

**INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF TANK SUPERINTENDENTS  
THE HAGUE, JULY 13<sup>TH</sup> AND 14<sup>TH</sup>, 1933**

**NEDERLANDSCH SCHEEPSBOUWKUNDIG PROEFSTATION  
WAGENINGEN (HOLLAND)**

INTERNATIONAL CONFERENCE OF  
TANK SUPERINTENDENTS  
THE HAGUE, 1933

NEDERLANDSCH SCHEEPSBOUWKUNDIG PROEFSTATION  
WAGENINGEN (HOLLAND)

---

INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF TANK SUPERINTENDENTS  
THE HAGUE, JULY 13<sup>TH</sup> AND 14<sup>TH</sup>, 1933

COLLECTED PAPERS AND NOTES

EDITED BY L. TROOST

SUPERINTENDENT OF WAGENINGEN TANK, HOLLAND  
SECRETARY OF THE CONFERENCE

PRIVATELY PRINTED IN LIMITED EDITION

## **ADVERTISEMENT**

**The insertion of papers, articles and notes in this Volume does not imply that the Conference as a body or the Delegates individually agree either with the statements made or with the opinions expressed in the following pages.**

**General approval has been expressed only upon the statements made in the „Decisions” at the end of the Volume.**

## PREFACE

During the International Hydro-mechanical Congress, organised by Dr E. FOERSTER and Dr G. KEMPF in Hamburg, May 1932, Mr JOHN DE MEO in the course of an after dinner speech pleaded strongly for international technical co-operation in the field of ship propulsion.

Several leaders of experimental tanks who were present felt the desirability of continuing on the broad lines laid down in the Hamburg Congress.

After conferring with those colleagues who were present, I invited, in answer to Mr. DE MEO's speech, the superintendents of the various experimental tanks to come to Holland in 1933, in order to discuss the form which co-operation between the tanks should take. All those present accepted the invitation.

The Council of the Dutch experimental tank in Wageningen, in agreement with the above, issued an invitation to all experimental tank superintendents and some other specialists for a conference to be held in The Hague, on the 13th and 14th July 1933.

This meeting took place and is to be regarded as a first step towards reaching a standard system of publication of tank results.

With Prof. E. VOSSNACK in the Chair, the discussions, which were of an informal and confidential character, lead to the appointment of a Committee of Four (BAKER, BARRILLON, KEMPF, TROOST) for working out in a more definite way the general conclusions given on page 138.

The intention of the Conference to give the tank officials an opportunity of conferring in an open and confidential manner on their own methods and also on the manner of publication of tank results, has been fully realised.

These discussions were resumed during the Summer Meetings of the Institution of Naval Architects in London, 1934, which devoted the principal part of its programme to subjects dealing with tank research work. In 1935, a meeting of tank officials will be held in Paris.

Thus international co-operation in the field of tank research work for ship propulsion is in progress and the pioneer work of

Mr DE MEO, who has been advocating international technical co-ordination on general lines already for years, seems not to have been done in vain as far as tank work is concerned.

The following papers and notes were presented to the Conference by various members and I have collected them in this volume as a work of reference for those who are interested in the future co-operation of experimental tanks. The scope of these papers was indeed much too extensive to be fully treated in the 1933 Conference.

Thanks are due to the Society of Supporters of the Wageningen Tank, whose financial aid enabled the Board of this Tank to organise the 1933 Conference and the printing of this volume, and to the „Koninklijk Instituut van Ingenieurs”, who kindly placed the Hall of the Institution's Building at the disposal of the Conference.

*Wageningen*, September 1934  
L. TROOST.

## CONTENTS

	Page
Programme of the congress .....	11
List of delegates .....	12
First international congress of tank experimenters. <i>John de Meo, London</i> .....	13
Froude S.F.C. method. <i>The William Froude Laboratory, Teddington</i> .....	18
Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt. G. m. b. H. ....	21
Vorläufige Leitsätze betreffend Verwendung eines Stolperdrahtes zur Vermeidung laminarer Strömung an Schiffsmodellen. <i>Preussische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin</i> .....	23
Vorläufige Leitsätze betreffend Umrechnungsverfahren für die Reibungskorrektur. <i>Preussische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin</i> .....	24
Kurze Stellungnahme zu den Punkten des Tagungsprogramms der Konferenz in Den Haag, über Schiffsantrieb <i>Prof. Dr Horn</i> .....	26
Stellungnahme des Fachausschusses für Widerstand und Vortrieb der Schiffbautechnischen Gesellschaft .....	31
Bezeichnungen für Schiffswiderstand und Antrieb .....	33
Note du Bassin de la Marine. <i>Prof. E. G. Barrillon, Paris</i> .....	37
Notes on the methods used in the „Vasca Nazionale” Rome and remarks regarding the desirability of standardisation .....	39
Answers to the subjects of discussion. <i>Imperial Japanese Navy</i> .....	48
Teishin-sho Experiment Tank, Tokyo, Japan .....	59
Notes for conference. Methods and constants used at Dumbarton .....	66
Proposed subject. <i>Imperial Japanese Navy</i> .....	68
International co-ordination regarding tankwork. <i>Prof. H. R. Mørch, Trondhjem</i> .....	70
Brief notes on the presentation of tank data. <i>Prof. T. B. Abell, University of Liverpool</i> .....	76
Report on tests of internally propelled model 1119 with	

	Page
screws B1 and B8, made in the three tanks, Alfred Yar- row, England; Wageningen, Holland and Hamburg, Ger- many .....	80
The form characteristic of ships hulls. <i>Prof. H. R. Mørch,</i> <i>Trondhjem</i> .....	92
Remarks and proposals on the co-ordination in tankwork <i>Nederl. Scheepsbouwkundig Proefstation, Wageningen..</i>	99
Position de la délégation française à la conférence de Wage- ningen. <i>Prof. E. G. Barrillon, Paris</i> .....	127
Miscellaneous Notes (Written contribution). <i>E. V. Telfer,</i> <i>D. Sc., Ph. D)</i> .....	133
Decisions .....	138

PROGRAMME  
OF THE CONGRESS OF TANKSUPERINTENDENTS  
THE HAGUE 1933

- a.* Discussion of the methods of investigating selfpropelled models, i.e. with and without friction correction according to Froude. It is known that different continental tanks make these experiments with a tension correction fitted to the model itself, which is previously calculated from the Froude friction correction formula, while the tanks in the English speaking countries base their S. H. P. on the self-propulsion point of the model.
- b.* The use of standard means for prevention of laminary flow on the model.
- c.* The determination of a general formula for the correction of skin friction according to Froude's method with a standard temperature.
- d.* The use of a standard formula, for instance  $\frac{R}{\frac{\rho}{2}V^2A}$  for the publication of the curves of resistance ( $R =$  total resistance).
- e.* A discussion for the determination of standard symbols and constants.

