

**Redaktionelle Vorbemerkung**

*Im Bundesarchiv befindet sich aus dem Bestand R 1501 Reichsministerium des Innern (Sign. 126769 Bd. 1) die Kopie eines Briefes des Vorsitzenden der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Schmidt-Ott an den Ministerialrat Max Donnevert. Beigefügt ist eine Denkschrift zur Schiffbauforschung von Prof. Dr.-Ing. Föttinger vom 21.11.1928. Zur besseren Lesbarkeit wurde die Kopie dieser Denkschrift mit einem modernen Layoutsystem bearbeitet. Dabei wurde aber die Föttinger'sche Rechtschreibung beibehalten*  
*Achim Leutz, im Juli 2014*

**Denkschrift über Schiffbauforschungen**  
**von Prof. Dr.-Ing Föttinger**  
**Berlin-Charlottenburg**  
**21.11.1928**

Der deutsche Schiffbau hat in den letzten 30 Jahren hinsichtlich Grösse und Gediegenheit der meisten Schiffstypen überragende Erfolge erzielt und seine Lehrmutter England oft genug überflügelt.

Die *Schiffbau-Wissenschaft* aber, wie sie in Lehre, Literatur, Versuchswesen und Theorie zum Ausdruck kommt, hat mit den gleichzeitigen Fortschritten des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, des Flugwesens, des Brücken- und Eisenbahnbaus nicht immer Schritt halten können. Dafür sind mehrere besondere Umstände massgebend gewesen:

1. die Eigenart, Grösse und Gefahr der Bauobjekte, des Schiffes selbst: einer schwimmenden und schwankenden Insel oder Stadt, die auf Wochen vom Festland getrennt, den Kampf mit furchtbaren, unberechenbaren Naturgewalten allein aufzunehmen hat. Diese Gefahren pflegen im Binnenland weit unterschätzt zu werden; eine Katastrophe, wie die des Titanic-Untergangs hätte selbst in England niemand vorher für möglich gehalten.
2. Diese Gefahren bedingen, für den Personen - wie für den Frachtverkehr, ein umfangreiches Wirken der Seeverversicherung, die sich ihrerseits nur auf gewissenhafte und unabhängige Urteile der Klassifikations- und Seeberufsgenossenschaften stützen kann. Die betreffenden, in allen seefahrenden Ländern wirkenden Institutionen stiften unendlichen Segen, indem sie für einen *guten Durchschnitt* der Baugüte, für ein Sicherheits-Mindestmass auch bei der Erziehungsarbeit der Konstrukteure und Seeleute leisten. Unser Wiederaufstieg kann aber materiell nur auf höchststehender *Qualitätsarbeit*, auf *Spitzenleistung* ersten Ranges durch die ganzen Stufen der Erzeugung hindurch, also auf *letzter wissenschaftlicher Durchdringung der Technik* begründet werden

In diesem Sinne können die überaus sorgfältig ausgearbeiteten Vorschriftenbücher der internationalen Klassifikationsgesellschaften in den Händen ängstlicher Routiniers zu einer gewissen Bremse für den schöpferischen Fortschritt des Schiffbaues werden. Das hat einer der bedeutendsten Mitarbeiter des Germanischen Lloyd, Konsul Dr. Ing. ehr. **Otto Schlick**, der Erfinder des nach ihm benannten Massenausgleichs und des Schiffskreisels, immer wieder ausgesprochen.

3. Die oft allzu starke Betonung der *Architektur*, welche zu der Auffassung mancher Schiffbaujünger geführt hat, dass sie in erster Linie Architekten, also Künstler seien, und gegebenenfalls einen Mangel an allgemeinwissenschaftlichen Kenntnissen damit entschuldigen könnten. Die Momente 1 - 3 zusammen haben gelegentlich zu einer Art von zünftiger Abschliessung der Schiffbauer gegen andere technische Gebiete, hie und da auch zu Überhebung (wie bei allem Spezialistentum) geführt. Manche Rückständigkeit war die Folge.

Schon vor dem Weltkriege haben fortschrittliche Hochschulen, wie *Danzig* und *Berlin*, durch Einführung fakultativer Vorlesungen den immer dringlicher werdenden wissenschaftlichen Bedürfnissen der führenden Praxis entgegenzukommen versucht: So entstanden dort die ersten Vorlesungen über Statik des Schiffbaues, über allgemeine Strömungslehre (1911) und höhere Widerstandstheorie.

