

G. Wossog (Hrsg.)

# **FDBR-Taschenbuch Rohrleitungs- technik**

**Band 2: Herstellung,  
Errichtung und Betrieb**



**VULKAN**

---

# **FDBR-Taschenbuch Rohrleitungstechnik**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über

**<http://dnb.d-nb.de>**

abrufbar.

**ISBN 978-3-8027-2763-4**

© 2011 Vulkan-Verlag GmbH

Ein Unternehmen der Oldenbourg-Verlagsgruppe

Huyssenallee 52-56, D-45128 Essen

Telefon: (02 01) 8 20 02-0, Internet: [www.vulkan-verlag.de](http://www.vulkan-verlag.de)

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Lektorat: Dipl.-Ing. Nico Hülsdau

---

**Günter Wossog**

# **FDBR-Taschenbuch Rohrleitungstechnik**

**Band 2:  
Herstellung, Errichtung und Betrieb**

**VULKAN  VERLAG**



---

## Vorwort

Mit einiger Verspätung ergänzt nunmehr der Teil 2 - Werkstoffe und Rohrsysteme - das „FDBR-Taschenbuch Rohrleitungstechnik“. Auf Aussagen zur Wirtschaftlichkeit bzw. von Einsatzempfehlungen zu Erzeugnissen und Bauteilen wurde bewusst verzichtet, da durch Rabatte, Mindermengenzuschläge und dergl. solche Aussagen sich in das Gegenteil verkehren können.

Die Erwähnung einzelner Hersteller bedeutet keine Wertung oder Empfehlung. Sie erfolgt nur beispielhaft und schließt nicht aus, dass andere Hersteller diese oder ähnliche Erzeugnisse in gleicher oder ähnlicher Qualität fertigen.

Der vorliegende Teil 2 des FDBR-Taschenbuches soll ebenso wie der Teil 1 nur ein Nachschlagewerk sein, das sich auf allgemeine Fakten und Informationen beschränkt, ohne Anspruch auf absolute Vollständigkeit. Angaben für die einzelnen Werkstoffe und Erzeugnisse beschränken sich daher auf solche Hinweise, die für den Planer hinsichtlich Einsatz und Verwendung von Bedeutung sind. Auch die Vielzahl der Normen und Regeln gestattete keine ausführliche Darstellung von Details, so dass der Verweis auf diese Unterlagen genügen musste.

Mein Dank gilt den Damen und Herren der Herstellung, die in bewährter Weise das Manuskript in ein übersichtliches Taschenbuch verwandelten. Er gilt auch Herrn Nico Hülsdau vom Vulkan-Verlag, der das Werk betreute und unterstützte.

Anregungen, Hinweise und Ergänzungen, die der Vervollständigung des FDBR-Taschenbuches dienen, werden vom Autor gern entgegen genommen. Meine E-Mail-Adresse

guenter.wossog@t-online.de

steht Ihnen für diesbezügliche Mitteilungen gern zur Verfügung.



---

## Geleitwort

Komplexe Rohrleitungssysteme sind die Lebensadern in industriellen Anlagen.

Mit Präzision, Innovationen und hochwertigen Werkstoffen behaupten die Unternehmen im deutschen Rohrleitungsbau ihre Spitzenposition im globalen Wettbewerb.

Als erfahrene Partner der Industrie gewährleisten sie die Versorgung für die Produktion.

Von den komplexen Rohrleitungssystemen profitieren die Branchen Energie und Pharmazie, der Maschinenbau, die Öl- und Gasindustrie, die Stahlindustrie und die Automobilbranche sowie die chemische und petrochemische Industrie.

Qualitativ hochwertige Produkte, die Umsetzung der ambitionierten Projekte, anspruchsvolle Konstruktionen, tragfähige Komponenten und höchste Wirkungsgrade sind die Herausforderungen, die auf den Planer, Konstrukteur und Errichter im Rohrleitungsbau warten. Mit hoch entwickelten Werkstoffen, modernen Produktionstechnologien sowie hohen Ansprüchen an Sicherheit und Professionalität gewährleisten die Fachleute ein Komplettangebot mit ganzheitlichem Service.

