

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298513

xxx
270

BEZIEHUNGEN
ZWISCHEN
ZERREISSFESTIGKEIT
UND
CHEMISCHER ZUSAMMENSETZUNG
VON
EISEN UND STAHL.

VON
HANNS FREIHERR JÜPTNER VON JONSTORFF.

F. Nr. 20143



VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1895.

XXX

270

31816



Akc. Nr. 4602/50

Vorwort.

Vorliegende bescheidene Arbeit will nur als ein Versuch gelten, bei Lösung der noch so dunklen Fragen über den Zusammenhang von physikalischen und chemischen Eigenschaften des Eisens und Stahles einen kleinen Schritt weiter vorwärts zu kommen.

Sich wohl bewusst, dass eine endgültige Lösung dieser Fragen nur durch genaue Kenntniss der chemischen Constitution dieser Materialien und durch Einbeziehung sehr umfangreicher Versuchsdaten zu erlangen sein wird, übergibt der Verfasser dieselbe der Oeffentlichkeit in der Hoffnung, dadurch zu weiteren Forschungen auf diesem für Theorie und Praxis gleich wichtigen Gebiete anzuregen.

Der Verfasser.

Dass zwischen der chemischen Zusammensetzung von Eisen und Stahl und der Zerreiissfestigkeit dieser Materialien ein Zusammenhang bestehen müsse, ist wohl schon längst klar, jedoch ist über denselben bisher nicht viel mehr bekannt, als dass nicht allein der Kohlenstoff, sondern auch Silicium, Mangan, Phosphor etc. eine Steigerung der Festigkeit (wenigstens innerhalb gewisser Grenzen) bewirken.

Schon vor Jahren wurden mehrfach Versuche gemacht, Formeln aufzustellen, welche die Berechnung der Zerreiissfestigkeit (in t per 1 cm² Querschnitt) mit Berücksichtigung des Kohlenstoffgehaltes ermöglichen sollten. Die wichtigsten derselben sind die folgenden:

Formel von Deshay:

$$\beta_z = 3.009 + 1.805 C + 3.611 C^2.$$

Formeln von Thurston (für Minimalwerthe):

a) unangelegt:

$$\beta_z = 4.232 + 4.937 C.$$

b) ausgelegt:

$$\beta_z = 3.527 + 4.232 C.$$

Formel von Bauschinger (für Bessemerstahl):

$$\beta_z = 4.364 (1 + C^2).$$

Formel von Weyrauch (Minimalwerthe):

$$\beta_z = 4.417 (1 + C).$$

Formel von Salom (gewöhnliche Werthe):

$$\beta_z = 3.174 + 7.053 C.$$

Andere haben sich darauf beschränkt, Kohlenstoffgehalte und zugehörige Festigkeiten in Tabellen zusammenzustellen, wie Gatewood und H. M. Howe.

Tabelle von Gatewood.

Kohlenstoff % . .	0.1—0.2	0.2—0.3	0.3—0.4	0.4—0.5	0.5—0.6	0.6—0.7
Reissfestigkeit t .	4.585	4.937	5.360	5.854	6.418	7.053

Kohlenstoff % . .	0.7—0.8	0.8—0.9	0.9—1.0	1.0—1.1	1.1—1.2	—
Reissfestigkeit t .	7.688	8.252	8.252	7.053	4.232	—

Tabelle von H. M. Howe
(für gewöhnlichen, ungehärteten Stahl).

Kohlenstoff %	0.5	0.1	0.15	0.20	0.30	0.40	
Reissfestigkeit t {	Minimum . .	3.527	3.527	3.879	4.232	4.585	4.937
	Maximum . .	4.655	4.937	5.296	5.642	6.348	7.053

Kohlenstoff %	0.50	0.60	0.80	1.00	1.3	
Reissfestigkeit t {	Minimum . .	5.290	5.642	6.348	6.348	6.348
	Maximum . .	7.758	8.463	10.580	11.990	8.111

Alle diese Formeln und Zusammenstellungen leiden an dem Fehler, dass sie ausschliesslich den Kohlenstoffgehalt berücksichtigen und von den übrigen Bestandtheilen gänzlich absehen. Im Folgenden soll es nun versucht werden, eine derartige Formel unter Berücksichtigung von Kohlenstoff, Silicium und Mangan aufzustellen. Von Schwefel, Phosphor und anderen Elementen wurde abgesehen, weil einerseits zu deren Berücksichtigung nicht genügend Material vorlag, und weil andererseits Phosphor und Schwefel — wenigstens in den geringen vorhandenen Mengen — nur einen geringen Einfluss auf die Festigkeit ausüben.

Dass die Uebereinstimmung zwischen berechneter und direct ermittelter Reissfestigkeit in einzelnen Fällen zu wünschen übrig lassen würde, war wohl vorauszusehen, da ja nur der Gesamtkohlenstoffgehalt (nicht aber die Härtungs- und Cement-Kohle) berücksichtigt werden konnte, und da die mechanische Bearbeitung gleichfalls erhebliche Veränderungen der Festigkeit bewirkt. Aus diesem Grunde konnten auch nur solche Festigkeitsresultate in

Betracht gezogen werden, bei welchen die Proben einer möglichst gleichartigen Behandlung unterzogen worden waren. Dass vorhandene Abweichungen theilweise auch auf Fehler bei der Analyse und bei den Zerreißversuchen, sowie auf kleine Ungleichheiten des Materiales zurückgeführt werden können, braucht kaum erwähnt zu werden.

Die zu besprechende Formel basirt zunächst auf der Annahme, dass die festigende Wirkung der Elemente bezogen auf deren Atomgewichte in einfachen Verhältnissen zu einander stehen dürften. Nun sind die Atomgewichte der hier in Frage kommenden Elemente folgende:

Kohlenstoff	11.97 oder abgerundet	12
Silicium	28.00 " "	28
Mangan	54.80 " "	56*).

Durch Abkürzung erhält man folgende Verhältnisszahlen:

Kohlenstoff	3
Silicium	7
Mangan	14.

Man erhält somit die relativen Atommengen der Bestandtheile des Eisens oder Stahles, wenn man die Procentzahlen der Bestandtheile durch die entsprechenden eben angeführten Verhältnisszahlen dividirt. Ein Beispiel möge dies erläutern:

Bestandtheile	%	Verhältnisszahl	relative Atommenge
Kohlenstoff	0.540	: 3 =	0.180
Silicium	0.308	: 7 =	0.044
Mangan	0.417	: 14 =	0.030.

Bei der grossen Aehnlichkeit, welche die Elemente Kohlenstoff und Silicium sowohl an und für sich, als in ihrem Auftreten im Eisen zeigen, lässt sich von vornherein vermuthen, dass sie im Verhältnisse ihrer Atomgewichte auch gleiche Wirkung auf die Festigkeit ausüben werden; für Mangan war dies allerdings nicht vorauszusehen, doch hat die Erfahrung (wie aus dem Folgenden hervorgeht) gezeigt, dass es auch hier der Fall ist.