Die beispiellosen Anforderungen des Weltkrieges an den Schiffbau zeigten aber, dass die für die neuen Lehren und Forschungen verfügbaren materiellen und ideellen Mittel bei weitem nicht genügend waren: Gegenüber den ungezählten Millionen, die für die Entwicklung des wirtschaftlich viel weniger tragfähigen *Flugwesens* jahraus-jahre ein vom Staat, wie von der Wirtschaft gespendet werden, sind die für den Fortschritt und die Forschung im Schiffbauwesen bereitgestellten materiellen und personellen Mittel auch heute noch verschwindend.

Die neuere Entwicklung, zumal die der letzten Jahre hat nun in zweifacher Hinsicht zu entscheidenden Fortschritten geführt: Zunächst sind die früher fakultativen Vorlesungen über *Dynamik des Schiffbaus* und über *Statik des Schiffbaues* an den Technischen Hochschulen Danzig und Berlin zu grossen grundlegenden Hauptfächern ausgebaut und *Ordinarien* überwiesen worden; ausserdem aber ist, vorerst mit bescheidenen Mitteln, eine *grundlegende Forscherarbeit* in Gang gekommen, die nach echt wissenschaftlicher Methode die komplizierten Gesamterscheinungen in einfachere Erscheinungsfälle auflöst und diese anhand neugeschaffener Theorien versuchsmässig klärt und zahlenmässig nachprüft und kritisiert.

Die Überlegenheit dieser Arbeiten gegenüber der Häufung ungeordneter und unkontrollierbarer Versuchsziffern an komplizierten Objekten, ohne Theorie und Nachrechnungsmöglichkeit, ist schnell zu Tage getreten und auch von der führenden Werftindustrie dankbar anerkannt worden.

So ist die Zeit reif geworden für die seit Jahrzehnten geforderte rationalisierte Forschungsarbeit auf den wissenschaftlichen Hauptgebieten des Schiffbaus, der *schiffbaulichen Strömungslehre* und der *schiffbaulichen Statik*, d.h. der Statik dünnwandiger Blechkonstruktionen. Dazu treten natürlich eine Anzahl Probleme, deren Lösung dem Bereiche der Konstruktionsstrategie angehört, deren Ziele aber *allgemein-wissenschaftlich* orientiert sein müssen.

Im folgenden sind die hauptsächlichsten Forschungsthemen dieser Art aufgestellt; die dringlichsten derselben sind durch #) markiert.

## *Hauptforschungsgebiete*

### I. Dynamik des Schiffes

(a) *Stabilität:*

Die bisherigen reinen Gleichgewichtsbetrachtungen müssen erweitert und durch Schwingungsbetrachtungen ergänzt werden

Einfluss der Schiffsströmungen und der Wellenströmungen auf die Stabilität.

Wechselwirkung mit der Ladung: Überschüssen von Schüttgut, Getreide, Kohle, Erz. (Fortsetzung bisheriger Versuche von **Prof. Erbach**, Danzig) # )

Stabilität von Flugbooten und Flugzeugschwimmern bei hoher Geschwindigkeit und Schlagseite (Schleppanstalten Berlin und Hamburg, **Prof. Horn.**)

(b) *Wasserwiderstand in ruhigem Wasser*

Ermittlung des wirklichen *Reibungswiderstandes* bei grossen Längen und Geschwindigkeiten, Verteilung über die Länge, Abhängigkeit von der Reynolds-Kennziffer, Rauigkeit, Form der Plattenstösse, Wölbung der Haut (Schiffbau-Versuchsanstalten, Messung an grossen Schiffen, Fortführung der Versuche von **Dr. Kempf**) # # )

Ermittlung des *Wirbelwiderstandes* bei stumpferen Formen nach der neuen Schleppmethode (**Prof. Föttinger** (Schiffbau-Versuchsanstalten, **Prof. Horn.**) # )

Ermittlung der *Wechselwirkung von Wirbelwiderstand, Propeller-Sog* und *Nachstrom*, (Schleppanstalten Berlin, Hamburg, Wien) # )

Systematische Platten- und Schiffmodell-Versuche mit verschiedenen *rauer* Oberfläche zwecks Schaffung einer sicheren Grundlage für den Übergang vom Modell auf naturgrosse Schiffe. (**Prof. Horn** mit Berliner Schleppanstalt) # )

(c) *Wasserwiderstand* auf flachen und auf *verengtem Fahrwasser* (Stillwasserkanälen)

Die Untersuchung zu b) wäre für diese Fälle sinngemäß zu erweitern.