Mit dem zweiten Band des FDBR-Taschenbuchs Rohrleitungstechnik wird diesen Leistungsträgern ein Werkzeug in die Hand gelegt, das zum Gelingen der anspruchsvollen Aufgaben beitragen soll.

Wir danken dem Autor und Berater des FDBR e.V. im Bereich Rohrleitungsbau, Herrn Dipl.-Ing. Günter Wossog, für sein erneutes Engagement, das gesammelte Wissen zum Themenbereich Rohrleitungstechnik einer breiten Fachleserschaft in diesem Taschenbuch zur Verfügung zu stellen.

Dipl.-Ing. Gerhard Schmidt  
Vorsitzender des Vorstands

Dr.-Ing. Reinhard Maaß  
Geschäftsführer



# Inhalt

|  |     |
|--|-----|
| <b>Vorwort</b> .....   | V   |
| <b>Geleitwort</b> .....                                      | VII |
| <b>0. Vorbemerkungen</b> .....                               | 1   |
| 0.1 Formelzeichen, Bezeichnungen .....                       | 2   |
| 0.2 Rohrsystem .....   | 3   |
| 0.3 Rohrklassen.....   | 4   |
| <b>1. Werkstoffe</b> .....                                   | 7   |
| 1.1 Begriffe und Einteilung metallischer Werkstoffe .....    | 8   |
| 1.1.1 Festigkeitskennwerte .....                             | 8   |
| 1.1.2 Werkstoffgruppen (WG) .....                            | 9   |
| 1.1.3 Erzeugniseinteilung .....                              | 9   |
| 1.1.4 Allgemeine Definitionen nach<br>DIN EN 10020 .....     | 15  |
| 1.1.5 Hauptgüteklassen der Stähle nach<br>DIN EN 10020 ..... | 17  |
| 1.2 Werkstoffwahl, spezielle Werkstoffvorgaben .....         | 19  |
| 1.2.1 Werkstoffauswahl .....                                 | 19  |
| 1.2.2 Industrielle Rohrleitungen gemäß DGRL .....            | 20  |
| 1.2.3 Kerntechnische Anlagen .....                           | 23  |

---

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.2.4  | Kälterohrleitungen .....                                      | 26 |
| 1.3    | Erzeugnisse aus Stahl .....                                   | 26 |
| 1.3.1  | Kurzzeichen für Stähle .....                                  | 26 |
| 1.3.2  | Beanspruchungen in Flacherzeugnissen<br>und Profilstahl ..... | 28 |
| 1.3.3  | Unlegierte Qualitätsstähle .....                              | 29 |
| 1.3.4  | Warmfeste Stähle .....  | 35 |
| 1.3.5  | Nichtrostende Stähle .....                                    | 45 |
| 1.3.6  | Druckwasserstoffbeständige Stähle .....                       | 52 |
| 1.3.7  | Schweißgeeignete Feinkornbaustähle .....                      | 53 |
| 1.3.8  | Kaltzähe Stähle .....   | 56 |
| 1.3.9  | Stähle für Verbindungsmittel .....                            | 57 |
| 1.3.10 | Stähle für Fernleitungen .....                                | 61 |
| 1.3.11 | Schweißzusätze .....  | 62 |
| 1.4    | Gusserzeugnisse .....   | 65 |
| 1.4.1  | Armaturen und Ausrüstungsteile aus<br>Stahlguss .....         | 65 |
| 1.4.2  | Ferritisches und austenitisches Gusseisen ...                 | 68 |
| 1.4.3  | Temperguss .....  | 75 |
| 1.4.4  | Cu-Gusslegierungen .....                                      | 75 |
| 1.5    | Nichteisen-Metalle (NE-Metalle) .....                         | 76 |
| 1.5.1  | Vorbemerkungen .....  | 76 |
| 1.5.2  | Kupfer und Kupferlegierungen .....                            | 77 |
| 1.5.3  | Aluminium und Aluminiumlegierungen .....                      | 79 |
| 1.5.4  | Blei und Bleilegierungen .....                                | 82 |
| 1.5.5  | Titan und Titan-Knetlegierungen .....                         | 83 |
| 1.5.6  | Nickel und Nickel-Knetlegierungen .....                       | 84 |
| 1.5.7  | Sonstige NE-Werkstoffe .....                                  | 86 |
| 1.5.8  | Schweiß- und Lötzusätze .....                                 | 87 |

