

SCHIFFBAUTECHNISCHE GESELLSCHAFT.

XX. ORDENTLICHE HAUPTVERSAMMLUNG.

BERLIN, DEN 21.–23. NOVEMBER 1918.

---

---

Die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik  
und ihre Verwertung bei Modellversuchen,  
unter besonderer Berücksichtigung schiffbau-  
technischer Anwendungen.

*Vorgetragen*

*von*

**Professor M. Weber,**

*Charlottenburg.*

*Nachdruck ohne Genehmigung des Vorstandes der Schiffbautechnischen Gesellschaft  
nicht gestattet.*

*Als Manuskript gedruckt. – Nachdruck ohne Genehmigung des Vorstandes der  
Schiffbautechnischen Gesellschaft nicht gestattet.*

ISBN 978-3-662-42255-7      ISBN 978-3-662-42524-4 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-42524-4

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

# Die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik und ihre Verwertung bei Modellversuchen, unter besonderer Berücksichtigung schiffbautechnischer Anwendungen.

Vorgetragen von Professor M. Weber, Charlottenburg.

## Inhaltsübersicht.

### I. Die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik.

1. Aufgabestellung.
2. Verwendungszweck der Ähnlichkeitsmechanik. Bedeutung der Modellgesetze.
3. Entsprechende Größen. Kinematische Ähnlichkeit.
4. Abhängigkeit des Zeitmaßstabs vom Längenmaßstab bei dynamischen Modellvorgängen.
5. Der Begriff „mechanische Ähnlichkeit“.
6. Geschichtliche Entwicklung der Ähnlichkeitsmechanik.
7. Die Bertrandsche Bedingungsgleichung zwischen den vier Ähnlichkeitsmaßstäben der dynamischen Grundgleichung.
8. Erfüllung der Anfangs- und Grenzbedingungen.
9. Einheitlichkeit des Kräftemaßstabs bei mechanisch ähnlichen Vorgängen.
10. Widersprechende Bedingungen und Grenzen der Anwendbarkeit der Ähnlichkeitsmechanik.
11. Sonderstellung der Normal- und Tangentialkräfte starrer Körper, der Druckkräfte unzusammendrückbarer Körper und der reinen Dämpfungswiderstände. Der Begriff „physikalische Kräfte“.
12. Ausschließliche Verwendung des technischen Maßsystems. Die drei technischen Grundmaßstäbe  $\lambda$ ,  $\tau$ ,  $\kappa$  der Ähnlichkeitsmechanik.
13. Abgeleitete Übertragungsmaßstäbe. Die Maßstabregel.
14. Die erweiterte Maßstabregel.
15. Das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz Newtons als Folge der Trägheit der beschleunigten Massen.
16. Gültigkeit des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes für alle entsprechenden Kräfte an Massenteilchen.
17. Gültigkeit des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes für Gesamtwiderstände und andere Mittelkräfte.
18. Andere Formen des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes.
19. Das natürliche Verfahren zur Aufsuchung des jeweils geltenden Modellgesetzes.
20. Andere Wege zur Aufsuchung der Modellgesetze.
21. „Unvollständige“ und „angenäherte“ mechanische Ähnlichkeit.

### II. Die Modellgesetze.

22. Das Froudesche Modellgesetz für Bewegungen unter der Wirkung der Schwerkraft.
23. Andere Ableitungen des Froudeschen Modellgesetzes.
24. Dimensionslose Darstellung der Modellergebnisse bei Gültigkeit des Froudeschen Modellgesetzes.
25. Das Thomsonsche Modellgesetz für Bewegungen unter der Wirkung der allgemeinen Schwere.
26. Das Reynoldssche Modellgesetz für Bewegungen unter der Wirkung der Flüssigkeitsreibung.

