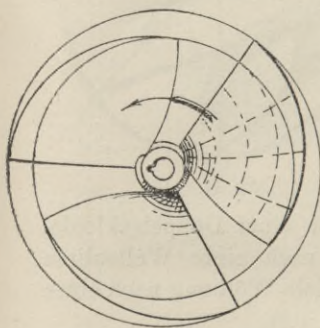


Abb. 82.

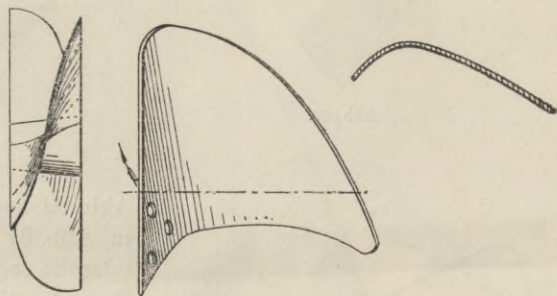


Abb. 83.

der neuen Flügelwölbungen gewisse Übereinstimmungen erkennen lassen, sei es durch Bevorzugung peripheraler oder radialer bzw. kombiniert peripheral-radialer Wölbungen, die wohl in allen Fällen denselben Zweck haben wie die peripheralen und radialen Steigungsänderungen oder Krümmungen des Schraubenflügels.

Die peripherale oder radiale bzw. kombinierte Wölbung des Flügels erfolgt, wenn nicht freies Ermessen oder eine bestimmte Theorie zugrunde liegt, wie es bei den Konstruktionen nach Abb. 83—87 der

Fall ist, gern nach bestimmten Kurven, z. B. die peripheriale Wölbung in Abb. 88 nach einer Zykloide, in Abb. 89 nach einer Kreislinie, in

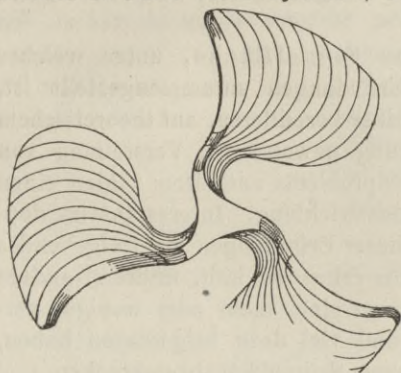


Abb. 84.

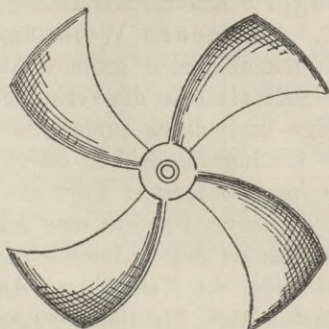


Abb. 85.



Abb. 86.

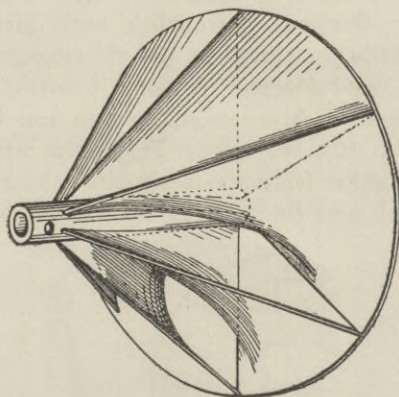


Abb. 87.

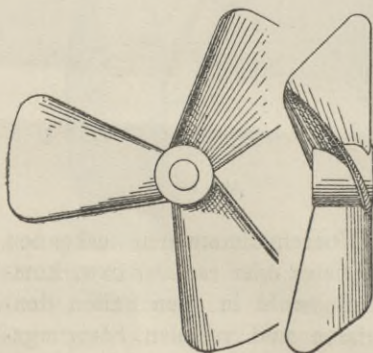


Abb. 88.

Abb. 90 nach einer Doppelzykloide, in Abb. 91 nach einer Wellenlinie oder die radiale Wölbung nach einer Parabel und dgl.

Die Wölbung der Druckfläche in solchen Kurven, die nach heutiger Kenntnis in keinem Zusammenhang mit der Wasserbewegung im Arbeitsraum der Schraube stehen können, ist geeignet, die Bewertung dieses Teils der Entwicklung herabzumindern. Eine unparteiische Beurteilung muß aber berücksichtigen, daß die Benutzung der Schraubenfläche dem Bewegungsvorgang in der Schraube gegenübergestellt,

ist, die Benutzung der Schraubenfläche dem Bewegungsvorgang in der Schraube gegenübergestellt,

ebensowenig begründet erscheint und nur durch den Erfolg gerechtfertigt wird.

Die letzten Ausführungen gelten in erhöhtem Maße für die nun folgenden Wölbungen der Flügelfläche nach bekannten Vorbildern.

Es handelt sich hierbei in der Hauptsache um Vorschläge, die der Flügeldruckseite bei oft besonderer Gestaltung der Flügelform und Flügelanordnung die Wölbung von Mantelflächen gewisser

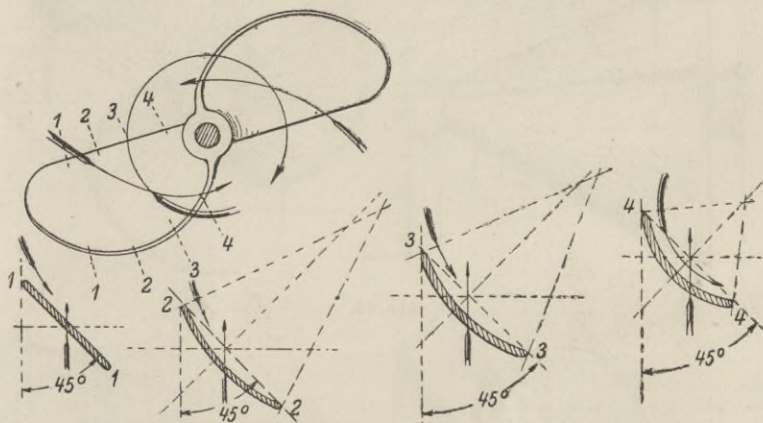


Abb. 89.

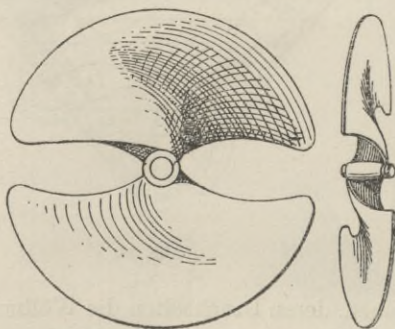


Abb. 90.

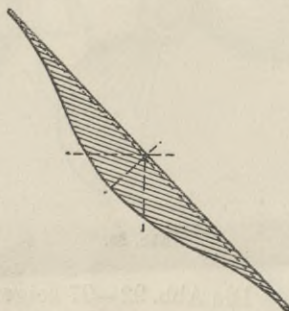


Abb. 91.

geometrischer Rotationskörper wie Kegel, Kugel, Zylinder, Paraboloid, Kreisscheibe usw. geben wollen. Die so gewonnene Flügelfläche ähnelt äußerlich der aus der Schraubenfläche durch Steigungsänderung oder Flügelkrümmung entwickelten, insofern nämlich, als auch hier eine peripherial von der eintretenden nach der austretenden Kante zu schärfer werdende, d. h. allmählich mehr in die Richtung der Achse fallende Wölbung oder eine radial veränderliche Wölbung bzw. schließlich eine durch peripheriale oder

radiale Krümmung veränderliche Wölbung vorhanden ist. Auch die Wirkung, die von der neuen Flügelwölbung erwartet wird, ist dieselbe wie die bei der durch peripheriale oder radiale Steigungsänderung entwickelten Schraubenfläche vorausgesetzte. Es erübrigt sich daher ein näheres Eingehen auf die Einzelheiten der Entwicklung, die durch die folgenden Darstellungen genügend erläutert wird.

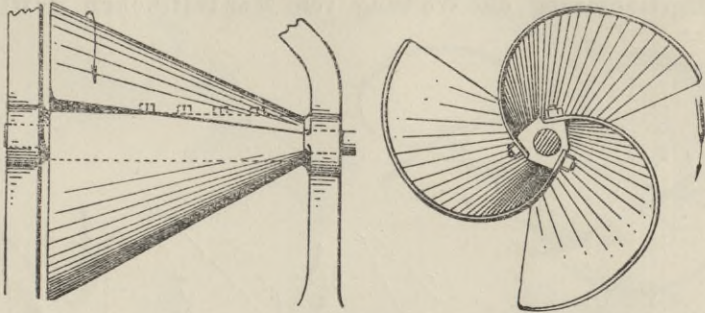


Abb. 92.

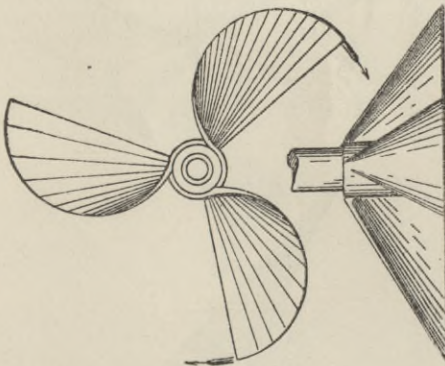


Abb. 93.

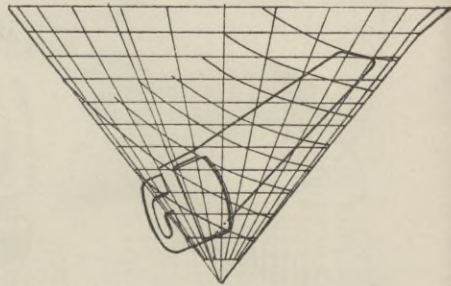


Abb. 94.

Die Abb. 92—97 zeigen Schrauben, deren Druckseiten die Wölbung der Mantelfläche eines Kegels haben. Die Schraube nach Abb. 92 fällt durch Flügelform und Flügelstellung auf, die nach Abb. 93 durch die Flügelform, die nach den Abb. 94 u. 95 durch die Eigenart der Flügelkonstruktion. Der Flügel nach Abb. 96 ist aus zwei Kegelmänteln zusammengesetzt. Der Flügel nach Abb. 97 hat die übliche Form und Stellung.

In Abb. 98 ist die Flügelfläche aus einem Kugelmantel geformt. Die Flügel der Schraube in Abb. 99 sind Ausschnitte eines Zylindermantels. Die Schraube in Abb. 100 besteht aus einer aufgeschnittenen und verwundenen Kreisscheibe.

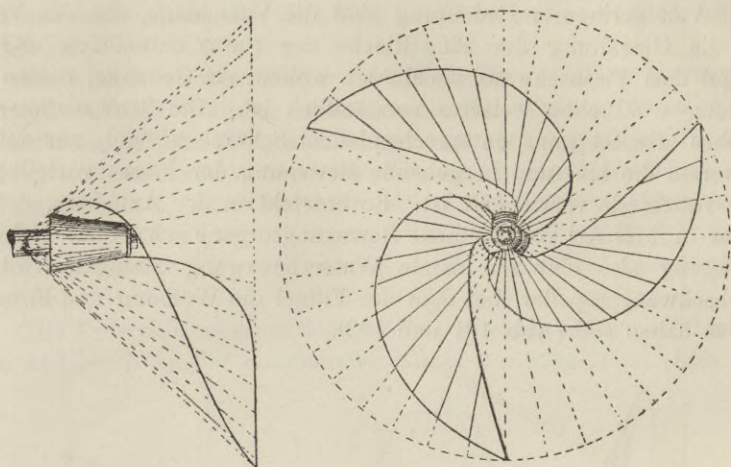


Abb. 95.

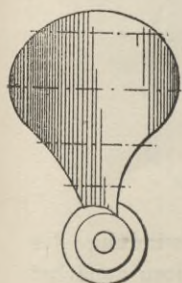


Abb. 96.

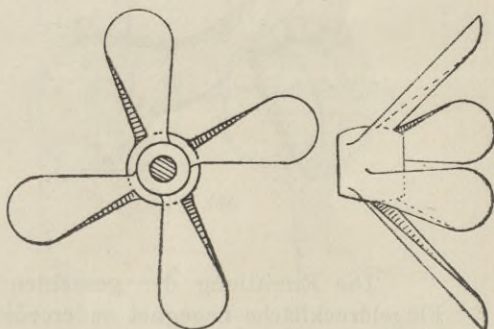


Abb. 97.

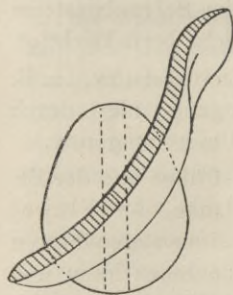


Abb. 98.

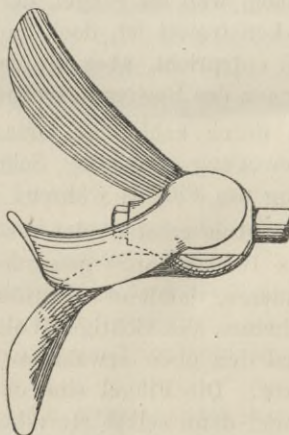


Abb. 99.

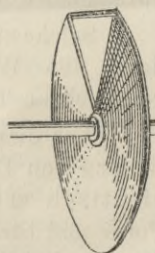


Abb. 100.

Von geringerer Bedeutung sind die Vorschläge, die das Vorbild für die Gestaltung der Flügelfläche der Natur entnehmen und den Flügel dem Fischschwanz nachbilden wollen, ein Gedanke, dessen Entstehung wohl ohne weiteres verständlich ist. Die Schwanzflosse des Fisches arbeitet ganz entsprechend dem Schraubenflügel, nur daß bei letzterem die hin- und hergehende Bewegung der Flosse vorteilhaft in eine rotierende verwandelt ist. So entsteht in der Annahme, daß die Natur in ihrer Art vollkommene Bewegungsorgane schafft, die Schwanzbewegung also eine nur axiale Wasserbewegung erzeugen wird, der Fischschwanzpropeller, bei dem der Flügel die Wölbung und Form der Flosse haben soll (Abb. 101 und 102).

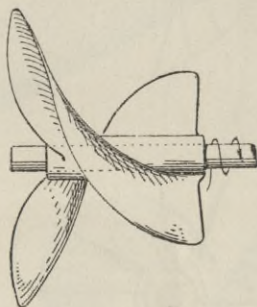


Abb. 101.

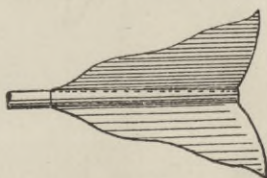


Abb. 102.

Die Ermittlung der gesuchten Wölbung oder Verwindung der Flügeldruckfläche begegnet außerordentlichen Schwierigkeiten zunächst infolge der sehr verwickelten Bewegungsvorgänge im Schraubenstrom an sich, dann aber auch, weil ein Flügel, der auf der Grundlage dieser Bewegungsvorgänge konstruiert ist, doch immer nur einem bestimmten normalen Betriebsfall entspricht, aber die dauernd im Schraubenstrom vorhandenen Änderungen des Bewegungsvorganges nicht berücksichtigt.

Solche werden durch zahlreiche Ursachen hervorgerufen, z. B. durch die Wellenbewegung und die Schiffsbewegung oder durch verschiedene Tauchung des Flügels während jeder Umdrehung usw.

Aus dieser Erkenntnis entsteht der schon von früher aus der Erfindung von Dawson 1816 bekannt gewordene Gedanke, den Flügel elastisch zu konstruieren, damit er selbsttätig aus einer angenäherten Form und Stellung heraus die richtige Wölbung annehmen kann und diese auch fortdauernd den oben erwähnten Bewegungsänderungen im Schraubenstrom anpaßt. Die Flügel sind entweder elastisch in der Nabe verstellbar und dann selbst starr konstruiert oder sie sind in sich ganz oder zum Teil elastisch oder aber schließlich in Kom-

bination elastisch in der Nabe verstellbar und außerdem selbst elastisch.

Die elastisch zur Welle oder Nabe verstellbaren flachen oder gewölbten Flügel stehen unter der Wirkung eines Federmechanismus, die den Flügel in seiner normalen angenähert richtigen Stellung zu halten sucht, unter dem Wasserdruck auf den Flügel aber genau soweit nachgibt, daß sich der Flügel selbsttätig mit der richtigen Steigung einstellt und diese Steigung sich ebenso selbsttätig den kleinen durch Geschwindigkeits- und Belastungsverschiedenheiten hervorgerufenen Bewegungsänderungen im Schraubenstrom entsprechend ändert.

Der Federmechanismus liegt bei den ursprünglichen Ausführungen offen und greift an der eintretenden Kante des Flügels an (Abb. 103),

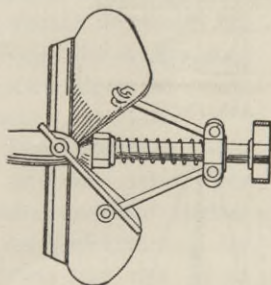


Abb. 103.

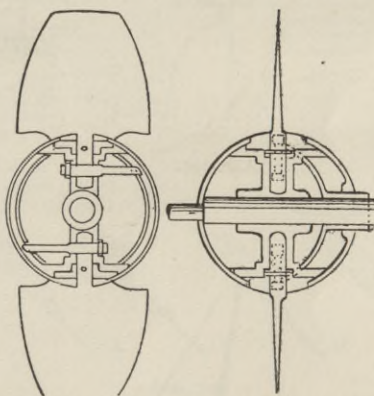


Abb. 104.

eine Konstruktion, die ohne weiteres erkennbare Nachteile hat. Bei den späteren Ausführungen ist der Federmechanismus daher verdeckt in die Nabe eingebettet und greift an einen Drehzapfen des Flügels an. Zu den Erfindungen der letzteren Art zählt ein Propeller von Robert Griffith (Brit. Pat. 12769/1849, Abb. 104), bei dem in der Nabe an den Flügelschäften ein Drehmechanismus angebracht ist, der mit einer Feder im Schiff in Verbindung steht. Verschiedene Ausführungen des Federmechanismus zeigen außerdem die Abb. 105 und 106.

Durch die elastische Drehbarkeit des Flügels erhält die Flügelfläche nur eine peripheriale Steigungsänderung. Der in sich elastische Flügel soll dagegen eine peripherial und radial genau mit der Wasserbewegung übereinstimmende und mit ihr veränderliche Wölbung oder Verwindung annehmen.

Der ganz elastische Flügel wird entweder aus elastischem in einem Rahmen gehaltenen Material hergestellt, eine Konstruktion,

die weiter keine Bedeutung hat, oder aus einem oder mehreren lamellenartig vereinten Stahlblättern.

Die letztere Konstruktion wurde zuerst von J. McIntosh 1847 erfunden. Sie wird illustriert durch Abb. 107. Die Lamellen gehen

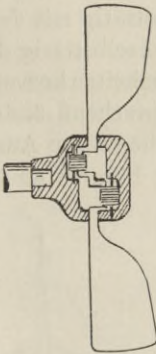


Abb. 105.

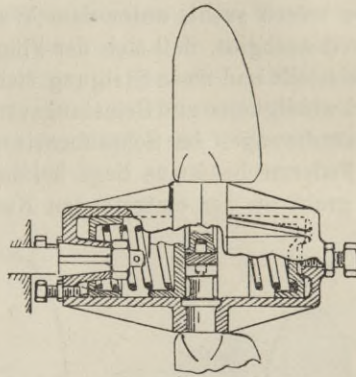


Abb. 106.

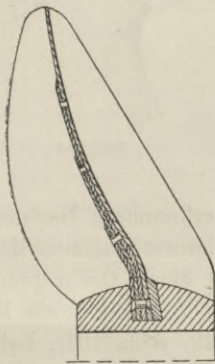


Abb. 107.

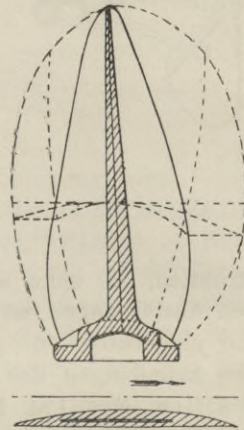


Abb. 108.

allmählich ineinander über. Eine Konstruktion ähnlicher Art zeigt der Flügel nach Abb. 108, der lamellenartig aus zwei Stahlblättern gebildet ist, die an den Kanten miteinander verschweißt sind, derart, daß die Blätter in der Mitte einen Zwischenraum aufweisen.

Bei den nur zum Teil elastischen Flügeln ist die äußere Hälfte oder die Hälfte an der eintretenden Kante bzw. die Mitte der Flügelfläche elastisch, der übrige in bestimmter Weise gewölbte Flügel

aber starr. Ein solcher Propeller ist von der bekannten Firma Theodor Zeise konstruiert worden (deut. Pat. 138077, Abb. 109).

Die Schilderung der Flügelentwicklung wendet sich nun der Saugseite zu. Ihre Entwicklung hat im Vergleich zu der der Druckseite nur geringe Bedeutung, denn bei den meisten Schraubenkonstruktionen, z. B. auch bei der allgemein eingeführten Smith-Schraube wird die Mitwirkung der Saugseite des Flügels überhaupt nicht berücksichtigt und ihre gewöhnlich konvexe nach dem Umfang zu allmählich verflachende Form einfach durch die Art und Weise der Auftragung des notwendigen Materials bestimmt (Abb. 110).

Der Anteil der Saugseite an der Arbeit der Schraube und die Bedeutung der Verhinderung der Kavitation für den Grad ihrer Mitwirkung wird erst ziemlich spät erkannt. Die ersten Vorschläge in dieser Richtung fallen in die Zeit zwischen 1850—1860 und beschäftigen sich weniger mit der Entwicklung der Saugseite als mit der des Flügelquerschnitts. Um den Widerstand, den der Flügel bei der Drehung im Wasser findet, zu vermindern, den Eingriff des Flügels in das Wasser so zu gestalten, daß

eine Aufwirbelung vermieden wird, und dergleichen mehr ersichtlich in enger Beziehung zur Kavitation stehenden Erscheinungen erhalten die Flügel Querschnittsformen, deren besondere Gestaltung entsprechend verändernd auf die Form der Wölbung der Saugseite wirkt. In den Abb. 111—116 sind einige Querschnittsformen dargestellt.

