

# 1

## Einleitung

In den klassischen Kompendien und Nachschlagewerken für Techniker und Ingenieure findet sich ein weitreichendes und interdisziplinäres Wissen, um Ingenieure in ihren beruflichen Aufgabefeldern in Industrie, im Dienstleistungsbereich, in der Forschung und im öffentlichen Dienst zu unterstützen.

Zweifelsohne liegt der Schwerpunkt hier in den klassischen Disziplinen Mathematik, Physik, Chemie, Elektrotechnik und Technischer Mechanik, ergänzt um ihre Applikationen in der Konstruktion im Maschinen- und Anlagenbau sowie der Messtechnik.

Themen wie Betriebswirtschaft, Management, Normung, Patente und Recht spiegeln die zunehmende Hinwendung des Ingenieurberufs von der reinen fachlichen Arbeit, z.B. als Konstrukteur, hin zu fachlich unspezifischer, unternehmerischer und Management-tätigkeit wider.

Da für technische Produkte, für deren Herstellung und Verarbeitung Werkstoffe benötigt werden, und technologische Entwicklungen ohne neue, weiterentwickelte oder angepasste Werkstoffe nicht möglich sind, wird dem Thema Werkstoffe ebenfalls eine angemessene Präsenz gewidmet. So werden z.B. in der „Hütte - Das Ingenieurwissen“ Werkstoffe auf 110 Seiten von der Erzeugung, Prüfung bis zur Auswahl beschrieben [1]. Im „Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau“ findet sich die Werkstofftechnik sogar auf 149 Seiten vertreten [2].

Leider beschränken sich die dort verfügbaren Informationen zu metallischen Werkstoffen auf sehr allgemeine Aussagen. Konkrete mechanische Eigenschaften, insbesondere bei hohen Temperaturen und langzeitiger Beanspruchung liegen in [1] überhaupt nicht vor, und in [2] beschränken sie sich auf 17 Legierungen aus dem gesamten Bereich der Fe-, Ni- und Co-Basis-Legierungen. Auch im „Stahlschlüssel“ [3] sind nur Daten zu fünf Nickellegierungen, aber immerhin 23 Stählen zu finden, die dann allerdings den gesamten Bereich der

hitzebeständigen Stähle und Heizleiterlegierungen abdecken müssen.

Auch in den Normen DIN EN 10090:1998 „Ventilstähle und -legierungen für Verbrennungskraftmaschinen“, DIN EN 10095:1999 „Hitzebeständige Stähle und Nickellegierungen“ und DIN EN 10269:2013 „Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen“ finden sich in Summe nur Angaben zu 48 Stählen und vier Nickellegierungen. DIN EN 10302:2008-06 „Warmfeste Stähle, Nickel- und Cobaltlegierungen“ stellt für alle drei Werkstoffgruppen lediglich ca. 30 Werkstoffe vor, dies jedoch mit sehr ausführlicher Temperaturstufelung [4]. Für den „Hitzebeständigen Stahlguss“ listet die DIN EN 10295:2002 lediglich Daten für 25 Stähle und vier Nickellegierungen auf.

Selbst in klassischen Nachschlagewerken der Apparate- und Anlagentechnik, wie z.B. von E. Klapp [5], finden sich außer der Angabe von Warmstreckgrenzen und allgemeinen Anwendungstemperaturgrenzen keine konkreten Werkstoffdaten.

Somit stellt sich die Frage, wie die Werkstoffauswahl für zeitstandbeanspruchte Bauteile für den Hochtemperaturbereich in der industriellen Praxis erfolgt.

Grundsätzlich bedient man sich folgender Informationsquellen:

- Erfahrungen mit Werkstoffen für gleiche oder ähnliche Einsatzzwecke,
- Werkstoffinformationen aus Werkstoffdatenblättern der Hersteller,
- Normen (DIN EN etc.), VdTÜV-Blätter oder ASME-Code Cases für druckbeaufschlagte Bauteile,
- Einzelpublikationen (Fachzeitschriften),
- Internet-Recherche,
- Qualitative Beratung und Empfehlung von Experten.

Da eine systematische, vergleichende Zusammenstellung von Zeitstanddaten über die Werkstoffgruppen hinaus fehlt, sind die Möglichkeiten des Konstrukteurs

bei der Werkstoffwahl hinsichtlich ökonomischer Optimierung, d.h. Waddickenreduzierung durch höherfeste Werkstoffe oder die Optimierung der Betriebssicherheit (Beanspruchungs-, Temperatur- und Zeitsicherheit) sehr begrenzt. Auch eine systematische Auswertung der verfügbaren Literatur und anderer Datenquellen wird nicht notwendigerweise für alle Werkstoffe genau die vom Konstrukteur geforderten Daten für die gewünschte Einsatztemperatur und -zeit abbilden können. Selbst wenn Daten für diese Zeit-Temperatur-Kombination nicht vorliegen, können bei einer ausreichenden Datendichte über einen breiten Temperaturbereich und ein großes Zeitfenster durch

eine Inter- und Extrapolation der vorhandenen Daten, genau für die gewünschte Zeit-Temperatur-Kombination Daten generiert werden.