(d) *Wasserwiderstand auf bewegtem Wasser*

1. Nachahmung des Seegangs (Hamburgische Schiffbau- Vers. Anstalt)

2. Fließendes Wasser bei verschiedener Enge und verschiedenen Profilen des Flussbetts

Die Probleme zu b) wären erweitert zu erforschen.

Für b) und d) Schleppanstalten Berlin, Hamburg, Wien (**Dr. Gebers**) evntl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, (**Prof. Krey**)

(e) *Propeller* (Schrauben-, Seiten- und Heckradpropeller)

Systematische Vergleiche der nach *Froude-Taylor* und der nach Tragflügeltheorien gebauten Schrauben. # # )

1. freifahrend
2. hinter Modellen verschiedener Völligkeit
3. Nachstromschrauben (zur günstigsten Ausnutzung des Nachstroms)
4. Einfluss der Schraubenausbildung und Lage auf den Sog und die Gesamtpropulsionsgüte.

Untersuchungen über *Schrauben im Kavitationsgebiet* und den Einfluss der Flügelschnittformen. # )

In Betracht kommen: Schleppanstalten Berlin und Hamburg, (**Prof. Horn**); für Kavitationsforschungen auch Berliner Institut für Technische Strömungsforschung (**Prof. Föttinger**) nach neuen Methoden.

- (f) Weitere, insbesondere vertiefte Erforschung der *Propeller-Leitapparate*, (vor, hinter der Schraube, Kombinationen) Einfluss auf die Stabilität im Seegang, Roll- und Schlingerdämpfung, auf die Ruderwirkung (vergl. ad. g) # )

- (g) *Ruderwirkung*. Ruderdruck und Widerstand älterer und neuerer Steueruderformen (Wagner, Oertz, Flettner), auch im Hinblick auf Verwertung in der Luftfahrt.

Stabilität der Steuerwirkung.

(Schleppanstalten, Berliner Inst. f. Techn. Strömungsforschung).

- (h) Gegenseitige *Beeinflussung mehrerer Fahrzeuge* oder eines Fahrzeuges durch benachbarte *Wände* (Spiegelungsprinzip) (Schleppanstalten Berlin, Hamburg, Wien)

- (i) *Schiffsschwingungen im Wasser*:

Roll-, Stampf-, Tauchschwingungen und deren Überlagerung. Gedämpfte und ungedämpfte (erzwungene Schwingungen).

Beeinflussung durch verschiedene Fahrgeschwindigkeiten gegenüber Stirliegen (Schleppanstalten)

Einfluss des mitschwingenden Wassers auf die elastischen Schiffsvibrationen, Ausgang von einfachen Schwingungserregern. (**Prof. Erbach**, Danzig und Berliner Institut für Technische Strömungsforschung.)

- (k) *Sonderprobleme*

1. Schleppversuche mit Modellen grosser Segelschiffe, aufrecht und mit Neigung, mit Abdrift durch den Segeldruck. Hierzu Versuche im Windkanal über die zugehörigen Windkräfte auf die Besegelung. (siehe ad. 1.)

2. Einfluss von Freibord und Sprung auf Stabilität, Tauch-, Roll- und Stampfschwingungen. # )

3. Studienentwurf für einen *Motorsegler* mit Berücksichtigung der letzten Verbesserungsmöglichkeiten des Segelschiffbaues (bisher ausser Acht gelassen) # )

Für 1 - 3 **Prof. Erbach** mit Schleppanstalt Berlin, (siehe auch ad 1.)

4. Modellversuche zur Bestimmung der Bewegungs- und Kräftever- # #)

hältnisse beim Zuwassergehen von Flugbooten. (**Prof. Horn** in Zusammenarbeit mit **Prof. Schnadel**).

