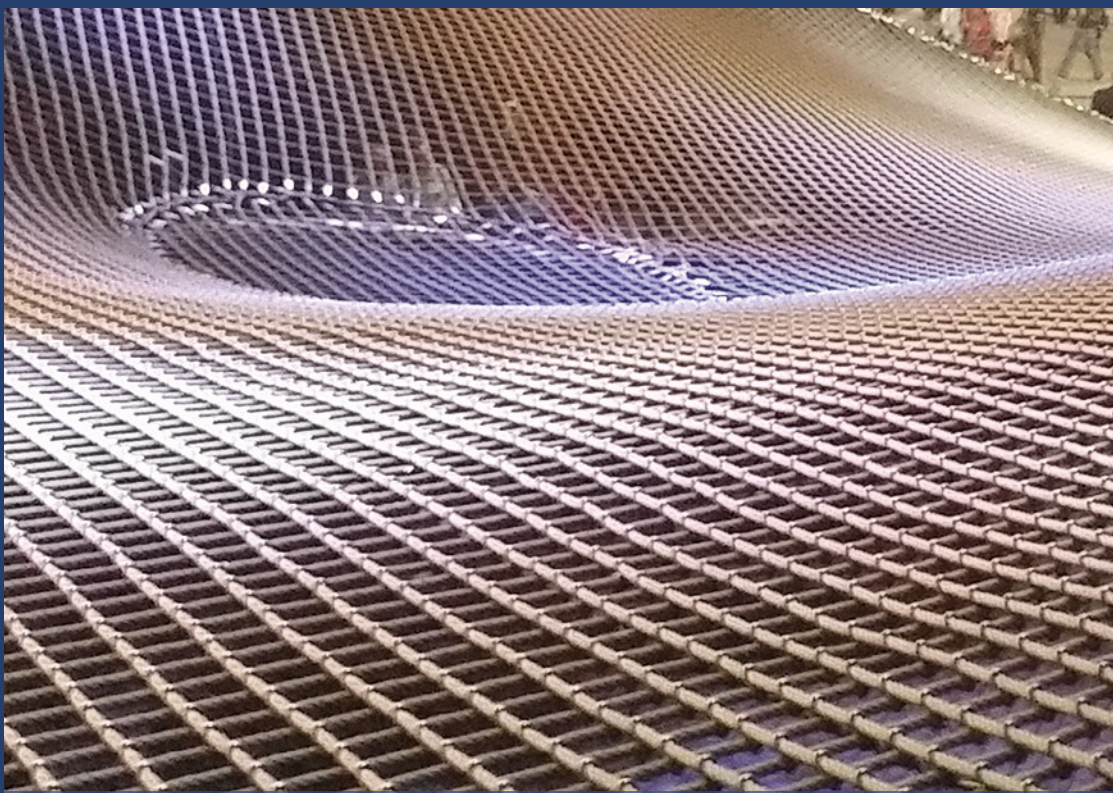




Rosemarie Wagner

# Statik und Tragwerkslehre

für Architekten



Fraunhofer IRB  Verlag

Rosemarie  
Wagner

Statik  
und  
Tragwerkslehre  
für  
Architekten



Rosemarie  
Wagner

Statik  
und  
Tragwerkslehre  
für  
Architekten

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0350-1

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0351-8

Lektorat: Claudia Neuwald-Burg

Redaktion: Annemarie Klepacki

Satz | Layout | Herstellung: Gabriele Wicker

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG, Stuttgart

Umschlagfoto: Thomas Ferwagner, officium GmbH, Stuttgart

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2020

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1      | Vorbemerkungen  | 10        |
| 1.2      | Tragwerksanalyse  | 12        |
| 1.3      | Vorwissen aus der Mathematik                                  | 22        |
| 1.3.1    | Geometrie   | 22        |
| 1.3.2    | Algebra   | 23        |
| 1.3.3    | Analysis  | 23        |
| 1.4      | Vorwissen aus der Physik                                      | 24        |
| 1.4.1    | Einheiten von Längen, Flächen, Volumen,<br>Massen und Kräften | 24        |
| 1.4.2    | Kraft und Moment  | 25        |
| 1.5      | Vorwissen aus der Baustoffkunde                               | 30        |
| <b>2</b> | <b>Kräfte</b>   | <b>33</b> |
| 2.1      | Kräfte mit derselben Wirkungslinie                            | 34        |
| 2.2      | Kräfte mit parallelen Wirkungslinien                          | 34        |
| 2.3      | Kräfte mit beliebigen Wirkungslinien                          | 35        |
| 2.4      | Zerlegen einer Kraft  | 37        |
| 2.5      | Kräftegleichgewicht   | 39        |
| <b>3</b> | <b>(Dreh-)Momente</b>   | <b>43</b> |
| <b>4</b> | <b>Einwirkungen</b>   | <b>49</b> |
| 4.1      | Arten von Einwirkungen  | 50        |
| 4.2      | Eigengewicht von Baustoffen                                   | 53        |
| 4.3      | Nutzlasten  | 55        |
| 4.4      | Schneelasten  | 57        |
| 4.5      | Windlasten  | 61        |
| 4.6      | Wasser  | 64        |
| 4.7      | Erddruck  | 66        |
| 4.8      | Temperatur  | 67        |
| 4.9      | Baugrundsetzungen   | 68        |
| 4.10     | Erdbeben  | 69        |
| 4.11     | Brand   | 70        |
| 4.12     | Explosion   | 70        |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| <b>5</b>  | <b>Tragwerk</b>   | 71  |
| 5.1       | Bauteile  | 72  |
| 5.2       | Lastabtragung   | 74  |
| 5.2.1     | Vertikale Lastabtragung                                     | 75  |
| 5.2.2     | Horizontale Lastabtragung                                   | 79  |
| 5.3       | Momentengleichgewicht an Bauteilen                          | 80  |
| 5.4       | Schwerpunkt und Schwerachse                                 | 82  |
| 5.5       | Lagerreaktionen   | 88  |
| <b>6</b>  | <b>Aussteifung</b>  | 97  |
| 6.1       | Anordnung der Wandscheiben                                  | 101 |
| 6.2       | Wandscheiben  | 107 |
| 6.3       | Deckenscheiben  | 114 |
| 6.4       | Einspannungen   | 117 |
| 6.5       | Geschossbauten  | 120 |
| 6.6       | Fachwerksysteme   | 122 |
| <b>7</b>  | <b>Äußeres Gleichgewicht</b>                                | 125 |
| 7.1       | Statische Systeme in der Ebene                              | 127 |
| 7.2       | Einfeldträger   | 130 |