Das vorliegende Buch ist ein Nachschlagewerk, das für zzt. ca. 300 Legierungen (199 Stähle, 77 Nickellegierungen und 23 Kobaltlegierungen) die verfügbare Zeitstanddatenbasis in übersichtlichen, einzelnen Werkstoffdatenblättern mit, soweit wie möglich, normgerechter Beschreibung darstellt. Über speziell für o.g. Werkstoffgruppen entwickelte Algorithmen und mithilfe eines Excel-Tools wird eine angemessene und sinnvolle Inter- und Extrapolation ermöglicht.

Die Werkstoffdatenblätter enthalten überwiegend nur Knetlegierungen (umformbare und fügbare Legierungen), da diese in weitaus größerem Maße als Gussprodukte als sogenannte „Commodities“ (Standardprodukte) über Händler als auch Hersteller zu beziehen sind.

Sie sind nach den Werkstoffgruppen Fe-, Ni- und Co-Basis-Legierungen geordnet. Aus dem Werkstoffverzeichnis in Kapitel 12 können die betreffenden Legierungen aus den jeweiligen Werkstoffgruppen ausgewählt werden.

Die Werkstoffe sind wie folgt gekennzeichnet:

- Lfd. Nr.,
- Werkstoffgruppe,
- Werkstoffbezeichnung,
- Kurzzeichen,
- Werkstoff-Nr.,
- UNS-Nr.,
- VdTÜV-Blatt-Nr. (falls vorhanden).

Da weitergehende Angaben zur aktuellen chemischen Zusammensetzung und Werkstoffvorbehandlung in der Regel fehlten, sind diese, auch unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.3 geschilderten Unsicherheiten bei der Datenermittlung, grundsätzlich weggelassen worden.

Die tabellarische Darstellung umfasst jeweils die Temperatur in °C, die Zeit in h, den Parameter  $P_{LM}$  nach Larson und Miller, die 1%-Zeitdehngrenze  $R_{p1/t/T}$  und die Zeitstandfestigkeit  $R_{m/t/T}$  in MPa.

Die Zeitstanddaten  $R_{p1/t/T}$  und  $R_{m/t/T}$  entstammen der in Kapitel 11 aufgeführten Literatur. Es wurden alle verfügbaren Temperaturen berücksichtigt, jedoch aus Gründen der betrieblichen Relevanz nur Zeitstanddaten ab 1.000 h.

Für die Ermittlung des Larson-Miller-Parameters  $P_{LM}$  hat sich ein C-Wert von 20 bewährt (siehe hierzu Kapitel 4.1).

Lagen für einen Datenpunkt ( $T, t$ ) in der Literatur unterschiedliche Werte vor, so wurde bei geringer Abwei-

chung der Werte der arithmetische Mittelwert gebildet. Unberücksichtigt blieben die Werte, die gegenüber denen aus anderen Quellen eine zu starke Abweichung zeigten. Weiterhin wurde versucht, theoretische Unmöglichkeiten und unlogische Angaben, wie z.B.  $R_{p1/t/T} > R_{m/t/T}$  für gleiche Temperaturen und Zeiten auszusortieren.

Zur Inter- und Extrapolation der Daten wurden die Funktionen  $\log R_{p1} = f(P_{LM})$  und  $\log R_m = f(P_{LM})$  mithilfe von in der Regel linearen, aber z.T. auch potenzförmigen Ausgleichsrechnungen ermittelt und grafisch dargestellt.

Die grafischen Darstellungen werden ergänzt durch die Angabe des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$  und, für diejenigen Anwender, die Inter- und Extrapolationen selbst vornehmen möchten, um den optimierten Algorithmus für die Berechnung von  $R_{p1/t/T}$  und  $R_{m/t/T}$ .

Für die Extrapolation von Daten sollte unbedingt berücksichtigt werden, dass ein hohes Bestimmtheitsmaß für die Beschreibung der existierenden, gemessenen Daten nicht immer eine Garantie für eine gute Extrapolation ist.

## 5.1 Fe-Basis-Legierungen

Zu den 199 dokumentierten Fe-Basis-Legierungen ließen sich für ca. 9% überhaupt keine Angaben – weder zur Zeitstandfestigkeit noch zu den Zeitdehngrenzen – in der Literatur finden.

