

HANSER



Leseprobe

zu

Zeitstandverhalten von metallischen Werkstoffen

von Ulrich Brill

ISBN (Buch): 978-3-446-45531-3

ISBN (E-Book): 978-3-446-45985-4

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45531-3>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

Vorwort	VII
1 Einleitung	1
2 Festigkeit und Verformung bei hohen Temperaturen	3
2.1 Zeitabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften	4
2.2 Verformungs- und Versagensmechanismen	6
2.3 Mechanismen der Festigkeitssteigerung	8
2.4 Ursachen der Eigenschaftsverschlechterung	8
2.5 Bauteil- und belastungskonforme Auswahlkriterien der Kennwerte	9
3 Ermittlung von Zeitstanddaten	13
3.1 Anlagen zur Ermittlung von Zeitstanddaten	13
3.2 Messtechnische Bestimmung der Zeitstanddaten	15
3.3 Typische Kennwerte und ihre Bedeutung	16
4 Inter- und Extrapolation von Zeitstanddaten	19
4.1 Inter- und Extrapolationsverfahren	19
4.2 Extrapolationszeitverhältnis (EZV)	20
4.3 Gesamt-Unsicherheitsfaktor (erweiterte Unsicherheit U_E)	21
5 Werkstoffdatenblätter	23
5.1 Fe-Basis-Legierungen	23
5.2 Ni-Basis-Legierungen	24
5.3 Co-Basis-Legierungen	24
6 Kriechschäden und Zeitstandbrüche	25
6.1 Verformungsmechanismen (Ashby-Diagramm)	25
6.2 Bruchmechanismuskarte	26

7	Restlebensdauerbestimmung	29
7.1	Replica-Technik	29
7.2	Iso-Stress-Methode	30
8	Rekonditionierungsmaßnahmen	31
9	Konsequenzen für betriebsbeanspruchte Bauteile	33
9.1	Feststellung des tatsächlichen mechanisch-thermischen Belastungsfalls	33
9.2	Beanspruchungsakkumulation	35
10	Besonderheiten bei der Konstruktion mit Werkstoffen für hohe Temperaturen	39
11	Literaturverzeichnis	41
12	Werkstoffverzeichnis	43
12.1	Werkstoffliste – Fe-Basis-Legierungen	43
12.2	Werkstoffliste – Ni-Basis-Legierungen	48
12.3	Werkstoffliste – Co-Basis-Legierungen	50
Anhang A		51
	Werkstoffdatenblätter mit Zeitstanddaten für Fe-Basis-Legierungen	51
Anhang B		245
	Werkstoffdatenblätter mit Zeitstanddaten für Ni-Basis-Legierungen	245
Anhang C		309
	Werkstoffdatenblätter mit Zeitstanddaten für Co-Basis-Legierungen	309
Index		325

In den klassischen Kompendien und Nachschlagewerken für Techniker und Ingenieure findet sich ein weitreichendes und interdisziplinäres Wissen, um Ingenieure in ihren beruflichen Aufgabenfeldern 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 Ascloy	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

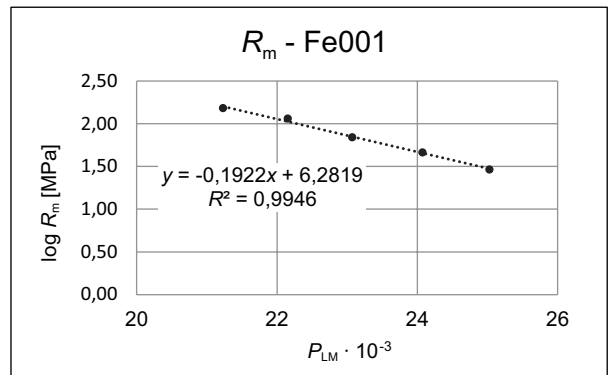
Lfd.-Nr.	Werkstoffbezeichnung	Werkstoffnummer	UNS-Nr.
1	Alloy 188	2.4683	R 30188
2	Alloy L-605	2.4964	R 30605
3	Alloy MAR-M918	-	-
4	Alloy 25 (id. mit alloy L-605)	2.4964	R 30605
5	Alloy 150 (entspr. UMCO 50)	2.4778	R 30150
6	Alloy UMCO 50 (entspr. Alloy 150)	2.4778	R 30150
7	Alloy Alloy UMCO 51	-	-
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:	-



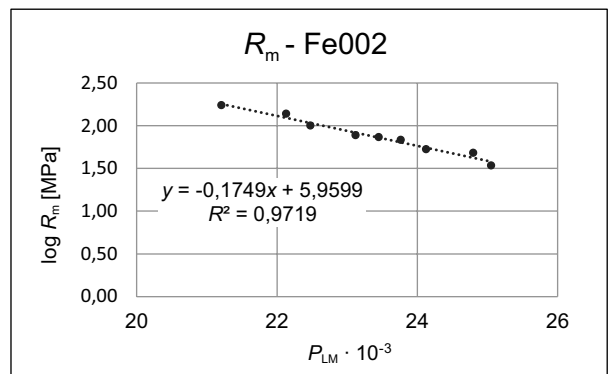
Temperatur in °C	t in h	$P_{LM} \cdot 10^{-3}$	$R_{p1,0}$ in MPa	R_m in MPa
650	1.000	21,23	-	151
730	1.000	23,07	-	69
815	1.000	25,03	-	29
650	10.000	22,16	-	114
730	10.000	24,08	-	46

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
Eigenschaftverschlechterung, 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 λ_0 34
Grenztemperatur 3

H

Hochtemperaturwerkstoffe, Definition 3

I

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

K

Knickspannung 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