## LIST OF DELEGATES

Prof. T. B. ABELL,	University of Liverpool, Inst. of N.A. London. <i>Liverpool.</i>
J. F. ALLAN,	Denny Tank. <i>Dumbarton.</i>
G. S. BAKER,	Alfred Yarrow Tank, Inst. of N.A. Lon- don. <i>Teddington.</i>
Prof. E. G. BARRILLON,	Paris Tank. <i>Paris.</i>
Prof. Dr. J. M. BURGERS,	Delft University. <i>Delft.</i>
Ir. W. v. BEELEN,	Wageningen Tank. <i>Wageningen.</i>
Dr. Ing. E. CASTAGNETO,	Vasca Nazionale. <i>Roma.</i>
Ir. A. VAN DRIEL,	Kon. Inst. van Ing. <i>Voorburg.</i>
Dr. Ing. F. GEBERS,	Vienna Tank. <i>Vienna.</i>
Prof. Dr. Ing. F. Horn,	Charlottenburg University, Schiffbau- techn. Gesellsch. Berlin. <i>Charlottenburg.</i>
Capt. HERBERT S. HOWARD,	Washington Tank. <i>London.</i>
Prof. N. KAL,	Delft University. <i>Delft.</i>
Dr. Ing. G. KEMPF,	Hamburg Tank. <i>Hamburg.</i>
M. LEGENDRE,	Paris Tank. <i>Paris.</i>
Ir. W. P. A. VAN LAMMEREN,	Wageningen Tank. <i>Wageningen.</i>
Dr. Ing. JOHN DE MEO,	London. <i>London.</i>
Prof. H. R. MØRCH,	Trondhjem University. <i>Trondhjem.</i>
H. MUNDAY,	Vickers Tank. <i>St. Albans.</i>
Capt. K. NAKAMURA,	Imp. Japanese Navy. <i>Berlin.</i>
A. W. RIDDLE,	Alfred Yarrow Tank. <i>Teddington.</i>
Ir. L. TROOST,	Wageningen Tank. <i>Wageningen.</i>
Prof. E. VOSSNACK,	Delft University. <i>Delft.</i>
Dr. Ing. H. M. WEITBRECHT,	Berlin Tank. <i>Berlin.</i>



1. G. S. Baker	7. K. Nakamura	13. J. F. Allan	19. M. Legendre
2. E. G. Barrillon	8. G. Kempf	14. E. Castagneto	20. H. S. Howard
3. N. Kal	9. F. Horn	15. J. M. Burgers	21. W. P. v. Lammeren
4. E. Vossnack	10. F. Gebers	16. H. Munday	22. W. v. Beelen
5. L. Troost	11. A. W. Riddle	17. A. van Driel	
6. J. de Meo	12. T. B. Abell	18. H. M. Weitbrecht	

## FIRST INTERNATIONAL CONGRESS OF TANK EXPERIMENTERS.

The recognition and the soundness of aims towards the stimulation of co-ordinated technical progress for the benefit of the marine community, have received unequivocal support from progressive technicians associated with shipping concerns. It has made acceptable the plea to establish methodical development on research-problems of ship propulsion.

These aims have been widely disseminated through the technical press, while zeal and honesty of opinion necessary to interpret the different thoughts and aspirations, has made myself the exponent of a propaganda campaign inspired by impersonal motives. This, therefore, allows me to-day, at the invitation of the Dutch Committee, the privilege of addressing distinguished technicians from many Countries.

Most of you, Gentlemen, have approved the fundamental items of the preliminary programme, which was drawn up in order to stimulate reaction from foremost colleagues towards the promotion of these pioneer meetings.

The work to be initiated now requires a great deal of care because it affects basic items of fundamental importance in the development of future research. It would avoid well known existing differences in results and the difficulty of favourable reaction for marine application.

Perhaps the lack of procedure in handling professional work, has done much to discourage progressive technicians who have been anxious to explore the possibilities of reaching improved technique. The outgrowing overlap of experimental work and the unbearable accumulation of data on the same aspect of research, made the present system of disseminating information through the channel of occasional papers insufficient to ensure rapid assimilation of progressive efficiency. A remedy could be found through the integrating efforts of indispensable solidarity among the world Tanks to lay down concentrated understandable experimental results.

The organized sectionalization of Tank work with uniformity

of method, could avoid the generally lamented overlapping and the difference in data. Obviously this would realize economy and saving of time, ensuring to the Tanks more disponibility for work of peculiar interest to the Countries concerned.

The general opinion towards the possibility of reaching such technical achievement, destined fundamentally to satisfy all aspirations from research-workers and professional aims, foreshadow the usefulness of a "forum of knowledge" where dictates from science and research duly co-ordinated through the homogeneity of method, established upon a common nomenclature and technical language, would make understandable in future sifted contributions clearly integrated, and fill the obviously distressing gaps in matters of ship propulsion.

Undoubtedly, such a forum of knowledge through its court of highly qualified experienced technicians, would ensure technical judgments combining scientific wisdom with complement of practical decisions. It would improve the general level of marine technique thereby preserving a proper basis of individual competence and maintaining the high status of technical qualifications of those professionally occupied in the marine field.

The accomplishment of organized unity of knowledge in dictates of ship propulsion would ensure that research-work no longer suffered from underestimation, while the world technical community and associated concerns of the marine industry would enthusiastically welcome the possibility by which experience and common sense, associated with duly sifted experimental results, would produce the most logical amalgamation to be desired.

The remarkable researches pioneered by FROUDE and established through his dictates, by which Great Britain has benefited past and present generations are everywhere gratefully acknowledged. It demands such tradition legitimately continue, for the acquisition of future complementary dictates and experimental research data harmonized through technical co-ordination. Thus to follow the fundamental fact of modern existence and the rapid evolution of mechanical possibilities of the times emphasizing the need of collective efforts and inherent energies among eminent men of science and research-workers from every organization, collaborating with engineers in practical problems of naval architecture. These efforts are evidently destined to minimize effects from barriers in theoretical and practical fields, actually

preventing the full fruition of isolated outstanding technical capacity.

There has never been any question of lack of vision, or possible apathy, among the professional concerns towards justifiable technical reform.

The activities are well known of individual Institutions in every Country, for possible co-operation with other scientific and educational bodies, with views to advance in science of shipbuilding and marine engineering. It is simply a matter of psychological phenomena of professional misconception and individual inertia which have unfortunately clogged, up to the present, the accomplishment of progressive factors of practical importance equally to all technicians and shipping concerns.

The preceding remarks, suggesting the foundation of one incorporated body of knowledge to federate kindred Institutions all over the world, appear fundamentally justified. It should canvass and correlate scientific material with experimental results and trials, and do these things on a common international ground of high professional status qualification and scientific training, such as would satisfy all professional, scientific and technical aspirations among the marine professions.

The whole technical community has notoriously in mind to stimulate offers of help from the various Governments, by asking the disposal of craft belonging to the auxiliary service or reserve, for the purpose of making the needed investigations and filling the unbridged gaps arising from the impossibility to reproduce normal conditions in laboratory results. It is desirable that such aspiration should be helped forward by the interested Governments here represented, and such action would surely eliminate a present deficiency, almost creating international divergence of opinion in matters of ship propulsion.

The indispensable assemblage of uniform knowledge being of interest to all maritime Nations, the propitiatory character of these meetings is the best pledge that could be offered to encourage from interested Governments and Tank establishments, a farsighted consideration and a willingness to complement such important work with collective financial support. The desired forthcoming of such moral and material help would represent a substantial sympathy, which would be no more than a due recognition of the value of benefits arising from the technical progress

thereby assured, and of equal interest to the various Countries facing problems to achieve sound economies.

Detailed representations of the need that assistance forthcoming from Governments and Tank concerns, commonly interested through this great work of technical co-ordination, are here esteemed superfluous, being well known to the Delegates, here assembled, while their peculiar knowledge in this research-branch is the best advocate justifying their active cooperation. Delegates are also well aware of the importance attached to the need of craft being placed at their disposal to meet large-scale experiments, and of the little financial requirements involved in carrying out collectively the peculiar divisional research-work amongst the world Tanks.

This is possible through the help and assistance of the Tank personnel to consolidate results through the common technical forum of knowledge, for the final delivery of conclusions regarding factors of practical economy greatly affecting the Nations concerned.