Da der Eisengehalt des Stahles immer nahe an etwa 98% liegen wird, kann von den kleinen Aenderungen desselben wenigstens bei dem vorliegenden ersten Versuche abgesehen werden.

*) Das Atomgewicht des Mangan wurde zur Vereinfachung der Rechnung auf 56 abgerundet, wodurch ja nur kaum unmerkliche Abweichungen erhalten werden.

Die Vergleichung zahlreicher Zerreißversuche und die Zusammensetzung der betreffenden Proben ergab nun, dass Kohlenstoff, Silicium oder Mangan die Festigkeit des Eisens innerhalb der gewöhnlichen Grenzwerthe in nachfolgender Weise erhöhen:

Bestandtheil:	%	Verhältniss- zahl	relative Atommenge	
Kohlenstoff	3.00	: 3	= 1.00	} erhöhen die Festig- keit des Eisens um etwa 20 t per cm ² .
Silicium	7.00	: 7	= 1.00	
Mangan	14.00	: 14	= 1.00	

Die circa 98% Eisen selbst liefern nach den erwähnten Vergleichungen eine Grundfestigkeit von etwa 2.5 t per cm².

Bezeichnet man somit die Gehalte des Eisens oder Stahles an Kohlenstoff, Silicium und Mangan in per millen der Reihe nach mit *C*, *Si* und *Mn*, so gelangen wir für die Zerreißfestigkeit in t per cm² zu folgender empirischen Formel:

$$\begin{aligned} \beta_z &= 2.50 + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{2}{14} Mn \\ &= 2.50 + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn. \end{aligned}$$

Dass diese Formel nur als erste Annäherung betrachtet werden will, die, sowohl wegen des Einflusses der mechanischen Bearbeitung als der Härtung und des Ausglühens und der übrigen Bestandtheile, aber auch wegen etwaiger Veränderungen der Werthe mit steigenden Procentgehalten der Bestandtheile einer Verbesserung fähig, aber auch bedürftig ist, braucht wohl kaum erwähnt zu werden; dass sie aber schon jetzt recht brauchbare Resultate liefert, zeigt die folgende Zusammenstellung, welche sämtliche bei der Aufstellung der Formel benutzten Daten enthält. Vorher möge aber noch an dem oben gegebenen Beispiele die Art der Berechnung gezeigt werden:

$$\begin{aligned} \text{berechnete Festigkeit} &= 2.50 + \frac{2}{3} \cdot 5.40 + \frac{2}{7} \cdot 3.08 + \frac{1}{7} \cdot 4.17 \\ &= 2.50 + 3.60 + 0.88 + 0.60 &= 7.58 \text{ t} \\ \text{direct ermittelte Festigkeit} &= \dots \dots \dots = 7.60 \text{ ,,} \\ & \hspace{15em} \text{Differenz} = + 0.02 \text{ t.} \end{aligned}$$

In den folgenden Tabellen sind die Werthe

$$\frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn = \Sigma$$

aufgenommen worden, zu welchen nur noch die Grundfestigkeit = 2·50 t zu addiren ist, um die berechnete Zerreißfestigkeit β_z' zu erhalten. Die direct ermittelte Festigkeit ist mit β_z bezeichnet. Die Differenzreihe giebt die Werthe $\beta_z - \beta_z'$.

Tabelle I.

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreißfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelte β_z	
1	0·176	0·013	0·233	0·0682	—	1·51	4·01	4·22	+ 0·21
2	0·168	0·010	0·469	0·0432	—	1·81	4·31	4·26	— 0·05
3	0·176	0·010	0·460	0·0339	—	1·88	4·38	4·12	— 0·26
4	0·207	0·009	0·391	0·0339	—	1·96	4·46	4·40	— 0·06
5	0·179	0·248	0·397	0·0346	0·023	2·47	4·97	4·37	— 0·60
	"	"	"	"	"	"	4·97	4·44	— 0·53
6	0·292	0·029	0·472	0·0520	0·011	2·69	5·19	5·35	+ 0·16
7	0·278	0·037	0·520	0·0554	0·015	2·70	5·20	5·03	— 0·17
8	0·275	0·029	0·602	0·0273	0·008	2·78	5·28	4·56	— 0·72
9	0·159	0·349	0·512	0·0167	—	2·79	5·29	4·72	— 0·57
10	0·160	0·326	0·696	0·0166	—	2·99	5·49	5·00	— 0·49
11	0·300	0·168	0·393	0·0448	—	3·04	5·54	5·15	— 0·39
12	0·355	0·031	0·480	0·0444	0·015	3·13	5·63	5·05	— 0·58
13	0·182	0·326	0·696	0·0183	—	3·15	5·65	5·00	— 0·65
14	0·360	0·058	0·520	0·0601	0·006	3·30	5·80	5·50	— 0·30
15	0·296	0·187	0·552	0·0400	0·013	3·31	5·81	5·40	— 0·41
16	0·380	0·059	0·441	0·0547	0·014	3·33	5·83	5·31	— 0·52
17	0·360	0·027	0·616	0·0275	—	3·36	5·86	5·72	— 0·14
18	0·320	0·157	0·648	0·0408	0·012	3·51	6·01	5·57	— 0·44
19	0·340	0·149	0·624	0·0410	0·011	3·57	6·07	5·59	— 0·48
20	0·363	0·138	0·588	0·0522	—	3·66	6·16	6·48	+ 0·32
21	0·421	0·106	0·431	0·0706	—	3·72	6·22	6·36	+ 0·14
22	0·389	0·141	0·512	0·0535	—	3·73	6·23	6·43	+ 0·20
23	0·385	0·151	0·555	0·0432	0·007	3·79	6·29	6·05	— 0·24
24	0·361	0·211	0·564	0·0410	0·016	3·81	6·31	6·02	— 0·29
25	0·358	0·269	0·472	0·0508	—	"	6·31	6·31	+ 0
26	0·320	0·202	0·794	0·0370	0·017	3·85	6·35	5·83	— 0·52
27	0·466	0·055	0·420	0·0731	—	3·86	6·36	6·60	+ 0·24
28	0·366	0·239	0·504	0·0812	—	3·90	6·40	6·83	+ 0·43
29	0·446	0·115	0·414	0·0759	—	3·91	6·41	6·09	— 0·32
30	0·388	0·208	0·541	0·0366	0·015	3·95	6·45	6·07	— 0·38
31	0·410	0·170	0·523	0·0816	—	3·97	6·47	6·68	+ 0·21
32	0·338	0·261	0·695	0·0447	0·014	3·99	6·49	6·02	— 0·47

