

PRAXIS-Schriftenreihe · Abteilung Physik · Band 48

Herausgeber: OStR. Dr. Gunnar-Hasso Göritz

# Fliegen — angewandte Physik

Von

Prof. Dr. KARL LUCHNER

München

PEDAGOGISCHE HOCHSCHULE  
ST. GALLEN  
BIBLIOTHEK



AULIS VERLAG DEUBNER & CO KG  
Köln

# Inhaltsverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Vorwort |   | 7  |
| 1       | Einstimmung                               | 9  |
| 2       | Leichter als Luft - schwerer als Luft     | 11 |
| 2.1     | Die statische Auftriebskraft              | 11 |
| 2.2     | Die dynamische Auftriebskraft             | 12 |
| 3       | Eigenschaften der Luft                    | 15 |
| 3.1     | Dichte der Luft                           | 15 |
| 3.2     | Druck und Temperatur verändern die Dichte | 17 |
| 3.3     | Die Höhenabhängigkeit                     | 18 |
| 4       | Der Heißluftballon                        | 25 |
| 4.1     | Abschätzung der Tragkraft                 | 26 |
| 4.2     | Der Auftrieb als Folge der Druckdifferenz | 29 |
| 5       | Der Heliumballon                          | 32 |
| 5.1     | 1. Aufgabe: Füllmenge                     | 33 |
| 5.2     | 2. Aufgabe: Auftrieb                      | 34 |
| 5.3     | 3. Aufgabe: Energiebilanz                 | 34 |
| 5.4     | 4. Aufgabe: Änderung im Auftrieb          | 36 |
| 5.5     | 5. Aufgabe: Der Ballon wird prall         | 37 |
| 5.6     | 6. Aufgabe: Steighöhe                     | 38 |
| 5.7     | 7. Aufgabe: Überdruck                     | 38 |
| 5.8     | 8. Aufgabe: Offener Ballon                | 39 |
| 5.9     | 9. Aufgabe: Abstieg                       | 40 |
| 6       | Boeing 747 (Jumbo)                        | 42 |
| 6.1     | Startphase                                | 42 |
| 6.2     | Der Luftwiderstand                        | 43 |
| 6.3     | Leistung der Triebwerke                   | 43 |
| 6.4     | Auslegung der Triebwerke                  | 44 |
| 6.5     | Treibstoffverbrauch und Wirkungsgrad      | 48 |
| 6.6     | Nochmal Newton: Trägheitsnavigation       | 49 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 7     | Messungen im Windkanal                           | 55  |
| 7.1   | Der Luftwiderstand                               | 56  |
| 7.1.1 | Modell eines Flugzeugrumpfes                     | 56  |
| 7.1.2 | Modell eines Tragflächenabschnitts               | 58  |
| 7.2   | Der dynamische Auftrieb                          | 59  |
| 7.3   | Das Polardiagramm                                | 60  |
| 7.4   | Der Gleitwinkel                                  | 63  |
| 7.5   | Modell und Wirklichkeit                          | 65  |
| 8     | Strömungsfelder                                  | 71  |
| 8.1   | Stromlinienbilder                                | 71  |
| 8.2   | Der Druck im Strömungsfeld (Bernoulli-Gleichung) | 75  |
| 8.3   | Energiebilanz im Strömungsfeld                   | 78  |
| 8.4   | Luft als inkompressibles Medium                  | 82  |
| 8.5   | Die Strömung um das Tragflächenprofil            | 84  |
| 8.5.1 | Druckdifferenz                                   | 84  |
| 8.5.2 | Spezieller Typ der Strömung                      | 85  |
| 8.6   | Die Impulsbilanz am Tragflächenprofil            | 90  |
| 9     | Stabilitätsbetrachtungen                         | 94  |
| 9.1   | Gleichgewichtsbedingungen                        | 94  |
| 9.2   | Flugstabilität                                   | 96  |
| 9.3   | Weitere Probleme                                 | 102 |
| 9.4   | Mechanische Festigkeit                           | 103 |
|       | Literatur  | 106 |
|       | Stichwortverzeichnis                             | 107 |