Such essential consolidation, moreover, is of great importance because these united efforts intentionally integrate the spirit and impulse of fellowship, and combine the legitimate desire from world technicians for the development of knowledge communicated with an absence of personal motive and of National pride.

Doubts and misapprehensions among technical men would be dissipated through such consolidation of collective aims, and the evident goodwill and sincerity in this great work of cooperation with mutual understanding, endeavouring to reach finality of better interpretation of Tank work on common basis, would leave untouched the individuality of the research-workers, while they would remain masters of their own thoughts and developments.

*Alea jacta est!* — Your work, Gentlemen, begins now by establishing the fundamental classification and nomenclature, to assist the better knowledge from existing and future researches. Your cumulative experience will harmonize future proceedings of this kind, offering complements of knowledge with absence of smoke-screens for the benefit of the whole technicians. There will thus be formed the granitic foundation of the pioneer edifice destined to contribute largely to the welfare of the marine profession, holding indelibly your names in the history records of the marine progress.

The furtherance of this work of clarification for better comprehension of principles and methods would represent, consequently, the product of a real community of interests, by which the harmonious foundation of the edifice will mark a new era of evolution of natural progress, and stamp with universal nomenclature the scientific material, to be delivered to your successors for the developments through the marine activities.

Concluding, Gentlemen, I feel privileged to have addressed you wishing definite success for conclusive fundamentals of technical co-ordination, with persisting reliance in your present and future work of sincere cooperation and understanding.

Starting to-day with this historical initiation, all will perceive that it is surely destined to accelerate the rhythm of genuine progress, bringing finally the universal desire of the technical world to willingly co-operate in marine enterprises.

JOHN DE MEO.

*Den Haag*—July, 1933.

*The William Froude Laboratory  
Teddington*

FROUDE S.F.C. METHOD

(see *Trans I.N.A. 1888; page 310*)

(see also „*William Froude Laboratory*” formulæ previously given)

Let skin friction term in resistance =  $f$

corresponding term in  $(C)$  value =  $(F)$

The process of applying skin friction correction consists in deducting, from the total  $(C)$  value for model, the  $(F)$  value for model, (=  $(F)_m$  say) and substituting that for ship. (=  $(F)_s$  say), or deducting the net value  $(F)_m - (F)_s$ .

Assume, for given length between perpendiculars, that skin friction varies as area of wetted skin, and as power 1.825 of speed.

Let  $L$  = length (ft.) between perpendiculars.

$S$  = area (sq. ft.) of wetted skin.

From formulæ:

$$(K)^2 = (L)^2 \cdot (M) = (L)^2 \cdot \frac{L}{\Delta^{2/3}}$$

$$(F) = \frac{1000 f}{\Delta \cdot (K)^2} = \frac{1000 f}{\Delta^{2/3} \cdot L \cdot (L)^2}$$

For some given length and speed such that  $(L) = 1.0$  let  $1000 f = \text{O.S.L.}$  (“O” = “ordinate”).

Then for same length and any value of  $(L)$ ,

$$1000 f = \text{O.S.L.} \cdot (L)^{1.825}$$

$$(F) = \frac{\text{O.S.L.} \cdot (L)^{1.825}}{\Delta^{2/3} \cdot L \cdot (L)^2} = \text{O} \cdot (S) \cdot (L)^{-1.175}$$

values of “O” for various lengths are given on next page, as also values of  $(L)^{-1.175}$ , from which to construct curves of  $O_m$  and  $O_s$ , ordinates for model and ship.

$$\text{Then } (F)_m - (F)_s = (O_m - O_s) \cdot (S) \cdot (L)^{-1.175}$$

VALUES OF  $O_m$  AND  $O_s$ , ALSO  $(L)^{-0.175}$ , AS USED AT W.F.L.

model $l$ (ft)	$O_m$	Ship $L$ (ft)	$O_s$	$(L)$	$(L)^{-0.175}$	$(L)$	$(L)^{-0.175}$
5	.15485	40	.1004	.1	1.4962	3.1	.8204
6	.1495	60	.0938	.2	1.3253	3.2	.8160
7	.1449	80	.08987	.3	1.2345	3.3	.8114
8	.1409	100	.0871	.4	1.1739	3.4	.8076
9	.1373	150	.0828	.5	1.1296	3.5	.8031
10	.1341	200	.08009	.6	1.0935	3.6	.7996
11	.1312	250	.07811	.7	1.0640	3.7	.7953
12	.1286	300	.07651	.8	1.0398	3.8	.7920
13	.1262	350	.07520	.9	1.0186	3.9	.7881
14	.12405	400	.07404	1.0	1.0	4.0	.7847
15	.1221	450	.07303	1.1	.9835	4.1	.7816
16	.1203	500	.07215	1.2	.9686	4.2	.7784
17	.11875	550	.07135	1.3	.9551	4.3	.7752
18	.1173	600	.07061	1.4	.9430	4.4	.7720
19	.1160	650	.06994	1.5	.9318	4.5	.7686
20	.1147	700	.06931	1.6	.9211	4.6	.7660
21	.1136	750	.06872	1.7	.9116	4.7	.7627
22	.11255	800	.06819	1.8	.9023	4.8	.7604
23	.11155	850	.06769	1.9	.8940	4.9	.7572
24	.1106	900	.06722	2.0	.8857	5.0	.7545
25	.10975	950	.06678	2.1	.8782		
26	.1089	1000	.06637	2.2	.8708		
27	.1081	1050	.06597	2.3	.8642		
28	.1073	1100	.06560	2.4	.8579		
29	.1066	1150	.06526	2.5	.8518		
30	.1059	1200	.06493	2.6	.8460		
				2.7	.8404		
				2.8	.8351		
				2.9	.8302		
				3.0	.8251		

EXAMPLE OF FROUDE S.F.C. CALCULATION

given  $L$  = ship length = 436'

$l$  = model length = 17'44

$$(S) = 6.223 \left( = \frac{S}{(35 \Delta)^{2/3}}; S = \text{wetted skin} \right)$$

$p$  =  $\begin{cases} .750 \\ \text{(prismatic coefficient)} \end{cases}$

$l_m = 17.44$   $O_m = .1181$

$L_s = 436$   $O_s = .0733$   $(S)$

$$O_m - O_s = .0448 \times 6.223 = .279 \text{ S.F.C. @ } (L) = 1.0$$

$\textcircled{L}$	.3	.4	.5	.6	.7	.8	
S.F.C.	.344	.327	.315	.305	.297	.290	$= .279 \times \textcircled{L}^{-.175}$
$\textcircled{P}$	.245	.326	.408	.490	.572	.653	$= \frac{\textcircled{L}}{\sqrt{2p}}$

Knots scale: —  $\textcircled{P} = \frac{.746 V}{\sqrt{pL}} = .04125 V.$

It is usual to take the  $O_m$  and  $O_s$  values from the length between perpendiculars for practically all vessels with raised sterns. For cruiser stern vessels we use length on water line in most cases, but we exercise a little judgment in such extreme cases as when the contour of the cruiser stern only just touches the water for a considerable length or when a large portion of the screw aperture is out of water. In many cases it is immaterial which is used, as the  $(O_m - O_s)$  values actually obtained are only slightly different whichever lengths are taken. In every case, however, we take the *total* immersed skin area with the ship at rest, in calculating the  $\textcircled{S}$  value.

*Correction for Temperature.*

All  $\textcircled{C}$  curves are brought to a standard temperature of 55° Fahrenheit. The correction is plotted in conjunction with the "Iris" correction as an addition or deduction as the case may be and is the same for all  $\textcircled{L}$  values.