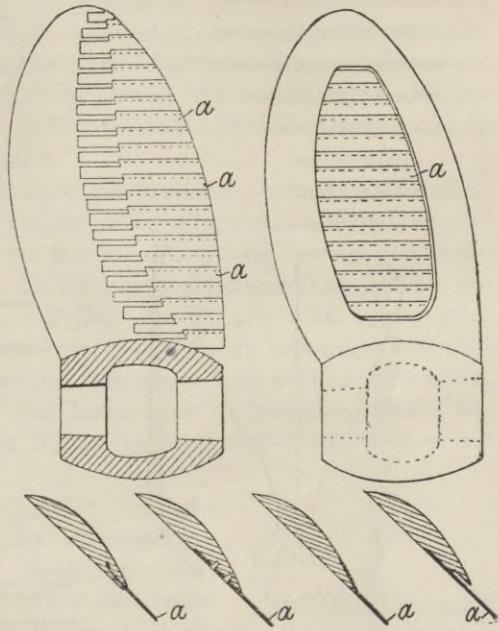


Abb. 109.

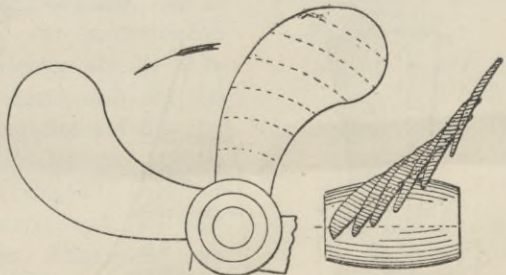


Abb. 110.

Die Abb. 111 und 112 zeigen ellipsenähnliche Querschnitte verschiedener Art. Abb. 113 veranschaulicht einen Querschnitt von Keilform, die dadurch entstanden ist, daß Druck- und Saugseite als Schraubenflächen

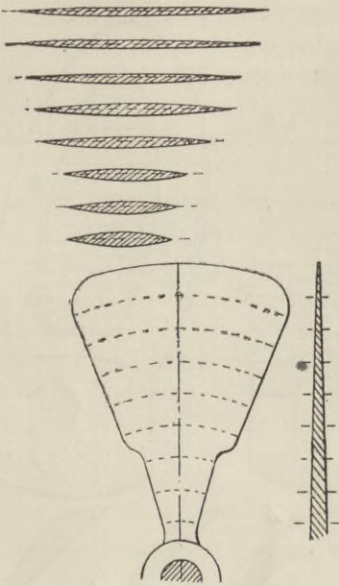


Abb. 111.

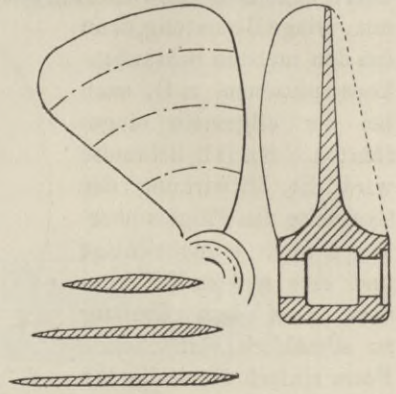


Abb. 112.

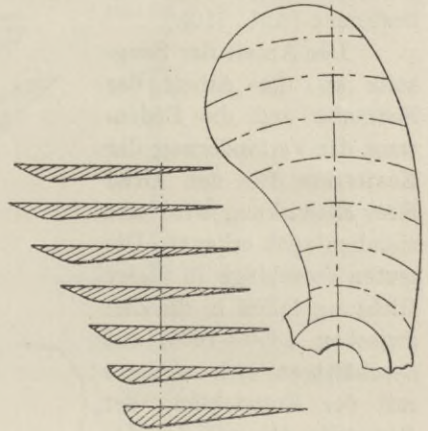


Abb. 113.

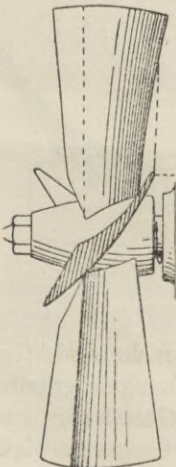


Abb. 114.

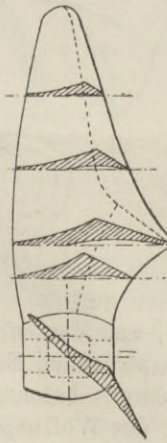


Abb. 115.



Abb. 116.

verschiedener Steigung geformt sind. Die Abb. 114—116 sind Ausführungen verschiedener Art. Diese Beispiele werden durch viele der in den vorhergehenden Abbildungen gegebenen Darstellungen von Schrauben ergänzt.

Im eigentlichen Sinne auf die Entwicklung der Saugseite bezügliche Vorschläge finden sich erst in neuerer Zeit. Die geplante Umformung der Wölbung und ihr Zweck finden einen vollkommenen Ausdruck in den nachfolgend ausführlicher erläuterten Konstruktionen des bekannten amerikanischen Forschers David Watson Taylor, die insbesondere das Ziel verfolgen, die Kavitation bei Propellern mit größeren Geschwindigkeiten zu vermindern.

Taylor führt die Kavitation bei größerer Umfangsgeschwindigkeit auf die mangelhafte Saugwirkung der Flügelrückseite zurück und sieht die Ursache hierfür in der falschen Verteilung der Flügelverstärkung auf der Saugseite. Wie die Verteilung jetzt üblich ist, hat sie zur Folge, daß die Saugseite beim Drehen des Flügels nicht wirkungslos durch das Wasser hindurchgeht bzw. bei schneller laufendem Propeller nicht gleich hinter der eintretenden Kante eine Saugwirkung entwickelt, sondern daß vielmehr auf der hinter der eintretenden Kante des Flügels beginnenden vorderen Hälfte der Saugseite ein Rückdruck auf das Wasser entsteht.

Alle Erfindungen von Taylor beziehen sich nun im besonderen auf die Umgestaltung dieser vorderen Hälfte der Saugseite. Das amerik. Pat. 832173 von Taylor beschreibt die übliche Flügelrückenform (Abb. 117) als eine Fläche mit in allen Punkten (also peripherial und radial) verschiedener Steigung, die in peripherialer Richtung von der eintretenden Kante bis zur Flügelmitte kleiner als die Steigung der Druckseite ist, derart, daß der dazwischenliegende Teil der Saugseite auf das einströmende Wasser einen Rückdruck ausübt. Taylor gibt diesem Teil der Saugseite ungefähr von der Flügelmitte aus nach vorn zu eine konstante Steigung, die in Anbetracht des Slips um ca. 30% kleiner ist als die Steigung der Druckseite (Abb. 118). Bei den inneren, dickeren Querschnitten macht dies ein Zurückbiegen der vorderen Hälfte der Druckseite erforderlich, um die vordere und die hintere Flügelfläche an richtiger Stelle zusammenzubringen.

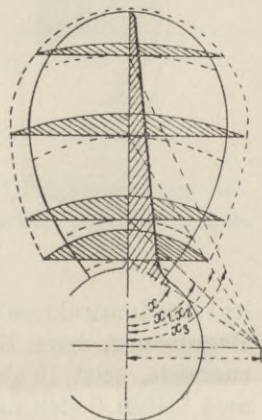


Abb. 117.

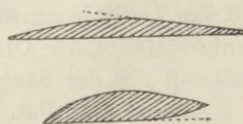


Abb. 118.

In dem amerik. Pat. 867853 erläutert Taylor wiederholt, daß statt der Steigungsverminderung von ca. 20%, die die Saugseite auf

Grund des Slips gegenüber der Steigung der Druckseite haben darf, in Wirklichkeit durch die übliche Flügelverstärkung der Saugseite (Abb. 119) eine Verminderung von 120—130% vorhanden ist, derart, daß das zuströmende Wasser gegen das Schiff hin zurückgedrückt wird. Erst in der Mitte des Flügels entspricht die Steigung der der Druckseite, um dann nach der austretenden Kante zu wesentlich größer zu werden (um 60%). Dieses Steigungsverhältnis bedingt so wesentliche Änderungen der Geschwindigkeit, Beschleunigung und im Druck des der Saugseite folgenden Wassers, daß dieses bei größerer Flügelgeschwindigkeit den Eingriff mit der Saugfläche verliert (loses its grip). Taylor

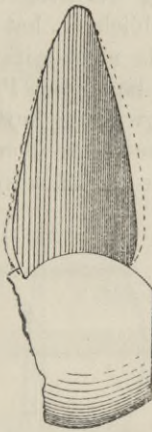


Abb. 119.

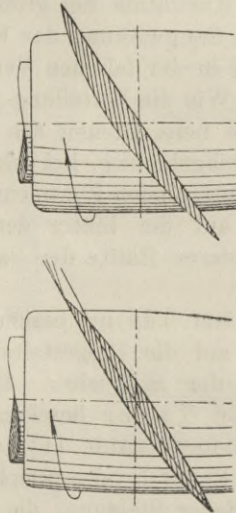


Abb. 120.

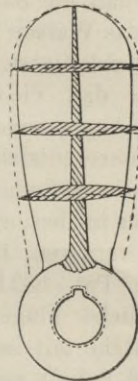


Abb. 121.

legt der Konstruktion des Flügelquerschnitts (Abb. 120 und 121), mit einer Begründung, deren Erörterung hier zu weit führen würde, eine Parabel zugrunde, setzt in der Mitte des Flügels die Stärke des Querschnitts nach beiden Seiten der Leitlinie ab, und legt die Begrenzungslinie der vorderen Hälfte der Saugseite parallel zu der parabolischen Leitlinie. Die hinteren Hälften der Saug- und Druckfläche konvergieren, um mit der Leitlinie an der austretenden Kante zusammenzutreffen, und die vordere Hälfte der Druckseite kreuzt die Leitlinie zum Zweck der Vereinigung mit der Saugseite an der eintretenden Kante.

Im amerik. Pat. 978677 geht Taylor auf Grund der inzwischen gesammelten Erfahrungen auch auf die Kavitation an der Druckfläche ein und schlägt eine Flügelkonstruktion vor, bei der der größere Teil der vorderen, d. h. der hinter der eintretenden Flügelkante liegenden Hälfte der Saugfläche hohl geformt ist (Abb. 122 und 123). Die Höh-

lung kann durch Rippen verstärkt sein. Die Druckfläche hat konstante Steigung.

Diese Erfindungen von Taylor und einige weitere Vorschläge, die Saugseite als Schraubenfläche oder Wölbung anderer Art auszubilden, sind vorläufig alles über die Entwicklung der Saugseite Vorhandene.

Als dritter und letzter Teil der Entwicklung des Flügels ist nun noch die Entwicklung der Flügelform zu schildern, die sich in zwei Abteilungen gliedert, eine erste, in der die Flügelform durch die Gestaltung der Flügelflächen, und eine zweite, in der sie durch die Gestaltung der Umfangsform bestimmt wird.

Auf die Entwicklung der Flügelform durch die besondere Ausgestaltung der Flügelflächen ist in den vorhergehenden Ausführungen schon vielfach Bezug genommen worden. Der Flügel wird durch peripheriale oder radiale Krümmungen umgeformt, die Querschnittsgestaltung wirkt auf die Flügelform ein usw. — Noch nicht erwähnt ist die Veränderung der Flügelform durch die besondere Art der Verbindung zwischen Flügel und Nabe. Um den vermeintlich störenden Einfluß der Nabe zu beseitigen, werden die Flügel so ausgebildet, daß sie die Nabe umfassen und ein Übergang zwischen ihnen entsteht (Abb. 124). Bei anderen Konstruktionen wird sie Fortsetzung der Flügelfläche (Abb. 125) oder sie wird so eingemantelt, daß die Flügel-

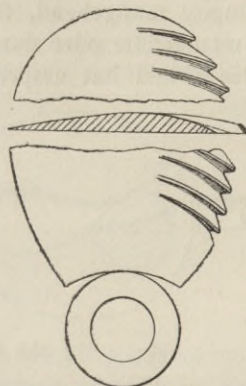


Abb. 122.

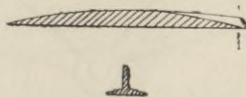


Abb. 123.

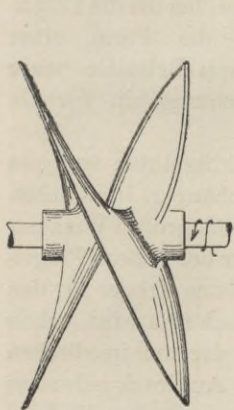


Abb. 124.

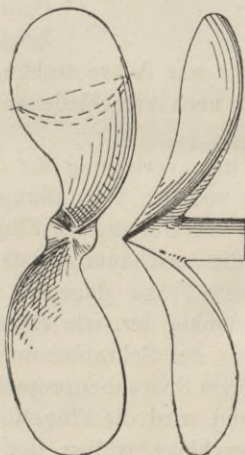


Abb. 125.

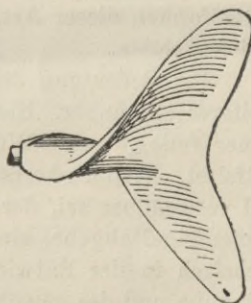


Abb. 126.

flächen verschmelzen (Abb. 126). Es fehlt auch nicht an Vorschlägen, die Nabe, um ihre nachteilige Wirkung auszuschalten, in besonderer Weise z. B. kegelförmig und ähnlich auszubilden, wodurch ebenfalls eine gewisse Einwirkung auf die Flügelform stattfindet.

In zweiter Linie ist für die Flügelform die Umfangsform des Flügels maßgebend, die entweder durch die besondere Gestaltung der Umfangslinie oder durch die Verteilung der Flügelfläche bestimmt wird. Der Flügel hat ursprünglich die Form eines Rechtecks oder Trapezes

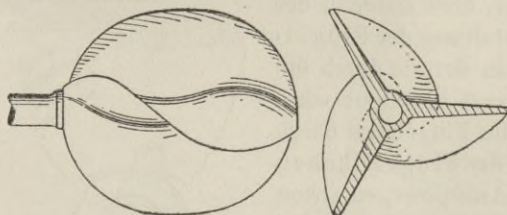


Abb. 127.

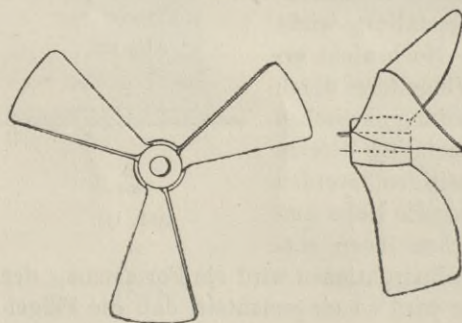


Abb. 128.

und entwickelt sich daraus zu dem heut allgemein gebräuchlichen Oval. Hiervon abweichend werden zuweilen Flügel halbrunder, runder, eckiger und dergl. Form in Vorschlag gebracht. Weitere Änderungen der normalen Flügelformen werden auch durch besondere Gestaltung der Kanten bzw. der Umfangslinie herbeigeführt. So zeigen Abb. 127 in einer Schraube mit Flügeln, deren Umfangslinie auf der Peripherie einer Kugel liegt, und Abb. 128 in einer Schraube, bei der die Flügelkanten die Form einer

Parabel haben und senkrecht zur Achse stehen, zwei Beispiele neuer Flügelformen dieser Art, die nach verschiedener Richtung hin Vorteile erzielen sollen.

Die Bedeutung der Flächenverteilung für die Flügelform ist ohne weiteres erkennbar. Sie ist von der Vorstellung abhängig, in welchen seiner Teile zwischen Wurzel und Umfang der Flügel die größte Wirkung entfaltet. Vielfach herrscht die Anschauung, daß nur der äußere Flügelteil verwendbar sei, der innere Flügel dagegen nur den Träger für den Außenflügel abgebe, ein Gedanke, der, wie erinnerlich sein wird, schon mehrfach in der Entwicklung des Schraubenrades, der archimedischen Schraube und des gewöhnlichen Schraubenpropellers Ausdruck gefunden hat. Dieser Idee entsprechend wird die Flügelfläche nach dem Umfang zu verschoben. Andere Vorschläge wollen den Hauptteil der Flügelfläche nach der Mitte oder in das erste bzw. zweite Drittel der Flügel-

länge verlegt haben (Abb. 129). Eine gewisse für die Flügelform bestimmende Rolle spielt auch die Verteilung der Flügelfläche zur Nabe und dergl. mehr.

Eigenartig erscheint ein vielfach nachgeahmter Vorschlag des bekannten Schraubenkonstruktors Hirsch, dem Flügel eine wellige Form zu geben (amerik. Pat. 246506, Abb. 130 und 131), um die Flügelfläche bei kleinem Radius des Flügels zu vergrößern. Bemerkenswert ist auch die Idee, die Flügel verschieden groß zu machen, d. h. die Flügelfläche verschieden auf die einzelnen Flügel zu verteilen

(Abb. 132), damit sie sich nicht gegenseitig in ihrer Wirkung behindern.

Ein näheres Eingehen auf weitere Flügelformen würde hier zu weit führen. Mit dem Gesagten sind die Richtlinien der Entwicklung der Flügelform gegeben und weitere Ausführungsbeispiele ergeben sich

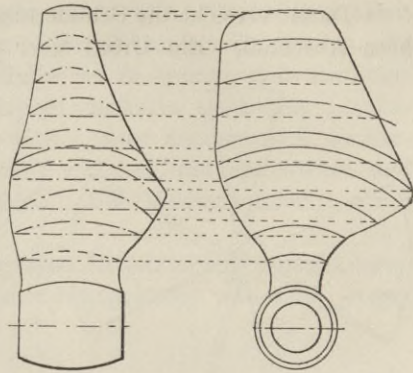


Abb. 129.

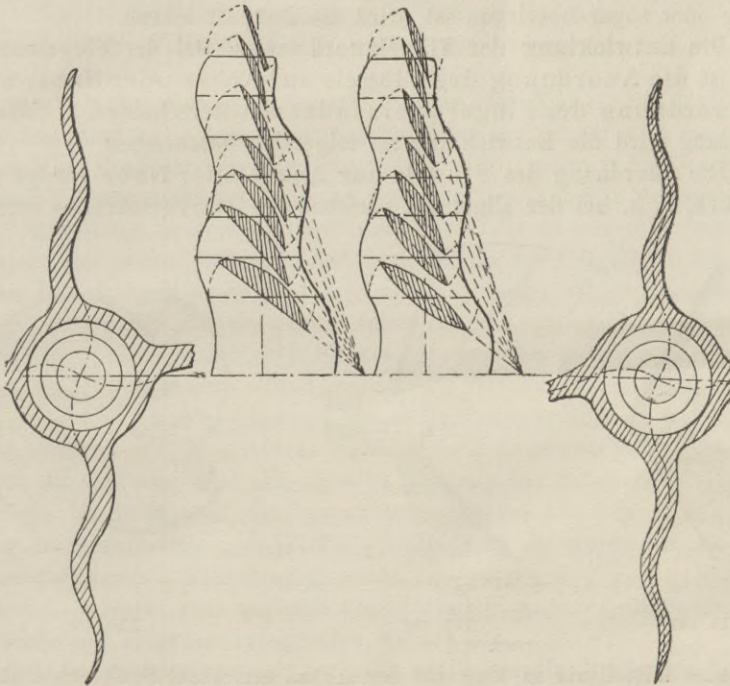


Abb. 130.

Abb. 131.

zahlreich aus den in den Zeichnungen wiedergegebenen Schraubenkonstruktionen.

Damit erreicht die Schilderung der Entwicklung des Flügels ihren Abschluß. Ein Urteil über sie kann heute noch nicht gefällt werden. Zwar hat sie in allen ihren Einzelheiten sowohl in der Entwicklung der Druckfläche als auch der Saugfläche und ebenso der Flügelform Erfolge zu verzeichnen, es ist aber noch nicht gelungen, die heute ausschließlicher als je verwendete Smith-Schraube irgendwie zu verdrängen. Ob sich die eine oder die andere der im Vorher-

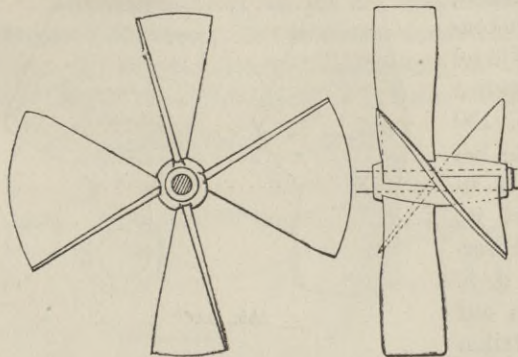


Abb. 132.

gehenden beschriebenen Schraubenkonstruktionen noch in der Praxis durchsetzen und so bewähren wird, daß sie der Smith-Schraube gleichwertig oder sogar überlegen ist, wird die Zukunft lehren.

Die Entwicklung der Flügelanordnung. Bei der Flügelanordnung ist die Anordnung des Flügels zur Achse oder Nabe, und die Anordnung der Flügel zueinander zu unterscheiden. In dieser Einteilung wird die Entwicklung im folgenden beschrieben.

Die Anordnung des Flügels zur Achse oder Nabe erfolgt gewöhnlich, d. h. bei der allgemein verwendeten Smith-Schraube derart,

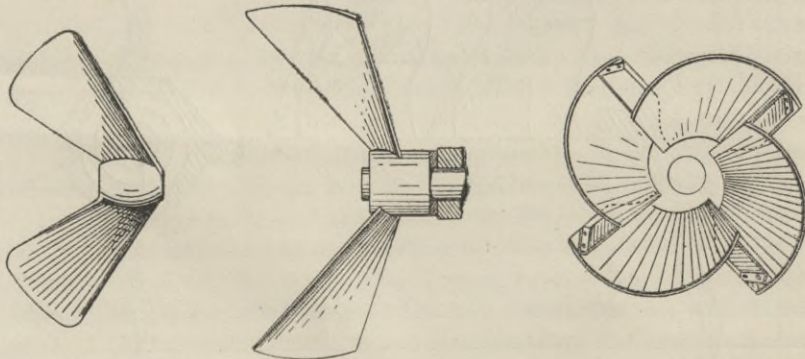


Abb. 133.