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta z - \beta z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet $\beta z'$	direct ermittelte βz	
33	0.468	0.150	0.340	0.0510	—	4.03	6.53	7.08	+ 0.55
	"	"	"	"	—	"	6.53	6.80	+ 0.27
34	0.422	0.243	0.394	0.0457	—	"	6.53	7.03	+ 0.50
	"	"	"	"	—	"	6.53	7.12	+ 0.59
35	0.424	0.156	0.540	0.0638	—	"	6.53	6.40	- 0.13
36	0.465	0.070	0.526	0.0635	—	4.05	6.55	6.47	- 0.08
37	0.447	0.244	0.265	0.0682	—	4.06	6.56	6.24	- 0.32
	"	"	"	"	—	"	6.56	6.36	- 0.20
38	0.425	0.210	0.433	0.0724	—	"	6.56	7.01	+ 0.45
39	0.439	0.097	0.622	0.0384	—	4.09	6.59	7.23	+ 0.64
40	0.431	0.167	0.512	0.1000	—	"	6.59	6.43	- 0.16
41	0.469	0.109	0.458	0.0612	—	"	6.59	7.01	+ 0.42
42	0.460	0.125	0.528	0.0644	—	4.17	6.67	6.62	- 0.05
43	0.429	0.178	0.572	0.0875	—	4.18	6.68	6.45	- 0.23
44	0.475	0.132	0.451	0.0583	—	"	6.68	6.37	- 0.31
45	0.474	0.129	0.461	0.0851	—	"	6.68	6.94	+ 0.24
	"	"	"	"	—	"	6.68	7.08	+ 0.40
46	0.405	0.219	0.615	0.0598	—	4.20	6.70	6.70	+ 0
47	0.459	0.125	0.565	0.0737	—	4.23	6.73	6.81	+ 0.08
48	0.438	0.253	0.422	0.0525	—	4.24	6.74	7.52	+ 0.78
49	0.398	0.280	0.650	0.0587	—	4.28	6.78	6.66	- 0.12
50	0.440	0.177	0.591	0.0561	—	"	6.78	7.18	+ 0.40
51	0.506	0.142	0.391	0.0588	—	4.34	6.84	7.03	+ 0.19
	"	"	"	"	—	"	6.84	7.20	+ 0.36
52	0.452	0.239	0.456	0.0222	—	4.35	6.85	6.35	- 0.50
53	0.467	0.210	0.443	0.0201	—	"	6.85	6.47	- 0.38
54	0.420	0.333	0.413	0.0659	—	"	6.85	6.70	- 0.15
	"	"	"	"	—	"	6.85	6.64	- 0.21
55	0.512	0.117	0.466	0.0612	—	4.43	6.93	7.00	+ 0.07
56	0.420	0.209	0.726	0.0559	—	4.44	6.94	7.15	+ 0.21
57	0.412	0.219	0.738	0.0348	0.013	4.45	6.95	6.38	- 0.57
58	0.480	0.184	0.531	0.0542	—	4.48	6.98	7.50	+ 0.52
	"	"	"	"	—	"	6.98	7.56	+ 0.58
59	0.448	0.194	0.663	0.0521	—	4.49	6.99	7.10	+ 0.11
60	0.495	0.141	0.569	0.0642	—	4.51	7.01	6.73	- 0.28
61	0.494	0.257	0.357	0.0328	—	4.55	7.05	7.26	+ 0.21
62	0.432	0.326	0.519	0.0178	—	4.56	7.06	6.72	- 0.34
63	0.515	0.244	0.296	0.0739	—	"	7.06	7.00	- 0.06
	"	"	"	"	—	"	7.06	7.01	- 0.05
64	0.504	0.221	0.532	0.0774	—	"	7.06	7.31	+ 0.25
	"	"	"	"	—	"	7.06	7.35	+ 0.29

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
65	0.445	0.228	0.675	0.0663	—	4.58	7.08	7.03	- 0.05
66	0.450	0.209	0.703	0.0560	—	4.60	7.10	7.19	+ 0.09
67	0.512	0.238	0.395	0.0598	—	4.64	7.14	7.27	+ 0.13
	"	"	"	"	—	"	7.14	7.40	+ 0.26
68	0.447	0.301	0.570	0.0569	—	4.65	7.15	6.51	- 0.64
	"	"	"	"	—	"	7.15	6.80	- 0.35
69	0.513	0.199	0.426	0.0756	—	"	7.15	7.33	+ 0.18
	"	"	"	"	—	"	7.15	7.45	+ 0.30
70	0.494	0.283	0.389	0.0644	—	4.66	7.16	7.04	- 0.12
	"	"	"	"	—	"	7.16	7.32	+ 0.16
71	0.441	0.312	0.582	0.0780	—	4.67	7.17	7.27	+ 0.10
	"	"	"	"	—	"	7.17	7.44	+ 0.27
72	0.522	0.187	0.461	0.0883	—	4.68	7.18	7.86	+ 0.68
	"	"	"	"	—	"	7.18	7.68	+ 0.50
73	0.486	0.309	0.394	0.0634	—	"	7.18	6.70	- 0.48
	"	"	"	"	—	"	7.18	6.81	- 0.37
74	0.440	0.056	1.107	0.0737	—	"	7.18	8.08	+ 0.90
75	0.490	0.230	0.542	0.0783	—	4.69	7.19	7.47	+ 0.28
	"	"	"	"	—	"	7.19	7.55	+ 0.36
76	0.512	0.201	0.484	0.0274	—	"	7.19	6.93	- 0.26
77	0.522	0.229	0.390	0.0642	—	4.70	7.20	6.96	- 0.24
78	0.494	0.251	0.484	0.0562	—	4.71	7.21	7.30	+ 0.09
	"	"	"	"	—	"	7.21	7.47	+ 0.26
79	0.520	0.232	0.416	0.0623	—	"	7.21	7.04	- 0.12
	"	"	"	"	—	"	7.21	7.60	+ 0.39
80	0.502	0.293	0.380	0.0674	—	4.72	7.22	6.80	- 0.42
	"	"	"	"	—	"	7.22	7.01	- 0.21
81	0.511	0.280	0.360	0.0647	—	"	7.22	7.25	+ 0.03
	"	"	"	"	—	"	7.22	7.47	+ 0.25
82	0.504	0.275	0.419	0.0733	—	4.74	7.24	6.93	- 0.31
	"	"	"	"	—	"	7.24	7.11	- 0.13
83	0.534	0.117	0.595	0.0689	—	4.75	7.25	7.10	- 0.15
84	0.420	0.327	0.708	0.0324	—	"	7.25	7.71	+ 0.46
85	0.514	0.208	0.514	0.0783	—	"	7.25	7.39	+ 0.14
	"	"	"	"	—	"	7.25	7.29	+ 0.04
	"	"	"	"	—	"	7.25	7.31	+ 0.06
86	0.542	0.260	0.281	0.0698	—	4.76	7.26	7.04	- 0.22
	"	"	"	"	—	"	7.26	7.04	- 0.22
87	0.472	0.165	0.798	0.0535	—	"	7.26	7.31	+ 0.05
88	0.540	0.171	0.476	0.0520	—	"	7.26	7.06	- 0.20
	"	"	"	"	—	"	7.26	6.91	- 0.35