- (l) Untersuchungen aller Art mit Hilfe von *Modellbooten*.  
Das erste Boot dieser Art (Modell Kreuzer „Bogatyr“ 1:12,5) wurde 1903 vom Berichter in Stettin gebaut und untersucht, um Brücken zwischen Kleinmodell und Natur zu schaffen und die Übertragungsgesetze zu verbessern. Es war der Ausgang für entsprechende Boote bei „Maur-etania“, „Imperator“ und Schlachtkreuzer „Von der Tann“. Wegen des industriellen Zweckes sind die Forschungen sehr bald abgebrochen worden, obwohl Erweiterung und Vertiefung für die Schiffbau - Wissenschaft dringend erwünscht wäre. Vielleicht kann die Notgemeinschaft die natürlich verhältnismässig grösseren Mittel liefern! (Berliner Institut für Technische Strömungsforschung, **Berichterstatter und Prof. Horn**)
- (m) *Luftwiderstand von Schiffen*.  
Fortsetzung der in der Antrittsvorlesung des Berichterstatters S. 329 ff beschriebenen Untersuchungen, Aufsuchung verbesserter Oberwasserformen, namentlich auch bei Seitenwind.  
Vortrieb und Abtrieb verschiedener Segelschiff-takelungen (in Verbindung mit k) No. 1 (**Prof. Erbach**, Berliner Forschungsinstitut.)
- (n) *Elastische Schwingungen der Schiffe*  
als Ganzes oder von Einzelteilen, Vor-, Hinterschiff, Schotte, Aufbauten, Decks, Masten usw. (Schwierigste Garantie der Praxis). Modell- und Naturversuche auszuführen unter Verwertung der Statik - Forschung II.

## II. Statik des Schiffes.

Das eigentliche Festigkeitsproblem der Schiffbaustatik ist die Zusammenwirkung dünner Blechhäute mit Träger-Rosten und Rahmen-Systemen. Trotz engster Verflechtung muss die systematische Erforschung getrennt werden in

- A) „Erforschung der *Festigkeit dünner Häute*“  
B) „Erforschung der *Festigkeit schiffbaulicher Träger- und Rahmensysteme*“

In Bezug auf A) liegen nur wenige Forschungen im Gebiet der Bauingenieur-Statik (Brückenbau, Eisenbetonbau, Behälterbau, Dampfturbinen- und Kesselbau) und der maschinenbaulichen Statik (Dampfturbinen- und Kesselbau) vor. Alle Untersuchungen haben sich auf dem Boden der höheren Elastizitätstheorie zu bewegen. Erst in den allerletzten Jahren folgten Untersuchungen kastenförmiger Träger im Schiffbau (Lienau, Smith, **Schnadel**)

Das Gebiet B) ist das Hauptforschungsgebiet des Brückenbaues und dort hoch entwickelt. Wesentlich schwieriger sind die schiffbaulichen Rahmensysteme, doch liegt für die des Doppelbodens ein nützliches Buch von Schilling vor, das jedoch an dem Fehler krankt, dass die Zusammenwirkung auf Torsion mit der dünnen Haut weggelassen ist, wodurch nach Angabe von Professor Schnadel Fehler in den errechneten Beanspruchungen bis zu 70%

entstehen. Die richtige Berechnung der Zusammenwirkung von A) und B) scheint bisher nur von Prof. Schnadel im Flugzeugbau Rohrbach ausgeführt zu sein.

Jedoch wird das entsprechende Schiffbauproblem noch dadurch wesentlich kompliziert, dass einerseits ein erheblicher Teil der Schiffshaut unter nicht unerheblichem Wasserdruck steht, und dabei *wasserdicht* sein muss, andererseits die Schiffshaut bzw. das äussere Gerippe auch die sehr hohen Beanspruchungen bei Berührung mit äusseren Körpern aushalten muss (Stapelklötzen im Dock, Stapellaufschlitten, Kaiwände beim Anlegen, evtl. Grundberührung im Hafen oder Fluss, endlich Eisgang.)