Abb. 134.

Abb. 135.

daß seine Mittellinie in eine auf der Achse errichtete Senkrechte fällt. Hiervon abweichend wird der Flügel zuweilen nach vorn (Abb. 133)

oder nach hinten (Abb. 134 und 135) geneigt angeordnet. Sehr oft tritt die Flügelneigung gemeinsam mit der im Vorhergehenden beschriebenen Entwicklung des Flügels auf, wofür die früheren Darstellungen zahlreiche Beispiele liefern. Ihr Zweck ist gewöhnlich, die Lage des wirksamen äußeren Flügelteiles so zu ändern, daß der angenommene störende Einfluß des weniger wirksam gedachten inneren Flügelteiles und der Nabe beseitigt wird. Unter anderem soll die Entstehung zentrifugaler Wasserbewegung verhütet und ein wirbel- und vibrationsloses Arbeiten erzielt werden. Der Wasserdurchtritt durch die Schraube wird unbehinderter.

Eine zweite Änderung der normalen Flügelstellung besteht darin, daß der Flügel, der von verschiedenster Konstruktion sein kann, exzen-

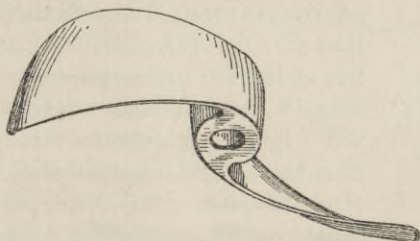


Abb. 136.

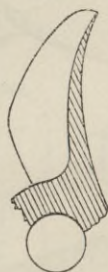


Abb. 137.

trisch zur Achse und zwar tangential an die Nabe anlaufend angeordnet wird. Die ersten Vorschläge dieser Art finden sich um 1855. Meist läuft die Rückseite des Flügels (Abb. 136), seltener die Druckseite (Abb. 137) tangential an die Nabe an. Der Zweck dieser Umgestaltung der Verbindung zwischen Flügel und Nabe, die in engem Zusammenhang zu den schon früher in der Entwicklung der Flügelform beschriebenen Beziehungen zwischen Flügel und Nabe steht, ist, eine ungünstige Beeinflussung der Flügelwirkung durch die Nabe zu verhüten und unter Beseitigung aller Ecken und Kanten an der Verbindungsstelle beider einen freieren Wasserdurchgang durch die Schraube zu schaffen.

Die übliche Anordnung der Flügel zueinander, bei der sie bekanntlich mit gleichem Abstand in einer zur Schraubenachse senkrechten Ebene verteilt sind und alle dieselbe Stellung zur Achse haben, erregt vielfach das Bedenken, die benachbarten Flügel könnten sich gegenseitig in ihrer Arbeit und Wirkung behindern. Es werden daher neue Flügelstellungen in Vorschlag gebracht, bei denen jede derartige Störung verhütet, ja sogar eine wechselseitige Unterstützung und Ergänzung der benachbarten Flügel hervorgerufen werden soll.

So wird daran gedacht, die Nachteile der beschriebenen Flügelstellung in der Weise zu beseitigen, daß die einzelnen Flügel verschiedene

Neigung zur Achse erhalten d. h. verschieden schräg gestellt sind, die in mannigfacher Weise zur Ausführung kommt (Abb. 138, 139 und 140) und jedem infolge der Neigung schon an und für sich besser arbeitenden Flügel einen besonderen Arbeitsraum mit ungehinderter Ein- und Ausströmung des Wassers verschafft.

Weit wichtiger als diese Neigungsverschiedenheiten der einzelnen Flügel sind aber die Vorschläge, welche die Flügel unter besonderer Gruppierung in verschiedenen Schraubenebenen anordnen, d. h. in der Richtung der Schraubenachse zueinander versetzen. Ihre Grundlage bilden zwei Konstruktionen aus der Zeit vor 1836, die hintereinanderliegenden gegenläufigen Schrauben von Perkins (Abb. 12) aus dem



Abb. 138.

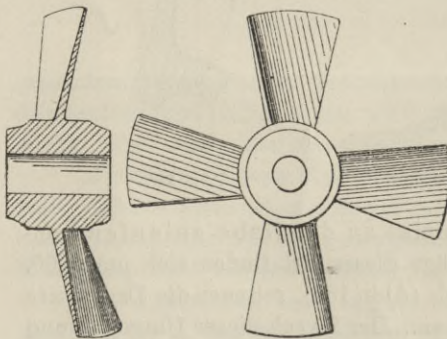


Abb. 139.

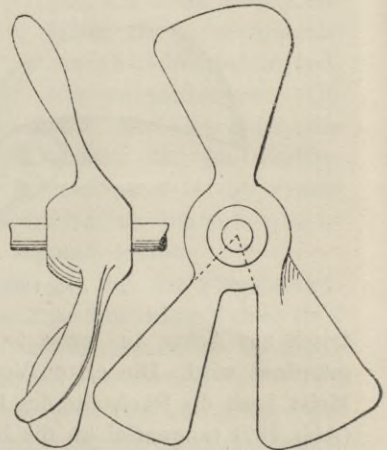


Abb. 140.

Jahre 1824 und die aus der archimedischen Schraube durch Fortnahme von Teilen der Gewindgänge entstandene Schraube von Steadman 1828 (Abb. 13), die jetzt nicht nur eine vielseitige Ausgestaltung erfahren, sondern auch aus sich selbst heraus und in Kombination miteinander zu zahlreichen neuen Entwicklungsformen führen.

Die gegenläufigen Schrauben entwickeln sich durch Ausgestaltung der Flügelkonstruktion, wie sie im vorhergehenden Kapitelabschnitt beschrieben ist. Gewöhnlich sind beide Schrauben hierbei einander völlig gleich. Es finden sich aber auch Verschiedenheiten in der Konstruktion der Flügelfläche und der Flügelform zu dem Zweck, eine Abhängigkeit zwischen den Schrauben herzustellen, derart, daß sie sich in ihrer Arbeit unterstützen und ergänzen. So ist z. B. die Steigung der hinteren schnellerlaufenden Schraube größer als die der vorderen, um eine stufenweise Beschleunigung des Wassers zu erzielen und dergl. mehr.

Aus den gegenläufigen Schrauben entstehen um 1850 durch Aufgabe der gegenläufigen Bewegung die gleichlaufenden Schrauben, die wie die ersteren unabhängig oder abhängig voneinander arbeiten. Sie entwickeln sich durch Ausgestaltung der Flügelkonstruktion, vor allem aber auch der Flügelanordnung. Letztere sucht im Laufe der Zeit mehr und mehr Annäherung an die normale Schraubenform. Aus den zwei oder mehr deutlich unterscheidbar mit oder ohne Abstand und abhängig oder unabhängig voneinander arbeitenden hintereinander angeordneten Schrauben entwickeln sich schließlich Konstruktionen aus nur einer Schraube bestehend, deren Flügel abwechselnd in der Achsenrichtung zueinander versetzt sind. Vorbildlich für die älteren Konstruktionen ist eine Erfindung von Robert Griffiths (Brit. Pat. 1618/1862, Abb. 141), die zwei dicht zusammengesetzte Schrauben mit hintereinander angeordneten Flügeln verschiedener Ausführung zeigt. Die neueren Entwicklungsformen werden in Abb. 142 durch eine Schraube mit zwei axial verschobenen Flügelpaaren veranschaulicht.

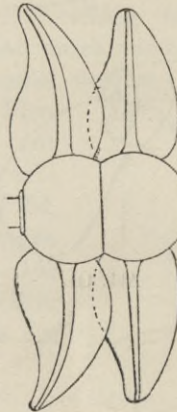


Abb. 141.

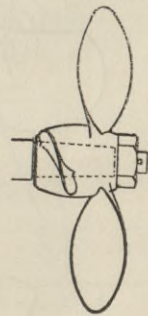


Abb. 142.

Der aus der archimedischen Schraube durch Unterbrechung der Gewindegänge entstandene gewöhnliche Schraubenpropeller mit schmalen in einem Schraubengang angeordneten und Teile desselben bildenden Flügeln entwickelt sich gleichermaßen durch Ausgestaltung der Flügelkonstruktion und Flügelanordnung. Die Art der Flügelkonstruktion hinsichtlich Flügelform und Flügelfläche ist bereits ausführlich im ersten

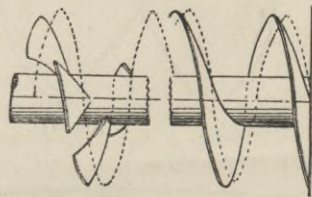


Abb. 143.

Kapitelabschnitt erläutert, so daß nur auf die Flügelanordnung eingegangen werden braucht. Die Flügel sind Teile eines oder mehrerer Schraubengänge. Beispiele für den ersten Fall zeigen die Abb. 143 und 144, die eine ältere und neuere Konstruktion veranschaulichen, ein Beispiel für den zweiten Abb. 145, die eine Schraube darstellt, deren drei Flügel in gleichem axialen Abstand voneinander stehend und in gleicher Verteilung um die Achse gleiche Teile von drei Gewindegängen sind.

Diese Schraubenkonstruktion erfährt um 1865 eine tiefgehende Abänderung. Die Flügel werden zwar nach wie vor in einer Schrauben-

linie angeordnet, erhalten aber eine besondere Stellung und Ausführung derart, daß sie nicht mehr Teile der zu dieser Schraubenlinie gehörenden Schraubenfläche sind. Welcher Art die Stellung der Flügel zu der für ihre Verteilung maßgebenden Schraubenlinie ist,

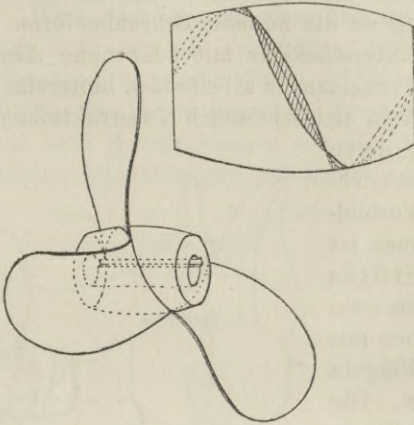


Abb. 144.

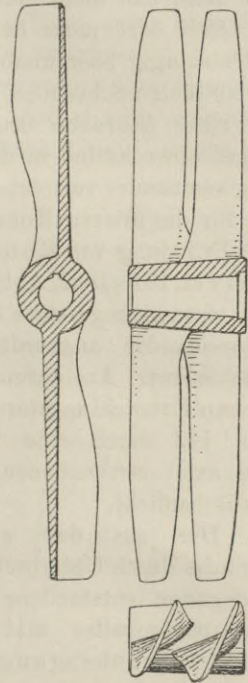


Abb. 147.

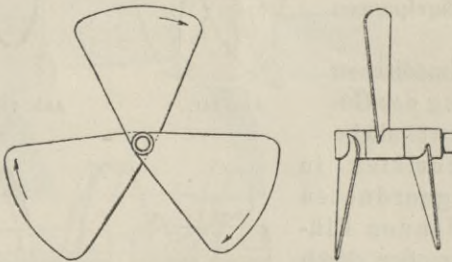


Abb. 145.

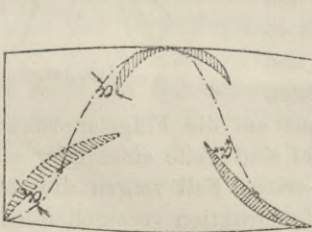


Abb. 146.

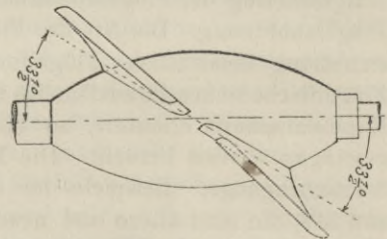


Abb. 148.

bestimmt sich von Fall zu Fall durch die Vorstellung von der Arbeitsweise des Flügels. Ein Beispiel für diese Entwicklungsformen ist der bereits mit Erfolg benutzte Propeller des Großherzogs Friedrich August von Oldenburg (Deut. Pat. 157706, Abb. 146). Die Flügel

sind in dieser Schraubenlinie angeordnet, bilden aber einen bestimmten Winkel mit derselben.

Eine Anzahl Schraubenkonstruktionen, die ihren Ursprung von der bekannten Erfindung des Franzosen Mangin herleiten, vereinigt die Merkmale beider im Vorhergehenden beschriebenen von Perkins und Steadman ausgehenden Entwicklungsgruppen. Um eine volle Ausnutzung der Flügelfläche zu erreichen, schlägt Mangin 1851 vor (Abb. 147), den Flügel in der Mitte durch einen Schnitt senkrecht zur Achse zu teilen und die Hälften in geeigneter Weise hintereinander zu setzen, so, daß sie für sich oder in gegenseitiger Ergänzung arbeiten. Der Vorschlag wird einige Male zwischen 1851 und 1860 aufgenommen und durch verschiedene Stellung der Flügelhälften neben- oder hintereinander variiert (Abb. 148).

Er findet seine Fortsetzung in der Idee, entweder nur den Außen- oder nur den Innenflügel zu teilen und die Teile entsprechend zu versetzen. Vorbildliche Konstruktionen der ersten Art zeigen die Abb. 149 und 150, von denen Abb. 149 eine Erfindung von Robert Griffiths (Brit. Pat. 536/1871) vorstellt, während solche der

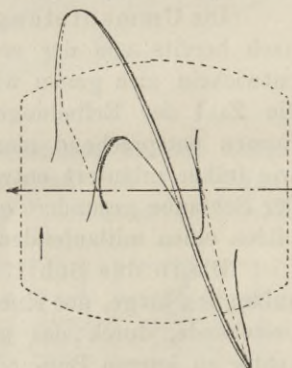


Abb. 151.

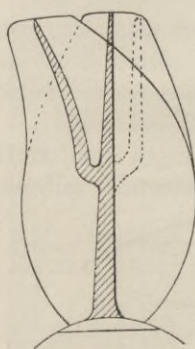


Abb. 149.

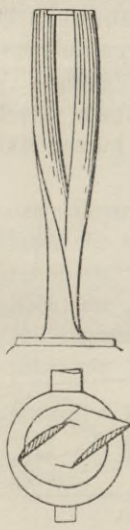


Abb. 149.

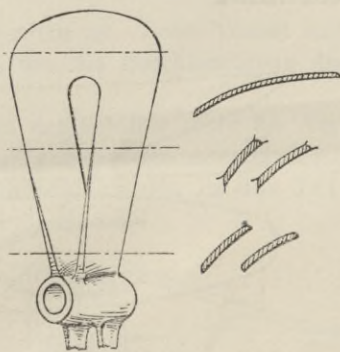


Abb. 151.

zweiten Art durch die Abb. 151 und 152 veranschaulicht werden. In beiden Fällen wird, wie oben erläutert, die volle Ausnutzung der Flügelfläche beabsichtigt, nur mit dem Unterschied, daß im einen Fall

der Innenflügel als unwirksam betrachtet wird und nur eine Steigerung der Wirkung des Außenflügels angestrebt ist, im anderen Fall dagegen gerade der Innenflügel zur Mitwirkung herangezogen werden soll.

Die Entwicklung der Flügelanordnung hat einige vielversprechende Erfolge zu verzeichnen. Es handelt sich indessen vorläufig nur um Anfänge, die kein abschließendes Urteil über den Wert oder Unwert besonderer Flügelanordnungen gestatten.

Die Entwicklung der Leitvorrichtungen. Die Leitvorrichtungen entwickeln sich nach 1836 teils in Ausgestaltung der schon bekannten Vorschläge, teils auf der Grundlage neuer Ideen als Ummantelungen, vor oder hinter der Schraube angeordnete Leitflächen und Leitungen durch den Flügel in Gestalt von Öffnungen oder Kanälen.

Die Ummantelungen sind ihrem Zweck und ihrer Konstruktion nach bereits von der archimedischen Schraube her gut bekannt und entwickeln sich genau wie dort, nur mit dem Unterschied, daß hier die Zahl der Erfindungen eine viel größere und die Erscheinungsformen entsprechend mannigfaltiger sind. Die Ummantelungen sind wie früher erläutert entweder fest in das Schiff eingebaut, d. h. von der Schraube gesondert oder sie sind mit der Schraube verbunden und bilden einen mitlaufenden Bestandteil derselben.

Die in das Schiff fest eingebauten Ummantelungen sind anfänglich lange, aus einem System von Zuleitungs- und Ausstoßrohren bestehende, durch das ganze Schiff gelegte Wassertunnel, die sich später zu kurzen Bug- oder Hecktunneln verschiedenster Bauart oder in das Totholz des Hecks eingebauten kurzen Mänteln und Abdeckungen vereinfachen.

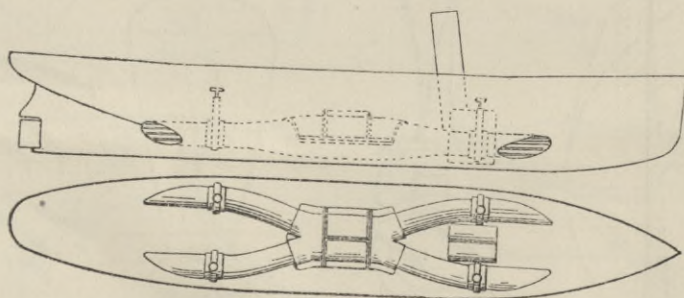


Abb. 153.

Vorschläge für die ursprünglichen umfangreichen Tunnelanlagen, die um 1840 beginnen und bis in die neuere Zeit wiederholt werden, sind zahlreich aber ohne Bedeutung. Ein Beispiel zeigt Abb. 153. Das Tunnelssystem besteht in diesem Fall aus zwei Zuführungs- und

zwei Ausstoßrohren, die alle vier mit einem Mittelraum in Verbindung stehen, in dem die Schraube untergebracht ist.

Größeres Interesse haben dagegen die durch Vereinfachung dieser verwickelten Anlage um 1850 entstehenden Bug- oder Hecktunnel und mittschiffs angeordneten Bodenausnehmungen. Hier finden sich Erfolg versprechende Vorschläge bekannter Schraubenkonstrukteure, die vorbildlich auf die Entwicklung einwirken, so z. B. eine Konstruktion von Robert Griffiths (Brit. Pat. 2991/1871, Abb. 154) für einen

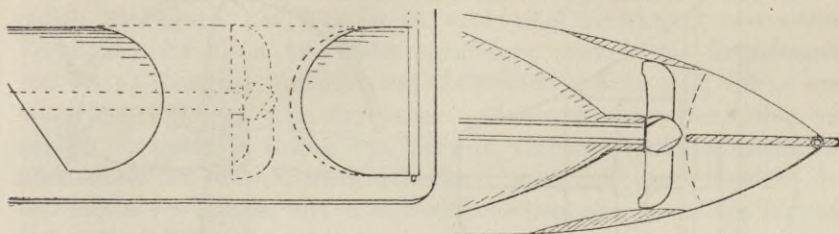


Abb. 154.

mit der bekannten Griffiths-Schraube ausgerüsteten, an den Seiten offenen Bugtunnel und eine andere oft angewendete von J. I. Thor, nycroft (Brit. Pat. 382/1874, Abb. 155), einen Hecktunnel betreffend

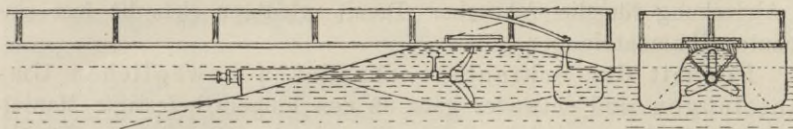


Abb. 155.

der von unten her für den Wasserzufluß offen ist. Beide Tunnel sind an der Schraube und hinter ihr verengt, um die Beschleunigung des Schraubenstromes zu vergrößern.

Von den Hecktunneln, die den Bau des Schiffes trotz der Vereinfachung gegenüber dem ursprünglichen Tunnelsystem immerhin noch ziemlich komplizieren, führt ein kleiner Schritt zu den in das Tot-

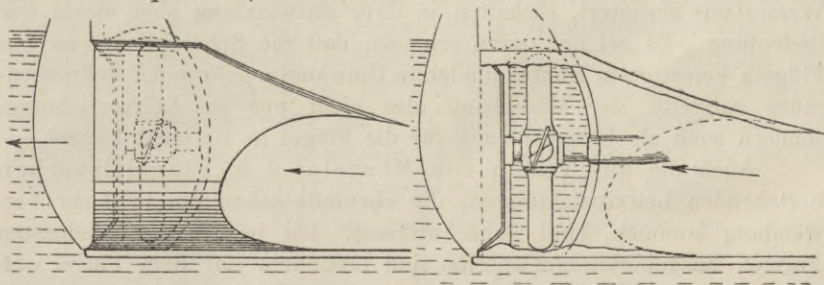


Abb. 156.

holz des Hecks besonders eingebauten kurzen Mänteln, Abdeckungen und dergleichen. Die Mäntel bestehen aus zylindrischen, die Schraube umhüllenden Rohrstücken, die nicht selten nach vorn zu derart verlängert oder erweitert sind, daß eine Art Wasserfang gebildet und das Wasser im Mantel beschleunigt der Schraube zugeführt wird (Abb. 156 und 157). Neuere Konstruktionen verwenden auch nur

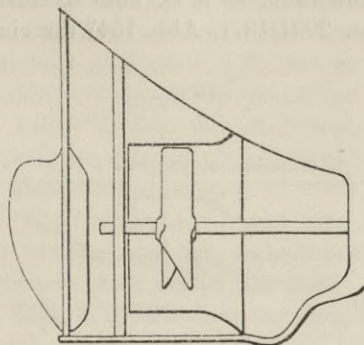


Abb. 157.

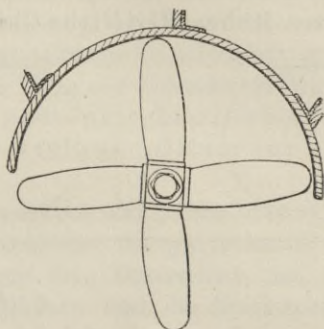


Abb. 158.

halbe Mäntel (Abb. 158) oder begnügen sich mit gewölbten Klappen als Abdeckung für die Schraube. Damit erledigen sich die fest eingebauten Ummantelungen.