Bei den Übrigen variierte die Beschreibungsart sehr stark. So waren für einige Legierungen nur Zeitdehngrenzen verfügbar, für andere wiederum nur Zeitstandfestigkeiten. Auch die Belegung mit Daten weist eine sehr unterschiedliche Dichte auf. Teilweise waren in 10 °C-Schritten Daten vorhanden, bei anderen Werk-

# 12

## Werkstoffverzeichnis

### 12.1 Werkstoffliste – Fe-Basis-Legierungen

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|----------------------|-----------------|---------|
| 1        | S 201                | 1.4372          | S 20100 |
| 2        | S 202                | 1.4373          | S 20200 |
| 3        | S 204                | 1.4597          | S 20400 |
| 4        | S 204L               | 1.4597          | S 20403 |
| 5        | S 301                | 1.4310          | S 30100 |
| 6        | S 302                | 1.4310          | S 30200 |
| 7        | S 302B               | 1.4330          | S 30215 |
| 8        | S 303                | 1.4305          | S 30300 |
| 9        | S 303Se              | 1.4305          | S 30323 |
| 10       | S 304                | 1.4301          | S 30400 |
| 11       | S 304HCu             | 1.4907          | -       |
| 12       | S 304-5R10           | 1.4948          | S 30409 |
| 13       | S 304H               | 1.4948          | S 30409 |
| 14       | S 305                | 1.4303          | S 30500 |
| 15       | S 309                | 1.4828          | S 30900 |
| 16       | S 310WCuCo           | 1.4990          | S 31035 |
| 17       | S 310S               | 1.4845          | S 31008 |
| 18       | S 310N               | 1.4952          | S 31042 |
| 19       | S 310H               | 1.4845          | S 31009 |
| 20       | S 314                | 1.4841          | S 31400 |
| 21       | S 316                | 1.4401          | S 31600 |
| 22       | S 316H               | 1.4919          | S 31609 |
| 23       | S 317                | 1.4449          | S 31700 |
| 24       | S 321                | 1.4541          | S 32100 |
| 25       | Alloy 153 MA         | 1.4818          | S 30415 |
| 26       | Alloy 330 HC         | 1.4886          | N 08330 |
| 27       | S 347                | 1.4550          | S 34700 |
| 28       | DMV 347HFG           | 1.4908          | -       |
| 29       | S 348                | 1.4550          | S 34800 |
| 30       | S 403                | 1.4001          | S 40300 |
| 31       | S 405                | 1.4002          | S 40500 |

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|----------------------|-----------------|---------|
| 32       | S 410                | 1.4006          | S 41000 |
| 33       | S 414                | 1.4008          | S 41400 |
| 34       | S 416                | 1.4005          | S 41600 |
| 35       | S 416Plus            | -               | S 41610 |
| 36       | S 416Se              | -               | S 41623 |
| 37       | S 420                | 1.4021          | S 42000 |
| 38       | S 422 (QT700)        | 1.4935          | S 42200 |
| 39       | S 430                | 1.4016          | S 43000 |
| 40       | S 430FSe             | 1.4104          | S 43020 |
| 41       | S 431                | 1.4057          | S 43100 |
| 42       | S 442                | 1.4742          | S 44200 |
| 43       | S 443                | 1.4521          | S 44300 |
| 44       | S 446                | 1.4762          | S 44600 |
| 45       | S 8R61               | 1.4918          | -       |
| 46       | 4986                 | 1.4986          | -       |
| 47       | 4586                 | 1.4586          | -       |
| 48       | 4962                 | 1.4962          | -       |
| 49       | 4910                 | 1.4910          | -       |
| 50       | 4988                 | 1.4988          | -       |
| 51       | 4926                 | 1.4926          | -       |
| 52       | S 641                | 1.4938          | S 64152 |
| 53       | 4913                 | 1.4913          | -       |
| 54       | 4903                 | 1.4903          | -       |
| 55       | 4712                 | 1.4712          | -       |
| 56       | 4713                 | 1.4713          | -       |
| 57       | 4720                 | 1.4720          | -       |
| 58       | 4724                 | 1.4724          | -       |
| 59       | 4725                 | 1.4725          | -       |
| 60       | 4749                 | 1.4749          | -       |
| 61       | 4765                 | 1.4765          | -       |
| 62       | 4767                 | 1.4767          | -       |
| 63       | 5310                 | 1.5310          | -       |
| 64       | Alloy 800            | 1.4876          | N 08800 |
| 65       | Alloy 800H           | 1.4958          | N 08810 |
| 66       | Alloy 800HT          | 1.4959          | N 08811 |
| 67       | Alloy 801            | -               | N 08801 |
| 68       | Alloy 802            | -               | N 08802 |
| 69       | Alloy 803            | -               | S 35045 |
| 70       | Alloy 805            | -               | -       |
| 71       | Alloy 832            | -               | -       |
| 72       | Alloy 840            | 1.4847          | N 08840 |
| 73       | Alloy 864            | 1.4854          | S 35135 |
| 74       | Alloy 890            | -               | N 08890 |