| 7.3       | Auskragung (Kragarm)  | 134 |
| 7.4       | Einfeldträger mit Auskragung                                | 137 |
| <b>8</b>  | <b>Inneres Gleichgewicht</b>                                | 143 |
| 8.1       | Normalkraft   | 148 |
| 8.2       | Torsion   | 152 |
| <b>9</b>  | <b>Inneres Gleichgewicht an statisch bestimmten Trägern</b> | 153 |
| 9.1       | Schnittgrößen im Einfeldträger                              | 154 |
| 9.2       | Schnittgrößen infolge einer Einzelkraft am Einfeldträger    | 162 |
| 9.3       | Auskragung  | 165 |
| 9.4       | Einfeldträger mit Auskragung                                | 170 |
| 9.5       | Einfeldträger mit beidseitiger Auskragung                   | 179 |
| <b>10</b> | <b>Spannungen</b>   | 185 |
| 10.1      | Normalspannungen  | 187 |
| 10.2      | Biegespannung   | 190 |
| 10.3      | Schubspannung   | 197 |
| 10.4      | Torsionsspannung  | 203 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| <b>11</b> | <b>Zusammengesetzte Querschnitte</b>                       | <b>205</b> |
| 11.1      | Flächenschwerpunkt von zusammengesetzten Querschnitten     | 207        |
| 11.2      | Flächenträgheitsmoment von zusammengesetzten Querschnitten | 210        |
| 11.3      | Widerstandsmoment von zusammengesetzten Querschnitten      | 214        |
| 11.4      | Querschnittswerte für Stahlprofile                         | 218        |
| 11.5      | Spannungen in zusammengesetzten Querschnitten              | 220        |
| <b>12</b> | <b>Nachweise der Tragfähigkeit</b>                         | <b>227</b> |
| <b>13</b> | <b>Verformungen</b>  | <b>233</b> |
| 13.1      | Verformungen infolge Normalkraft                           | 236        |
| 13.2      | Verformung infolge Biegung                                 | 238        |
| 13.2.1    | Analogie nach Mohr   | 240        |
| 13.2.2    | Biegelinien von Einfeldträgern                             | 242        |
| 13.2.3    | Biegelinien von Auskragungen                               | 248        |
| 13.3      | Einfeldträger mit Auskragungen                             | 252        |
| 13.4      | Verformungen infolge von Schub und Torsion                 | 255        |
| <b>14</b> | <b>Druckbeanspruchte Bauteile</b>                          | <b>259</b> |
| 14.1      | Vereinfachte Bestimmung der Knicklast in der Ebene         | 261        |
| 14.2      | Stabilitätsnachweis  | 265        |
| 14.3      | Biegeknicken   | 267        |
| 14.4      | Biegedrillknicken  | 274        |
| 14.5      | Nachgiebige Lagerungen                                     | 275        |
| 14.6      | Räumliche Stabilität                                       | 277        |
| 14.7      | Stabilität von Stahlbetonbauteilen                         | 281        |
| <b>15</b> | <b>Gelenk- oder Gerberträger</b>                           | <b>287</b> |
| 15.1      | Gelenkträger mit zwei Feldern                              | 289        |
| 15.2      | Gelenkträger mit drei Feldern                              | 292        |
| 15.3      | Ausbildung der Gelenke                                     | 297        |
| <b>16</b> | <b>Statisch unbestimmt gelagerte Träger</b>                | <b>299</b> |
| 16.1      | Einfeldträger, einseitig eingespannt                       | 301        |
| 16.2      | Mehrfeldträger   | 306        |
| 16.3      | Zwangseinwirkungen   | 313        |