It is assumed that for 10° Fahrenheit difference in temperature there is 3 per cent difference in resistance. The increase or reduction is allowed on surface friction which for the standard model ("Iris") at  $\textcircled{L} = 1.0$  is .878  $\textcircled{C}$ ; so that if the temperature is increased 1° Fahrenheit .878  $\textcircled{C}$  becomes .87536  $\textcircled{C}$  i.e. is reduced 0.3 per cent. This difference divided by  $\textcircled{S}$  which for the "Iris" is 7.08 gives .000372. Therefore for a difference of  $N^\circ$  Fahrenheit from the standard temperature of 55° Fahrenheit, the temperature correction will be  $.000372 \times \textcircled{S} \times N^\circ$ .

## HAMBURGISCHE SCHIFFBAU-VERSUCHSANSTALT

G.m.b.H.

a. Die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt G.m.b.H., Hamburg 33, führt ihre Versuche bei den Modellen mit Selbstantrieb unter Benutzung eines Reibungsabzuges nach FROUDE durch und stützt sich dabei auf folgende Überlegung:

Setzt man  $S = W = W_f + W_r$ .

so wird  $s \cdot \alpha^3 = (w - w_r) \alpha^3 \gamma_1 + W_r$ .

infolgedessen ist

$$\begin{aligned} s \cdot \alpha^3 &= \alpha^3 \gamma_1 \left\{ w - \left( w_r - \frac{W_r}{\alpha^3 \gamma_1} \right) \right\} \\ s &= \gamma_1 \left\{ w - \left( w_r - \frac{W_r}{\alpha^3 \gamma_1} \right) \right\} \\ s &= \gamma_1 (W - Ra) \end{aligned}$$

Dieser rechnungsmäßig festliegende Betrag des Reibungsabzuges  $Ra = w_r - \frac{W_r}{\gamma_1 \alpha^3}$  muß als Zuggewicht bei der Durchführung des Versuches angebracht werden, damit der Rest des Gesamtwiderstandes mit  $\alpha^3$  multipliziert den Gesamtschub des Schiffes entspricht und die dabei ermittelten WPS und Drehzahlen sich den tatsächlichen Verhältnissen für die betreffende Geschwindigkeit anpassen. Der Nennbetrag des Reibungsabzuges ist so groß, daß sich unrichtige Ergebnisse für Schub, Wellenpferde und Drehzahlen ergeben würden, wenn keine Berücksichtigung des Reibungsabzuges stattfände.

Die Berechnung des Reibungsabzuges erfolgt nach der vereinfachten Formel  $Ra_2 = f \cdot v_m^{1,825} \left( \lambda_m - \frac{\lambda_s}{\alpha \cdot 0,0875} \right)$  worin  $f$  die benetzte Oberfläche des Modells in  $m^2$ ,  $v_m$  die Modellgeschwindigkeit in  $m/sec$ ,  $\alpha$  der Modellmaßstab und  $\lambda_m$  und  $\lambda_s$  die Reibungskoeffizienten für Modell und Schiff sind, abhängig von deren Länge. Als Länge wird dabei die größte Länge innerhalb des Tiefganges gewählt einschließlich Ruder.

Die Reibungskoeffizienten sind im Hilfsbuch für den Schiffbau V. Auflage Band 1, Seite 170/171 veröffentlicht.

b. Die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt verwendet als Mittel zur Verhinderung des Auftretens von laminarer Strömung am Modell eine mit der Ziehklinge hergestellte Aufrauung von 2–3 cm Breite, die etwa auf Konstruktionsspant  $9\frac{1}{2}$  angebracht ist.

c. Die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt wendet im Umrechnungsverfahren für die Reibungskorrektur nach FROUDE bezogen auf die Schlepptemperatur im Vergleich zur Normaltemperatur von  $15^\circ$  die Abänderung des Reibungskoeffizienten für das Modell an. In dem Ausdruck für  $Ra = f \cdot v_m^{1,825} \left( \lambda_m - \frac{\lambda_s}{\alpha 0,0875} \right)$  wird das  $\lambda_m$ , der Reibungskoeffizient für das Modell in  $\lambda_m'$  verwandelt nach der Formel

$$\lambda_m' = \lambda_m [1 \pm 0,0043 (15^\circ - t^\circ)]$$

worin das Vorzeichen + bei Temperaturen  $t$  unter  $15^\circ$ , das Vorzeichen — bei Temperaturen über  $15^\circ$  einzusetzen ist.

Die Temperatur  $15^\circ$  ist die mittlere Normaltemperatur des Atlantischen Ozeans und der Koeffizient 0,0043 der Formel ist das Ergebnis langjähriger Vergleichsversuche der ehemaligen Marineversuchsanstalt Lichtenrade mit einem Cement-Modell bei den verschiedensten Wassertemperaturen.

d und e. Die Wiedergabe von Widerstandskurven von Schiffmodellen und die Besprechung einheitlicher Symbole und Konstanten kann unter Zugrundelegung der von Herrn Weitbrecht eingereichten Liste erfolgen, obwohl bei uns zum Teil andere Bezeichnungen im Gebrauch sind.

Dr. Ing. GÜNTHER KEMPF

Hamburg, den 11. Mai, 1933.

*Preussische Versuchsanstalt für  
Wasserbau und Schiffbau, Berlin*

## VORLÄUFIGE LEITSÄTZE

BETREFFEND

VERWENDUNG EINES STOLPERDRAHTES ZUR  
VERMEIDUNG LAMINARER STRÖMUNG AN SCHIFFSMODELLEN  
(zu Punkt b der Tagesordnung)

1. Turbulente Strömung ist am Modell vorhanden, wenn bei Auftragung des Gesamtwiderstandsbeiwertes über der Reynoldszahl, also  $\zeta_g = f(R)$ , bei kleinen Reynoldszahlen die Kurve der Widerstandsbeiwerte ungefähr äquidistant mit den turbulenten Plattenreibungsbeiwerten verläuft.

2. Für Modelle von mehr als 4 m Länge muß die Dicke des Stolperdrahtes mindestens 1,5 mm betragen.

Der Draht ist auf  $1/20 \bar{L}$  vom Vorsteven zu befestigen.

Zur Berechnung des Modellreibungswiderstandes sind die turbulenten Plattenreibungsbeiwerte zu verwenden.

3. Der Einfluß des Stolperdrahtes zeigt sich nur bei Reynoldszahlen unter  $4 \cdot 10^6$ .

4. Die Unstetigkeit in den Mitstromwerten bei Reynoldszahlen unter  $8 \cdot 10^6$  bleibt auch bei Verwendung eines Stolperdrahtes bestehen.

5. Der Stolperdraht ist der Aufrauhung vorzuziehen, da man jederzeit auf den ursprünglichen Modellzustand zurückgehen kann.

*Bem.:* Die Leitsätze beruhen auf dem Ergebnis von Versuchen in der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin. Die Versuche sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

## VORLÄUFIGE LEITSÄTZE

### BETREFFEND

#### UMRECHENVERFAHREN FÜR DIE REIBUNGSKORREKTUR

*(zu Punkt c der Tagesordnung)*

1. Der Abfall der Verbindungslinien von Punkten gleicher Froudezahl auf den Kurven der Widerstandsbeiwerte einer Modellfamilie aufgetragen über der Reynoldszahl erfolgt von verhältnismäßig niedrigen Reynoldszahlen ab etwa parallel dem Abfall der Reibungsbeiwerte glatter Platten bis zum naturgrößen, aber völlig glatten Schiff, soweit es sich nicht um scharfe, schmale Schiffskörper handelt.

2. Schematische Anwendung der Umrechnung nach Froude vom Modell auf Schiff kann besonders bei kleinen Modellen und niedrigen Froudezahlen zu großen Fehlern führen.