27. Dimensionslose Darstellung der Modellergebnisse bei Gültigkeit des Reynoldsschen Modellgesetzes.
28. Das Cauchysche Modellgesetz für Bewegungsvorgänge unter der Wirkung elastischer Kräfte.
29. Das Modellgesetz für Wellenbewegungen unter der Wirkung von Kapillarkräften.
30. Überblick über die Modellgesetze.
31. Die Modellgesetze für Bewegungen unter der gleichzeitigen Wirkung zweier Kräftearten.
32. Der Fall allgemeiner mechanischer Ähnlichkeit ohne Bestehen eines besonderen Modellgesetzes.

### III. Anwendungen der Ähnlichkeitsmechanik.

33. Die Widerstände quergestellter, ganz oder teilweise eingetauchter Platten in unbegrenztem Wasser (Anwendung 1).
34. Ähnlichkeitsbeziehungen bei Pendeln (Anwendung 2).
35. Mechanische Ähnlichkeit der freien Gerstnerschen Trochoidenwellen (Anwendung 3).
36. Der Helmholtzsche Fall mechanischer Ähnlichkeit von Wasser- und Luftwogen (Anwendung 4).
37. Stehende Schwingungen in Behältern. Seiches (Anwendung 5).
38. Ermittlung des Schiffswiderstandes nach dem Froudeschen Modellverfahren (Anwendung 6).
39. Modellversuche zum Studium der Rollschwingungen von Schiffen ohne und mit Dämpfungsvorrichtungen (Anwendung 7).
40. Modellversuche mit Schaufelrädern (Anwendung 8).
41. Mechanische Ähnlichkeit des Systems „Schiff und Schraube“ (Anwendung 9).
42. Combessche Ähnlichkeit bei Reihenmaschinen verschiedener Größe unter Schwerkraftwirkung (Anwendung 10).
43. Mechanische Ähnlichkeit in der Dynamik der Flugzeuge (Anwendung 11).
44. Ähnlichkeitsschlüsse in der Mechanik der Himmelskörper (Anwendung 12).
45. Ähnlichkeitsbeziehungen für den Fall der Oberflächenreibung an dünnen Platten (Anwendung 13).
46. Ähnlichkeitsbeziehungen betreffend den Druckverlust in zylindrischen Rohren (Anwendung 14).
47. Modellversuche zur Ermittlung des Fahrtwiderstandes der Luftschiffe und Unterseeboote. (Anwendung 15).
48. Ähnlichkeitsbeziehungen bei formgleichen Dampfturbinenrädern (Anwendung 16).
49. Normandsche Ähnlichkeit bei Reihen-Dampfmaschinen verschiedener Größe unter Voraussetzung gleicher Festigkeit (Anwendung 17).
50. Strenge mechanische Ähnlichkeit bei gleichzeitigem Wirken zweier Kräfte, erläutert an dem Beispiel eines über eine Brücke fahrenden Zuges (Anwendung 18).
51. Mechanische Ähnlichkeit im Strömungsfelde reibungsfreier Flüssigkeiten (Anwendung 19).
52. Das Newtonsche allgemeine Ähnlichkeitsgesetz bei formgleichen Antriebsschrauben und flügelartig gekrümmten Flächen (Anwendung 20).

### IV. Fälle unvollständiger mechanischer Ähnlichkeit.

53. Erklärung der „unvollständigen“ mechanischen Ähnlichkeit.
54. Ähnlichkeitsfolgerungen für die Querschwingungen gespannter Saiten (Anwendung 21).
55. Ermittlung der kritischen Drehzahlen bei Verdrehungsschwingungen von Wellen aus Modellversuchen (Anwendung 22).
56. Ähnlichkeitsfolgerungen für die Biegungsschwingungen von Schiffen, Treibstangen und anderen Körpern (Anwendung 23).
57. Unvollständige mechanische Ähnlichkeit bei dem Modell einer von einer Lokomotive befahrenen Brücke (Anwendung 24).
58. Ähnlichkeitsbeziehungen bei formähnlichen Dampfturbinenrädern (Anwendung 25).
59. Das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz bei formähnlichen Antriebsschrauben verschiedener Steigung (Anwendung 26).