| Inhalt |  | XI  |
|--------|--|-----|
| 1.6    | Kunststoffe, einschließlich Elastomere .....                               | 88  |
| 1.6.1  | Einteilung, Zulassungen .....  | 88  |
| 1.6.2  | Thermoplastische Kunststoffe<br>(Thermoplaste).....                        | 89  |
| 1.6.3  | Duroplastische Kunststoffe (Duroplaste).....                               | 98  |
| 1.6.4  | Elastomere .....   | 101 |
| 1.7    | Beton, Keramik, Glas .....   | 106 |
| 1.7.1  | Gemeinsamkeiten .....  | 106 |
| 1.7.2  | Faserzement (FZ) .....   | 106 |
| 1.7.3  | Beton .....  | 107 |
| 1.7.4  | Polymerbeton (PRC) .....   | 108 |
| 1.7.5  | Gesinterte Keramiken (Sinterzeug) .....                                    | 108 |
| 1.7.6  | Technische Keramik (Ingenieurkeramik) .....                                | 109 |
| 1.7.7  | Glas .....   | 110 |
| 1.8    | Werkstoffe für Auskleidungen und<br>Innenbeschichtungen .....              | 111 |
| 1.8.1  | Einteilung, Gemeinsamkeiten .....  | 111 |
| 1.8.2  | Metallische Auskleidungen und<br>Beschichtungen .....                      | 113 |
| 1.8.3  | Auskleidungen und Beschichtungen aus<br>Kunststoffen und Elastomeren ..... | 116 |
| 1.8.4  | Zementmörtelauskleidung (ZMA) .....  | 118 |
| 1.8.5  | Sonstige Auskleidungen und<br>Beschichtungen .....                         | 123 |
| 1.9    | Werkstoffe für den äußeren Korrosions-<br>schutz .....                     | 125 |
| 1.9.1  | Übersicht .....  | 125 |
| 1.9.2  | Korrosionsschutz durch Beschichtungs-<br>systeme .....                     | 126 |
| 1.9.3  | Korrosionsschutz für erdverlegte   |     |

---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
|           | Rohrleitungen .....  | 129        |
| 1.9.4     | Nachumhüllungen für erdverlegte<br>Rohrleitungen .....                 | 136        |
| 1.9.5     | Korrosionsschutz wasserverlegter<br>Rohrleitungen .....                | 141        |
| 1.10      | Prüfbescheinigungen .....  | 142        |
| 1.10.1    | Art und Inhalt von Prüfbescheinigungen .....                           | 142        |
| 1.10.2    | Erforderliche Prüfbescheinigungen .....                                | 145        |
| 1.10.3    | Prüfbescheinigungen für Rohrleitungen der<br>Kategorie I bis III ..... | 146        |
| 1.11      | Physikalische Kennwerte .....  | 148        |
| <b>2.</b> | <b>Rohre aus Stahl, NE-Metallen und Kunst-<br/>stoffen .....</b>       | <b>159</b> |
| 2.1       | Rohre aus Stahl .....  | 160        |
| 2.1.1     | Herstellverfahren für nahtlose Rohre .....                             | 160        |
| 2.1.2     | Herstellverfahren für geschweißte Rohre .....                          | 160        |
| 2.1.3     | Kurzzeichen und Begriffe für Stahlrohre .....                          | 162        |
| 2.1.4     | Maße, Grenzabmaße, Masse .....   | 164        |
| 2.1.5     | Auswahl und Bestelloptionen .....                                      | 170        |
| 2.1.6     | Rohre für allgemeine Druckbean-<br>spruchungen .....                   | 174        |
| 2.1.7     | Rohre für Rohrleitungen der Kategorie I<br>bis III .....               | 175        |
| 2.1.8     | Rohre für kerntechnische Anlagen .....                                 | 181        |
| 2.1.9     | Rohre für die Steriltechnik .....                                      | 183        |
| 2.1.10    | Rohre für die Trinkwasserversorgung .....                              | 187        |
| 2.1.11    | Rohre für brennbare Gase und<br>Flüssigkeiten .....                    | 192        |
| 2.1.12    | Gewinderohre .....   | 193        |