3. Die Arbeit von Schlichting zeigt einen Weg, um die Mängel des Verfahrens von Froude zu beseitigen. Jedoch sind die Einzelwerte zahlenmäßig noch nicht genug gesichert. Es ist anzustreben, endgültige Zahlenwerte möglichst bald zu gewinnen.

4. Der Praxis ist mit dem Schema eines neuen Umrechnungsverfahrens ohne gesicherte Zahlen nicht gedient. Es genügt für sie zunächst vollkommen, wenn bei der Anwendung der Umrechnung nach Froude für erkannte Fehler zahlenmäßige Richtigstellungen vorgenommen werden können.

5. Bei der Anwendung der Umrechnung nach Froude sichert:

a. für alle Fahrzeuge mit Ausnahme der unter 5b aufgeführten die Einhaltung einer Reynoldszahl von mindestens  $4 \cdot 10^6$  beim Versuch vor größeren Fehlern.

b. Für schlanke, schmale Fahrzeuge ist die Reynoldszahl mindestens  $7,5 \cdot 10^6$  zu wählen.

6. Bei Anwendung eines Stolperdrahtes oder einer Aufrauung kann man für die unter 5a genannten Fahrzeuge auf Reynolds-zahlen von  $2 \cdot 10^6$  heruntergehen.

Inwieweit der Widerstand der unter 5 b genannten Fahrzeuge durch Stolperdraht oder Aufrauung beeinflusbar ist, musz erst noch durch Versuche geklärt werden.

Siehe Bericht über den Sprechabend der S.T.G. vom 22-2-'33 in der Zeitschrift „Schiffbau“ 1933, Heft 7/8.

## KURZE STELLUNGNAHME

VON HERRN PROFESSOR DR. HORN

ZU DEN PUNKTEN DES TAGUNGSPROGRAMMS DER KONFERENZ IN  
DEN HAAG ÜBER SCHIFFSANTRIEB.

a. *Versuchsmethoden bei Modellen mit Selbstantrieb*, insbesondere ob mit oder ohne Reibungsabzug nach FROUDE.

Da bei der Ermittlung des Schiffswiderstandes auf Grund der reinen Schiffsmodellversuche durchweg mit einem Reibungsabzug gerechnet wird — ob nach FROUDE oder sonst wie, bleibt unter c zu erörtern —, so ist es meiner Ansicht nach aus Gründen der Konsequenz wünschenswert, dass die von den Versuchsanstalten auf Grund des Versuchs mit Schraube ermittelte Antriebsleistung der gleichen Basis entspricht. D.h. es muss das Modell bei Selbstantrieb um den dem Reibungsabzug entsprechenden Betrag entlastet werden. Andernfalls entspricht die Belastung der Modellschraube nicht der der naturgrossen Schraube, sondern ist grösser, der Wirkungsgrad der Modellschraube — sowohl der reine Propellerwirkungsgrad wie der gesamte Vortriebsgütegrad — also geringer als der der naturgrossen Schraube.

Wenn demgegenüber angeführt wird, dass der ohne Berücksichtigung eines Reibungsabzugs erhaltene Wirkungsgrad der Propulsion praktisch den tatsächlichen Verhältnissen näherkommt, so bin ich der Meinung, dass das Modellversuchverfahren zunächst in sich möglichst einheitlich und geschlossen durchgeführt werden sollte. Auch bin ich der Meinung, dass, wenn der *richtige* Reibungsabzug eingeführt wird (der nach FROUDE ist meiner Ansicht nach zu gross, vergl. Punkt c), man auch praktisch den tatsächlichen Verhältnissen völlig ausreichend nahekommen wird. Falls aber, um dies letztere Ziel zu erreichen, doch noch gewisse Zuschläge sich als notwendig bzw. empfehlenswert herausstellen sollten, so sollten solche auf das Endergebnis gemacht werden, weil man nur auf diese Weise einen klaren Überblick darüber behalten kann, was das reine, d.h. einheitlich durchgeführte Modellversuchverfahren leistet bzw. ob und wie weit seine Ergebnisse noch von der Wirklichkeit abweichen.

b. *Anwendung von einheitlichen Mitteln zur Verhinderung des Auftretens von laminarer Strömung am Modell.*

Die Anwendung solcher Mittel halte ich zur Beseitigung oder Verminderung der laminaren wie auch der Ablösungsströmungen grundsätzlich für wünschenswert. Im übrigen möchte ich mich aber vorläufig noch nicht näher hierüber äussern, da alles davon abhängt, welche positiven Ergebnisse die verschiedenen Mittel zur künstlichen Turbulenzerzeugung bisher gezeitigt haben und da über die positiven Ergebnisse mir bisher zu wenig bekannt geworden ist.

c. *Feststellung eines allgemein gültigen Umrechnungsverfahrens für die Reibungskorrektur nach FROUDE bei einer einheitlichen Normaltemperatur.*

Hinsichtlich dieser Frage verweise ich im wesentlichen auf meine Ausführungen auf dem Sprechabend der STG am 22. 2. 33, die in Zeitschrift „Schiffbau“ 1933, S. 164/65 und ausserdem in dem 2. Forschungsheft der STG S. 16/17 abgedruckt sind. Ich darf kurz die meiner Ansicht nach hieraus zu ziehenden Konsequenzen zusammenfassen:

1. Den Grundgedanken von FROUDE, nämlich einerseits Errechnung des Reibungswiderstandes von Modell und Schiff unter Zurückgreifen auf die Widerstände ebener Platten, auf das Schiff nach dem FROUDE'schen Ähnlichkeitsgesetz, wird man meiner Ansicht nach trotz der bekannten und berechtigten grundsätzlichen Bedenken als notwendiges Kompromiss, zum mindesten für die routinemässige Handhabung seitens der Schiffbauversuchsanstalten, beibehalten müssen.

2. Die speziellen FROUDE'schen Reibungswerte sind jedoch sowohl vom wissenschaftlichen wie vom praktischen Standpunkte aus zweifellos nicht mehr haltbar. Sie sollten nur noch solange — und für diese Zwischenzeit am besten unverändert, um unnötige Verwirrung zu vermeiden — beibehalten werden, bis man sich auf die in Zukunft zu verwendenden Werte geeinigt hat. Hierfür mache ich folgende Vorschläge.

3. Ausgangskurve für den Reibungsabfall wird die neue Göttinger Kurve  $\zeta_r = \frac{0,455}{(\log R)^{2,58}}$ . Durch neue Versuche mit Modellfamilien sehr grosser Modelle, deren kleinstes schon oberhalb der laminaren bzw. Ablösungs-Störungszone liegt, ist für einige typische Schiffsförmlichkeiten festzustellen, ob und in

welchem Masse der Formeffekt eine Änderung der Abfallkurve mit sich bringt. Im übrigen dürfte zunächst ein prozentualer Zuschlag auf  $\zeta_r$  für den Einfluss des Formeffekts naheliegen, dessen Höhe gegebenenfalls routinemässig aus der gemessenen Absenkung des Modells abgeleitet werden könnte (vergl. meinen Diskussionsbeitrag zum Thema Reibungswiderstand auf der Antriebskonferenz Hamburg).

4. Der sehr bedeutsame Einfluss der Rauigkeit sollte durch einen besonderen Zuschlag auf die  $\zeta_r$ -Kurve berücksichtigt werden, dessen Höhe auf Grund noch vorzunehmender weiterer systematischer Rauigkeitsversuche nach Art der neueren Göttinger sowie der Kempfschen Pontonversuche zu bestimmen wäre.