|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>17</b> | <b>Geneigte Träger</b>  | <b>317</b> |
| 17.1      | Auflagerkräfte und Schnittgrößen                                  | 320        |
| 17.2      | Statisch unbestimmte geneigte Träger                              | 330        |
| <b>18</b> | <b>Geknickte Träger</b>   | <b>337</b> |
| <b>19</b> | <b>Drei-Gelenk-Tragwerke</b>                                      | <b>343</b> |
| 19.1      | Sparrendach   | 345        |
| 19.2      | Drei-Gelenk-Rahmen  | 350        |
| <b>20</b> | <b>Baustoffe ohne Zugfestigkeit</b>                               | <b>361</b> |
| 20.1      | Mauerwerk   | 362        |
| 20.2      | Kippen von Mauerwerkswänden                                       | 366        |
| 20.3      | Knicken von Mauerwerk   | 372        |
| 20.4      | Vereinfachter Knicknachweis                                       | 376        |
| <b>21</b> | <b>Platten und Scheiben</b>                                       | <b>381</b> |
| 21.1      | Platten mit einachsiger Lastabtragung                             | 384        |
| 21.2      | Platten mit zweiachsiger Lastabtragung und linearer Lagerung      | 386        |
| 21.3      | Platten mit zweiachsiger Lastabtragung und punktförmiger Lagerung | 392        |
| 21.4      | Stahlbetonplatten   | 394        |
| 21.5      | Glasscheiben  | 396        |
|           | <b>Literaturempfehlungen</b>                                      | <b>399</b> |
|           | <b>Stichwortverzeichnis</b>                                       | <b>400</b> |