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
89	0.537	0.161	0.505	0.0653	—	4.76	7.26	7.28	+ 0.02
"	"	"	"	"	—	"	7.26	7.43	+ 0.17
90	0.518	0.246	0.424	0.0440	—	4.77	7.27	7.25	- 0.02
"	"	"	"	"	—	"	7.27	7.23	- 0.04
91	0.526	0.212	0.468	0.1050	—	"	7.27	7.70	+ 0.43
"	"	"	"	"	—	"	7.27	7.54	+ 0.27
"	"	"	"	"	—	"	7.27	7.59	+ 0.32
92	0.516	0.247	0.449	0.0256	—	4.78	7.28	6.80	- 0.48
93	0.550	0.199	0.392	0.0764	—	"	7.28	6.91	- 0.32
"	"	"	"	"	—	"	7.28	7.20	- 0.08
94	0.480	0.301	0.505	0.0588	—	"	7.28	7.44	+ 0.16
"	"	"	"	"	—	"	7.28	7.54	+ 0.26
95	0.504	0.284	0.417	0.0423	—	"	7.28	7.22	- 0.06
"	"	"	"	"	—	"	7.28	7.58	+ 0.30
96	0.498	0.181	0.663	0.0671	—	4.79	7.29	7.40	+ 0.11
97	0.500	0.321	0.469	0.0624	—	4.81	7.31	7.10	- 0.21
"	"	"	"	"	—	"	7.31	6.93	- 0.38
98	0.522	0.282	0.370	0.0626	—	"	7.31	7.00	- 0.30
"	"	"	"	"	—	"	7.31	7.20	- 0.11
99	0.450	0.198	0.771	0.0708	—	"	7.31	7.75	+ 0.44
"	"	"	"	"	—	"	7.31	7.82	+ 0.51
"	"	"	"	"	—	"	7.31	7.80	+ 0.49
100	0.504	0.278	0.472	0.1148	—	4.83	7.33	7.72	+ 0.39
"	"	"	"	"	—	"	7.33	7.52	+ 0.19
"	"	"	"	"	—	"	7.33	7.70	+ 0.37
101	0.559	0.176	0.395	0.0783	—	4.84	7.34	7.23	- 0.11
"	"	"	"	"	—	"	7.34	7.40	+ 0.06
102	0.585	0.084	0.487	0.0657	—	"	7.34	7.00	- 0.34
103	0.540	0.249	0.363	0.0267	—	"	7.34	6.60	- 0.74
104	0.488	0.270	0.574	0.0823	—	"	7.34	7.20	- 0.14
"	"	"	"	"	—	"	7.34	7.40	+ 0.06
105	0.565	0.173	0.413	0.0325	0.014	4.85	7.35	6.70	- 0.65
106	0.512	0.247	0.527	0.0634	—	"	7.35	7.53	+ 0.18
"	"	"	"	"	—	"	7.35	7.71	+ 0.36
107	0.529	0.258	0.419	0.0360	—	4.86	7.36	7.33	- 0.03
"	"	"	"	"	—	"	7.36	7.65	+ 0.29
108	0.518	0.172	0.639	0.0819	—	4.87	7.37	7.13	- 0.24
"	"	"	"	"	—	"	7.37	7.63	+ 0.26
109	0.560	0.201	0.373	0.0596	—	"	7.37	7.48	+ 0.11
"	"	"	"	"	—	"	7.37	7.78	+ 0.41
"	"	"	"	"	—	"	7.37	7.70	+ 0.33

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta z - \beta z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet $\beta z'$	direct ermittelt βz	
109	0.560	0.201	0.373	0.0596	—	4.87	7.37	7.50	+ 0.13
110	0.536	0.298	0.299	0.0599	—	"	7.37	7.00	- 0.37
	"	"	"	"	—	"	7.37	7.21	- 0.16
111	0.535	0.212	0.482	0.0724	—	"	7.37	7.80	+ 0.43
	"	"	"	"	—	"	7.37	7.55	+ 0.18
112	0.529	0.243	0.456	0.0633	—	"	7.37	7.03	- 0.34
	"	"	"	"	—	"	7.37	7.30	- 0.07
113	0.550	0.253	0.360	0.0621	—	4.90	7.40	6.93	- 0.47
	"	"	"	"	—	"	7.40	7.32	- 0.08
114	0.508	0.262	0.530	0.0699	—	"	7.40	7.22	- 0.18
	"	"	"	"	—	"	7.40	7.28	- 0.12
115	0.554	0.216	0.424	0.0748	—	4.93	7.43	7.34	- 0.09
	"	"	"	"	—	"	7.43	7.57	+ 0.14
116	0.533	0.269	0.430	0.0190	—	"	7.43	7.45	+ 0.02
117	0.561	0.212	0.410	0.0789	—	"	7.43	6.94	- 0.49
	"	"	"	"	—	"	7.43	7.13	- 0.30
118	0.440	0.364	0.671	0.0439	—	4.94	7.44	7.10	- 0.34
	"	"	"	"	—	"	7.44	7.50	+ 0.06
119	0.521	0.289	0.449	0.0623	—	"	7.44	7.01	- 0.43
	"	"	"	"	—	"	7.44	7.18	- 0.26
120	0.542	0.239	0.450	0.0457	—	"	7.44	7.56	+ 0.12
	"	"	"	"	—	"	7.44	7.56	+ 0.12
121	0.504	0.301	0.505	0.0853	—	"	7.44	7.54	+ 0.10
	"	"	"	"	—	"	7.44	7.76	+ 0.32
122	0.499	0.285	0.561	0.0542	—	"	7.44	7.01	- 0.43
	"	"	"	"	—	"	7.44	7.06	- 0.38
123	0.534	0.229	0.508	0.0245	—	4.95	7.45	7.00	- 0.45
124	0.546	0.267	0.383	0.0679	—	"	7.45	7.60	+ 0.15
	"	"	"	"	—	"	7.45	7.81	+ 0.36
125	0.504	0.256	0.604	0.0495	—	4.96	7.46	7.73	+ 0.27
	"	"	"	"	—	"	7.46	7.68	+ 0.22
126	0.523	0.314	0.387	0.0679	—	4.97	7.47	7.10	- 0.37
	"	"	"	"	—	"	7.47	7.58	+ 0.11
127	0.504	0.314	0.497	0.0601	—	"	7.47	7.42	- 0.07
	"	"	"	"	—	"	7.47	7.61	+ 0.15
128	0.554	0.193	0.508	0.0777	—	4.98	7.48	7.80	+ 0.32
	"	"	"	"	—	"	7.48	7.75	+ 0.27
129	0.520	0.195	0.675	0.0552	—	"	7.48	7.24	- 0.24
130	0.538	0.251	0.474	0.0531	—	"	7.48	6.91	- 0.57
	"	"	"	"	—	"	7.48	6.91	- 0.57
131	0.499	0.291	0.590	0.0350	—	"	7.48	7.86	+ 0.38