Infolgedessen müssen grossenteils noch die Grundlagen systematisch geschaffen werden, die auszugsweise etwa die folgenden sind:

*Auf dem Gebiet A.*

- (a) Verhalten ebener und gewölbter Häute auf *Zug, Druck und Schub*, insbesondere, wenn die Häute in zwei zueinander senkrechten Richtungen auf Zug oder Druck, und ausserdem auf Schub beansprucht sind # )
- (b) Verhalten derartiger Häute auf *Biegung* in der Hautfläche, desgleichen senkrecht dazu. Vereinigung solcher Biegebbeanspruchungen miteinander, oder mit den Zug, Druck-, oder Schub-Beanspruchungen ad. a) # )
- (c) Verhalten der genannten Häute, gegenüber *Knickungs-Beanspruchung* in einer Richtung oder in zwei aufeinander senkrechten Richtungen, insbesondere Knickung von Platten durch Druck und Schub, für sich oder mit gleichzeitiger Biegung durch Wasserdruck insbesondere bei Platten grosser Durchbiegung. # #)
- (d) Verhalten der Platten bei Verstärkung durch *aufgenietete Profileisen* verschiedener Stärke, Form und Teilung. (Ermittlung der sogenannten *mittragenden Breite* der Beplattung gegenüber den Beanspruchungen zu a), b) und c). # )
- (e) Verhalten der *Nietverbindungen* in der Längs- und Querrichtung gegenüber denselben Beanspruchungen a) - c). (Ermittlung des teils vorversteiften, teils verschwächenden Einflusses der Nietverbände, gewissermassen der äquivalenten mittragenden Breite.) # )
- (f) Deformation und Beanspruchung derartiger Häute bei beliebig geformten Ausschnitten, insbesondere den im Schiffbau üblichen. (Kreis, Oval, Rechteck, mit oder ohne abgerundete Ecken, ganze Reihen von Ausschnitten, z.B. schlecht ausgeführte Nietlöcher). # )
- (g) *Knickung* der Häute bei Verstärkung durch *aufgesetzte Längsspannten, Querspannten, Plattennähte*, Ermittlung der mittragenden Breite nach der Knickung. Knickung von Platten, die durch Druck in einer Richtung, durch Zug oder Druck in der anderen Richtung belastet sind. # #)
- (h) Verhalten *offener und kastenförmiger Träger*, die aus Häuten und Profilen gebaut sind, gegenüber Zug, Knickung, Biegung, Torsion und deren Kombinationen, insbesondere Ermittlung der Schub - Beanspruchungen.

Desgleichen im Falle von Ausschnitten in den Häuten, Einfluss verschiedener Versteifungen der Trägerstege und Gurtungen auf die Knicksicherheit der einzelnen Bauteile. Abstand und Stärke der Versteifungen, günstigste Lage derselben und günstigste Stärke der Stege, insbesondere bei hohen Blechträgern. # )

Für die Untersuchungen a) bis h) kommen in erster Linie in Frage die Professoren **Lienau und Schnadel**, evtl. auch **Prof. Pohl**, Berlin. Erwünscht wäre auch eine Mitwirkung der interessierten Industrie durch Lieferung von Teilen und Hilfskräften.

*Auf dem Gebiet B.*

- (i) Ermittlung der Festigkeit hoher, sehr dünnstegiger Träger, z.B. *Schotte*, gegenüber Druck-, Knickungs- und Biegebungsbeanspruchungen, insbesondere auch durch Wasserdruck. Solche Versuche in geeignetem Modell-Masstab müssten wohl zusammen mit den Werften, etwa Blohm & Voss, durch einen der genannten Professoren ausgeführt werden.
- (k) Träger-Roste mit so *schwacher Beplattung*, dass die Festigkeit der Häute vernachlässigt werden kann. Hierfür kann weitgehend die Bauingenieur - Statik herangezogen werden, ebenso wie das Buch von Schilling, das aus Arbeiten von Blohm & Voss hervorgegangen ist. # )
- (l) ... <sup>1</sup>ist jedoch die bis jetzt ganz fehlende Erforschung des *Zusammenwirkens der Häute mit den Trägerrosten*, auf dessen Bedeutung neuerdings Prof. Schnadel hingewiesen hat. Hier ist sehr viel theoretische Arbeit zu leisten, aber auch solche experimenteller Art. Besonders schwierig sind die Untersuchungen, weil es auf die „mittragende Breite“ *nach dem Ausknicken* der Häute ankommt. (Prof. **Schnadel**, evtl. Prof. **Lienau**) # #)
- (m) Versuche an grösseren, schiffsähnlichen Modellen mit Längs- und Querspannten - Aussteifung, Ausschnitten, Vernietungen, Schotten usw. In der von der Hamb. Schiffbau-Versuchsanstalt vorgeschlagenen Versuchseinrichtung mit Pontons usw. Zu empfehlen wäre ein Aufbau auf den naturgemäss vorhergehenden einfacheren Untersuchungen a) bis l) der anderen Forscher, um unnütze Ausgaben durch sofortige Untersuchungen eines allzu grossen Objektes zu sparen, und mit wissenschaftlicher Systematik vorzugehen. Der Nutzen solcher Versuche grösseren Masstabes ist dann natürlich unbestreitbar. (Dr. **Kempf und Mitarbeiter**)
- (n) Alle bisher genannten Untersuchungen sind zunächst innerhalb der Elastizitätsgrenzen gedacht. Tatsächlich besonders wertvoll wäre es jedoch, wenn möglichst viele derselben bis ins *plastische Gebiet* einzelner Beanspruchungsteile ausgedehnt würden. Besonders wird dies bei Ausschnitten ad f) aber auch allgemein bei b), c), d), g) und h) notwendig sein.
- (o) Untersuchungen der Anwendung besonders *hochwertiger Niete* bei Teilen mit grosser Beanspruchung, insbesondere der Nachgiebigkeit der # )