Ein den Vorschlägen 3 und 4 entsprechendes Verfahren ist in beiliegendem Diagramm am Beispiel eines schnellen Frachtschiffs erläutert und zwar sowohl ohne als mit Reibungsformzuschlag (siehe 3), hier auf Grund der Absenkungsmessung mit 8% eingeführt). Die dabei gewählte Göttinger Korngrösse der Rauigkeit von 0,3 mm <sup>1)</sup>, würde nach den Kempfschen Messplattenversuchen auf der „Hamburg“ annähernd der praktischen Rauigkeit einer normalen Schiffsoberfläche entsprechen. Der hiernach sich ergebende Gesamtwiderstand liegt rund 15 bzw. 11% höher als er sich nach den FROUDE'schen Reibungswerten ergeben würde. Sollte sich bei Durchführung dieses Verfahrens an einer genügenden Anzahl von Beispielen herausstellen, dass Modellbeiwert und Schiffsbewert mit praktisch hinreichender Genauigkeit stets auf ein und derselben Abfallkurve liegen, so könnte man auch in Erwägung ziehen, für praktische Zwecke eine solche Einheits-Abfallkurve für eine normale gute Beschaffenheit der Schiffsoberfläche zu Grunde zu legen.

d. *Wiedergabe von Widerstandskurven von Schiffsmodellen* in Veröffentlichungen in einer einheitlichen Form.

Es dürfte sich meiner Ansicht nach empfehlen, in den von den Versuchsanstalten gelieferten Widerstandsdiagrammen, die ja meist unmittelbar in dieser Form auch veröffentlicht werden, als Grundkurve die Kurve der gemessenen Modellwiderstände (kg. bzw. Pfund) und zwar die unmittelbaren Messwerte durch Signa-

<sup>1)</sup> In meinem Diskussionsbeitrag auf dem erwähnten Sprechabend ist die Korngrösse irrtümlicherweise mit 0.4 mm angegeben; dieser entsprach eine Widerstandserhöhung gegenüber Froude von rund 15%.



tur gekennzeichnet, über der Basis der Modellgeschwindigkeiten (m/sec bzw. Fuss/sec) beizubehalten, unter Angabe der Temperatur des Tankwassers. Ausserdem müsste das Diagramm die Kurve der daraus, etwa bei 15° C., abgeleiteten Schiffswiderstände  $W$  und Schleppleistungen (in PS) über der korrespondierenden Schiffsgeschwindigkeit (in Knoten) enthalten; schliesslich die Kurve des Gesamtwiderstandsbeiwerts  $\frac{W}{\frac{\rho v^3}{2} \cdot O}$  über der

FROUDE'schen Zahl  $\frac{v}{\sqrt{gL}}$ . Das gäbe also im Ganzen 3 verschiedene Abszissenteilungen: Modellgeschwindigkeit, Schiffsgeschwindigkeit, FROUDE'sche Zahl. Eine weitere Teilung nach der REYNOLDS' schen Zahl ist im allgemeinen wohl überflüssig, kann aber im Einzelfalle leicht zugefügt werden.

e. *Einheitliche Symbole und Konstanten.*

Siehe die von Herrn Oberbaurat WEITBRECHT bereits eingesandte vorläufige Liste, die im Einvernehmen mit mir auf Grund eines schon von früher stammenden Vorschlags einer Kommission, bei welcher auch Herr Dr. KEMPF massgebend mitgewirkt hat, entstanden ist.

gez. HORN.

13-6-1933.

Berlin, den 14. Juni 1933.

## STELLUNGNAHME

DES FACHAUSSCHUSSES FÜR WIDERSTAND UND VORTRIEB DER  
SCHIFFBAUTECHNISCHEN GESELLSCHAFT  
zu den Punkten a bis e der Tagesordnung für die Konferenz von  
Wageningen (12-15 Juli 1933)

a. Besprechung der Versuchsmethoden bei Modellen mit Selbstantrieb, bezw. mit und ohne Reibungsabzug nach FROUDE.

Die Versuche sind mit Reibungsabzug zu fahren, da dessen Anwendung entsprechend dem Froudeschen Verfahren folgerichtig und zweckmässig erscheint.

Über die Frage, welcher Reibungsabzug anzuwenden ist, siehe Punkt c.

b. Anwendung von einheitlichen Mitteln zur Verhinderung des Auftretens von laminarer Strömung am Modell.

Die Verhinderung laminarer Strömung durch künstliche Mittel am Modell ist grundsätzlich erstrebenswert. Mit welchen Mitteln und unter welchen Bedingungen diese Aufgabe zweckmässig gelöst wird, erscheint noch nicht genügend geklärt.

c. Feststellung eines allgemein gültigen Umrechnungsverfahrens für die Reibungskorrektur nach FROUDE bei einer einheitlichen Normaltemperatur.

Die Froudeschen Reibungswerte bedürfen der Umstellung auf Reynoldsziffern und der Berichtigung. Sie liegen im besonderen für schnelle und lange Schiffe zu niedrig. Zu ihrer Berichtigung erscheint es notwendig, folgende Fragen im Rahmen eines gemeinsamen aufzustellenden Planes zu klären:

1. den Formeneinfluss auf die Reibung,
2. den Einfluss, den die Rauigkeit der normalen guten Schiffsoberfläche auf die Reibung ausübt.

Von dem Ergebnis wird es abhängen, ob der Reibungswiderstand für die Schiffsoberfläche durch gesonderte Zuschläge für die Einflüsse zu 1 und 2 auf die Werte glatter Platten ermittelt, oder ob und wie weit für den Gesamtwiderstandsabfall ( $\zeta$ -Werte)

zwischen Modell und Schiff eine Einheitskurve mit praktisch ausreichender Genauigkeit zugrundegelegt werden kann.

d. Der Wiedergabe von Widerstandskurven von Schiffsmodellen in Veröffentlichungen in einer einheitlichen Form, z.B.  $\frac{W}{\frac{\rho v^2}{2} \cdot O}$  auf Basis R, ( $W =$  Gesamtwiderstand) wird zugestimmt. Es wird jedoch vorgeschlagen, hierzu auch die Froudeziffern anzugeben und ausserdem die Originalmodellwerte über der Modellgeschwindigkeit mit Angabe der Temperatur zu liefern.

e. Zu der Besprechung über einheitliche Symbole und Konstanten wird auf die Stellungnahme von Herrn Prof. Dr. HORN und von Herrn Oberbaurat Dr. WEITBRECHT bereits eingesandte Liste verwiesen.

## BEZEICHNUNGEN

### FÜR SCHIFFSWIDERSTAND UND ANTRIEB

(Auf Grund von Besprechungen vom Jahre 1927 zwischen den Berliner und Hamburger Versuchsanstalten und der Technischen Hochschule Berlin)

Die Maßeinheiten sind die des technischen Maßsystems  $m, kg, s$

#### I. Bezeichnungen und Rechnungsgrößen.

##### 1. allgemein.

$\alpha$  = Maßstab = geometrisches Ähnlichkeitsverhältnis.

$\gamma$  = spezifisches Gewicht.

$g$  = Beschleunigung der Schwerkraft.

$\varrho$  =  $\gamma : g$  = Dichte.

$\nu$  = kinematische Zähigkeit.

$k$  = tatsächliche Korngröße der Rauigkeit.

##### 2. Schiff (Modellwerte gestrichen).

$L$  = Länge.

$B$  = Breite.

$T$  = Tiefgang.

$\otimes$  = Hauptspantfläche.

$O$  = benetzte Oberfläche.

$V$  = Raumverdrängung.