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta'_z$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β'_z	direct ermittelt β_z	
131	0.499	0.291	0.590	0.0350	—	4.98	7.48	7.81	+ 0.33
132	0.495	0.304	0.577	0.0542	—	"	7.48	7.87	+ 0.39
	"	"	"	"	—	"	7.48	7.81	+ 0.33
133	0.540	0.265	0.439	0.0490	—	4.99	7.49	7.71	+ 0.22
	"	"	"	"	—	"	7.49	7.61	+ 0.12
134	0.538	0.286	0.413	0.0596	—	"	7.49	7.23	- 0.23
135	0.551	0.239	0.450	0.0688	—	5.00	7.50	7.10	- 0.40
	"	"	"	"	—	"	7.50	7.23	- 0.27
136	0.525	0.313	0.419	0.0718	—	"	7.50	7.71	+ 0.21
	"	"	"	"	—	"	7.50	7.93	+ 0.43
137	0.473	0.374	0.602	0.0862	—	"	7.50	7.37	- 0.13
	"	"	"	"	—	"	7.50	7.67	+ 0.17
138	0.544	0.257	0.438	0.0774	—	5.01	7.51	7.13	- 0.38
	"	"	"	"	—	"	7.51	7.36	- 0.15
139	0.575	0.208	0.401	0.0503	—	"	7.51	7.22	- 0.39
140	0.488	0.381	0.466	0.0298	—	"	7.51	6.66	- 0.85
141	0.505	0.315	0.528	0.0679	—	"	7.51	7.63	+ 0.12
	"	"	"	"	—	"	7.51	7.60	+ 0.09
	"	"	"	"	—	"	7.51	7.47	- 0.04
142	0.506	0.315	0.514	0.0500	—	"	7.51	7.30	- 0.21
	"	"	"	"	—	"	7.51	7.64	+ 0.13
143	0.534	0.294	0.441	0.0754	—	5.03	7.53	7.39	- 0.14
	"	"	"	"	—	"	7.53	7.47	- 0.06
144	0.552	0.279	0.526	0.0469	—	"	7.53	7.40	- 0.13
	"	"	"	"	—	"	7.53	8.00	+ 0.47
145	0.589	0.141	0.499	0.0729	—	"	7.53	7.87	+ 0.34
146	0.538	0.290	0.440	0.0718	—	"	7.53	7.16	- 0.37
	"	"	"	"	—	"	7.53	7.33	- 0.20
147	0.537	0.257	0.470	0.0836	—	"	7.53	7.25	- 0.28
	"	"	"	"	—	"	7.53	7.17	- 0.36
	"	"	"	"	—	"	7.53	7.20	- 0.33
148	0.580	0.174	0.473	0.0725	—	5.06	7.56	7.75	+ 0.19
	"	"	"	"	—	"	7.56	8.00	+ 0.44
149	0.503	0.428	0.337	0.0572	—	"	7.56	7.74	+ 0.18
	"	"	"	"	—	"	7.56	7.79	+ 0.23
150	0.549	0.245	0.487	0.0724	—	"	7.56	7.55	- 0.01
	"	"	"	"	—	"	7.56	7.15	- 0.41
151	0.513	0.267	0.613	0.0696	—	"	7.56	7.37	- 0.19
	"	"	"	"	—	"	7.56	7.40	- 0.16
152	0.529	0.271	0.540	0.0614	—	5.07	7.57	7.58	+ 0.01
	"	"	"	"	—	"	7.57	7.86	+ 0.29

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
153	0·525	0·307	0·485	0·0783	—	5·07	7·57	7·50	— 0·07
	"	"	"	"	—	"	7·57	7·87	+ 0·30
154	0·615	0·408	0·567	0·0559	—	"	7·57	7·86	+ 0·29
	"	"	"	"	—	"	7·57	8·09	+ 0·52
155	0·489	0·329	0·615	0·0388	—	5·08	7·58	7·76	+ 0·18
156	0·547	0·300	0·403	0·0667	—	"	7·58	7·06	— 0·52
157	0·526	0·250	0·613	0·0738	—	"	7·58	7·16	— 0·42
	"	"	"	"	—	"	7·58	7·46	— 0·12
158	0·558	0·273	0·403	0·0911	—	"	7·58	7·14	— 0·44
	"	"	"	"	—	"	7·58	7·08	— 0·50
159	0·540	0·308	0·417	0·0631	—	"	7·58	7·60	+ 0·02
	"	"	"	"	—	"	7·58	8·01	+ 0·43
160	0·570	0·218	0·460	0·0708	—	"	7·58	7·64	+ 0·06
	"	"	"	"	—	"	7·58	7·61	+ 0·03
161	0·512	0·388	0·400	0·0672	—	5·09	7·59	7·76	+ 0·17
	"	"	"	"	—	"	7·59	7·78	+ 0·19
162	0·502	0·299	0·625	0·0588	—	"	7·59	7·36	+ 0·27
	"	"	"	"	—	"	7·59	7·45	+ 0·36
163	0·536	0·282	0·523	0·1035	—	5·10	7·60	7·94	+ 0·34
	"	"	"	"	—	"	7·60	7·96	+ 0·36
164	0·536	0·195	0·675	0·0615	—	"	7·60	7·16	— 0·44
165	0·533	0·321	0·432	0·0733	—	"	7·60	7·13	— 0·47
	"	"	"	"	—	"	7·60	7·42	— 0·18
166	0·603	0·187	0·387	0·0471	—	5·11	7·61	7·35	— 0·26
167	0·558	0·262	0·457	0·0887	—	"	7·61	8·04	+ 0·43
168	0·561	0·281	0·407	0·0679	—	5·12	7·62	7·30	— 0·32
	"	"	"	"	—	"	7·62	7·58	— 0·04
169	0·631	0·190	0·273	0·0642	—	5·13	7·63	7·11	— 0·52
	"	"	"	"	—	"	7·63	7·00	— 0·63
	"	"	"	"	—	"	7·63	7·09	— 0·54
170	0·591	0·317	0·556	0·0675	—	"	7·63	7·64	+ 0·01
	"	"	"	"	—	"	7·63	7·86	+ 0·23
171	0·478	0·361	0·675	0·0777	—	"	7·63	7·66	+ 0·03
	"	"	"	"	—	"	7·63	7·52	— 0·11
	"	"	"	"	—	"	7·63	7·88	+ 0·25
172	0·509	0·318	0·585	0·0302	—	5·14	7·64	7·48	— 0·16
173	0·557	0·207	0·573	0·0505	—	"	7·64	8·00	+ 0·36
	"	"	"	"	—	"	7·64	8·08	+ 0·44
174	0·514	0·304	0·612	0·0710	—	5·15	7·65	7·21	— 0·44
175	0·598	0·202	0·411	0·0269	0·012	"	7·65	7·13	— 0·52
176	0·592	0·209	0·425	0·0418	—	"	7·65	7·28	— 0·37