<sup>1</sup>leider ist die erste Zeile dieses Absatzes nicht lesbar

Nietverbindungen im Vergleich zum ungeschwächten Querschnitt. Ermittlung der Spannungserhöhung in den benachbarten durchlaufenden Traggliedern.

(Vergl. auch die unter II a) genannten Untersuchungen über Nietnähte.)

Eine weitere Gruppe von Schiffbaumessungen bilden

III. *Gewisse Feinmessungen an Bord*, nämlich

- (p) *Elastische Schiffsschwingungen* (bereits genannt ad I.n). Berichter hat bei einer Reihe grösster Qualitätsschiffe Untersuchungen auf See angestellt; ein Weiterkommen erscheint ihm erst *nach erheblichen* Fortschritten der *Schiffbaustatik* möglich.

Modellversuche sind hier am schwierigsten möglich, da feine Unterschiede in den Vernietungen, Auflagerungen, Unebenheiten der Häute grosse Unterschiede bedingen.

- (q) Durchbiegungsmessungen an Bord sollten zunächst nur im *Dock* und nur zur *Kontrolle* der *kleineren* Objekte ähnlichen Baus gewonnen werden. Diese setzen aber erhebliche Fortschritte der Statik voraus, die abzuwarten sind. Andernfalls sind irrige Schlüsse und Verwirrung, statt Aufklärung unvermeidlich.

In erhöhtem Mass gilt das *auf See*, wo nahezu jede Kontrolle der Wärmebiegung und Kräfte fehlt.

- (r) Für *Dehnungsmessungen* an Bord gilt ähnliches. Durch die Herren **Siemann, Lienau, Dahmann** sind gute Messmethoden ausgebildet worden. Weiterbildung derselben mit mässigen Mitteln wäre erwünscht.

Indessen haben sich alle ernstesten Forscher dazu bekehrt, dass ein tiefgreifender Fortschritt nur an den oben (ad. II a) - o)) aufgezählten Einzelobjekten *einfachster Art* möglich ist, unter gleichzeitiger Fortbildung der *Theorie*. Erst dann haben ausgedehntere Bordmessungen - zunächst *im Dock* unter genauer Angabe der Kräfte, zuletzt *auf See* - weitergehenden Zweck. Jedenfalls gehören heute „Forschungsreisen“ dieser Art für mehrere Zehntausende in das Reich der Sensation.

Zu den schiffbaulichen Festigkeitsproblemen gehört noch

- (s) *Schaffung eines Studienturfs* für Frachtfahrzeuge für kombinierten Binnenstrassen- und Küstenverkehr (bisher unwirtschaftlich, da als Seeschiff klassifiziert und daher zu schwer (**Prof. Erbach**). # )

Zm Schlusse sei noch

- (t) die *Ausbildung einer technisch-anschaulichen höheren Elastizitätstheorie* erwähnt, die dringend nötig ist. Grundlagen für alle Anwendungen der Laplace-Poisson'schen Gleichung liegen im „Vektorintegrator“ und in grafischen Methoden des Instituts für Strömungsforschung, Berlin vor. (**Prof. Föttinger, Weinig**) # )

Die vorstehende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.