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|----------------------|-----------------|---------|
| 75       | Alloy 901            | 1.4898          | N 09901 |
| 76       | Alloy 903            | -               | N 19903 |
| 77       | Alloy 904            | -               | -       |
| 78       | Alloy 907            | -               | N 19907 |
| 79       | Alloy 908            | -               | N 09908 |
| 80       | Alloy 909            | -               | N 19909 |
| 81       | Alloy 925            | 2.4852          | N 09925 |
| 82       | Alloy 20             | 2.4660          | N 08020 |
| 83       | Alloy 28             | 1.4563          | N 08028 |
| 84       | Alloy A-286          | 1.4980          | S 66286 |
| 85       | Discaloy             | 1.4644          | S 66220 |
| 86       | Alloy 556            | 1.4833          | R 30556 |
| 87       | Alloy N-155          | 1.4980          | R 30115 |
| 88       | Alloy V-57           | 1.4980          | S 66300 |
| 89       | Alloy 19-9 DL        | 1.4316          | S 63198 |
| 90       | Pyromet CTX-1        | -               | N 19903 |
| 91       | Alloy W-545          | 1.4943          | S 66545 |
| 92       | Alloy AC 66          | 1.4877          | S 32280 |
| 93       | Alloy DS             | 1.4864          | N 08330 |
| 94       | Alloy 16-25-6        | -               | -       |
| 95       | Greek Ascology       | 1.4543          | S 41800 |
| 96       | Stainless W          | -               | S 17600 |
| 97       | Nitronic 40          | 1.3965          | S 21900 |
| 98       | 18 Ni (250)          | 1.6358          | K 92890 |
| 99       | 18 Ni (300)          | 1.6354          | K 93120 |
| 100      | Custom 455           | 1.4543          | S 45500 |
| 101      | AM-350               | 1.4457          | S 35000 |
| 102      | AM-355               | -               | S 35500 |
| 103      | Alloy PH 15-7Mo      | 1.4574          | S 15700 |
| 104      | Alloy 15-15N         | -               | -       |
| 105      | Alloy 17-14CuMo      | 1.4578          | S 31726 |
| 106      | Alloy 17-4PH         | 1.4548          | S 17400 |
| 107      | Alloy 17-7PH         | 1.4564          | S 17700 |
| 108      | Alloy 807            | -               | -       |
| 109      | Alloy 825            | 2.4858          | N 08825 |
| 110      | S 304L               | 1.4306/7        | S 30400 |
| 111      | S 309S               | 1.4833          | S 30908 |
| 112      | S 310                | 1.4845          | S 31000 |
| 113      | S 316L               | 1.4404          | S 31603 |
| 114      | S 304N               | -               | -       |
| 115      | S 316N               | -               | -       |
| 116      | Sandvik 5R10         | 1.4301          | S 30400 |
| 117      | RA 85 H              | -               | S 30615 |

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|----------------------|-----------------|---------|
| 118      | RA 253 MA            | 1.4835          | S 30815 |
| 119      | Nitronic 50          | 1.3964          | S 20910 |
| 120      | USS Tenelon          | -               | S 21400 |
| 121      | Esshete 1250         | 1.4982          | S 21500 |
| 122      | Avesta 353 MA        | 1.4854          | S 35315 |
| 123      | RA-330               | 1.4886          | N 08330 |
| 124      | RA-330TX             | 1.4876          | N 08332 |
| 125      | Carpenter 21-12      | -               | S 63016 |
| 126      | Moly Acoloy          | 1.4313          | S 41500 |
| 127      | Lapelloy             | -               | S 42300 |
| 128      | T 262                | 1.4986          | -       |
| 129      | 4821                 | 1.4821          | -       |
| 130      | 4861                 | 1.4861          | -       |
| 131      | 4878                 | 1.4878          | -       |
| 132      | 4885                 | 1.4885          | -       |
| 133      | 4843                 | 1.4843          | -       |
| 134      | 4860                 | 1.4860          | -       |
| 135      | 4905                 | 1.4905          | -       |
| 136      | 4922                 | 1.4922          | -       |
| 137      | 4923                 | 1.4923          | -       |
| 138      | 4941                 | 1.4941          | -       |
| 139      | 4945                 | 1.4945          | -       |
| 140      | 4945 (ausgehärtet)   | 1.4945          | -       |
| 141      | 4951                 | 1.4951          | -       |
| 142      | 4961                 | 1.4961          | -       |
| 143      | 4971                 | 1.4971          | -       |
| 144      | 4981                 | 1.4981          | -       |
| 145      | 4983                 | 1.4983          | -       |
| 146      | 4911                 | 1.4911          | -       |
| 147      | S 422 (QT800)        | 1.4935          | S 42200 |
| 148      | P250 GH              | 1.0460          | K03504  |
| 149      | P235 GH              | 1.0345          | K01501  |
| 150      | P265 GH              | 1.0425          | K01701  |
| 151      | P295 GH              | 1.0481          | K02203  |
| 152      | 16Mo3                | 1.5415          | K11820  |
| 153      | 13CrMo 4-5           | 1.7335          | K11547  |
| 154      | 10CrMo 9-10          | 1.7380          | K21390  |
| 155      | P235 G1TH            | 1.0305          | K01201  |
| 156      | X45CrSi 9-3          | 1.4718          | -       |
| 157      | X40CrSiMo 10-2       | 1.4731          | -       |
| 158      | X85CrMoV 18-2        | 1.4748          | -       |
| 159      | X55CrMnNiN 20-8      | 1.4775          | -       |
| 160      | X53CrMnNiN 21-9      | 1.4871          | -       |