$D$  =  $\gamma V$  = Gewichtsverdrängung = statischer Auftrieb.

$G$  = Schiffsgewicht.

##### 3. Schraube.

$D$  = Außendurchmesser.

$H$  = Steigung.

$F = \frac{D^2\pi}{4}$  = Schraubenkreisfläche.

$F_a$  = abgewickelte Flügelfläche.

$F_p$  = projizierte Flügelfläche.

$n$  = Drehzahl in der Sekunde.

$z$  = Flügelzahl.

$l$  = Sehnenlänge des Flügelschnittes (Flügeltiefe).

$s$  = größte Dicke eines Flügelschnittes.

$\delta = s/l$  = verhältnismäßige Dicke eines Flügelschnittes.

## II. Kräfte und Momente (Modellwerte gestrichen).

- $A$  = dynamischer Auftrieb.  
 $D$  = Gewichtsverdrängung = statischer Auftrieb.  
 $G$  =  $D + A$  = Schiffsgewicht.  
 $P$  = Kraft (allgemein).  
 $Z$  = Trossenzug.  
 $W$  = Widerstand (allgemein).  
 $W_{oo}$  = Widerstand des nackten Schiffes ohne Anhängsel und ohne Schrauben.  
 $W_o$  = Widerstand des Schiffes im jeweiligen Schleppzustand ohne Schrauben.  
 $W_a$  = tatsächlicher Widerstand des Schiffes.  
     =  $W_o$  + Zuschlag für im Modellversuch nicht berücksichtigte Einflüsse (Außenhaut + Anhängsel + Fahrtwind + ...).  
 $S$  = zu  $W_o$  gehöriger Schraubenschub = Gesamtwiderstand des Schiffes im Schleppzustand bei laufender Schraube.  
 $W_o = W_r + W_f = W_r + W_{we} + W_{wi}$ .  
 $W_r$  = Reibungswiderstand.  
 $W_f$  = Formwiderstand.  
 $W_{we}$  = Wellenwiderstand.  
 $W_{wi}$  = Wirbel- und Ablösungswiderstand.  
 $M$  = Drehmoment.

## III. Geschwindigkeiten (Modellwerte gestrichen).

- $c$  = Wellen- Fortpflanzungsgeschwindigkeit (gegebenenfalls  $c_o$ ).  
 $v$  = Schiffsgeschwindigkeit (gegebenenfalls  $v_o$ ).  
 $v_p$  = Fortschrittsgeschwindigkeit der freifahrenden Schraube.  
     = mittlere relative Zuflußgeschwindigkeit zur Schraube am Schiff also mit Berücksichtigung des Vorstroms aber ohne die von der Schraube selbst erzeugten Zusatzgeschwindigkeiten.  
 $w$  = Relativgeschwindigkeit (mit verschiedenen Indices).  
 $u$  =  $r \omega$  = Umfangsgeschwindigkeit.  
 $\omega$  = Winkelgeschwindigkeit.  
 $c$  = absolute Geschwindigkeit (mit verschiedenen Indices).  
 $c_a$  = Axialkomponente der Geschwindigkeit im Schraubenstrahl.  
 $c_u$  = Umfangskomponente der Geschwindigkeit im Schraubenstrahl.

## IV. Leistungen.

- $N_i$  = indizierte Maschinenleistung.  
 $N_e$  = effektive Maschinenleistung.  
 $N_w$  = Wellenleistung = Propellerdrehleistung.  
 $N_o$  =  $W_o \cdot v$  = Schleppleistung ohne Schraube.  
 $N_s$  =  $S \cdot v_p$  = Schubleistung der Schraube.

## V. Kennziffern.

- $F = \frac{v}{g^{1/2} l^{1/2}}$  Froudeziffer  $l$  = Bezugslänge.  
 $R = \frac{vl}{\nu}$  Reynoldsziffer  $v$  = Bezugsgeschwindigkeit.  
 $\vartheta = \frac{S - W_o}{S}$  Sogziffer.  
 $\psi = \frac{v - v_p}{v}$  Mitstromziffer.  
 $A = \frac{v_p}{nD}$  Fortschrittsziffer.  
 $\sigma = \frac{nH - v_p}{nH}$  nomineller Slip.  
 $\sigma_s = \frac{nH - v}{nH}$  scheinbarer Slip.

## VI. Beiwerte.

## 1. allgemeine Kraftbeiwerte.

- $\zeta = \frac{P}{\rho/2 v^2 F}$  = Kraftbeiwert.  
 $\zeta_a = \frac{A}{\rho/2 v^2 F}$  = Auftriebsbeiwert.  
 $\zeta_w = \frac{W}{\rho/2 v^2 F}$  = Widerstandsbeiwert.  
 $\zeta_r = \frac{W_r}{\rho/2 v^2 F}$  = Beiwert des Reibungswiderstandes.  
 $\zeta_f = \frac{W_f}{\rho/2 v^2 F}$  = Beiwert des Formwiderstandes.  
 $\varepsilon = \frac{\zeta_w}{\zeta_a}$  = Gleitzahl.

(worin  $v$  Bezugsgeschwindigkeit,  $F$  Bezugsfläche bedeutet).

## 2. Beiwerte der Schraubenberechnung.

## a. Belastungsziffern (aus Freifahrt-Diagramm).

$$K_s = \frac{S}{\rho n^2 D^4} \text{ Schubziffer.}$$

$$K_m = \frac{M}{\rho n^2 D^5} \text{ Momentenziffer.}$$

$$K_L = \frac{N_w}{\rho n^3 D^5} \text{ Leistungsziffer.}$$

## b. Belastungsgrade.

$$C_d = \frac{S}{\rho v_p^2 D^2} = \frac{K_s}{A^2} \text{ Durchmesser-Belastungsgrad.}$$

$$C_n = \frac{S n^2}{\rho v_p^4} = \frac{K_s}{A^4} \text{ Touren-Belastungsgrad.}$$

$$C_{dm} = \frac{M}{\rho v_p^2 D^3} = \frac{K_m}{A^2} \text{ Durchmesser-Momentengrad.}$$

$$C_{nm} = \frac{M n^3}{\rho v_p^5} = \frac{K_m}{A^5} \text{ Touren-Momentengrad.}$$

$$C_{dL} = \frac{N_w}{\rho v_p^3 D^2} = \frac{K_L}{A^3} \text{ Durchmesser-Leistungsgrad.}$$

$$C_{nL} = \frac{N_w n^2}{\rho v_p^5} = \frac{K_L}{A^5} \text{ Touren-Leistungsgrad.}$$

## VII. Wirkungsgrade.

$\eta$  = echter Wirkungsgrad (allgemein).

$\xi$  = scheinbarer Wirkungsgrad (allgemein) (Einflußgrad).

$$\eta_p = \frac{N_s}{N_w} = \frac{S v_p}{M \omega} = \frac{K_s}{K_m} \cdot \frac{A}{2\pi} = \frac{K_s}{K_L} A = \text{Propellerwirkungsgrad (freifahrend).}$$

$$\eta_{ps} = \eta_p \cdot \xi_a = \text{Propellerwirkungsgrad hinter Schiff.}$$

$$\eta_z = \frac{Z \cdot v}{N_w} = \text{Trossenwirkungsgrad.}$$

$$\eta_i = \frac{N_w}{N_e} = \text{Wellenleitungswirkungsgrad.}$$

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \text{mechanischer Wirkungsgrad der Maschine.}$$

$$\xi_o = \frac{N_o}{N_w} = \frac{W_{ov}}{M \omega} = \eta_{ps} \xi_s = \eta_p \cdot \xi_a \cdot \xi_s = \text{Vortriebsgütegrad.}$$

$$\xi_a = \text{Einflußgrad der Anordnung.}$$

$$\xi_s = \frac{1 - \vartheta}{1 - \psi} = \text{Einflußgrad der Schiffsförm.}$$

*Bassin de la Marine*  
Prof. E. G. BARRILLON

PARIS, le 27 Avril 1933.