Die mit der Schraube verbundenen beweglichen Ummantelungen sind entweder ganz an den Flügeln befestigte Mantelrohre oder Teile von solchen, d. h. Flansche am Umfang des Flügels, dann aber auch eine von der archimedischen Schraube her noch nicht bekannte Entwicklungsform, bei der die ganze Fläche des Flügels mit Rippen besetzt ist.

Die mit der Schraube verbundenen Mäntel treten um 1850, ungefähr in der gleichen Zeit wie die in das Heck fest eingebauten Mäntel, in die Erscheinung. Sie umhüllen die Schraube ganz oder zum Teil, sind zuweilen nach hinten zu verengt oder nach vorn zu als Wasserfang erweitert, enthalten in ihrer Entwicklung aber nichts von Bedeutung. Es sei nur daran erinnert, daß die Schraube mit an den Flügeln befestigtem Mantel die letzte Umwandlungsform des Schraubenrades vorstellt, der Mantelring also nicht nur als Leitvorrichtung, sondern auch als Unterstützung für die Flügel in Betracht kommt.

Auch die aus Teilen von Mänteln, d. h. Flügelflanschen bestehenden Leitvorrichtungen, die ebenfalls schon um 1850 zur Verwendung kommen, sind ohne Interesse. Die in den verschiedensten Formen ausgebildeten Flansche sind besonders auf dem Flügel aufgesetzt oder werden durch Umbiegen der Flügelspitze gebildet. Sie

stehen senkrecht oder geneigt zur Flügelfläche und haben gewöhnlich von der eintretenden nach der austretenden Kante zu eine Krümmung.

Die Flügelflansche werden nicht nur am Umfang des Flügels angebracht, sondern auch auf die Fläche des Flügels aufgesetzt und zwar einzeln oder zu mehreren. Hieraus entwickelt sich um 1855 ein Flügel mit niedrigen, in größerer Anzahl über die ganze Flügelfläche verteilten Rippen als Leitvorrichtungen. Die Rippen sollen die durch die vermeintlichen zentrifugalen Kräfte etwa hervorgerufene radiale Bewegung des Wassers in eine axial gerichtete umwandeln. Vorbildlich für diese Art Leitvorrichtungen wirken die Erfindungen von Jules Vergne (Amerik. Pat. 24508/1857, Abb. 159), deren umfangreiche Versuche gute Ergebnisse geliefert haben sollen. Der angeblich festgestellte Erfolg von Vergne verbürgt natürlich nicht die Richtigkeit der oben wiedergegebenen Theorie. Vergne versieht die Druckseite des Flügels mit dicht aneinanderliegenden parallelen Rippen, deren an und für sich geringe Höhe nach dem Umfang hin zunimmt. Die Rippen liegen konzentrisch oder exzentrisch zur Schraubenachse und senkrecht oder geneigt zur Flügelfläche.

Vergne hat viele Nachahmer gefunden. Die Rippen werden hinsichtlich Form, Zahl und Anordnung in mannigfachster Weise aus-

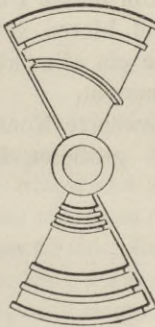


Abb. 159.



Abb. 160.

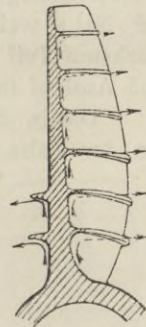


Abb. 161.

gestaltet, z. B. zeigt Abb. 160 einen Flügel mit eng aufeinanderfolgenden, zur Achse konzentrischen Rippen, die sich von der eintretenden nach der austretenden Kante zu verteilen. Rippen werden bald nicht nur auf der Druckseite, sondern auch auf der Saugseite angebracht, wie Abb. 161 an einem Flügel zeigt, an dem auch die erwartete Ablenkung des Wassers durch die eingezeichneten Pfeile veranschaulicht wird. Die Rippen werden entweder besonders auf dem Flügel aufgesetzt oder aus diesem herausgearbeitet. Im letzteren Fall ergibt sich bei Rippung der Druck- und Saugseite oft eine eigentümliche wellige Form des Flügels in radialer Richtung, wie sie sehr gemildert die Abb. 130, 131 in dem Propeller von Hirsch (Amerik. Pat. 246506) zeigen.

Neben den die Schraube umhüllenden Ummantelungen kommen wie eingangs erwähnt, vor und hinter der Schraube angeordnete Leitflächen zur Anwendung. Diese Leitvorrichtungen, die zuerst

durch die Erfindung von Hale 1836 (Abb. 53) in der Entwicklung der archimedischen Schraube bekannt geworden sind, bezwecken den Zufluß oder Abfluß des Wassers zu regeln, derart, daß der Zufluß in einer für den Eingriff und die Wirkung der Flügel günstigsten Weise bzw. der Abfluß in einem Wasserstrom mit rein axialer Bewegung, jedenfalls aber beide Male so erfolgt, daß Wirbelung und dergleichen Störungen vermieden werden.

Die Leitflächen sind verschiedener Art. Zwischen 1860 und 1865 beginnen Versuche, die Nabe oder das Hinterschiff und die Nabe als Leitflächen auszubilden. Die Nabe ist ein notwendiger, aber immer als hinderlich angesehener Bestandteil der Schraube. Es wird ihr die nachteilige Wirkung zugeschrieben, daß sie gemeinsam mit den weniger wirksamen ungünstig stehenden inneren Flügelteilen den Durchtritt des Wassers durch die Schraube behindert, ferner den Abstrom des Wassers durch Rücksaugung stört oder durch andere Ursachen zu Wirbelbildungen Anlaß gibt. Um diesen Übelstand zu beseitigen, wird die Nabe weit nach vorn und hinten verlängert, so daß von dem stärksten Teil an der Schraube ein allmählicher Übergang als Einlauf und Auslauf für das Wasser entsteht.

Die in der Folge gut bewährte Konstruktion wird oft benutzt, um der Nabe einen wesentlich größeren Durchmesser zu geben als

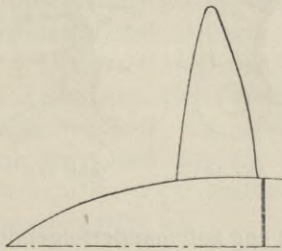


Abb. 162.

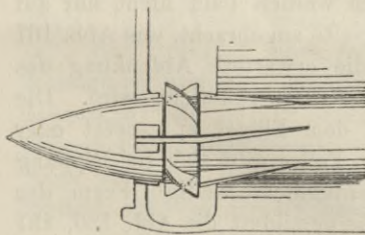


Abb. 163.

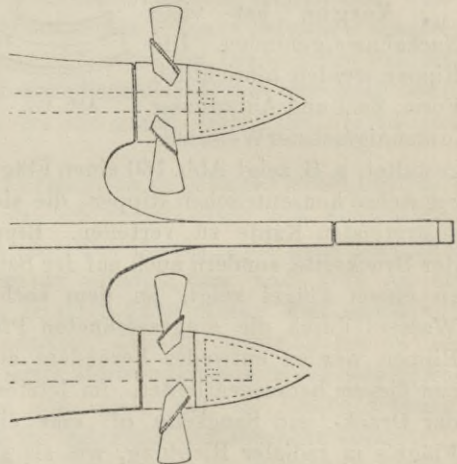


Abb. 164.

sonst üblich, zum Zweck, die inneren Flügelteile zu beseitigen, d. h. die Flügel von innen her auf die wirksamen äußeren Flügelteile zu verkürzen (Abb. 162). Auch wird in die Ausbildung der Nabe als Leit-

fläche sehr häufig das Hinterschiff einbezogen, um einen unmerklichen Übergang zwischen diesem und der Nabe zu erzielen. Abb. 163 und 164 zeigen die Konstruktionen für ein Einschrauben- und ein Zweischraubenschiff.

Weit höheres Interesse als die beschriebene Ausbildung von Nabe und Hinterschiff hat die Anordnung besonderer Leitflächen vor oder hinter der Schraube zu dem schon oben erläuterten Zweck. Mit diesen Leitflächen, für die zwischen 1860 und 1865 die ersten Vor-

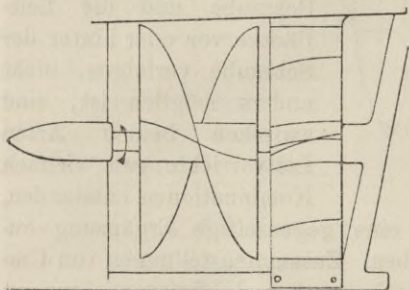


Abb. 165.

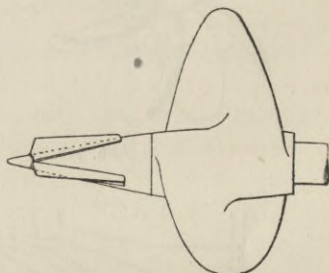


Abb. 166.

schläge gemacht werden, haben sich die bedeutendsten Schraubenkonstrukteure der schiffbautreibenden Länder eingehend beschäftigt. Der erste Vorschlag rührt aus dem Jahre 1864 von dem Engländer Arthur Rigg her (Brit. Pat. 874/1864, Abb. 165), der hinter der Schraube einen Kranz in bestimmter Weise gekrümmter Leitflächen anordnet, um eine radiale oder eine Kreisbewegung des Wassers im Schraubenstrom zu verhüten, bzw. in eine rein axial gerichtete zu verwandeln. Ein ähnlicher Vorschlag stammt von Griffiths (Brit. Pat. 3988/1868). Eine moderne Konstruktion dieser Art veranschaulicht Abb. 166 in einem Propeller von Ch. A. Parsons (Deut. Pat. 129799), der bei schnelllaufenden Schrauben hinter der Nabe auftretende Kavitationserscheinungen auf Kreisbewegung des Wassers um die Nabe zurückführt und durch Umwandlung derselben in axiale Bewegung beseitigen will. Der Amerikaner Ch. G. Curtis verwendet einen Kranz entsprechend gekrümmter Leitflächen vor der Schraube (Amerik. Pat. 803671, Abb. 167), um eine für den Eingriff mit den Flügeln günstige Zuflußrichtung des Wassers zu erzielen.

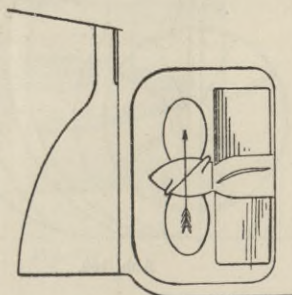


Abb. 167.

Die erste Stelle unter diesen u. a. für die Entwicklung vorbildlichen Konstruktionen nehmen aber die bereits zu bemerkenswerten

Resultaten gelangten Erfindungen und Versuche des Deutschen Rudolf Wagner aus neuester Zeit ein, der sich mit der Anordnung von Leit-

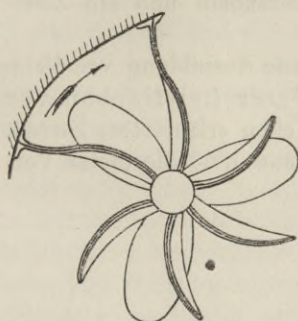
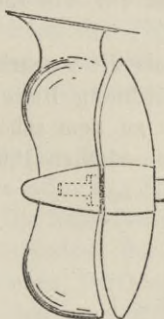


Abb. 168.



flächen hinter der Schraube beschäftigt. Ein Beispiel zeigt Abb. 168.

Wie es bei dem annähernd gleichen Zweck, den die Ummantelungen der Schraube und die Leitflächen vor oder hinter der Schraube verfolgen, nicht anders möglich ist, sind zwischen beiden Arten Leitvorrichtungen vielfach Kombinationen entstanden,

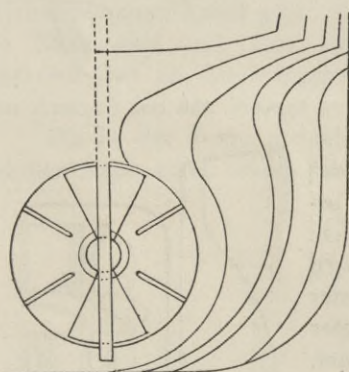


Abb. 169.

die eine gegenseitige Ergänzung anstreben. Zusammenstellungen von Ummantelungen und Leitvorrichtungen kommen sogar schon früher zur Anwendung als Leitflächen für sich, nämlich um 1845 und sind ebenfalls Gegenstand eifrigster Betätigung bekannter Konstrukteure. So finden sich hier zahlreiche Patente, von Robert Griffiths z. B. zeigt Abb. 169 (Brit. Pat. 1164/1872) einen fest eingebauten Mantel, der innen mit Leitflächen versehen ist, Abb. 170 (Brit. Pat. 3817/1873) einen Hecktunnel mit Leitfläche vor und

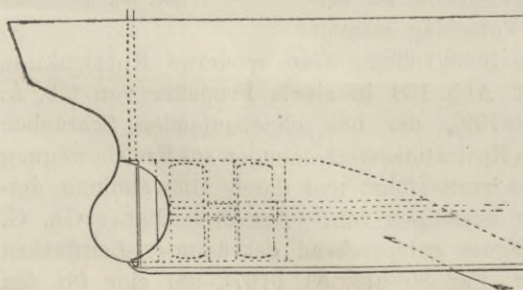


Abb. 170.

hinter der Schraube, Abb. 171 (Brit. Pat. 4279/1877) eine Mantel- und Nabenkonstruktion, Abb. 172 (Brit. Pat. 235/1882) eine Schraubenabdeckung und Leitflächen hinter der Schraube. Daneben finden sich Vorschläge von Parsons (Brit. Pat. 2331/1877, Abb. 173), J. I. Thor-

nycroft (Brit. Pat. 1330/1879, Abb. 174), der Schiffbaufirma R. Holtz und vieler anderen. Auf eine nähere Erläuterung braucht nach dem

oben über Ummantelungen und Leitflächen Gesagten nicht eingegangen werden, denn die durch die Kombinationen angestrebte und erzielte Wirkung ist immer nur die Summe der Einzelwirkungen.

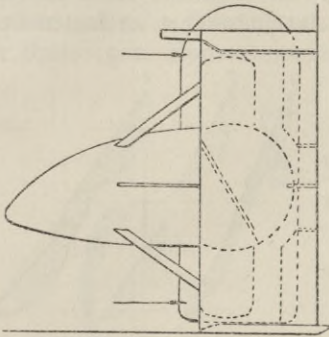


Abb. 171.

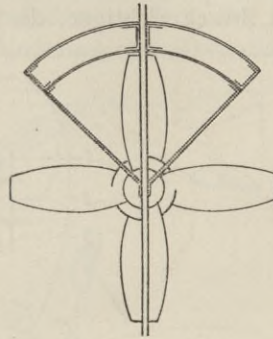


Abb. 172.

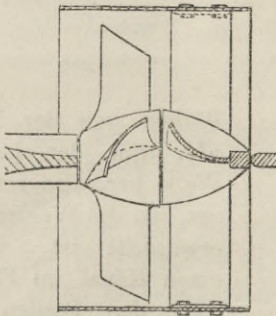


Abb. 173.

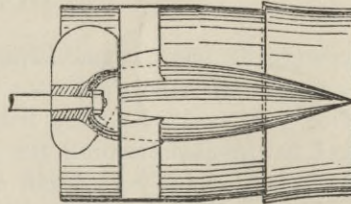


Abb. 174.

Ganz anderer Art als die Ummantelungen und Leitflächen vor oder hinter der Schraube sind ihrem Zweck und ihrer Konstruktion nach die Leitungen durch den Flügel in Gestalt von Öffnungen in der Flügelfläche und durch den Flügel gelegter Kanäle, durch die das Wasser von Stellen, wo es überflüssig ist, nach anderen geleitet werden soll, an denen es fehlt, nämlich nach der Saugseite des Flügels, um dort die Bildung eines Vakuums zu verhindern oder hinauszuschieben.

Flügelflächen mit Öffnungen werden zuerst um 1855 bekannt. Anfänglich wird eine einfache Durchlochung der Flügel angewendet und erst später stellen sich Konstruktionen besonderer Art für die Öffnungen ein, wie sie z. B. Abb. 175 zeigt.

Der Flügel ist hier in der Mitte mit einem radialen Schlitz versehen, um der Entstehung eines Vakuums auf der Saugseite durch Zuleitung von Wasser von der Druckseite aus zu begegnen. Entsteht

ein Vakuum, so übt es eine entsprechende Saugung auf den Durchlaß aus und füllt sich mit Wasser.

Ohne weiteres ist ersichtlich, daß ein Wasserdurchtritt von der Druckseite aus gewisse Nachteile hat. Es erscheint daher für den gewollten Zweck richtiger, die Druckseite unberührt zu lassen und das

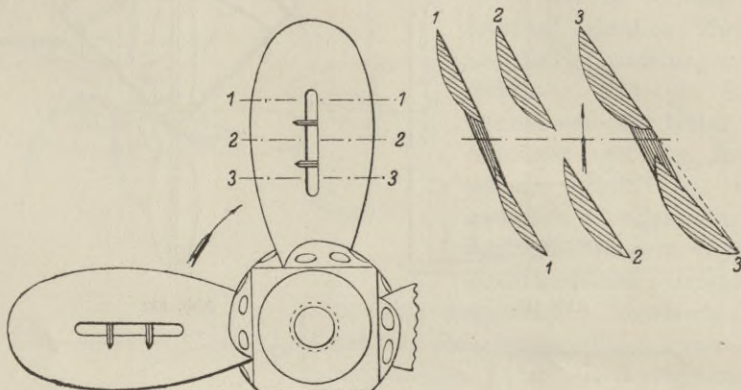


Abb. 175.

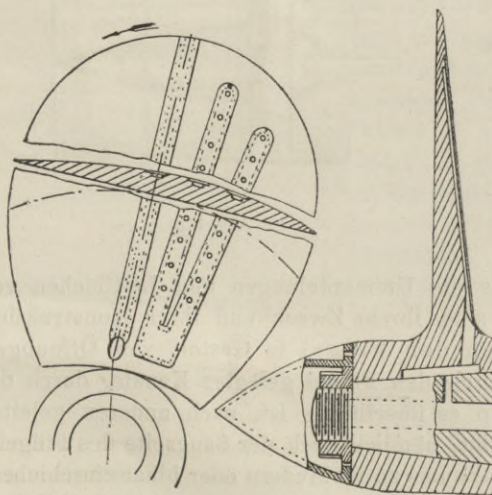


Abb. 176.

Wasser von der Nabe oder von der hohlen Welle her, also von da aus, wo die Wegleitung erwünscht ist, durch einen Kanal im Flügel nach den Stellen der Saugseite zu leiten, an denen sich die Kavitation ausbildet.

Die ersten Flügelkonstruktionen dieser Art werden um 1860 erfunden. Vorbildlich für sie ist ein Vorschlag von D. W. Taylor (Amerik. Pat. 900797, Abb. 176). Hier haben die Flügel-

kanäle allerdings, was aber nebensächlich ist, nicht den Zweck, Wasser in den evakuierten Raum zu leiten. Taylor nimmt an, daß nicht das Vakuum selbst schädlich sei, sondern seine etwa mögliche Füllung mit Luft und Wasserdampf. Die Kanäle und Öffnungen der Saugseite, die in die hohle Welle münden, sollen daher zur Absaugung dienen.

Ähnliche Zwecke verfolgen die Erfindungen, bei denen der Kanal von der Nabe nach der Spitze oder nach der Rückseite an der austretenden Kante geführt ist (Abb. 177 und 178). Durch Wegsaugen des Wassers von der Nabe soll deren schädlicher Einfluß auf die Wasserbewegung im Schraubenstrom vermindert werden. Der Ausfluß an der Spitze oder Kante bezweckt Verhinderung der Kavitation.



Abb. 177.

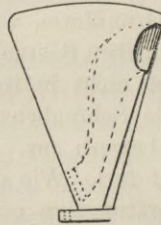
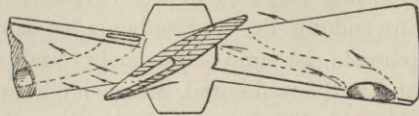


Abb. 178.

Über den Erfolg der Leitvorrichtungen kann ebensowenig wie über die Entwicklung der Flügelkonstruktion oder der Flügelanordnung jetzt schon ein abschließendes Urteil gefällt werden. Nur soviel läßt sich feststellen, daß die Versuche mit Ummantelungen und Leitungen durch den Flügel bisher zu keinen Resultaten, die mit Leitflächen dagegen schon zu nennenswerten Erfolgen geführt haben.

Schlußbetrachtung.

Zusammenfassende Darstellung des Verlaufes der Entwicklung, ihres bisherigen Ergebnisses und ihrer Aussichten.

Der Schraubenpropeller hat drei Grundformen, das Schraubenrad (Daniel Bernouilli 1752, Abb. 1), die archimedische Schiffsschraube (Paucton 1768, Abb. 4) und den gewöhnlichen Schraubenpropeller (J. Bramah 1785, Abb. 9), die sich lange Zeit unter gegenseitiger Beeinflussung nebeneinander entwickeln, obwohl selbstverständlich nur eine von ihnen die richtige Grundform für die im Arbeitsraum der Schraube zu erzeugende Wasserbewegung sein kann. Diese eigenartige Entwicklung in drei verschiedenen Richtungen hat ihre Ursache darin, daß die Entwicklung beinahe ein Jahrhundert lang, von 1752 bis 1836,

praktische Erfahrungen nur aus den Ergebnissen einer kleinen Anzahl mehr oder minder gelungener Versuche schöpfen kann, die über den Wert oder Unwert der einen oder anderen Grundform keine genügende Auskunft geben. Erst die endgültige Einführung der Schraube in die Praxis durch F. P. Smith und Ericsson 1836 macht dieser Unsicherheit ein Ende und führt die Entscheidung herbei.