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung    | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|-------------------------|-----------------|---------|
| 161      | X50CrMnNiNbN 21-9       | 1.4882          | -       |
| 162      | X53CrMnNiNbN 21-9       | 1.4870          | -       |
| 163      | X33CrNiMnN 23-8         | 1.4866          | -       |
| 164      | X3CrAlTi 18-2           | 1.4736          | -       |
| 165      | X25CrMnNiN 25-9-7       | 1.4872          | -       |
| 166      | X10NiCrSiNb 35-22       | 1.4887          | -       |
| 167      | C35E                    | 1.1181          | -       |
| 168      | 20Mn5                   | 1.1133          | -       |
| 169      | 25CrMo 4                | 1.7218          | -       |
| 170      | 42CrMo 5-6              | 1.7233          | -       |
| 171      | 40CrMoV 4-6             | 1.7711          | -       |
| 172      | 21CrMoV 5-7             | 1.7709          | -       |
| 173      | 20CrMoVTiB 4-10         | 1.7729          | -       |
| 174      | X15CrMo 5-1             | 1.7390          | -       |
| 175      | GX 30CrSi 7             | 1.4710          | -       |
| 176      | GX 40CrSi 13            | 1.4729          | -       |
| 177      | GX 40CrSi 17            | 1.4740          | -       |
| 178      | GX 40CrSi 24            | 1.4745          | -       |
| 179      | GX 40CrSi 28            | 1.4776          | -       |
| 180      | GX 130CrSi 29           | 1.4777          | -       |
| 181      | GX 160CrSi 18           | 1.4743          | -       |
| 182      | GX 40CrNiSi 27-4        | 1.4823          | -       |
| 183      | GX 25CrNiSi 18-9        | 1.4825          | -       |
| 184      | GX 40CrNiSi 22-10       | 1.4826          | -       |
| 185      | GX 25CrNiSi 20-14       | 1.4832          | -       |
| 186      | GX 40CrNiSi 25-12       | 1.4837          | -       |
| 187      | GX 40CrNiSi 25-20       | 1.4848          | -       |
| 188      | GX 40CrNiSiNb 24-24     | 1.4855          | -       |
| 189      | GX 35NiCrSi 25-21       | 1.4805          | -       |
| 190      | GX 40NiCrSi 35-17       | 1.4806          | -       |
| 191      | GX 40NiCrSiNb 35-18     | 1.4807          | -       |
| 192      | GX 40NiCrSi 38-19       | 1.4865          | -       |
| 193      | GX 40NiCrSiNb 38-19     | 1.4849          | -       |
| 194      | GX 10NiCrSiNb 32-20     | 1.4859          | -       |
| 195      | GX 40NiCrSi 35-26       | 1.4857          | -       |
| 196      | GX 40NiCrSiNb 35-26     | 1.4852          | -       |
| 197      | GX 50NiCrCo 20-20-20    | 1.4874          | -       |
| 198      | GX 50NiCrCoW 35-25-15-5 | 1.4869          | -       |
| 199      | GX 40NiCrNb 45-35       | 1.4889          | -       |