## NOTE

*Pour Ir. L. Troost,*  
*Directeur Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation,*  
*Haagsteeg 2, Wageningen (Holland)*

*Monsieur le Directeur,*

A. Le Comité organisateur du Congrès de La Haye a demandé aux divers directeurs de Bassins, un commentaire sommaire sur les divers titres du programme. Je répons ci-dessus en ce qui concerne le Bassin de Paris.

a. Dans l'essai d'autopropulsion, j'estime que les résultats doivent être présentés en donnant les chiffres obtenus sur le modèle lui-même et non pas des chiffres calculés pour le navire. Un compte rendu d'Essais doit donc donner: la longueur du modèle et la nature de sa matière, la vitesse du modèle, le nombre de tours des hélices, la poussée et le couple sur les hélices, l'effort sur le dynamomètre de remorquage. Ce sont là les seuls chiffres permettant une comparaison entre les résultats obtenus dans divers bassins.

Rien n'empêche de compléter par les résultats prévus pour le navire, mais ces résultats faisant intervenir des corrections qui ne sont pas faites par des méthodes uniformes, ne se prêtent pas à des comparaisons entre les différents bassins.

b. L'étude de la turbulence artificielle ne semble pas actuellement assez avancée pour justifier une Standardisation de ce procédé. Il serait très désirable qu'une comparaison d'essais en autopropulsion avec et sans turbulence artificielle fût faite sur des modèles de formes assez différentes, de dimensions variables et surtout avec diverses distances entre les hélices et la carène.

c. Il serait nécessaire de définir un navire idéal qui aurait les mêmes dimensions que le navire réel et qui serait supposé être construit en paraffine. Ce navire idéal est le seul pour lequel la méthode des modèles donne une prévision. Pour le navire idéal,

une formule générale de correction de frottement, a un sens bien défini. Les augmentations dues à l'irrégularité de la formation des tôles, aux cans de tôles, aux têtes de rivets, à la rugosité de la peinture, ne peuvent être standardisées.

d. Le type de formule  $\frac{R}{\rho \frac{v^2}{2} A}$  n'est pas employé couramment

par les ingénieurs. Il est intéressant au point de vue scientifique, mais pour les ingénieurs il a l'inconvénient de faire intervenir A qui n'est pas déterminé suivant des règles uniformes et est moins bien défini que le volume de carène.

e. Toutes les constantes sont bonnes à condition d'être de dimensions nulles et de n'utiliser que les mêmes unités pour les diverses quantités y figurant. Il est par suite recommandé de ne pas employer simultanément une longueur en pieds et une vitesse en noeuds.

Pour les hélices, il serait intéressant de discuter l'emploi d'un diagramme dans lequel les abscisses sont les valeurs de  $\frac{P}{\rho n^2 D^4}$  et les ordonnées les valeurs de  $\frac{C}{\rho n^2 D^5}$ , diagramme sur lequel une seule courbe graduée en valeurs de  $\frac{n D}{V}$  représente complètement le fonctionnement d'une hélice, ce qui facilite les rapprochements entre modèle et réel, ou les comparaisons de modèles à diverses échelles.

B. La formule employée au Bassin de Paris pour le frottement est la même pour le modèle et pour le navire idéal. C'est une formule empirique établie à la suite des travaux de FROUDE:

$$R_f = \left( 0.1392 + \frac{0.258}{2.68 + A} \right) A \cdot V^{1.825}$$

Nous avons conservé cette formule qui ne correspond pas à l'état actuel de nos connaissances sur le frottement, parce que nous avons jugé que nos archives seraient plus difficiles à utiliser, si, à chaque époque, nous changions la formule de frottement.

La longueur du modèle est définie comme longueur de la flottaison au déplacement et à l'assiette du plan.

NOTES ON THE METHODS  
USED IN THE „VASCA NAZIONALE”, ROME, AND  
REMARKS REGARDING THE DESIRABILITY  
OF STANDARDISATION

The following is a short description of the methods employed during experiments at the National Tank in Rome.

*a.* SELF PROPELLING

The dynamometers were designed and made by Dr Gebers in 1928. They are placed in the model, and register thrust, torque and number of revolutions. Power is supplied by an electro motor placed sometimes in the model and in other cases, for reasons of weight or stability, carried on the towing carriage. In the latter case, the motor and dynamometer are connected by a sliding coupling, which allows the model, free in the direction of the run. The propeller is run up to the requisite number of revolutions to give the model the same speed as the carriage. The model is weighted to take up the additional resistance, which has been calculated previously, as usual in Continental tank practice. The frictional resistance of the model and ship are calculated respectively by expressions:

$$r_a = \lambda_m \cdot \Theta \cdot s_b \cdot v^{1,825}$$

$$R_a = 1.026 \cdot \lambda_n \cdot S_b \cdot (0,5144 \cdot V)^{1,825}$$

where:  $\lambda_m$  = friction co-efficient of the model varying with the maximum length of the wetted surface, and which has the value as found in Table 1.

$\Theta$  = Temperature correction co-efficient calculated from the formula  $\Theta = \left( \frac{\nu_{t^{\circ}}}{\nu_{15^{\circ}}} \right)^{0,175}$

where  $\nu_{t^{\circ}}$  and  $\nu_{15^{\circ}}$  are respectively viscosity co-efficient at  $t^{\circ}$ , the experiment temperature, and at temperature of 15 degrees Centigrade. The values of  $\Theta$  are given in Table 3.

$s_b$  = Total wetted surface in  $m^2$  for normal forms by motionless ship, and for seaplanes running at speed.

$v$  = Speed of model in metres per second.

- $r_a$  = Frictional resistance of the model at experiment temperature. 1,026 = specific gravity of sea water.  
 $\lambda_n$  = Friction co-efficient for ship, varying with the length as given in Table II.  
 $S_b$  = Wetted surface of the ship in  $m^2$ .  
 $V$  = Speed of ship in knots.  
 $R_a$  = Frictional resistance of ship at a temperature of  $15^{\circ}$  centigrade in kilograms.

The torque, and consequently the shaft horse power, are calculated at the propeller. The thrust is taken up at the thrust block of the dynamometer. By the calculation of the thrust therefore, neither the weight and the inclination of the shafting, nor the rake of the shafting due to the movement of the model, are taken into consideration. The towing resistance of the propeller boss and the torque absorbed are also neglected, as opposed to the practice in Washington. (See Comm. Harold E. Saunders, Society of Naval Architects and Marine Engineers, Nov. 1932).

The models are of paraffin wax and between 5 and 7 metres long. The propellers are made of a tin alloy, with diameters ranging from 13 to 20 centimetres.

No system of „Hanging up” models on account of the excessive weight has yet been found necessary.

The values of the revolutions and shaft horse powers are taken from the experimental data without any addition for service conditions.

#### b. LAMINAR FLOW

No attempt is made to correct for this, except keeping the model as large as reasonable. As stated above, the models are between 5 and 7 metres long, and it is seldom that models shorter than this are used.

#### c. FRICTION CORRECTION FOR TEMPERATURE

Temperature correction is made as set out under *a*)

#### d. PUBLICATION OF RESULTS

The results of the experiments in the Rome Tank are set out for the customers in the form of diagrams. In addition to this, a book is printed annually containing the result of the year's work as far