Der Erfolg Ericssons 1836 (Abb. 16) hat zunächst eine umfangreiche Anwendung des Schraubenrades zur Folge, die aber nur eine vorübergehende ist und bald mehr und mehr abnimmt. Ericsson selbst hat das Schraubenrad, wie seine Schraubenkonstruktion aus dem Jahre 1844 (Abb. 32) beweist, frühzeitig aufgegeben. Die archimedische Schraube, die zweite Grundform, wird durch den Erfolg des Schraubenrades und des gewöhnlichen Schraubenpropellers sogleich ausgeschaltet und kommt überhaupt nicht in irgendwie bemerkenswertem Umfang zur Benutzung. Beide Schraubenarten scheiden somit sehr bald aus dem praktischen Wettbewerb aus. In der Literatur leben sie allerdings bis in die neueste Zeit fort. Wie die vorhergehende Schilderung zeigt, enthält die Patentliteratur eine große Zahl zum Teil beachtenswerter Vorschläge für die Weiterentwicklung des Schraubenrades und der archimedischen Schraube, indessen hat keiner die beiden Konstruktionen lebensfähig erhalten bezw. ihre Wiedereinführung in die Praxis erreichen können.

Der gewöhnliche Schraubenpropeller erringt dagegen nach 1836 einen uneingeschränkten Erfolg, der zu umfangreicher Entwicklung der Flügelkonstruktion, Flügelanordnung und Leitvorrichtungen führt. In der Praxis ist von dieser Entwicklung freilich nicht viel zu bemerken. Die Praxis wird ausschließlich von der Smith-Schraube beherrscht, die seit 1836 ohne jede merkliche Änderung ihrer ursprünglichen Konstruktion im Gebrauch ist. Keine der zahlreichen Entwicklungsformen des gewöhnlichen Schraubenpropellers hat sich bisher neben oder an Stelle der Smith-Schraube einzuführen vermocht.

Damit ist kurz der Verlauf der Entwicklung wiedergegeben. Sie vollzieht sich in zwei Abschnitten, der gemeinsamen Entwicklung der drei Grundformen, Schraubenrad, archimedische Schraube und gewöhnlicher Schraubenpropeller bis 1836 und der Weiterentwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers nach 1836. Den Abschluß des ersten Abschnittes bildet die sichere Feststellung, daß der gewöhnliche Schraubenpropeller die Grundform der noch zu findenden, der Wasserbewegung im Arbeitsraum der Schraube ideal entsprechenden Schraubenkonstruktion sein muß und daß eine dieser idealen Schraubenkonstruktion sehr angenäherte Entwicklungsform des gewöhnlichen Schraubenpropellers in der Smith-Schraube zu erblicken ist, die tausendfach erprobt und immer bewährt bis heute allen Ansprüchen genügt hat.

Die mit dem Abschluß des ersten Abschnittes der Entwicklung aus dem praktischen Wettbewerb ausscheidende archimedische Schraube ist indessen doch von gewisser Bedeutung nicht nur als eine der Ursprungsformen der Smith-Schraube, sondern auch durch eine Anzahl Erfindungen, Bourdon 1824 und Woodcroft (Veränderliche Steigung, Abb. 8), Ressel 1827 bis 1829 (Anordnung im Totholz, Abb. 7), Steadman 1828 (Flügelanordnung, Abb. 13), Rumsey, 1792 (Ummantelung), Hale 1836 (Leitflächen, Abb. 53), die zusammen mit den Erfindungen von Dawson 1816 (Elastischer Flügel, Abb. 11), Perkins 1824 (Verwindung und Anordnung der Flügel, Abb. 12) aus den Anfängen des gewöhnlichen Schraubenpropellers die Grundlage für dessen Weiterentwicklung bilden.

Die Bedeutung dieser Weiterentwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers, die den zweiten Abschnitt der Gesamtentwicklung vorstellt, wird am besten aus dem folgenden kurzen Überblick ersichtlich. Es gibt zunächst eine ganze Anzahl Flügelkonstruktionen, die sich in einzelnen Anwendungsfällen vorzüglich bewährt haben, z. B. der Flügel mit radial veränderlicher Steigung sowohl mit nach innen abnehmender Steigung (D. de Bruignac 1885, Abb. 25) als auch mit nach innen zunehmender Steigung (A. Th. Zeise 1886, Abb. 60), ferner der Flügel mit peripheral veränderlicher Steigung vertreten durch die mit Erfolg für kleine, schnelle Fahrzeuge benutzte Schraube von J. I. Thornycroft 1873 (Abb. 59) und der Flügel mit peripheral-radialer Steigungsänderung, für den der vielgebrauchte Propeller von Hermann Hirsch 1859 bis 1875 (Abb. 69—75) als Beispiel genannt werden möge. Auch die Konstruktion von Lorenz 1905 (Abb. 82) ist zu erwähnen und schließlich der elastische Flügel (Robert Griffiths 1849—1878, Abb. 104 bzw. A. Th. Zeise 1901, Abb. 109). Auch die Entwicklung der Flügelanordnung hat Erfolge zu verzeichnen. Schrauben, bei denen der Flügel geteilt und die Hälften hintereinandergesetzt sind (Mangin 1851, Abb. 157, Griffiths 1871, Abb. 149), sind auf vielen englischen und französischen Schiffen zur Anwendung gekommen. Schrauben mit in anderer Weise versetzten Flügeln haben sich in gleicher Weise erfolgreich verwendbar erwiesen, (Großherzog von Oldenburg 1904, Abb. 146). Die Leitvorrichtungen haben schließlich ebenfalls gute Resultate erzielt, sowohl die Leitflächen (Rudolf Wagner 1905 bis 1910, Abb. 168) als auch die Kombinationen von Ummantelungen und Leitflächen, z. B. die von Parsons 1877 (Abb. 173) und die in vielen Fällen vorteilhaft bewährte Schraube von J. I. Thornycroft 1879 (Abb. 174), ferner die Konstruktionen von Holtz und andere.

Die Entwicklung des gewöhnlichen Schraubenpropellers enthält somit eine große Zahl Schraubenkonstruktionen, die sich der Smith-Schraube gleichwertig oder überlegen erwiesen haben. Wenn die eine oder

andere dieser Konstruktionen bisher nicht neben oder an Stelle der Smith-Schraube eingeführt werden konnte, so liegt dies daran, daß keine zwingende Ursache für einen solchen zweifellos große Schwierigkeiten enthaltenden Versuch vorliegt, denn die Smith-Schraube genügt bis heute nicht nur allen Ansprüchen, sondern ist auch zweifellos von allen Entwicklungsformen des gewöhnlichen Schraubenpropellers die einfachste. Hierin kann aber beispielsweise durch den Turbinenantrieb ein Umschwung eintreten.

Liste

der britischen, amerikanischen und deutschen Schiffsschraubenpatente.

Erster Teil.

Das Schraubenrad.

1752	siehe Bourne	Daniel Bernouilli, Flache Flügel	1829	Brit. Pat. 5806 Amerik. Pat. v. 1829	Jakob Perkins
1823	siehe Bourne	Delisle, Schraubenflügel	1834	Amerik. Pat. von 1834	Emerson

Die archimedische Schiffsschraube.

Schraubenkonstruktion.			1829	Brit. Pat. 5765	Pumphrey
1768	siehe Bourne	Paucton	1830	Amerik. Pat.	Copley
1792	Brit. Pat. 1903	Rumsey	1830	Amerik. Pat.	Peltier
1794	Brit. Pat. 2000	Lyttleton	1832	Brit. Pat. 6250	Woodcroft
1803	siehe Bourne	Dallery	1834	Amerik. Pat.	Burk
1815	Brit. Pat. 3922	Trevithick	1834	Amerik. Pat.	Theal
1824	siehe Bourne	Bourdon, Zunehmende Steigung	1835	Amerik. Pat.	Fitzpatrick
1824	siehe Bourne	Delangue	Leitvorrichtungen.		
1827	siehe Bourne	Tredgold	1792	Brit. Pat. 1903	Rumsey, Mantel
1828	Brit. Pat. 5730	Cummerow, Anmelder für Joseph Ressel, Schraube im Totholz des Hecks	1815	Brit. Pat. 3922	Trevithick
			1827	Brit. Pat. 5594	Hale
			1829	Brit. Pat. 5765	Pumphrey
			1830	Amerik. Pat.	Orinel

Der gewöhnliche Schraubenpropeller.

Flügelkonstruktion.			1816	Brit. Pat. 3977	Millington
1785	Brit. Pat. 1478	Bramah, Flache Flügel	1816	Brit. Pat. 3996	Dawson, Elastischer Flügel
1800	Brit. Pat. 2371	Shorter	1824	Brit. Pat. 4998	Perkins, Gewölbter Flügel
1811	Brit. Pat. 3426	James	1828	siehe Nicol	Steadman
1815	Brit. Pat. 3922	Trevithick	1829	Brit. Pat. 5857	Church

Flügelanordnung.			1829	Brit. Pat. 5857	Church, wie Perkins
1824	Brit. Pat. 4998	Perkins, Zwei gegenläufige Schrauben hintereinander	1836	Amerik. Pat. vom 8. März	Wilder, wie Steadman
1823	siehe Bourne	Dallmann, wie Perkins	Leitvorrichtungen.		
1828	siehe Nicol	Steadman, Unterbrochene archimedische Schraube. Flügel einem Gewindegang folgend hintereinander und Teile desselben	1815	Brit. Pat. 3922	Trevithick, Mantel
			1829	Brit. Pat. 5857	Church, Mantel für zwei hintereinander angeordnete gegenläufige Schrauben

Zweiter Teil.

Das Schraubenrad.

Flügel und Flügelträger (Speichen oder mittels Speichen an der Nabe befestigter Ring).		1877	Amerik. Pat. 199550	E. J. Hulbert
a) Speichen als Flügelträger.		1878	Brit. Pat. 283	R. Smyth
1840	Brit. Pat. 8729	1882	Brit. Pat. 1899	T. Lambert
1842	Brit. Pat. 9249	1882	Brit. Pat. 3649	H. Hardz
1843	Brit. Pat. 9589	1883	Brit. Pat. 3868	L. Barstow
1845	Brit. Pat. 10721	1887	Deutsch. Pat. 44179	E. A. Blöcker
1845	Brit. Pat. 10789	1888	Amerik. Pat. 394414	Sparrow
1847	Amerik. Pat. 5000	1892	Amerik. Pat. 496857	A. W. Case
	Brit. Pat. 12020/48	1893	Brit. Pat. 9301	A. W. Case
1849	Brit. Pat. 12488	1896	Amerik. Pat. 584449	J. R. J. Zuberbühler u. W. C. Brewster
1856	Brit. Pat. 551	1898	Amerik. Pat. 653899	L. T. Roberts
1858	Amerik. Pat. 20744	1899	Deutsch. Pat. 111374	} Rudolf Graf Westphalen
1859	Amerik. Pat. 23117		Brit. Pat. 10887	
1859	Brit. Pat. 1973		Amerik. Pat. 668701	} Rudolf Graf Westphalen
1863	Amerik. Pat. 38216	1900	Deutsch. Pat. 122677	
1872	Amerik. Pat. 157742		Brit. Pat. 14407	
1873	Amerik. Pat. 148255	1901	Amerik. Pat. 676900	J. Lehman
1875	Amerik. Pat. 173575	1902	Amerik. Pat. 715191	H. B. Allison
1876	Brit. Pat. 2037	1903	Amerik. Pat. 742522	T. T. Timagenis

1905	Brit. Pat. 653	J. D. Ewen
1909	Brit. Pat. 24718	M. Hermes
1909	Amerik. Pat. 964155	G. E. Goodsir
1909	Amerik. Pat. 955291	A. E. Seltzer

b) Ring als Flügelträger.

1836	Brit. Pat. 7149	} J. Ericsson
1838	Amerik. Pat. 588	
1841	Brit. Pat. 8970	William Joest
1845	Amerik. Pat. 4181	John Ericsson
1870	Brit. Pat. 807	W. Hacker
1870	Brit. Pat. 2507	W. Hacker
1879	Amerik. Pat. 253258	J. Belduke
1879	Brit. Pat. 203	J. Fischer
1880	Brit. Pat. 3402	J. Taylor
1883	Amerik. Pat. 329528	} Josef Belduke
1885	Brit. Pat. 4784	
1885	Deutsch. Pat. 34256	
1888	Amerik. Pat. 486062	E. D. Bangs
1889	Amerik. Pat. 436769	} H. H. Under- wood bzw. E. D. Bangs
1890	Brit. Pat. 15045	
1890	Brit. Pat. 11212	William Hollis
1892	Amerik. Pat. 495727	} A. T. Elford
1893	Brit. Pat. 7559	
1892	Amerik. Pat. 508383	A. P. Gordon
1894	Brit. Pat. 1281	C. A. G. Storz
1895	Brit. Pat. 19776	J. B. Ascher und J. H. Blackburn
1899	Amerik. Pat. 645354	C. R. Emrich
1901	Amerik. Pat. 677101	H. V. B. Parker
1902	Brit. Pat. 10363	T. Challis und W. Gray
1905	Deutsch. Pat. 186195	C. J. H. Flindt

1906	Brit. Pat. 15892	} C. J. H. Flindt
	Amerik. Pat. 881393	
1909	Brit. Pat. 4718	J. H. Mein

Flügelanordnung.

a) Gegenläufige Schraubenräder.

1836	Brit. Pat. 7149	John Ericsson
1837	Amerik. Pat. 199	Jesse Ony
1892	Amerik. Pat. 479008	Ch. J. Lowe

b) Schraubenrad mit in Richtung der Achse versetzten Flügeln.

1854	Amerik. Pat. 10474	H. Leach
1873	Amerik. Pat. 135149	} N. A. Patterson und Miller
	Brit. Pat. 2645	
	Amerik. Pat. 142269	
1887	Amerik. Pat. 384414	B. F. Sparrow
1892	Amerik. Pat. 484511	J. A. Adams
1893	Brit. Pat. 12812	R. B. Painton und W. G. Elliot

Leitvorrichtungen.

a) Ummantelungen.

1872	Amerik. Pat. 130391	W. Shepard
1876	Amerik. Pat. 184092	F. Maynard
1877	Amerik. Pat. 197419	W. D. Smith
1888	Brit. Pat. 15844	} W. H. Daniels
	Amerik. Pat. 406708	
1895	Amerik. Pat. 551647	E. J. Parker
1896	Amerik. Pat. 573351	E. J. Parker

b) Flügelflansche.

1857	Brit. Pat. 1653	C. G. Carleman
1885	Brit. Pat. 8790	W. Scantlebury
1901	Brit. Pat. 8903	Y. A. Cooper und W. Stellner

Die archimedische Schraube.

Die Weiterentwicklung der ursprünglichen Form.			1894	Deutsch. Pat.	A. zur Kammer
a) Konstante Steigung.			1899	Brit. Pat. 20858	F. O. Neuhäuser
1836	Brit. Pat. 7104	Francis Pettit Smith	1901	Amerik. Pat. 691792	F. C. Metz
	Amerik. Pat. 1836		1902	Brit. Pat. 27226	W. Joyce
	Amerik. Pat. 2353		1904	Amerik. Pat. 793717	E. V. Dixon
1876	Brit. Pat. 2376	T. W. S. Renouf	Brit. Pat. 4289		
1893	Brit. Pat. 9272	T. Armstrong	Deutsch. Pat. 160741		
1895	Amerik. Pat. 550552	Ch. P. Budd	1905	Brit. Pat. 7283	T. F. J. Truss
1895	Brit. Pat. 20187	Alfr. Bonotte	Deutsch. Pat. 197924		
1897	Brit. Pat. 17054	T. Makepeace u. A. S. Fowler	Amerik. Pat. 885109		
1898	Amerik. Pat. 613211				
1898	Brit. Pat. 16558	J. A. Belk	c) Flügel und Nabe.		
	Amerik. Pat. 639134		1852	Brit. Pat. 225	J. Apsey
1900	Amerik. Pat. 73468	G. H. Cove und C. P. Park	1857	Brit. Pat. 1240	A. J. Paterson
1901	Brit. Pat. 9478		1858	Brit. Pat. 1839	A. J. Paterson
1901	Amerik. Pat. 722572	John A. Fehlman	1859	Brit. Pat. 328	J. Honeyman
1905	Amerik. Pat. 808514	F. Chunzar	1860	Amerik. Pat. 30360	H. Stemley
1906	Brit. Pat. 2528	F. Griffiths	1875	Brit. Pat. 4523	J. G. E. Sanderson
1907	Brit. Pat. 15956	J. Sna und A. Bjerstedt	1887	Amerik. Pat. 386966	A. Conrad und S. Weeks
1907	Amerik. Pat. 885250	G. W. Hopkins	1890	Brit. Pat. 8290	F. Mills
			Amerik. Pat. 457361		
1908	Amerik. Pat. 958108	G. Gays	1891	Amerik. Pat. 472526	D. G. Deloe
1908	Amerik. Pat. 925265	H. Balog	1896	Brit. Pat. 167	J. B. Hirschmann
			1896	Brit. Pat. 90383	F. Warefield
			1896	Deutsch. Pat. 93909	C. Herzer
b) Veränderliche Steigung.			1898	Brit. Pat. 13587	E. A. Ashburg u. T. Whitmore
1845	Brit. Pat. 10800	C. H. J. Forret	1900	Amerik. Pat. 653979	John B. Altman
1865	Brit. Pat. 510	J. G. Highes	1909	Brit. Pat. 1140	André Gambin
1870	Brit. Pat. 1236	W. Sketchley	1905	Amerik. Pat. 822732	
1878	Deutsch. Pat. 6582	J. von Bintzer und E. Bentzen	1905	Amerik. Pat. 835313	
	Brit. Pat. 409				G. J. O'Flynn
	Amerik. Pat. 216136				

1907	Amerik. Pat. 977815	W. B. Maxwell u. G. Buckman	1866	Brit. Pat. 270	J. Howden
1908	Amerik. Pat. 930409	O. Nilsen	1866	Brit. Pat. 3139	H. Hughes
			1868	Brit. Pat. 3218	Ch. Shaw
			1869	Brit. Pat. 3545	} M. Kolb
			1871	Amerik. Pat. 119155	
			1871	Amerik. Pat. 112369	H. B. Meech
1838	Brit. Pat. 7749	F. E. Fraissinet	1872	Amerik. Pat. 127437	T. Smith
1839	Brit. Pat. 7946	J. C. Haddan	1873	Brit. Pat. 1583	H. H. Stevenson
1845	Brit. Pat. 10789	G. Beadon	1876	Brit. Pat. 136	J. Ellis
1861	Amerik. Pat. 31838	A. G. Tompkins	1876	Amerik. Pat. 185454	H. F. Purdey
1874	Amerik. Pat. 158734	} E. B. Porter	1883	Brit. Pat. 4191	J. A. Wade und J. Cherry
1875	Brit. Pat. 1042		1888	Brit. Pat. 474	Scott, Billing und Durnford
1884	Amerik. Pat. 332710	E. H. Hall	1888	Brit. Pat. 696	T. Varley
1898	Brit. Pat. 16574	C. Sterner	1888	Brit. Pat. 9291	O. Spinks
1899	Amerik. Pat. 624761	A. H. Dingman	1890	Deutsch. Pat. 54687	} J. Haas
1899	Amerik. Pat. 657348	C. E. Johnson		Brit. Pat. 10733	
1907	Amerik. Pat. 868220	J. Portelli und J. D. Chapman	1891	Amerik. Pat. 475826	J. C. Street und H. P. Norton
1908	Amerik. Pat. 917217	C. H. Werton	1892	Brit. Pat. 10369	J. C. Street
			1895	Amerik. Pat. 541480	M. Gleason, H. Steinhauer, C. Stocke und T. Wiebelt

Flügelanordnung.

1841	Amerik. Pat. 2400	T. J. Wells	1896	Amerik. Pat. 597632	A. H. Carpenter
1871	Amerik. Pat. 122301	M. K. Wildman	1899	Brit. Pat. 11533	L. E. de Mauresa
1887	Amerik. Pat. 387671	} T. T. Woodruff	1899	Amerik. Pat. 655699	W. W. Edward
1888	Brit. Pat. 11707		1902	Amerik. Pat. 725280	G. R. Moblet
1906	Brit. Pat. 3016	} J. Folar	1908	Brit. Pat. 3945	R. Seyfarth
	Amerik. Pat. 838313		1908	Amerik. Pat. 955721	} R. Tjader
1907	Brit. Pat. 3930	A. H. Haver	1909	Brit. Pat. 8568	

Leitvorrichtungen.

a) In das Schiff fest eingebaute Ummantelungen.

1843	Brit. Pat. 9733	R. Walker
1864	Brit. Pat. 516	J. Wild
1865	Brit. Pat. 1752	J. Calvert

b) Mit der Schraube verbundene Ummantelungen.

1843	Brit. Pat. 9829	J. Samnder
1863	Amerik. Pat. 38292	W. H. Degges
1868	Brit. Pat. 3120	A. Aubert

1869	Amerik. Pat. 94463	A. Aubert	1893	Amerik. Pat. 505402	} A. D. Hall und G. B. Sloan	
1870	Brit. Pat. 306 Amerik. Pat. 102276	} C. Kingler und Kepler		Brit. Pat. 8213		
1870	Amerik. Pat. 102645		Ch. Arlen und Ch. Gautschi	1901	Amerik. Pat. 711884	} Victor Sjöstrom
1886	Amerik. Pat. 342572	} W. L. Booger	1906	Brit. Pat. 59		
	Brit. Pat. 2564			1908	Brit. Pat. 19586	C. Fox und N. S. Hobbs
1888	Amerik. Pat. 387229	} A. D. Hall und G. B. Sloan	c) Ummantelung und Leitflächen.			
	Brit. Pat. 11410			1836	Brit. Pat. 7040	William Hale
	Deutsch. Pat. 48368			1838	Brit. Pat. 7586	William Hale
			1860	Amerik. Pat. 30757	H. D. J. Pratt	

Der gewöhnliche Schraubenpropeller.

I. Die Entwicklung des Flügels.

Entwicklung der Druckseite aus der Schraubenfläche von Smith durch Steigerungsänderung.

a) Gleichmäßig peripheral veränderliche Steigung.