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
176	0.592	0.209	0.425	0.0418	—	5.15	7.65	7.32	- 0.33
177	0.503	0.297	0.664	0.0809	—	"	7.65	7.34	- 0.31
	"	"	"	"	—	"	7.65	7.73	+ 0.08
178	0.495	0.370	0.556	0.0720	—	"	7.65	7.23	- 0.42
	"	"	"	"	—	"	7.65	7.33	- 0.32
179	0.558	0.277	0.447	0.0783	—	5.16	7.66	7.20	- 0.46
	"	"	"	"	—	"	7.66	7.27	- 0.39
180	0.585	0.278	0.330	0.0674	—	5.17	7.67	7.18	- 0.49
	"	"	"	"	—	"	7.67	7.27	- 0.40
181	0.591	0.253	0.357	0.0672	—	"	7.67	8.00	+ 0.33
	"	"	"	"	—	"	7.67	7.79	+ 0.12
182	0.512	0.264	0.713	0.0983	—	5.18	7.68	7.71	+ 0.03
	"	"	"	"	—	"	7.68	8.10	+ 0.42
183	0.562	0.207	0.580	0.0603	—	"	7.68	7.34	- 0.34
	"	"	"	"	—	"	7.68	7.74	+ 0.06
184	0.517	0.238	0.752	0.0755	—	5.19	7.69	7.58	- 0.11
	"	"	"	"	—	"	7.69	7.98	+ 0.29
185	0.512	0.295	0.648	0.0589	—	"	7.69	7.73	+ 0.04
	"	"	"	"	—	"	7.69	7.93	+ 0.24
186	0.576	0.244	0.459	0.0374	0.024	5.20	7.70	7.28	- 0.42
187	0.566	0.248	0.527	0.0542	—	5.23	7.73	7.19	- 0.54
	"	"	"	"	—	"	7.73	7.23	- 0.50
188	0.556	0.284	0.496	0.0634	—	"	7.73	7.56	- 0.12
	"	"	"	"	—	"	7.73	7.80	+ 0.07
189	0.550	0.322	0.463	0.0686	—	5.24	7.74	7.71	- 0.03
	"	"	"	"	—	"	7.74	7.87	+ 0.13
190	0.601	0.265	0.338	0.0654	—	"	7.74	7.36	- 0.38
	"	"	"	"	—	"	7.74	7.62	- 0.12
191	0.564	0.331	0.378	0.0700	—	5.25	7.75	7.47	- 0.28
	"	"	"	"	—	"	7.75	7.94	+ 0.19
192	0.553	0.310	0.482	0.0556	—	"	7.75	7.50	- 0.25
	"	"	"	"	—	"	7.75	7.84	+ 0.09
193	0.546	0.310	0.510	0.0588	—	"	7.75	7.27	- 0.48
	"	"	"	"	—	"	7.75	7.36	- 0.39
194	0.589	0.226	0.491	0.0679	—	5.26	7.76	7.43	- 0.23
	"	"	"	"	—	"	7.76	7.73	- 0.03
195	0.585	0.273	0.404	0.0698	—	"	7.76	7.68	- 0.08
	"	"	"	"	—	"	7.76	7.93	+ 0.17
196	0.610	0.211	0.425	0.0239	0.013	5.27	7.77	7.91	+ 0.14
197	0.551	0.285	0.536	0.0812	—	"	7.77	7.84	+ 0.07
	"	"	"	"	—	"	7.77	8.06	+ 0.29

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
197	0.551	0.285	0.536	0.0812	—	5.27	7.77	7.96	+ 0.19
198	0.548	0.314	0.530	0.0258	—	5.28	7.78	7.70	- 0.08
199	0.560	0.275	0.535	0.0478	—	"	7.78	7.38	- 0.40
	"	"	"	"	—	"	7.78	7.25	- 0.53
	"	"	"	"	—	"	7.78	7.78	+ 0
200	0.577	0.277	0.451	0.1090	—	"	7.78	8.09	+ 0.31
	"	"	"	"	—	"	7.78	8.10	+ 0.32
201	0.433	0.474	0.734	0.0450	—	5.29	7.79	7.21	- 0.58
	"	"	"	"	—	"	7.79	7.52	- 0.27
202	0.546	0.308	0.538	0.0488	—	"	7.79	7.71	- 0.08
	"	"	"	"	—	"	7.79	7.60	- 0.19
	"	"	"	"	—	"	7.79	7.59	- 0.20
	"	"	"	"	—	"	7.79	7.93	+ 0.14
203	0.546	0.331	0.506	0.0758	—	5.30	7.80	7.61	- 0.19
	"	"	"	"	—	"	7.80	7.56	- 0.24
204	0.505	0.293	0.782	0.0655	—	5.32	7.82	7.38	- 0.44
	"	"	"	"	—	"	7.82	7.43	- 0.39
	"	"	"	"	—	"	7.82	7.60	- 0.22
205	0.520	0.331	0.647	0.0791	—	"	7.82	7.62	- 0.20
	"	"	"	"	—	"	7.82	7.70	- 0.12
206	0.530	0.274	0.698	0.0632	—	"	7.82	7.24	- 0.58
	"	"	"	"	—	"	7.82	7.38	- 0.44
	"	"	"	"	—	"	7.82	7.65	- 0.17
207	0.573	0.205	0.644	0.0867	—	"	7.82	8.05	+ 0.23
	"	"	"	"	—	"	7.82	8.43	+ 0.61
208	0.612	0.235	0.400	0.0791	—	5.33	7.83	7.55	- 0.28
	"	"	"	"	—	"	7.83	7.33	- 0.50
	"	"	"	"	—	"	7.83	7.42	- 0.41
209	0.514	0.333	0.662	0.0457	—	"	7.83	7.70	- 0.13
	"	"	"	"	—	"	7.83	7.79	- 0.04
210	0.563	0.268	0.568	0.0736	—	"	7.83	7.60	- 0.23
	"	"	"	"	—	"	7.83	8.03	+ 0.20
211	0.561	0.293	0.525	0.0542	—	"	7.83	8.08	+ 0.25
	"	"	"	"	—	"	7.83	8.34	+ 0.54
212	0.561	0.282	0.555	0.0787	—	"	7.83	7.73	- 0.10
	"	"	"	"	—	"	7.83	8.01	+ 0.18
213	0.517	0.337	0.655	0.0231	—	5.34	7.84	8.10	+ 0.26
214	0.602	0.274	0.348	0.0456	—	"	7.84	7.70	- 0.14
	"	"	"	"	—	"	7.84	7.96	+ 0.12
215	0.547	0.331	0.533	0.0645	—	"	7.84	7.63	- 0.21
	"	"	"	"	—	"	7.84	8.03	+ 0.19