---

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 2.1.13 | Präzisionsrohre .....                                | 196 |
| 2.1.14 | Rohre für drucklose Anwendungen .....                | 198 |
| 2.2    | Rohre aus NE-Metallen .....                          | 198 |
| 2.2.1  | Rohre aus Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen .....    | 198 |
| 2.2.2  | Rohre aus Aluminium-Werkstoffen .....                | 204 |
| 2.2.3  | Rohre aus Titan und Titan-Knetlegierungen .....      | 209 |
| 2.2.4  | Nahtlose Rohre aus Nickel-Werkstoffen .....          | 213 |
| 2.2.5  | Rohre aus Blei und Bleilegierungen .....             | 213 |
| 2.3    | Rohre aus thermoplastischen Kunststoffen .....       | 213 |
| 2.3.1  | Herstellung .....                                    | 213 |
| 2.3.2  | Einteilung, Maße, allgemeine Grundlagen ....         | 214 |
| 2.3.3  | Ratingdruck .....                                    | 220 |
| 2.3.4  | Kunststoffrohre für industrielle Rohrleitungen ..... | 223 |
| 2.3.5  | Rohre für Kalt- und Warmwasserinstallationen .....   | 233 |
| 2.3.6  | Rohre für Ver- und Entsorgungsleitungen ....         | 239 |
| 2.4    | Rohre aus duroplastischen Kunststoffen .....         | 252 |
| 2.4.1  | Herstellung .....                                    | 252 |
| 2.4.2  | Allgemeine Grundlagen .....                          | 255 |
| 2.4.3  | Ratingdruck .....                                    | 258 |
| 2.4.4  | Ringsteifigkeit bei erdverlegten Rohrleitungen ..... | 259 |
| 2.4.5  | UP-GF-Rohre für oberirdische Rohrleitungen .....     | 261 |
| 2.4.6  | EP-GF-Rohre für oberirdische Rohrleitungen .....     | 266 |

---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 2.4.7     | GFK-Rohre für erdverlegte Rohrleitungen ....   | 270        |
| 2.4.8     | Stahlverstärkte GFK-Rohre (SSL-Rohre) .....  | 272        |
| 2.5       | Sonstige Rohre .....   | 276        |
| <b>3.</b> | <b>Rohrsysteme aus Stahl .....</b>   | <b>277</b> |
| 3.1       | Rohrsysteme mit Einschweißform-<br>stücken .....   | 278        |
| 3.1.1     | Bestandteile, Gemeinsamkeiten .....  | 278        |
| 3.1.2     | Systeme aus un- oder niedriglegierten<br>Stählen mit besonderen Prüfanfor-<br>derungen ..... | 297        |
| 3.1.3     | Systeme aus nichtrostenden Stählen mit<br>besonderen Prüfanforderungen .....                 | 302        |
| 3.1.4     | Systeme aus unlegierten Stählen ohne<br>besondere Prüfanforderungen .....                    | 308        |
| 3.1.5     | Systeme aus nichtrostenden Stählen<br>ohne besondere Prüfanforderungen .....                 | 311        |
| 3.2       | Rohrsysteme mit Gewindeverbindungen .....  | 312        |
| 3.2.1     | Verbindungen, Abmessungen .....  | 312        |
| 3.2.2     | Gewinderohrsysteme mit Temperguss-<br>fittings .....   | 317        |
| 3.2.3     | Gewinderohrsysteme mit Stahlfittings .....   | 324        |
| 3.2.4     | Spezielle Fittings für Gewinderohr-<br>systeme .....   | 327        |
| 3.3       | Rohrsysteme aus Stahl mit Pressver-<br>bindungen .....                                       | 328        |
| 3.3.1     | Arten, Abmessungen .....   | 328        |
| 3.3.2     | Systeme mit elastomerdichtenden<br>Pressfittings .....                                       | 335        |