1839	Brit. Pat. 8286	Georg Rennie
1863	Amerik. Pat. 38121.	W. G. Oliver
1868	Brit. Pat. 1089	J. Sinclair
1873	Brit. Pat. 3551	} John J. Thorny- croft
1874	Amerik. Pat. 167136	
1880	Brit. Pat. 1974	J. H. Thomas
1893	Brit. Pat. 5650	J. B. Murray
1894	Deutsch. Pat. 81306	A. zur Kammer
1908	Brit. Pat. 27662	} Albert Mühl- berg
	Deutsch. Pat. 227140	

b) Stufenweise peripheral veränderliche Steigung.

1855	Brit. Pat. 573	W. Soelman
1885	Brit. Pat. 6650	F. Friedenthal
1904	Brit. Pat. 15425	W. H. Sims und W. Childs
1905	Brit. Pat. 18678	G. Quick

c) Radial nach innen zunehmende Steigung.

1853	Brit. Pat. 734	J. G. T. Campbell
1861	Brit. Pat. 2584	W. Welch
1862	Brit. Pat. 774	J. G. T. Campbell
1878	Brit. Pat. 501	J. T. Stocks
1886	Amerik. Pat. 342011	} C. Hoehle
	Brit. Pat. 6649	
1886	Brit. Pat. 15572	} A. Th. Zeise
	Amerik. Pat. 389430	
1888	Deutsch. Pat. 46588	A. Th. Zeise
1893	Brit. Pat. 13240	Th. Williams

d) Radial nach innen abnehmende Steigung.

1. Gleichmäßig.

1871	Brit. Pat. 2416	} A. Aubert
	Amerik. Pat. 128203	
1876	Brit. Pat. 4034	A. Aubert
1880	Deutsch. Pat. 10547	L. Gravier
1887	Brit. Pat. 7672	F. J. Crobbley
1894	Brit. Pat. 865	J. Wilson

1888	Brit. Pat. 21492	} Charl.R. Emrich
1889	Deutsch. Pat. 114150	
1900	Deutsch. Pat. 121081	} Roman König
	Brit. Pat. 23740	
1909	Brit. Pat. 26291	T. Bampforth und R. P. Roy

2. Stufenweise.

1852	Brit. Pat. 218	W. Clark
1853	Brit. Pat. 528	W. Clark
1857	Amerik. Pat. 18814	A. Johnson
1877	Amerik. Pat. 197437	J. W. Whittaker und W. Street
1884	Brit. Pat. 5626	} A. D. de Bruignac
	Deutsch. Pat. 30146	
	Amerik. Pat. 328822	
1887	Brit. Pat. 12371	G. A. Calvert
1891	Brit. Pat. 8825	} G. C. Parini
1894	Amerik. Pat. 553131	
1893	Brit. Pat. 16312	G. C. Parini und P. Duff
1893	Brit. Pat. 24816	G. Y. Seydel
1895	Brit. Pat. 7005	R. Clucas
1907	Brit. Pat. 13975	W. Mitchell
1909	Brit. Pat. 11903	J. Birch und W. G. Dunning

e) Peripheral und radial
veränderliche Steigung.

1860	Brit. Pat. 2976	R. Griffiths
1859	Brit. Pat. 1292	} H. Hirsch
	Amerik. Pat. 25197	
1859	Brit. Pat. 1584	H. Hirsch
1860	Brit. Pat. 2930	H. Hirsch
1866	Brit. Pat. 17	} H. Hirsch
1870	Amerik. Pat. 102399	
1871	Brit. Pat. 2257	H. Hirsch

1875	Brit. Pat. 576	Max Hirsch
1875	Brit. Pat. 4479	H. Hirsch
1882	Brit. Pat. 3452	R. Duncan
1885	Amerik. Pat. 345761	E. Bennet und R. Lavery
1890	Amerik. Pat. 464033	A. A. Morris

Entwicklung der Druckseite aus der
Schraubenfläche von Smith durch
Ausgestaltung der Flügelform.

1854	Brit. Pat. 2669	J. Pritchard
1857	Amerik. Pat. 17276	G. Hirsch
1865	Amerik. Pat. 47864	A. B. Root
1865	Amerik. Pat. 51446	Ch. C. Gates
1874	Amerik. Pat. 156375	N. A. Patterson
1879	Brit. Pat. 1943	A. Norton
1881	Brit. Pat. 2357	G. Peacock
1887	Amerik. Pat. 384498	} John E. T. Bartlett
1888	Brit. Pat. 8629	
1888	Brit. Pat. 10067	F. W. Willcox
1890	Amerik. Pat. 438365	H. Thomas und R. Stueler
1893	Brit. Pat. 11004	T. Williams
1894	Brit. Pat. 20770	W. H. Jai
1897	Brit. Pat. 14805	E. Baggstrom, W. G. Guthridge u. A. E. Langley
1898	Amerik. Pat. 620411	N. H. Borgfeldt
1900	Brit. Pat. 19110	S. C. Davidson
1901	Amerik. Pat. 705046	S. S. Davidson
1901	Brit. Pat. 15912	} E. A. Nilsen
1903	Amerik. Pat. 750036	
1904	Brit. Pat. 8758	R. S. Crawford
1904	Deutsch. Pat. 167357	} C. Steiger Kirchhofer
1905	Brit. Pat. 23896	

1905	Amerik. Pat. 833850	} N. R. Smith	1882	Brit. Pat. 3106	} R. Bell und D. Selkirk
1906	Brit. Pat. 14800		1882	Amerik. Pat. 285212	
	Deutsch. Pat. 193864		1882	Amerik. Pat. 296271	Di Pistoja
1906	Amerik. Pat. 870136	R. W. Shaw	1883	Brit. Pat. 1434	Max Dowald
1906	Amerik. Pat. 865364	F. A. Doase	1884	Brit. Pat. 3552	G. T. Dickinson
			1884	Amerik. Pat. 413268	L. N. Tonns
			1886	Brit. Pat. 1097	L. Bidauld
			1886	Brit. Pat. 7351	} A. Desgoffe und L. de Georges
				Deutsch. Pat. 37987	
				Amerik. Pat. 359140	
			1890	Brit. Pat. 2382	} J. T. March und T. S. Truß
				Amerik. Pat. 450417	
				Deutsch. Pat. 56347	
			1890	Amerik. Pat. 449862	N. G. Pool und J. E. Jones
			1891	Amerik. Pat. 463908	J. W. Morton
			1893	Amerik. Pat. 532493	A. Swerintgeef- Kusminsky
			1898	Amerik. Pat. 617527	} A. Howard und W. R. Green
				Brit. Pat. 26848	
			1898	Brit. Pat. 25713	C. Cardoso
			1899	Brit. Pat. 15033	C. Cardoso
			1899	Amerik. Pat. 654549	} S. C. Littlefield
			1900	Brit. Pat. 13158	
			1901	Brit. Pat. 11905	} E. Claudio
				Deutsch. Pat. 140299	
			1901	Amerik. Pat. 709801	David Selkirk
			1902	Brit. Pat. 12167	} E. Claudio
				Amerik. Pat. 738985	
			1901	Amerik. Pat. 909246	Ed. D. Spear
			1903	Amerik. Pat. 745853	H. C. Ingraham

**Entwicklung der Druckseite aus
dem ursprünglich flachen Flügel
von Bramah, Shorter u. a.**

a) Neue Wölbungen der
Flügelfläche.

1850	Amerik. Pat. 7194	J. W. Nystrom
1851	Brit. Pat. 13632	E. J. Carpenter
1852	Brit. Pat. 14263	J. Lowe und T. E. Wyche
1859	Amerik. Pat. 26213	} T. Tripp
1860	Brit. Pat. 2206	
1860	Brit. Pat. 2333	T. S. Truss
1861	Brit. Pat. 718	T. S. Truss
1862	Brit. Pat. 2735	J. Lowen. J. Harris
1866	Amerik. Pat. 53902	T. Tripp
1868	Amerik. Pat. 77888	J. E. Kennedy
1868	Brit. Pat. 2877	H. Vausillart
1868	Amerik. Pat. 89712	H. Vausillart
1873	Amerik. Pat. 142820	H. K. Stevens und Miller
1875	Brit. Pat. 4523	J. G. E. Sanderson
1877	Amerik. Pat. 199126	E. Town
1878	Amerik. Pat. 204575	W. S. Hull
1880	Amerik. Pat. 229270	M. W. Perkins
1878	Brit. Pat. 2301	} L. Perkins
1880	Amerik. Pat. 229270	
1879	Brit. Pat. 2270	} G. J. Stevens und J. S. Smith
	Deutsch. Pat. 9972	
1880	Amerik. Pat. 235657	

1903	Amerik. Pat. 787745	C. F. Freid	1900	Amerik. Pat. 665356	} J. J. Wood
1904	Amerik. Pat. 818125	} R. W. Shaw	1901	Brit. Pat. 94 Deutsch. Pat. 130717	
1905	Brit. Pat. 1162		F. A. Newell	1901	Amerik. Pat. 691514
1905	Brit. Pat. 10928	C. Crompton	1901	Deutsch. Pat. 143885	} J. Thomsen
1905	Deutsch. Pat. 182014	} Dr. Hans Lorenz	1902	Brit. Pat. 15254	
	Brit. Pat. 17477		Prof. Hans Lorenz	1902	Amerik. Pat. 755426
1905	Brit. Pat. 17478	A. L. Ames und B. Ames	1904	Brit. Pat. 7599 Deutsch. Pat. 168544	
1905	Amerik. Pat. 847222	J. Crowther	1906	Brit. Pat. 7009	W. Beedle
1905	Amerik. Pat. 833586	} G. Hary	1907	Brit. Pat. 898	D. Jones
1906	Brit. Pat. 9123 Deutsch. Pat. 194314		F. J. Gowing und Roseboom	1907	Brit. Pat. 22749
1907	Amerik. Pat. 913951	} G. A. Schlotter	1909	Deutsch. Pat. 216713	} H.u.S.H.Hawkins und J. Rimmer
1907	Amerik. Pat. 921896		J. F. Ball und C. C. Bills		
	Brit. Pat. 27607	L. R. Fulda	2. Kugelkalotte.		
1909	Amerik. Pat. 933013		1882	Brit. Pat. 400	C. Corneby
1909	Amerik. Pat. 970319		1889	Deutsch. Pat. 119032	E. Bruncker
b) Wölbung der Flügelfläche nach bekannten Vorbildern.			1892	Brit. Pat. 2352	Carwood, Boag und Colwell
1. Kegelmantel.			1893	Brit. Pat. 22019	} T. Armstrong
1845	Amerik. Pat. 4193	L. Phleger	1894	Amerik. Pat. 535271	
1869	Brit. Pat. 440	T. V. Trew		Deutsch. Pat. 83066	
1867	Brit. Pat. 3589	F.L.u.C.L.Haucock	3. Zylinderausschnitt.		
1889	Brit. Pat. 20783	R. Hall	1848	Brit. Pat. 12185	J. T. Beale
1893	Brit. Pat. 11783	T. Armstrong	1878	Brit. Pat. 831	W. G. Wrench
1894	Brit. Pat. 18719	T. Armstrong	1896	Brit. Pat. 16792	W. G. Wrench
1895	Brit. Pat. 10267	} J. M. Adam	4. Paraboloid.		
1896	Amerik. Pat. 602651			1851	Amerik. Pat. 7909
	Deutsch. Pat. 92284		5. Kreisscheibe.		
			1902	Deutsch. Pat. 142728	Martienssen
			1904	Brit. Pat. 1446	A. H. Avery

6. Fischschwanzpropeller.

1893	Brit. Pat. 1867	T. Armstrong
1893	Brit. Pat. 9272	T. Armstrong
1862	Brit. Pat. 1527	Kennedy

c) Elastische Flügel.

1. In der Nabe elastisch verstellbarer Flügel.

1846	Brit. Pat. 11335	J. Buchanan
1849	Brit. Pat. 12769	Robert Griffiths
1853	Brit. Pat. 492	Robert Griffiths
1857	Brit. Pat. 17016	Robert Griffiths
1858	Brit. Pat. 319	Robert Griffiths
1873	Amerik. Pat. 136015	M. M. Wilson
1878	Brit. Pat. 3416	W. J. Griffiths
1878	Amerik. Pat. 216244	J. B. Ward
1879	Brit. Pat. 5322	S. W. Snowden
1879	Brit. Pat. 5329	J. u. G. W. Newall
1880	Amerik. Pat. 240613	} J. B. Root
1881	Brit. Pat. 2121	
1889	Brit. Pat. 7738	} H. C. Vogt
1890	Deutsch. Pat. 54221	
1892	Brit. Pat. 13443	J. B. Heathorn
1897	Amerik. Pat. 608265	C. E. Olsen
1904	Amerik. Pat. 793373	E. Hill
1908	Amerik. Pat. 903060	P. S. Davies
1909	Brit. Pat. 7084	A. G. Taylor

2. In sich elastischer Flügel.

1816	Brit. Pat. 3996	James Dawson
1847	Brit. Pat. 11763	John Mc Intosh
1852	Brit. Pat. 106	T. Allan
1852	Brit. Pat. 1010	E. Hunt
1853	Brit. Pat. 1109	T. S. Prideaux
1859	Amerik. Pat. 22731	} A. Jouan
	Brit. Pat. 1382	

1859	Brit. Pat. 1382	D. Davies für A. Jouan
1867	Brit. Pat. 2473	J. Dixon
1874	Brit. Pat. 660	E. J. Wedermann & Sons
1879	Amerik. Pat. 226466	} J. B. Ward
1880	Brit. Pat. 1326 Deutsch. Pat. 10984	
1882	Brit. Pat. 1229	T. Hyatt
1890	Amerik. Pat. 453361	} John H. Osborne
1891	Brit. Pat. 9347	
1893	Brit. Pat. 13455	P. Y. Alexander
1901	Deutsch. Pat. 138077	Theod. Zeise
1906	Brit. Pat. 17802	G. Rabbeno
1906	Brit. Pat. 19303	L. Gayotti und N. Lagana
1909	Brit. Pat. 12846	W. Cochrane

3. Kombiniert elastisch in der Nabe verstellbarer und in sich elastischer Flügel.

1850	Brit. Pat. 13039	F. Heindrycks
1854	Brit. Pat. 2461	E. Hunt
1875	Amerik. Pat. 174854	T. M. Rankin
1875	Amerik. Pat. 167539	Fr. Jakob
1903	Deutsch. Pat. 152267	} J. Huber
1904	Brit. Pat. 352 Amerik. Pat. 794384	

Entwicklung der Saugseite.

1861	Brit. Pat. 114	R. Wilson
1873	Brit. Pat. 4146	J. Purves
1875	Amerik. Pat. 170893	N. A. Patterson
1882	Brit. Pat. 3709	W. G. Wrench
1883	Amerik. Pat. 293777	} H. C. Pearsons
1884	Brit. Pat. 3167	

1888	Brit. Pat. 5402 Amerik. Pat. 395 538 Deutsch. Pat. 45 324	} Louis Bidault	1862	Brit. Pat. 629	Samuel Grice
1889	Amerik. Pat. 408 864 Brit. Pat. 5277 Deutsch. Pat. 48 383		} Max Vogelsang	1862	Brit. Pat. 1158
1892	Brit. Pat. 4272	G. Chapman u. Mc Lean Finlagson		1869	Brit. Pat. 1384
1893	Brit. Pat. 22267	Walter Child	1882	Brit. Pat. 4325	Fr. J. Croft
1894	Brit. Pat. 18943	} G. M. und E. A. Hogland	1892	Brit. Pat. 12 663	J. Harper
1895	Deutsch. Pat. 82 803 Amerik. Pat. 562 469		} A. W. Davidson, A. Duthie und R. B. Stewart	1895	Amerik. Pat. 576 169
1897	Brit. Pat. 1022	J. Carlsson		1897	Brit. Pat. 11 378 Amerik. Pat. 615 094
1899	Amerik. Pat. 655 958	S. N. Smith	1904	Amerik. Pat. 784 109	Fritz H. Grawert-Zellin
1901	Amerik. Pat. 683 808	P. M. Staunton	1904	Brit. Pat. 8418 Deutsch. Pat. 173 595	} H. Hoernes
1903	Brit. Pat. 5134	David W. Taylor	1902	Brit. Pat. 13 049	
1905	Amerik. Pat. 832 173	G. Quick	1907	Amerik. Pat. 887 156	L. J. H. Voß
1906	Brit. Pat. 18012	David W. Taylor	1909	Amerik. Pat. 958 599	M. Cooksey
1906	Amerik. Pat. 867 853	A. Roy	b) Durch besondere Gestaltung der Umfangsform.		
1907	Brit. Pat. 27 344	} Dav. W. Taylor	1838	Brit. Pat. 7629	J. J. O. Taylor
1909	Amerik. Pat. 978 677 Brit. Pat. 26 274		E. Beard	1840	Brit. Pat. 8337
Die Entwicklung der Flügelform.			1840	Brit. Pat. 8545	E. J. Carpenter
a) Durch besondere Gestaltung der Flügelflächen.			1846	Brit. Pat. 11 418	E. Southworth
1841	Amerik. Pat. 2045	W. Buckwell und J. Apsey	1848	Brit. Pat. 12 161	Livingston Mitchell
1849	Brit. Pat. 12 829	J. Williams	1849	Brit. Pat. 12 663	A. F. Campbell
1854	Brit. Pat. 1987	E. Webber	1853	Brit. Pat. 1333	J. G. Appold
1860	Amerik. Pat. 28542		1853	Amerik. Pat. 9831	T. L. Mitchell
			1855	Brit. Pat. 11	G. Peacock
			1855	Brit. Pat. 249	W. Soelman
			1856	Brit. Pat. 1883	W. Soelman
			1857	Brit. Pat. 610	J. Dixon
			1857	Brit. Pat. 655	R. A. Coward
				Amerik. Pat. 17943	G. W. Swartz
			1858	Brit. Pat. 1881	W. Soelman
			1859	Brit. Pat. 480	W. Soelman
			1860	Brit. Pat. 651	G. B. Galloway
			1864	Brit. Pat. 2001	W. H. Crispin
			1865	Brit. Pat. 89	William Welch

1865	Brit. Pat. 3295	F. L. und C. L. Pancock	1892	Brit. Pat. 3743	W. Campbell
1869	Amerik. Pat. 91845	J. O. Heyworth	1893	Brit. Pat. 8075	G. Chapman
1870	Amerik. Pat. 100216	Ch. G. Tvense	1893	Brit. Pat. 14323	J. Yates
1874	Amerik. Pat. 152973	John C. Cross	1893	Deutsch. Pat. 77388	Rob. Küchen
1874	Brit. Pat. 2900	N. D. Spartali	1897	Amerik. Pat. 610039	C. J. H. Flind u. E. Bechtoldt
1875	Brit. Pat. 3100	N. D. Spartali	1899	Deutsch. Pat. 113325	C. Schulze
1876	Brit. Pat. 2906	N. D. Spartali	1900	Amerik. Pat. 701242	} J. Aegerter
1876	Amerik. Pat. 185485	J. Burson	1902	Brit. Pat. 12109	
1876	Brit. Pat. 3618	R. H. Armit	1901	Brit. Pat. 2389	} Ewald Bruncker
1876	Amerik. Pat. 187633	W. S. Hull	1902	Amerik. Pat. 746007	
1878	Brit. Pat. 111	R. H. Armit und	1902	Amerik. Pat. 725639	Ch. L. Webber
1878	Brit. Pat. 1018	T. H. White	1902	Amerik. Pat. 736137	} C. A. J. H. Mc Intosh
	Deutsch. Pat. 6444	} R. H. Armit	1903	Brit. Pat. 3965	
	Amerik. Pat. 210982		1902	Amerik. Pat. 724488	R. Murr
1878	Brit. Pat. 2421	James Sample	1902	Brit. Pat. 28842	A. W. Davidson
1879	Amerik. Pat. 219837	G. Vincent	1903	Brit. Pat. 13395	J. Willcox
1879	Brit. Pat. 1670	N. D. Spartali	1904	Brit. Pat. 17441	} L. Rycer
1880	Brit. Pat. 2498	} Hermann Hirsch		Deutsch. Pat. 190567	
1881	Amerik. Pat. 246506		N. D. Spartali	1889	Brit. Pat. 4656
1881	Brit. Pat. 1359	C. Corneby		Amerik. Pat. 424056	
1882	Brit. Pat. 400	A. Y. Davidson	1906	Brit. Pat. 22506	} W. Beedle
1882	Brit. Pat. 2085	N. D. Spartali	1907	Deutsch. Pat. 226189	
1883	Brit. Pat. 2633	Nicholas Cain	1907	Brit. Pat. 8049	D. Mc Lachlan
1884	Amerik. Pat. 310789	W. Welch	1907	Brit. Pat. 17422	} G. Cardosa
1885	Brit. Pat. 4511	B. W. Maughan u. S. D. Waddy		Deutsch. Pat. 206126	
1885	Brit. Pat. 16004	W. M. Hutchinson u. E. N. Moles- worth-Hepworth	1907	Brit. Pat. 25958	A. W. B. Ranfield
1886	Brit. Pat. 11644	M. u. T. H. Scarth	1908	Amerik. Pat. 929529	J. und A. Wall
1887	Brit. Pat. 3809	J. Stead und			
1888	Brit. Pat. 1448	T. L. Roberts			
1889	Brit. Pat. 20398	S. Cawston und T. W. Scott			
1890	Brit. Pat. 1021	J. Moore			
1891	Brit. Pat. 65	James Jaques			

II. Die Entwicklung der Flügelanordnung.

Anordnung der Flügel zur Achse
oder Nabe.a) Flügel nach vorn oder hinten
geneigt.

1843	Brit. Pat. 9593	Earl of Dundonald
1844	Brit. Pat. 10034	R. Hodginson
1873	Amerik. Pat. 135555	E. C. Hubbard
1878	Amerik. Pat. 211016	E. C. Hubbard u. A. E. L. Roberts
1885	Brit. Pat. 4715 Amerik. Pat. 333805	} N. Yagn
1886	Amerik. Pat. 350278 Brit. Pat. 12674	
1892	Brit. Pat. 12689	E. F. Farcot
1896	Amerik. Pat. 589946	} F. A. L. Grunow
1897	Deutsch. Pat. 99787 Brit. Pat. 21108	
1902	Brit. Pat. 8093	Dr. E. Roheim
1909	Brit. Pat. 22226	E. Billing

b) Flügel tangential an die Nabe
anlaufend.