## 12.2 Werkstoffliste – Ni-Basis-Legierungen

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung        | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|-----------------------------|-----------------|---------|
| 1        | Alloy 201                   | 2.4068          | N 02201 |
| 2        | Alloy 400                   | 2.4360          | N 04400 |
| 3        | Alloy 75                    | 2.4951          | N 06075 |
| 4        | Alloy 690                   | 2.4642          | N 06690 |
| 5        | Alloy 602CA                 | 2.4633          | N 06025 |
| 6        | Alloy 617                   | 2.4663          | N 06617 |
| 7        | Alloy X                     | 2.4665          | N 06002 |
| 8        | Alloy 333                   | 2.4608          | N 06333 |
| 9        | Alloy 600                   | 2.4816          | N 06600 |
| 10       | Alloy 601                   | 2.4851          | N 06601 |
| 11       | Alloy 45-TM                 | 2.4889          | N 06045 |
| 12       | Alloy X-752                 | N 07752         | -       |
| 13       | Astroloy                    | -               | N 13017 |
| 14       | Alloy 214                   | 2.4646          | N 07214 |
| 15       | Alloy D-979                 | -               | N 09979 |
| 16       | Alloy S                     | -               | N 06635 |
| 17       | Alloy 230                   | 2.4733          | N 06230 |
| 18       | Alloy 625                   | 2.4856          | N 06625 |
| 19       | Alloy 706                   | -               | N 09706 |
| 20       | Alloy M-252                 | -               | N 07252 |
| 21       | Alloy 90                    | 2.4632          | N 07090 |
| 22       | Alloy 105                   | 2.4634          | N 03021 |
| 23       | Alloy 115                   | 2.4636          | -       |
| 24       | Alloy PE 16                 | -               | -       |
| 25       | Alloy PK 33                 | -               | -       |
| 26       | Alloy 41                    | 2.4973          | N 07041 |
| 27       | Alloy 95                    | -               | -       |
| 28       | Alloy 500                   | 2.4666          | N 07500 |
| 29       | Alloy 520                   | -               | N 07520 |
| 30       | Alloy 700                   | -               | -       |
| 31       | Alloy 710                   | -               | -       |
| 32       | Alloy 720                   | -               | -       |
| 33       | Alloy AF2-1DA6              | -               | N 07012 |
| 34       | Waspaloy (früher Alloy 685) | 2.4654          | N 07001 |
| 35       | NiCr8020                    | 2.4869          | N 06003 |
| 36       | NiCr7030                    | 2.4658          | N 06008 |
| 37       | Pyromet 860                 | -               | -       |
| 38       | Pyromet 31                  | -               | N 07031 |
| 39       | Alloy 242                   | -               | N 10242 |
| 40       | NiCr6015                    | 2.4867          | N 06004 |
| 41       | Alloy 81                    | -               | -       |

| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung           | Werkstoffnummer | UNS-Nr.       |
|----------|--------------------------------|-----------------|---------------|
| 42       | Alloy 86                       | -               | -             |
| 43       | Alloy 95                       | -               | -             |
| 44       | Alloy 100                      | -               | -             |
| 45       | Alloy 108/109                  | -               | -             |
| 46       | Alloy AP-1                     | -               | -             |
| 47       | Alloy PE 11                    | -               | -             |
| 48       | Alloy PK-31                    | -               | -             |
| 49       | Alloy 693                      | -               | N 06693       |
| 50       | Alloy K-500                    | 2.4375          | N 05500       |
| 51       | Alloy 80A                      | 2.4952          | N 07080       |
| 52       | Alloy X-750                    | 2.4669          | N 07750       |
| 53       | Alloy X-751                    | 2.4694          | N 07751       |
| 54       | Alloy 718/718SPF               | 2.4668          | N 07718/07719 |
| 55       | Alloy C 263                    | 2.4650          | N 07263       |
| 56       | Alloy 587 (entspr. Alloy 91)   | -               | -             |
| 57       | Alloy PK 50 (entspr. Waspaloy) | 2.4654          | N 07001       |
| 58       | Alloy 901                      | 2.4662          | N 09901       |
| 59       | Alloy HR-160                   | -               | N 12160       |
| 60       | Alloy 597 (entspr. Alloy 101)  | 2.4878          | -             |
| 61       | Alloy Udimet 400               | -               | -             |
| 62       | Alloy 91 (entspr. Alloy 587)   | -               | -             |
| 63       | Alloy 101 (entspr. Alloy 597)  | -               | -             |
| 64       | Alloy 657                      | -               | -             |
| 65       | Alloy 671                      | 2.4816          | N 06671       |
| 66       | Alloy 942                      | -               | -             |
| 67       | Alloy 150                      | -               | -             |
| 68       | Alloy PK-37                    | -               | -             |
| 69       | Alloy 120                      | -               | -             |
| 70       | Alloy 630                      | -               | -             |
| 71       | Alloy PK 25                    | 2.4666          | -             |
| 72       | Alloy 740H                     | -               | N 07740       |
| 73       | Alloy 617DMVmod.               | 2.4673          | N 06617       |
| 74       | -                              | 2.4955          | -             |
| 75       | G-NiCr28W                      | 2.4879          | -             |
| 76       | G-NiCr50Nb                     | 2.4680          | -             |
| 77       | G-NiCr15                       | 2.4815          | -             |