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
216	0.560	0.286	0.547	0.0139	—	5.34	7.84	8.00	+ 0.16
217	0.589	0.261	0.475	0.0256	—	"	7.84	7.42	- 0.42
218	0.556	0.335	0.474	0.0557	—	"	7.84	7.94	+ 0.10
	"	"	"	"	—	"	7.84	8.42	+ 0.58
219	0.568	0.253	0.582	0.0413	—	5.35	7.85	7.53	- 0.32
	"	"	"	"	—	"	7.85	7.55	- 0.30
220	0.598	0.229	0.498	0.0569	—	"	7.85	8.12	+ 0.27
	"	"	"	"	—	"	7.85	8.17	+ 0.32
221	0.608	0.225	0.458	0.0416	—	"	7.85	7.76	- 0.09
	"	"	"	"	—	"	7.85	7.72	- 0.13
222	0.549	0.308	0.573	0.0470	—	5.36	7.86	7.51	- 0.35
223	0.580	0.226	0.602	0.0614	—	"	7.86	8.02	+ 0.16
	"	"	"	"	—	"	7.86	8.30	+ 0.44
224	0.545	0.336	0.537	0.0718	—	5.37	7.87	7.67	- 0.20
	"	"	"	"	—	"	7.87	7.76	- 0.11
225	0.580	0.242	0.564	0.0495	—	"	7.87	7.64	- 0.23
	"	"	"	"	—	"	7.87	8.05	+ 0.18
226	0.614	0.237	0.430	0.0595	—	5.39	7.89	7.64	- 0.25
227	0.540	0.326	0.598	0.0312	—	"	7.89	7.64	- 0.25
228	0.604	0.207	0.554	0.0679	—	5.41	7.91	8.24	+ 0.33
	"	"	"	"	—	"	7.91	8.25	+ 0.34
229	0.503	0.375	0.688	0.0468	—	"	7.91	7.55	- 0.36
	"	"	"	"	—	"	7.91	7.66	- 0.25
230	0.546	0.347	0.547	0.0851	—	5.42	7.92	7.37	- 0.55
	"	"	"	"	—	"	7.92	7.52	- 0.40
	"	"	"	"	—	"	7.92	7.68	- 0.24
231	0.588	0.323	0.409	0.054	—	"	7.92	7.73	- 0.19
	"	"	"	"	—	"	7.92	7.69	- 0.23
232	0.573	0.282	0.567	0.0724	—	5.43	7.93	8.49	+ 0.56
	"	"	"	"	—	"	7.93	8.45	+ 0.52
233	0.595	0.328	0.365	0.0790	—	5.44	7.94	7.58	- 0.36
	"	"	"	"	—	"	7.94	8.01	+ 0.07
234	0.550	0.357	0.529	0.0798	—	"	7.94	7.40	- 0.54
	"	"	"	"	—	"	7.94	7.67	- 0.27
235	0.541	0.374	0.563	0.0679	—	5.46	7.96	7.58	- 0.38
	"	"	"	"	—	"	7.96	8.06	+ 0.10
236	0.554	0.382	0.529	0.0330	—	"	7.96	7.71	- 0.25
237	0.555	0.325	0.590	0.0428	—	"	7.96	7.71	- 0.25
	"	"	"	"	—	"	7.96	8.00	+ 0.04
238	0.628	0.190	0.528	0.0398	—	5.47	7.97	7.74	- 0.23
	"	"	"	"	—	"	7.97	7.60	- 0.37

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
239	0.585	0.295	0.581	0.0738	—	5.47	7.97	7.96	- 0.01
"	"	"	"	"	—	"	7.97	8.46	+ 0.49
240	0.576	0.298	0.542	0.1043	—	"	7.97	7.78	- 0.19
"	"	"	"	"	—	"	7.97	8.13	+ 0.16
241	0.579	0.305	0.510	0.0786	—	"	7.97	8.12	+ 0.15
242	0.585	0.287	0.531	0.0911	—	5.48	7.98	7.52	- 0.46
243	0.617	0.271	0.413	0.0678	—	"	7.98	7.40	- 0.59
244	0.546	0.286	0.583	0.0704	—	5.50	8.00	7.62	- 0.38
"	"	"	"	"	—	"	8.00	7.94	- 0.06
245	0.552	0.372	0.533	0.0911	—	"	8.00	7.66	- 0.34
"	"	"	"	"	—	"	8.00	7.76	- 0.24
246	0.567	0.324	0.565	0.0495	—	5.51	8.01	7.62	- 0.39
"	"	"	"	"	—	"	8.01	7.70	- 0.31
247	0.648	0.256	0.454	0.0510	—	"	8.01	8.00	- 0.01
"	"	"	"	"	—	"	8.01	8.15	+ 0.14
248	0.523	0.258	0.574	0.0773	—	5.52	8.02	7.66	- 0.36
"	"	"	"	"	—	"	8.02	7.77	- 0.25
249	0.626	0.237	0.469	0.0803	—	5.53	8.03	8.08	+ 0.05
"	"	"	"	"	—	"	8.03	8.27	+ 0.24
250	0.597	0.341	0.395	0.0574	—	"	8.03	7.75	- 0.28
"	"	"	"	"	—	"	8.03	8.00	- 0.03
251	0.577	0.318	0.553	0.0238	—	"	8.03	7.63	- 0.40
252	0.453	0.528	0.706	0.0570	—	"	8.03	7.66	- 0.37
"	"	"	"	"	—	"	8.03	7.50	- 0.53
"	"	"	"	"	—	"	8.03	7.53	- 0.50
253	0.603	0.318	0.436	0.0242	—	5.54	8.04	7.39	- 0.65
254	0.603	0.283	0.502	0.0243	—	"	8.04	7.88	- 0.16
255	0.602	0.279	0.503	0.0357	0.021	"	8.04	7.96	- 0.08
256	0.560	0.279	0.702	0.0720	—	"	8.04	8.16	+ 0.12
257	0.651	0.212	0.418	0.0511	—	"	8.04	8.01	- 0.03
"	"	"	"	"	—	"	8.04	7.91	- 0.13
258	0.570	0.351	0.521	0.0724	—	"	8.04	8.28	+ 0.24
"	"	"	"	"	—	"	8.04	8.22	+ 0.18
259	0.614	0.276	0.467	0.0396	—	5.55	8.05	7.56	- 0.49
"	"	"	"	"	—	"	8.05	7.80	- 0.25
260	0.612	0.232	0.564	0.0503	—	"	8.05	8.25	+ 0.20
"	"	"	"	"	—	"	8.05	8.50	+ 0.45
261	0.588	0.324	0.505	0.0774	—	5.56	8.06	7.83	- 0.23
"	"	"	"	"	—	"	8.06	8.13	+ 0.07
262	0.596	0.298	0.510	0.0235	—	5.57	8.07	7.89	- 0.18
"	"	"	"	"	—	"	8.07	8.16	+ 0.09