1855	Brit. Pat. 609	R. Howson
1860	Brit. Pat. 2576	G. W. Hart
1886	Brit. Pat. 9861	J. Derbyshire
1887	Amerik. Pat. 368416	Ch. D. Mosher
1895	Amerik. Pat. 553953	} A. W. Case
1896	Brit. Pat. 2502	
1898	Amerik. Pat. 619136	W. Y. Carver
1901	Brit. Pat. 20208 Amerik. Pat. 724935	} G. Quick
1904	Brit. Pat. 20333	
1905	Amerik. Pat. 837391	} F. Eaton

1907	Brit. Pat. 23320	F. A. Douse
1910	Deutsch. Pat. 236961	F. H. Grawert

Die Anordnung der Flügel zueinander.

a) Anordnung in derselben
Schraubenebene.

1858	Brit. Pat. 29	R. und J. Philp
1871	Brit. Pat. 2128 Amerik. Pat. 118325	} H. Zahn
1885	Amerik. Pat. 332309 Deutsch. Pat. 36808	
	Brit. Pat. 15410	
1886	Amerik. Pat. 360833	} A. Vogelsang
1887	Brit. Pat. 452	
1887	Brit. Pat. 15055 Amerik. Pat. 381193	} A. Vogelsang
1889	Amerik. Pat. 10997	
1890	Amerik. Pat. 471907	} Philip Stanch jr.
1892	Brit. Pat. 6032	
1891	Brit. Pat. 9369	W. Evans
1893	Amerik. Pat. 517025	} A. W. Case
1894	Brit. Pat. 6182 Deutsch. Pat. 81446	
1894	Brit. Pat. 12773	J. W. Boyd
1897	Brit. Pat. 19767	L. H. Drake

b) Anordnung in verschiedenen
Schraubenebenen.

1. Gegenläufige Schrauben.

1838	Brit. Pat. 7870	G. Smith
1853	Brit. Pat. 754	J. Pym
1856	Brit. Pat. 2419	E. Tombs
1865	Amerik. Pat. 47419	A. S. Hatch

1876	Brit. Pat. 2584	R. Wilson
1880	Brit. Pat. 3369	C. S. de Bay
1892	Brit. Pat. 16407	L. A. Boisset und O. L. Mercier
1891	Brit. Pat. 17012	L. A. Boisset und O. L. Mercier
1892	Amerik. Pat. 507459	L. D. B. Shaw
1894	Amerik. Pat. 537612	L. L. Leathers
1898	Brit. Pat. 30932	W. F. Carter
1903	Brit. Pat. 7179	J. Winch und J. Lazaronicz
1906	Amerik. Pat. 854685	J. Bodmer

2. Gleichlaufende Schrauben mit axial versetzten Flügeln.

1844	Brit. Pat. 10243	J. G. Bodmer
1855	Brit. Pat. 690 Brit. Pat. 1234	} Mc Low
1858	Brit. Pat. 582	
1861	Amerik. Pat. 33459	P. Browne M. Wappich
1862	Brit. Pat. 1618	R. Griffiths
1868	Brit. Pat. 400	A. Roper
1873	Brit. Pat. 277	} J. C. Browne
1874	Amerik. Pat. 162619	
1874	Amerik. Pat. 162063	J. Harrington
1878	Brit. Pat. 1268	J. L. Corbett u. D. Hosie
1878	Brit. Pat. 1372	J. Forster
1881	Brit. Pat. 2291	J. Nell und J. L. Corbett
1884	Brit. Pat. 9983	G. E. Serjent
1888	Brit. Pat. 17046	C. C. Parini
1896	Amerik. Pat. 574096	A. L. Kraus
1896	Brit. Pat. 21121	H. F. Smyth
1899	Brit. Pat. 7534	H. F. Smyth
1900	Brit. Pat. 18546 Deutsch. Pat. 135489	} G. Sobrero

1903	Brit. Pat. 15613	H. F. Smyth
1907	Brit. Pat. 16519	B. Fukagawa
1908	Brit. Pat. 2806	J. R. Hughes u. T. T. Kennaugh
1908	Brit. Pat. 17711	W. S. Crozier
1907	Brit. Pat. 17629	A. Hamilton
1909	Brit. Pat. 5370	G. W. May

3. Flügel in einem Schraubengang angeordnet und Teile desselben.

1838	Brit. Pat. 7599	James Lowe
1843	Brit. Pat. 9859	P. Borrie und H. Mayer
1855	Amerik. Pat. 12955	W. Landsdell
1861	Brit. Pat. 2095	A. J. Mahon
1860	Brit. Pat. 2396	A. J. Mahon
1877	Brit. Pat. 3974	P. Brannon
1890	Amerik. Pat. 445864	} B. F. und M. F. Sparr
1891	Brit. Pat. 1986 Deutsch. Pat. 58562	
1891	Amerik. Pat. 463322 Brit. Pat. 20061	} B. F. und M. F. Sparr
1894	Amerik. Pat. 535172	
1895	Brit. Pat. 4665	} Charl. R. Pur- nell
1905	Amerik. Pat. 823476	J. de la Mar und J. J. Nichols
1906	Brit. Pat. 17724 Amerik. Pat. 847961	} J. de la Mar und J. J. Nichols

4. Flügel in einer Schraubenlinie angeordnet aber im Winkel zu ihr stehend.

1865	Amerik. Pat. 51295	L. H. Colborn
1866	Amerik. Pat. 53297	J. Harrington u. H. Coffrey
1867	Brit. Pat. 3061	C. Jobson und J. Jobson
1870	Brit. Pat. 1488	C. J. W. van Reede
1874	Brit. Pat. 48	J. Betteley

1875	Brit. Pat. 2127	J. Betteley
1875	Amerik. Pat. 170937	H. G. Cook und E. W. Barker
1881	Brit. Pat. 3488	J. Wilkinson
1882	Brit. Pat. 859	T. Lambert
1882	Brit. Pat. 4575	Robert Gibb
1882	Amerik. Pat. 283336	Robert M. Fryer
1885	Brit. Pat. 11122	} B. Dickinson
	Amerik. Pat. 344898	
1885	Brit. Pat. 9540	} B. Dickinson
	Amerik. Pat. 344898	
1886	Brit. Pat. 4400	L. Sanderson
1888	Brit. Pat. 4499	G. Cadenhead
1891	Amerik. Pat. 470097	} W. A. Baldwin u. R. D. Sawyer
1892	Brit. Pat. 3994	
1892	Amerik. Pat. 496812	J. Cardz und G. H. Parmelee
1895	Amerik. Pat. 552938	A. Viert
1899	Amerik. Pat. 645605	} W. E. Pugsley
1900	Brit. Pat. 11752	
1903	Deutsch. Pat. 182680	G. Schindling
1904	Brit. Pat. 13479	} Friedr. August Großherzog von Oldenburg
	Deutsch. Pat. 157706	
	Amerik. Pat. 858749	
1907	Amerik. Pat. 921423	} J. Makaness u. J. Barnes
	Deutsch. Pat. 227725	
	Brit. Pat. 4509	
1909	Amerik. Pat. 933151	T. Amnelius
1910	Deutsch. Pat. 237161	F. Broussouse

5. Teilung des Flügels und Versetzung der Flügelhälften.

1851		J. Bourne Mangin
1855	Brit. Pat. 1376	James Lowe
1855	Brit. Pat. 1904	T. E. Wyche

6. Teilung und Versetzung des Außenflügels		
1871	Brit. Pat. 536	Robert u. Walter J. Griffiths
1871	Brit. Pat. 2825	W. G. Rothwell
1874	Brit. Pat. 4072	W. G. Rothwell
1879	Amerik. Pat. 224289	D. G. Haskins
1895	Brit. Pat. 15814	A. Vogelsang
1908	Brit. Pat. 18398	G. H. Thompson

7. Teilung und Versetzung des Innenflügels.

1865	Amerik. Pat. 46004	Fr. Jakob
1865	Amerik. Pat. 50714	Fr. Jakob
1877	Amerik. Pat. 193989	M. D. Nelson
1879	Brit. Pat. 4574	J. E. Liardet
1880	Brit. Pat. 2211	W. H. Daniels
1888	Brit. Pat. 12730	} C. Forrest
1890	Amerik. Pat. 467322	
1889	Brit. Pat. 18431	} C. Inwood
1890	Deutsch. Pat. 53013	
1889	Brit. Pat. 20803	E. Edwards
1891	Brit. Pat. 760	} C. Myers und M. Wells
1891	Amerik. Pat. 467323	
1891	Brit. Pat. 12854	} C. u. E. Myers u. J. Davies
	Amerik. Pat. 467824	
	Deutsch. Pat. 63661	
1891	Amerik. Pat. 469618	D. H. Welch
1893	Brit. Pat. 5819	H. Shield und D. J. Howells
1893	Amerik. Pat. 547210	H. Haußmann
1900	Brit. Pat. 17625	} Myers Screw Propeller Synd. und F. W. Brewster
1901	Amerik. Pat. 680671	
	Deutsch. Pat. 132953	

III. Die Entwicklung der Leitvorrichtungen.

Ummantelungen.

a) Von der Schraube gesonderte Ummantelungen.

1. Durch das ganze Schiff gelegte Tunnelanlagen.

1844	Brit. Pat. 10024	H. Davies
1849	Brit. Pat. 12625	J. Dugdale und E. Birch
1861	Brit. Pat. 628	A. Symons
1861	Brit. Pat. 2119	P. B. T. Thier
1862	Brit. Pat. 2714	C. F. Terry
1867	Brit. Pat. 479	W. Hale
1868	Brit. Pat. 160	H. C. Lobnitz u. H. Bugnet
1871	Amerik. Pat. 112335	E. C. Gregg
1874	Amerik. Pat. 167641	A. Bugbee
1876	Amerik. Pat. 184102	W. S. Myers
1882	Brit. Pat. 719	John Cooke
1885	Brit. Pat. 5714	W. Welch
1885	Brit. Pat. 12886	L. Vojazek
1890	Brit. Pat. 8906	O. Jenin
1890	Amerik. Pat. 451086	G. Toliver
1892	Brit. Pat. 19262	G. Wanters
1892	Brit. Pat. 20510	B. C. Scott
1893	Brit. Pat. 6185	R. Evans
1897	Amerik. Pat. 671088	J. S. Morton
1899	Amerik. Pat. 625942	} P. R. Trethewey
	Brit. Pat. 4538	
1901	Amerik. Pat. 719172	} A. de Bausset
1902	Brit. Pat. 15110	
1904	Amerik. Pat. 829033	Th. Ronstrom
1906	Amerik. Pat. 848457	H. E. Grace und Th. F. Fitzberger
1907	Brit. Pat. 11680	C. R. Darlington

2. Bug- und Hecktunnel, Boden-
ausnehmungen usw.

1856	Brit. Pat. 2151	J. Buchanan
1863	Amerik. Pat. 38522	J. Watt und C. M. Horton
1864	Brit. Pat. 1568	F. Shaw
1867	Brit. Pat. 2223	R. B. Boyman
1870	Amerik. Pat. 106824	L. u. Ch. Howard
1871	Amerik. Pat. 111462	T. Main
1871	Brit. Pat. 2991	Robert Griffiths
1872	Amerik. Pat. 122640	H. Niles
1872	Amerik. Pat. 127401	C. H. Jenner
1872	Brit. Pat. 2071	C. M. Barker
1874	Brit. Pat. 382	J. J. Thornycroft
1876	Amerik. Pat. 185301	A. Crosby und A. Vivartlas
1887	Brit. Pat. 1764	F. W. Richardson
1894	Deutsch. Pat. 89075	} Paul Baumert
1895	Brit. Pat. 4740	
1895	Deutsch. Pat. 86469	M. Busse
1900	Brit. Pat. 15294	G. Zarling und T. Irschick
1903	Amerik. Pat. 779473	C. T. Freid

3. In das Heck eingebaute Mäntel,
Abdeckungen usw.

1857	Brit. Pat. 519	A. Quidde und C. Maget
1867	Brit. Pat. 1247	H. S. Swift
1867	Brit. Pat. 1567	W. H. Whettem und E. Walker
1872	Brit. Pat. 1433	J. G. Hughes
1879	Brit. Pat. 1528	J. Mackenzie
1883	Brit. Pat. 283	Alfred Morris
1884	Deutsch. Pat. 28844	Th. Wulff
1885	Brit. Pat. 5509	F. J. Common
1888	Amerik. Pat. 427983	A. Gouilly
1890	Amerik. Pat. 436817	O. T. Welch

1894	Amerik. Pat. 520563	O. B. Gentz	1907	Brit. Pat. 21884	J. C. Walker
1899	Brit. Pat. 19812 Deutsch. Pat. 114831	H. F. Burgess	1908	Brit. Pat. 13511	J. N. Ellis
1901	Amerik. Pat. 748176		T. H. Eastwood	2. Flügelflansche.	
1904	Amerik. Pat. 773006	Ch. G. Dyott u. Th. K. Mc Clony	1852	Brit. Pat. 998	D. Beatson und T. Hill
1906	Deutsch. Pat. 177902	E. Capitaine	1853	Brit. Pat. 719	C. A. Holm
			1853	Amerik. Pat. 9810	W. F. Tyson
			1853	Amerik. Pat. 10124	E. Beard
			1854	Brit. Pat. 1243	R. A. Brooman
			1854	Brit. Pat. 232	D. Warren
			1858	Amerik. Pat. 20953	D. E. Merrick
			1860	Amerik. Pat. 28688	D. D. Porter
			1861	Amerik. Pat. 33077	H. Elliott
			1862	Brit. Pat. 2188	T. Onion
			1867	Brit. Pat. 1912	E. Simmons
			1869	Brit. Pat. 867	H. Vansittart
			1870	Brit. Pat. 1991	W. Brown
			1873	Amerik. Pat. 141871	D. Freed
			1876	Brit. Pat. 1938	H. Luke und C. J. Southgate
			1877	Amerik. Pat. 187941	W. F. Tyron und J. R. Tyron
			1883	Amerik. Pat. 283592	John F. Folmer
			1889	Brit. Pat. 4888	E. E. de Facieu
			1889	Amerik. Pat. 411802	D. Freed
			1891	Brit. Pat. 9930	R. de Villamil
			1892	Brit. Pat. 10382	E. Beringieri
			1895	Brit. Pat. 13789	J. Rochford
			1899	Amerik. Pat. 652123	P. G. Lavingne
			1901	Amerik. Pat. 695389	L. W. Hammond u. S. A. Wallace
			1901	Amerik. Pat. 689582	E. E. Strothman
			1903	Brit. Pat. 9183	G. Quick
			1905	Brit. Pat. 4946	A. Wilkins
			1905	Amerik. Pat. 834624	A. H. Littlejohn
b) Mit der Schraube verbundene Ummantelungen.					
1. Mit der Schraube verbundene Mantelrohre.					
1845	Amerik. Pat. 4111	E. Hubbell	1860	Amerik. Pat. 28688	D. D. Porter
1853	Brit. Pat. 2971	John Jones	1861	Amerik. Pat. 33077	H. Elliott
1860	Brit. Pat. 2045	J. J. Revy	1862	Brit. Pat. 2188	T. Onion
1865	Brit. Pat. 510	J. G. Hughes	1867	Brit. Pat. 1912	E. Simmons
1868	Brit. Pat. 1726	J. A. Joyner u. J. A. Jenkins	1869	Brit. Pat. 867	H. Vansittart
1869	Amerik. Pat. 98268		1870	Brit. Pat. 1991	W. Brown
1870	Brit. Pat. 2416	W. Walker	1873	Amerik. Pat. 141871	D. Freed
1872	Brit. Pat. 84	C. M. Barker	1876	Brit. Pat. 1938	H. Luke und C. J. Southgate
1872	Amerik. Pat. 132288	J. Hough	1877	Amerik. Pat. 187941	W. F. Tyron und J. R. Tyron
1873	Brit. Pat. 2515	N. V. Jones	1883	Amerik. Pat. 283592	John F. Folmer
1879	Brit. Pat. 977	A. Morton	1889	Brit. Pat. 4888	E. E. de Facieu
1885	Amerik. Pat. 341137	J. Forgie	1889	Amerik. Pat. 411802	D. Freed
1887	Amerik. Pat. 378221	Walter L. Strong	1891	Brit. Pat. 9930	R. de Villamil
1888	Brit. Pat. 11618		1892	Brit. Pat. 10382	E. Beringieri
1888	Amerik. Pat. 390367	H. D. Hodgeman	1895	Brit. Pat. 13789	J. Rochford
	Brit. Pat. 14170		1899	Amerik. Pat. 652123	P. G. Lavingne
1890	Amerik. Pat. 506572	Nicolas Wagener	1901	Amerik. Pat. 695389	L. W. Hammond u. S. A. Wallace
1891	Brit. Pat. 11702	F. J. Buchen- berger	1901	Amerik. Pat. 689582	E. E. Strothman
1894	Brit. Pat. 1281	C. A. G. Storz	1903	Brit. Pat. 9183	G. Quick
1897	Brit. Pat. 3045	H. Foster und A. Beresford	1905	Brit. Pat. 4946	A. Wilkins
1901	Deutsch. Pat. 135490	O. Nagel-Heyer	1905	Amerik. Pat. 834624	A. H. Littlejohn
1907	Brit. Pat. 9201	J. Straka			

1905	Amerik. Pat. 817 494	A. H. Little	1899	Brit. Pat. 14684	F. S. Snowdon und W. J. Orr
1909	Amerik. Pat. 971 409	T. Roggenbuck	1900	Amerik. Pat. 675 477	A. E. Hall
1909	Amerik. Pat. 950 990	J. C. Boyd und C. W. Hoeyes	1903	Brit. Pat. 1943	C. E. Graham
			1905	Brit. Pat. 26 036	R. Hancock und R. F. Hall
			1907	Brit. Pat. 3733	R. G. und E. Holland
			1908	Amerik. Pat. 914 857	} M. B. Miller u. W. Harvey
				Brit. Pat. 13 778	
			1908	Brit. Pat. 15 510	W. H. Ireland
3. Über die Flügelfläche verteilte Rippen.					
1853	Brit. Pat. 175	D. Beatson			
1854	Brit. Pat. 1681	H. Walduck			
1857	Brit. Pat. 1802	} J. J. B. Vergne			
1859	Amerik. Pat. 24 508				
1858	Brit. Pat. 2524	A. J. Brooks			
1871	Brit. Pat. 416	J. Horton			
1872	Brit. Pat. 1909	N. Burke			
1875	Brit. Pat. 3565	R. Henderson			
1876	Brit. Pat. 86	J. Sample			
1876	Amerik. Pat. 183 373	H. A. Crossley und G. W. French			
1878	Amerik. Pat. 208 211	} S. T. Swasey			
	Brit. Pat. 4340				
1879	Brit. Pat. 850	J. Skinner			
1880	Brit. Pat. 4875	J. Johnstone			
1881	Deutsch. Pat. 18 245	} Fritz Maringer			
1882	Brit. Pat. 2199				
	Amerik. Pat. 262 681				
1893	Brit. Pat. 13 014	B. W. Maughan			
1893	Amerik. Pat. 566 292	E. Bierstadt			
1894	Brit. Pat. 19 784	B. W. Maughan			
1895	Brit. Pat. 22 428	F. Friedenthal			
1896	Amerik. Pat. 573 562	} F. Wittram			
	Brit. Pat. 29 400				
	Brit. Pat. 93 910				
1898	Brit. Pat. 18 968	} F. Buchanan			
1899	Deutsch. Pat. 131 930				
			1899	Brit. Pat. 5525	A. Worswick

Leitflächen vor und hinter der Schraube.

a) Nabe als Leitfläche.