## 12.3 Werkstoffliste – Co-Basis-Legierungen

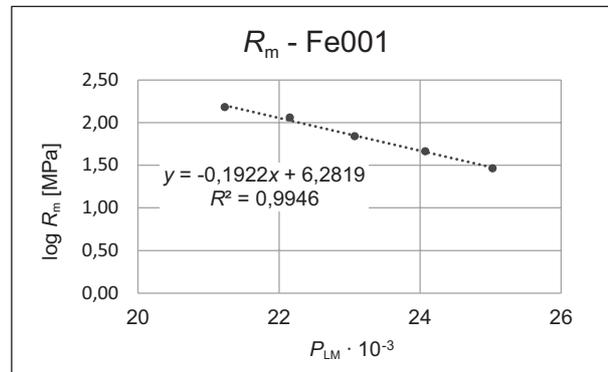
| Lfd.-Nr. | Werkstoffbezeichnung              | Werkstoffnummer | UNS-Nr. |
|----------|-----------------------------------|-----------------|---------|
| 1        | Alloy 188                         | 2.4683          | R 30188 |
| 2        | Alloy L-605                       | 2.4964          | R 30605 |
| 3        | Alloy MAR-M918                    | -               | -       |
| 4        | Alloy 25 (id. mit alloy L-605)    | 2.4964          | R 30605 |
| 5        | Alloy 150 (entspr. UMCO 50)       | 2.4778          | R 30150 |
| 6        | Alloy UMCO 50 (entspr. Alloy 150) | 2.4778          | R 30150 |
| 7        | Alloy Alloy UMCO 51               | -               | -       |
| 8        | Alloy 6B                          | -               | R 30016 |
| 9        | Alloy MP-35N                      | -               | R 30035 |
| 10       | Alloy S-816                       | -               | -       |
| 11       | Alloy J-1570                      | -               | -       |
| 12       | Alloy J-1650                      | -               | -       |
| 13       | Havar                             | -               | R 30004 |
| 14       | Alloy MP-159                      | -               | R 30159 |
| 15       | Multimet N-155                    | 1.4971 u. a.    | R 30155 |
| 16       | Alloy CM-7 (mod. Alloy L-605)     | -               | -       |
| 17       | Elgiloy                           | 2.4711          | R 30003 |
| 18       | Phynox (id. mit Elgiloy)          | 2.4711          | R 30003 |
| 19       | Alloy S-57                        | -               | -       |
| 20       | Alloy 783                         | -               | R 30783 |
| 21       | Alloy 694 (CM-64)                 | -               | -       |
| 22       | Ultimet 1233                      | 2.4681          | R 31233 |
| 23       | Duratherm 600                     | 2.4781          | R 30600 |

# ANHANG A

Werkstoffdatenblätter mit Zeitstanddaten  
für Fe-Basis-Legierungen

## Lfd. Nr: Fe001

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Werkstoffgruppe:      | Fe-Legierung     |
| Werkstoffbezeichnung: | S 201            |
| Kurzzeichen:          | X12CrMnNiN17-7-5 |
| Werkst.-Nr.:          | 1.4372           |
| UNS:                  | S 20100          |
| VdTÜV-Blatt:          | -                |



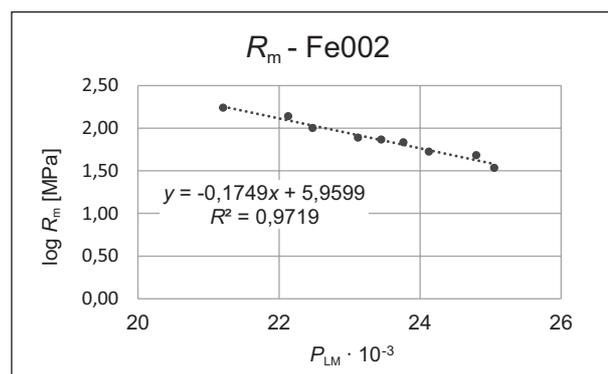
| Temperatur in °C | t in h | $P_{LM} \cdot 10^{-3}$ | $R_{p1,0}$ in MPa | $R_m$ in MPa |
|------------------|--------|------------------------|-------------------|--------------|
| 650              | 1.000  | 21,23                  | -                 | 151          |
| 730              | 1.000  | 23,07                  | -                 | 69           |
| 815              | 1.000  | 25,03                  | -                 | 29           |
| 650              | 10.000 | 22,16                  | -                 | 114          |
| 730              | 10.000 | 24,08                  | -                 | 46           |

## Quellen:

1. Rothman, M. F. (ed.): High-Temperature Property Data: Ferrous Alloys. ASM Int., Metals Park, OH, USA 1988, p. 9.6
2. Peckner, D./Bernstein, I. M.: Handbook of Stainless Steels. McGraw-Hill Book Comp., New York 1977, p. 21-11