1863	Amerik. Pat. 38 415	J. A. Rost
1878	Brit. Pat. 283	R. Smyth
1892	Amerik. Pat. 500 080	} C. E. A. Rateau
1893	Brit. Pat. 453	
1893	Amerik. Pat. 507 320	E. C. Happold
1894	Brit. Pat. 11 846	} H. D. Hurlbut
	Amerik. Pat. 543 909	
1894	Brit. Pat. 18 950	Hon. A. A. Parsons
1897	Brit. Pat. 16 098	} T. Pounds .
	Amerik. Pat. 634 368	
1898	Brit. Pat. 1578	J. B. Senchet
1902	Amerik. Pat. 698 584	R. Thaler
1906	Amerik. Pat. 854 112	} H. H. Shaw
	Brit. Pat. 20 134	
1906	Brit. Pat. 1711	} A. P. Filippi
	Deutsch. Pat. 192 552	
1908	Amerik. Pat. 934 633	U. B. Scott

b) Nabe und Hinterschiff als Leitfläche.						
1850	Brit. Pat. 13031	G. H. Phipps	1878	Brit. Pat. 25	} F. Motte	
				Deutsch. Pat. 2844		
1851	Brit. Pat. 13779	} Richard Roberts	1878	Brit. Pat. 1909	de Barbaran	
1852	Brit. Pat. 14130			1880	Brit. Pat. 3486	Walter James Griffiths
1852	Brit. Pat. 160	Joseph Burch	1893	Brit. Pat. 22267	Walter Child	
1853	Brit. Pat. 1776	J. Mackay	1897	Brit. Pat. 8162	A. Viert	
1858	Brit. Pat. 1388	R. und T. Winans	1900	Brit. Pat. 9792	} Hon. Charl. A. Parsons	
1863	Brit. Pat. 1558	} W. L. und T. Winans		Deutsch. Pat. 129799		
1866	Amerik. Pat. 58744			Deutsch. Pat. 135794		
1863	Brit. Pat. 1571	W. L. u. T. Winans		Amerik. Pat. 700365		
1881	Brit. Pat. 4009	R. M. Steeler	1903	Amerik. Pat. 803671	Ch. G. Curtis	
1881	Brit. Pat. 12083	A. V. Compte de Vismes	1903	Brit. Pat. 26979	Gebr. Sulzer	
1893	Deutsch. Pat. 73712	Heinrich Zoelly	1905	Deutsch. Pat. 194224	Dr. Rud. Wagner	
1899	Amerik. Pat. 636488	C. Catanzano	1909	Brit. Pat. 29513	Dr. R. Wagner	
1900	Brit. Pat. 9515	} W. M. Walters	1909	Deutsch. Pat. 236024	} Dr. R. Wagner	
	Deutsch. Pat. 126190			Brit. Pat. 28837		
	Amerik. Pat. 666077			1909	Deutsch. Pat. 231189	} Dr. R. Wagner
1901	Brit. Pat. 21640	R. M. Scott		Brit. Pat. 28837		
1903	Brit. Pat. 10159	F. Stafford	1909	Brit. Pat. 26916	M. H. Bauer	
1903	Brit. Pat. 15422	G. M. Williams	1910	Deutsch. Pat. 241203	Dr. R. Wagner	
1904	Brit. Pat. 1895	C. J. H. Flindt	Kombinationen von Ummantelungen und Leitflächen vor oder hinter der Schraube.			
1904	Amerik. Pat. 794317	J. Saunders	1847	Brit. Pat. 11695	J. G. Seyrig	
1904	Amerik. Pat. 429747	Rob. A. Workman u. L. D. Lovekin	1849	Bourne	Henry Bessemer	
1906	Brit. Pat. 620	} André Gambin	1859	Amerik. Pat. 22525	B. F. Bee	
	Amerik. Pat. 838098			1860	Brit. Pat. 1953	J. Kodar und I. T. Bennet
	Deutsch. Pat. 196586			1863	Brit. Pat. 1437	F. W. Harris
c) Besondere vor oder hinter der Schraube eingebaute Leitflächen.			1867	Brit. Pat. 696	} M. P. W. Boulton	
1863	Brit. Pat. 2457	A. Rigg		Brit. Pat. 915		
1864	Brit. Pat. 874	A. Rigg	1868	Brit. Pat. 1233	M. P. W. Boulton	
1868	Brit. Pat. 3988	Robert Griffiths				

1869	Brit. Pat. 1556	B. Dickinson	1903	Amerik. Pat. 745 871	James B. Marduff	
1871	Amerik. Pat. 116513	C. E. Tripler	1904	Amerik. Pat. 890 973	} P. Filippi	
1872	Amerik. Pat. 122 650	T. B. Raymond	1905	Brit. Pat. 371		
1872	Brit. Pat. 1164	Robert Griffiths		Brit. Pat. 4749		
1873	Brit. Pat. 3817	Robert Griffiths	1904	Brit. Pat. 26891	} W. Preidel	
1876	Brit. Pat. 2577	C. D. de Bay	1905	Deutsch. Pat. 196 186		
1877	Brit. Pat. 2331	Hon. Richard Clere Parsons		Amerik. Pat. 855 131		
1877	Brit. Pat. 4279	Robert Griffiths		1904	Brit. Pat. 29280	J. W. Cloud
1879	Brit. Pat. 1330	J. I. Thornycroft	1905	Brit. Pat. 22080	} A. Granozio	
1880	Brit. Pat. 5270	M. P. W. Boulton	1906	Deutsch. Pat. 223 824		
1881	Deutsch. Pat. 15 454	August Aepli	1906	Amerik. Pat. 856 115	} Y. Wadayaki	
1882	Brit. Pat. 235	Robert Griffiths		Brit. Pat. 27 133		
1882	Brit. Pat. 992	John Cooke	1908	Amerik. Pat. 899 359		
1884	Deutsch. Pat. 32 622	O. L. Kummer & Co.	1906	Brit. Pat. 27 181	A. Rigg	
1886	Brit. Pat. 541	A. F. Yarrow	1908	Brit. Pat. 9679	P. St. G. Kirke	
1889	Amerik. Pat. 442 614	} Herman Dook	1909	Amerik. Pat. 962 136	E. E. Furney und J. F. O'Neil	
1890	Brit. Pat. 20 537			1909	Amerik. Pat. 945 553	P. Hovacs und M. Meyerson
	Deutsch. Pat. 58 558	} G. Rooke				
1891	Amerik. Pat. 464 898					
	Brit. Pat. 21 421	} G. Zeuner und E. Bellingrath				
1891	Deutsch. Pat. 67 650					
1892	Brit. Pat. 19 663					
1895	Deutsch. Pat. 85 599	R. Holtz	1853	Brit. Pat. 1135	J. Fisher	
1898	Brit. Pat. 16 824	Fedor Brix	1854	Brit. Pat. 1043	W. Williams	
1899	Brit. Pat. 10 980	A. L. Billardon	1862	Brit. Pat. 2759	A. J. Mahon	
1899	Deutsch. Pat. 110 808	} P. Horn	1862	Brit. Pat. 98	A. J. Mahon	
1900	Brit. Pat. 4144			1877	Amerik. Pat. 241 124	} H. D. Deane
1900	Deutsch. Pat. 115 846	R. Holtz	1878	Brit. Pat. 1244		
1900	Brit. Pat. 12 849	J. L. Morton	1878	Amerik. Pat. 218 438	} E. A. Heath	
1900	Deutsch. Pat. 126 539	} P. Baumert und F. Korte	1879	Brit. Pat. 3709		
1901	Brit. Pat. 649			1879	Brit. Pat. 203	J. Fisher
1903	Amerik. Pat. 754 710	M. P. Schetzel	1888	Brit. Pat. 11 700	W. H. Daniels	
			1895	Brit. Pat. 8443	B. F. Sparr	
			1897	Brit. Pat. 6201	} J. Glover	
				Amerik. Pat. 634 885		

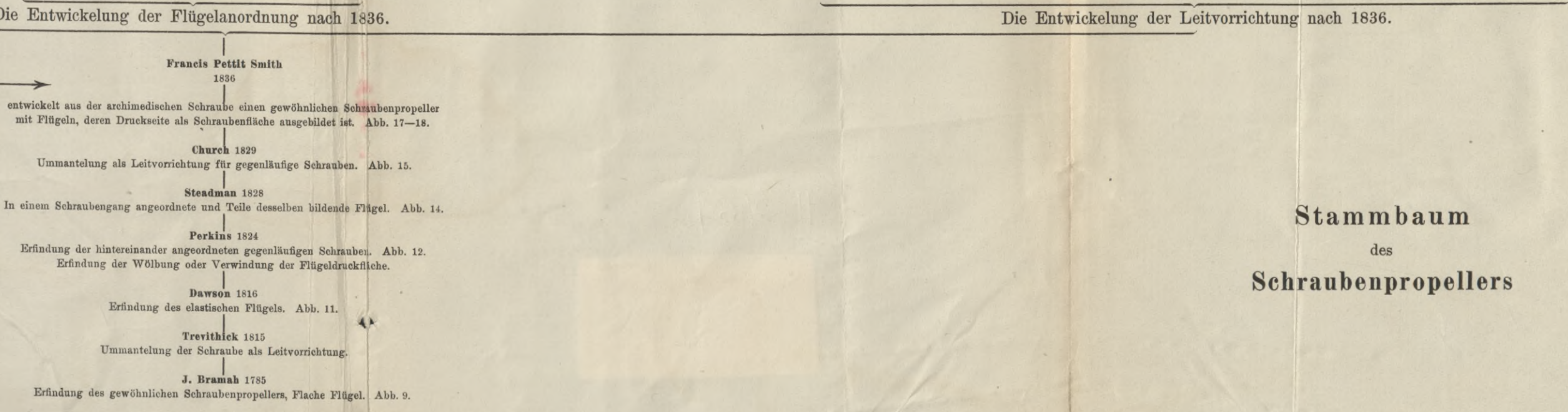
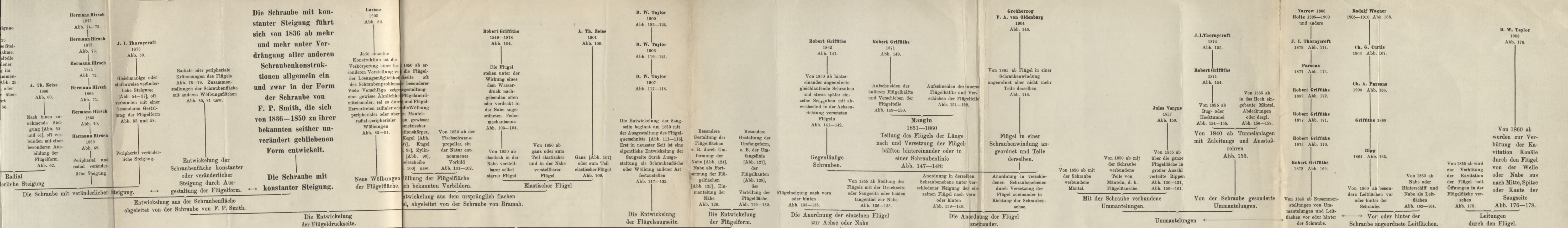
Leitungen durch den Flügel.

a) Öffnungen in der Flügelfläche.

1898	Brit. Pat. 5383	Rud. Graf	1881	Deutsch. Pat.	Fr. Wrede
1909	Brit. Pat.	Westphalen		17146	
	15835	W. A. Jackson	1882	Amerik. Pat.	N. H. Borgfeldt
1909	Brit. Pat.	und J. Weber		285002	
	26654	J. Purrell	1895	Deutsch. Pat.	} Dr. Gustav Böcker
				85376	
				Brit. Pat. 9712	
b) Kanäle durch den Flügel.			1895	Deutsch. Pat.	Dr. Gustav Böcker
1858	Amerik. Pat.	O. Byrne und		91304	
	21650	J. G. Elliott	1897	Brit. Pat.	Y. Marshall
1874	Amerik. Pat.	} A. C. Fletcher		18441	
	157809			1903	Amerik. Pat.
1875	Brit. Pat. 578			736952	
1880	Amerik. Pat.	John P. Holland	1906	Amerik. Pat.	F. W. Ordning
	239046			864484	
1880	Brit. Pat. 3189	J. Robertson	1907	Amerik. Pat.	} D. W. Taylor
1881	Amerik. Pat.	R. Uren		900797	
	257416		1908	Brit. Pat. 3466	

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW



32-2

II 3164

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297600

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

6-96

Leitfaden der Flugtechnik. Für Ingenieure, Techniker und Studierende von Professor **Siegmund Huppert**, Ingenieur, Direktor des Kyffhäuser-Technikums Frankenhausen a. Kyffh. Zweite Auflage. In Vorbereitung.

Beitrag zur Berechnung der Luftschrauben unter Zugrundelegung der Rateauschen Theorie. Von Dipl.-Ing. **Claude Dornier**, Ingenieur der Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Friedrichshafen. Mit 66 Textfiguren. Preis M. 5.—

Die Stabilität der Flugzeuge. Einführung in die dynamische Stabilität der Flugzeuge von Prof. **G. H. Bryan**. Übertragen von Dipl.-Ing. H. G. Bader, Assistent an der Technischen Hochschule zu Dresden. Mit 40 Textfiguren. Preis M. 6.—; gebunden M. 7.—

Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik. Von Dr. **Oscar Martiensen**, Kiel. Mit 75 Textfiguren. Preis M. 5.40; gebunden M. 6.—

Denkschrift der ersten Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung (I LA) zu Frankfurt a. M. 1909. Offizieller Bericht, herausgegeben von Prof. Dr. **Bernhard Lepsius**, Vorsitzender des wiss.-techn. Ausschusses, und Prof. Dr. **Richard Wachsmuth**, Vorsitzender der wissenschaftlichen Kommission.

Band I: **Wissenschaftliche Vorträge.** Mit 126 Figuren im Text und auf 8 Tafeln. Preis M. 6.—; gebunden M. 8.—

Band II: **Ergebnisse der Ausstellung.** Mit 216 Figuren im Text. Preis M. 8.—; gebunden M. 10.—

Jahrbuch der Luftfahrzeug-Gesellschaft
(früher Jahrbuch der Motorluftschiff-Studiengesellschaft).

Vierter Band: 1910—1911. Mit 72 Textfiguren. Preis gebunden M. 6.—

Fünfter Band: 1911—1912. Mit 123 Textfiguren. Preis gebunden M. 6.—

Sechster Band: 1912—1913. Mit 91 Textfiguren und 1 Tafel. Preis gebunden M. 6.—

Luftfahrt und Wissenschaft. In freier Folge herausgegeben von **Joseph Sticker**. Schriftleitung und Verwaltung der Stiftungen: Professor **A. Berson**, Dipl.-Ing. **C. Eberhardt**, Gerichtsassessor **J. Sticker**, Professor Dr. **R. Süring**, Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr. **H. Zimmermann**.

1. Heft: **Luftfahrtrecht.** Von Dr. jur. **Josef Kohler**, Geheimer Justizrat, ordentlicher Professor der Rechte an der Universität Berlin. Preis M. 1.20
2. Heft: **Experimentelle Untersuchungen aus dem Grenzgebiet zwischen drahtloser Telegraphie und Lufterlektrizität.** Von Dr. **M. Dieckmann**, Privatdozent für reine und angewandte Physik an der Kgl. Technischen Hochschule München. 1. Teil: **Die Empfangsstörung.** Mit 56 Abbildungen. Preis M. 3.—
3. Heft: **Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt.** Von Dr. med. **N. Zuntz**, Geh. Regierungsrat, Professor der Physiologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Mit 11 Textfiguren. Preis M. 2.—
4. Heft: **Stoffdehnung und Formänderung der Hülle von Prall-Luftschiffen.** Untersuchungen im Luftschiffbau der Siemens-Schuckert-Werke. Von Dr.-Ing. **Rudolf Haas** und Dipl.-Schiffbauingenieur **Alexander Dietzius**, Privatdozent für Luftschiffbau an der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 138 Textfiguren. Preis M. 6.—
5. Heft: **Die Erforschung des tropischen Luftozeans in Niederländisch-Ost-Indien.** Von Dr. **W. van Bemmelen**, Direktor des Königl. Magnetischen und Meteorologischen Observatoriums in Batavia. Mit 13 Textfiguren. Preis M. 2.40
6. Heft: **Versuche an Doppeldeckern zur Bestimmung ihrer Eigengeschwindigkeit und Flugwinkel.** Von Dr.-Ing. **Wilhelm Hoff**, Leiter der Flugzeugabteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V. in Berlin-Adlershof. Mit 32 Abbildungen. Preis M. 4.—
7. Heft: **Tafeln zur astronomischen Ortsbestimmung.** Von Dr. **Arnold Kohlschütter**, Astronom am Mount Wilson Solar Observatory, Pasadena, California. Mit einer Sternkarte. Preis gebunden M. 8.—

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

Jahrbuch der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt.

I. Band 1912/13.

1. Lieferung. — Preis M. 5.—

Inhalt: „Die technischen Hochschulen im Dienste der Flugtechnik.“ Prof. Otzen, Rektor der Technischen Hochschule Hannover. — „Über die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts beim Vogelflug.“ Prof. Otto Cohnheim, Hamburg, Eppendorf. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Über eine Versuchseinrichtung zur kinematographischen Messung der Schwingungen freiliegender Modelle.“ Dipl.-Ing. H. G. Bader, Ingenieur beim Stabe des Fliegerbataillons 4, Straßburg i. E. — „Untersuchungen an Luftschrauben am Stand und in der Fahrt beim Luftschiffbau Zeppelin.“ Dipl.-Ing. Freiherr von Soden-Fraunhofen, Friedrichshafen a. B.

2. Lieferung. — Preis M. 5.—

Inhalt: „Zur Festlegung einiger aeromechanischer Begriffe.“ Professor R. Knoller, Wien. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Längsstabilität und Längsschwingungen von Flugzeugen.“ Prof. Dr. von Kármán, Aachen, mit Beiträgen von Dr. Trefftz, Aachen. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Das Indizieren von Flugmotoren.“ Geheimer Hofrat Prof. Scheit, Dresden. — Ergänzungsreferat hierzu: Dr.-Ing. Mader, Aachen. — Diskussion zu diesen Vorträgen. — „Über Flugmotorenuntersuchungen.“ Dr.-Ing. Freiherr von Doblhoff, Tribuswinkel (Niederösterreich). — Ergänzungsreferat hierzu: Dipl.-Ing. Seppeler, Adlershof. — Diskussion zu diesen Vorträgen.

II. Band 1913/14.

1. Lieferung. — Preis M. 5.—

Inhalt: „Über Motorsysteme.“ Professor Baumann, Stuttgart. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Ein Apparat zur Untersuchung der Windstruktur (Anemoklinograph) der Siemens & Halske A.-G.“ Dr. H. Gerdien, Berlin. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Rechtsfragen der Luftfahrt.“ Geh. Finanzrat Dr. Erythropel, Berlin.

2. Lieferung. — Preis M. 5.—

Inhalt: „Erforschung der höheren Luftschichten durch Organisation eines internationalen Netzes von Pilotballonstationen.“ Professor P. Polis, Aachen. — „Luftfahrt und Mechanik.“ Professor Dr.-Ing. A. Pröll, Danzig. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Der heutige Stand der Flugmaschinen-Konstruktionen.“ Professor Bendemann, Adlershof. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Welche Anfordernisse müssen an die Gesundheit der Führer von Luftfahrzeugen gestellt werden?“ Dr. E. Koschel, Berlin. — Diskussion zu diesem Vortrag. — „Die Augen der Luftfahrer.“ Dr. Halben, Berlin. — „Die Quellen der elektrischen Ladung eines Luftfahrzeuges.“ Dr. F. Linke, Frankfurt a. M. — „Über elektrische Eigenschaften von Ballonstoffen.“ Dr. Dieckmann, München. — Diskussion zu diesen Vorträgen.

3. Lieferung. — Preis M. 3.60

Inhalt: Wissenschaftlich-Technischer Ausschuß. Major z. D. Prof. Dr.-Ing. von Parseval, Berlin. — Prüfungs-Ausschuß zur Beurteilung von Erfindungen; α) Überblick über die Tätigkeit. Geschäftsführer Léjeune; β) Kritischer Bericht. Major z. D. Professor Dr.-Ing. von Parseval, Berlin. — Ausschuß für literarische Auskünfte und Literaturzusammenstellung. Professor Dr.-Ing. Bendemann, Adlershof. — Ausschuß für Motoren. Professor Romberg, Charlottenburg. — Beratende Kommittee von Dr. Mader, Dr. Bergmann und Geheimerat Professor Scheit. — Ausschuß für medizinische und psychologische Fragen. Hofrat Professor Dr. Friedländer, Hohe Mark i. T. — Ausschuß für Vereinheitlichung der Fachsprache. — Professor Dr. E. Meyer, Charlottenburg. — Ausschuß für elektrostatische Fragen. Dozent Dr. Linke, Frankfurt a. M. — Ausschuß für konstruktive Fragen der Luftfahrzeuge mit besonderer Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften. Professor Dr.-Ing. Reißner, Berlin. — Ausschuß für Maßwesen.

III. Band 1914/15.

1. Lieferung. Mit 31 Textfiguren. — Preis M. 6.—

Inhalt: „Vorschläge zum Studium der atmosphärischen Vorgänge im Interesse der Flugtechnik.“ Geheimerat Almann. — „Windbewegungen in der Nähe des Bodens. Böigkeit des Windes.“ Dr. F. Linke. — Ausführungen einzelner Flieger auf eine Umfrage der Gesellschaft. — Diskussion zu den Vorträgen Almann und Linke. — „Die Physiologie und Pathologie der Luftfahrt.“ Professor Dr. Friedländer.

2. Lieferung. Mit 12 Textfiguren. — Preis M. 5.—

Inhalt: „Beanspruchung und Sicherheit von Flugzeugen.“ Professor Dr. Reißner. — Diskussion zum Vortrag von Professor Dr. Reißner. — „Versuche an Doppeldeckern zur Bestimmung ihrer Eigengeschwindigkeit und Flugwinkel.“ Autor-Referat Dr.-Ing. Hoff. — „Über einen neuen Kreiselkompaß.“ Dr. Bruger. — „Erfahrungen auf dem Flugplatz Johannisthal bei Berlin.“ Ing. Schnetzler. — „Eine Ausstellung von Meßapparaten.“ Professor Dr. Wachsmuth.

Verlag von Julius

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 3164
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10.000

Technische Schwi

Untersuchung der für
Vorgänge in der Mechanik
förmiger Körper, sowie au
Hort, Dipl.-Ing. Mit 87 Text

Strömungsenergie

Beiträge zur abstrakten Dynamik und ihre Anwendung auf Schiffspropeller, schnellaufende Pumpen und Turbinen, Schiffswiderstand, Schiffssegel, Windturbinen, Trag- und Schlagflügel und Luftwiderstand von Geschossen von **Paul Wagner**, Oberingenieur in Berlin. Mit 151 Textfiguren. Preis gebunden M. 10.—

Grundzüge der Kinematik. Von **A. Christmann**, Dipl.-Ing. in Berlin, und Dr.-Ing. **H. Baer**, Professor an der Techn. Hochschule in Breslau. Mit 161 Textfiguren.

Preis M. 4.80; gebunden M. 5.80

Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von **Dr. Theodor Pöschl**, o. ö. Professor an der k. k. deutsch. Hochschule in Prag, dzt. Oberleutnant im k. k. kriegere. Mit 102 Textabbildungen.

Preis M. 5.60

Johows Hilfsbuch für den Schiffsbau. Dritte, neubearbeitete und ergänzte Auflage, herausgegeben von **Eduard Krieger**, Geheimem Marine-Baurat. Mit 450 Textfiguren, einer Schiffsliste, 8 Kurventafeln und 5 Zeichnungen.

Preis gebunden M. 2.50

Hilfsbuch für Schiffsoffiziere und Navigationsschüler. Von **Johannes Müller**, Offizier des Norddeutschen Lloyd. Mit zahlreichen Textfiguren und 1 farbigen Tafel.

Preis gebunden M. 8.—

Schiffswiderstand und Schiffsbetrieb. Nach Versuchen aus dem Dortmund-Ems-Kanal. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet von **R. Haak**. 1. Band Text, III u. 116 Seiten mit Abbildungen und 2 Beilagen Diagrammen Folio, kart. und 2 Bände mit 77 Tafeln in Lichtdruck und Photographie, imp. Folio in Mappen.

Preis M. 120.—

Teuerungszuschlag auf gefertigte Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-3164

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297600