## Lfd. Nr: Fe002

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Werkstoffgruppe:      | Fe-Legierung     |
| Werkstoffbezeichnung: | S 202            |
| Kurzzeichen:          | X12CrMnNiN18-9-5 |
| Werkst.-Nr.:          | 1.4373           |
| UNS:                  | S 20200          |
| VdTÜV-Blatt:          | -                |



# Index

## A

Anlagen zur Zeitstanddatenermittlung 13  
Äquikohäsionstemperatur 27  
Ashby-Diagramm 25  
Auswahlkriterien der Kennwerte 9

## B

Bauteilkonforme Kennwerte 9  
Beanspruchungsakkumulation,  
statische Belastung 35  
Beanspruchungsakkumulation,  
zyklische Belastung 35  
Beanspruchungssicherheit 11  
Belastungskonforme Kennwerte 9  
Biegung 33  
Bruchmechanismus 26  
Bruchmechanismuskarte 26

## C

Co-Basis-Legierungen 24  
Coble-Kriechen 26

## D

Dauerschwingfestigkeit 35  
Diffusionskriechen 25

## E

Ebener Spannungszustand 33  
Eigenschaftsverschlechterung, Ursachen 8  
Einachsiger Spannungszustand 33  
Einzelprüfanlagen 14  
Erweiterte Unsicherheit (UE) 21  
Eulersche Knickformel 34  
Extrapolationszeitverhältnis 20  
Extrapolation von Zeitstanddaten 19

## F

Fe-Basis-Legierungen 23  
Formänderung, Definition 17

## G

Gefügeklassen des Schädigungsverlaufs 30  
Gesamt-Unsicherheitsfaktor 21  
Grenzschlankheitsgrad  $\lambda_0$  34  
Grenztemperatur 3

## H

Hochtemperaturwerkstoffe, Definition 3

## I

Interkristalliner Kriechbruch 26  
Interpolation von Zeitstanddaten 19  
Iso-Stress-Methode 30

## K

Knickschwingung 34  
Konstruktion mit Werkstoffen für hohe Temperaturen,  
Besonderheiten 39  
Korngrenzendiffusion 26  
Kriechschäden 25  
Kriechversuch 6

## L

Larson-Miller-Parameter 19

## M

Manson-Haferd-Parameter 20  
Mechanisch-thermische Belastungsfälle 33  
Mechanismen der Festigkeitssteigerung 8  
Mehrfachprüfeinrichtungen 14

Messtechnische Bestimmung von Zeitstanddaten 15  
 Monkman-Grant-Beziehung 20

## N

Nabarro-Herring-Kriechen 26  
 Ni-Basis-Legierungen 24

## O

Oberflächenfehler, Beseitigung 31

## R

Rekonditionierungsmaßnahmen 31  
 Replica-Technik 29  
 Restlebensdauerbestimmung 29  
 Rotierende Bauteile 34

## S

Schadensakkumulationshypothese modifiziert nach  
 Haibach 37  
 Schadensakkumulationshypothese modifiziert nach  
 Miner-Zenner-Liu 37  
 Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren  
 und Miner 36  
 Schadensakkumulationshypothese nach Robinson  
 und Taira 35  
 Schlankheitsgrad 34  
 Sherby-Dorn-Parameter 20  
 Streuung der Zeitbruchfestigkeit 22  
 Strukturfehler, Beseitigung 31

## T

Temperatursicherheit 11  
 Transkristalliner Kriechbruch 26  
 Typische Kennwerte 16

## V

Verformungsmechanismus 6, 25  
 Verformungsmechanismuskarte 25  
 Versagensmechanismus 6  
 Versetzungskriechen 25  
 Vielprobenprüfeinrichtung 15  
 Volumendiffusion 26  
 Volumenfehler, Beseitigung 31

## W

Wechselbeanspruchung 34  
 Werkstoffdatenblätter 23, 51, 245, 309  
 Werkstoffliste  
 – Co-Basis-Legierungen 50  
 – Fe-Basis-Legierungen 43  
 – Ni-Basis-Legierungen 48  
 Werkstoffverzeichnis 43

## Z

Zeitabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften 4  
 Zeitdehngrenze 17  
 Zeitschwingfestigkeit, Frequenzabhängigkeit 35  
 Zeitschwingfestigkeit, Temperaturabhängigkeit 35  
 Zeitsicherheit 11  
 Zeitstandbrüche 25  
 Zeitstanddaten  
 – Co-Basis-Legierungen 309  
 – Fe-Basis-Legierungen 51  
 – Ni-Basis-Legierungen 245  
 Zeitstanddaten, Ermittlung 13  
 Zeitstandfestigkeit, Definition 16