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		* Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
263	0.604	0.258	0.573	0.0348	—	5.58	8.08	8.60	+ 0.52
264	0.582	0.238	0.713	0.1063	—	"	8.08	8.75	+ 0.67
265	0.639	0.250	0.428	0.0689	—	5.59	8.09	7.50	- 0.59
	"	"	"	"	—	"	8.09	7.51	- 0.58
266	0.556	0.350	0.629	0.0807	—	5.60	8.10	7.78	- 0.32
	"	"	"	"	—	"	8.10	8.40	+ 0.30
267	0.682	0.201	0.342	0.0522	—	5.61	8.11	7.89	- 0.22
	"	"	"	"	—	"	8.11	7.90	- 0.21
268	0.566	0.312	0.661	0.0724	—	5.62	8.12	7.48	- 0.64
269	0.598	0.384	0.379	0.0639	—	"	8.12	7.74	- 0.38
	"	"	"	"	—	"	8.12	8.06	- 0.06
270	0.574	0.377	0.453	0.0729	—	5.63	8.13	7.65	- 0.48
	"	"	"	"	—	"	8.13	7.78	- 0.35
271	0.581	0.364	0.498	0.0252	—	"	8.13	7.76	- 0.37
272	0.614	0.278	0.523	0.0399	0.013	5.65	8.15	8.20	+ 0.05
273	0.550	0.420	0.550	0.0549	—	"	8.15	7.91	- 0.24
	"	"	"	"	—	"	8.15	8.19	+ 0.04
274	0.568	0.370	0.573	0.0306	0.015	5.66	8.16	7.87	- 0.29
275	0.540	0.433	0.476	0.0366	—	"	8.16	7.47	- 0.69
276	0.527	0.347	0.809	0.0633	—	"	8.16	8.73	+ 0.57
277	0.602	0.266	0.621	0.0770	—	5.67	8.17	7.61	- 0.56
	"	"	"	"	—	"	8.17	7.87	- 0.30
	"	"	"	"	—	"	8.17	8.03	- 0.14
278	0.651	0.299	0.326	0.0717	—	"	8.17	7.60	- 0.57
	"	"	"	"	—	"	8.17	7.78	- 0.39
279	0.594	0.328	0.538	0.0466	—	"	8.17	7.79	- 0.38
	"	"	"	"	—	"	8.17	8.33	+ 0.16
280	0.588	0.339	0.563	0.0656	—	5.68	8.18	7.75	- 0.43
	"	"	"	"	—	"	8.18	8.41	+ 0.23
281	0.543	0.348	0.742	0.0913	—	"	8.18	8.06	- 0.12
	"	"	"	"	—	"	8.18	8.05	- 0.13
282	0.666	0.230	0.404	0.0836	—	"	8.18	8.24	+ 0.06
	"	"	"	"	—	"	8.18	8.11	- 0.07
283	0.588	0.312	0.606	0.0221	—	5.69	8.19	8.00	- 0.19
284	0.671	0.173	0.501	0.0228	—	5.70	8.20	7.55	- 0.65
285	0.567	0.392	0.562	0.0751	—	"	8.20	7.68	- 0.52
	"	"	"	"	—	"	8.20	7.73	- 0.47
	"	"	"	"	—	"	8.20	7.73	- 0.47
	"	"	"	"	—	"	8.20	7.88	- 0.32
286	0.588	0.368	0.503	0.0756	—	"	8.20	7.60	- 0.60
	"	"	"	"	—	"	8.20	7.83	- 0.37

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
287	0.638	0.259	0.489	0.1128	—	5.70	8.20	7.76	— 0.44
	"	"	"	"	—	"	8.20	7.84	— 0.36
288	0.608	0.312	0.526	0.0508	—	5.71	8.21	7.88	— 0.33
	"	"	"	"	—	"	8.21	7.74	— 0.47
	"	"	"	"	—	"	8.21	7.90	— 0.31
289	0.597	0.294	0.625	0.0718	—	"	8.21	7.72	— 0.49
	"	"	"	"	—	"	8.21	7.68	— 0.53
290	0.659	0.240	0.438	0.0699	—	"	8.21	7.93	— 0.28
291	0.585	0.371	0.529	0.0226	—	5.72	8.22	7.62	— 0.60
292	0.625	0.362	0.373	0.0576	—	5.73	8.23	7.93	— 0.30
	"	"	"	"	—	"	8.23	7.67	— 0.56
293	0.592	0.313	0.627	0.0461	—	5.74	8.24	7.66	— 0.58
	"	"	"	"	—	"	8.24	7.73	— 0.51
	"	"	"	"	—	"	8.24	7.69	— 0.55
	"	"	"	"	—	"	8.24	7.81	— 0.43
294	0.548	0.384	0.689	0.0462	—	5.76	8.26	7.91	— 0.35
	"	"	"	"	—	"	8.26	8.30	+ 0.04
295	0.601	0.365	0.501	0.0534	—	"	8.26	7.83	— 0.43
	"	"	"	"	—	"	8.26	8.13	— 0.13
	"	"	"	"	—	"	8.26	8.20	— 0.06
296	0.659	0.301	0.351	0.0761	—	"	8.26	7.75	— 0.51
	"	"	"	"	—	"	8.26	8.10	— 0.16
	"	"	"	"	—	"	8.26	8.57	+ 0.31
297	0.564	0.448	0.507	0.0205	—	"	8.26	7.68	— 0.58
298	0.592	0.258	0.751	0.0505	—	5.77	8.27	8.94	+ 0.67
	"	"	"	"	—	"	8.27	8.76	+ 0.40
299	0.634	0.269	0.556	0.0203	—	"	8.27	7.73	— 0.54
300	0.578	0.350	0.647	0.0764	—	5.78	8.28	7.71	— 0.57
301	0.615	0.238	0.629	0.0673	—	"	8.28	8.90	+ 0.62
302	0.609	0.327	0.545	0.0262	—	"	8.28	8.07	— 0.21
303	0.605	0.276	0.679	0.0774	—	5.79	8.29	8.42	+ 0.13
	"	"	"	"	—	"	8.29	8.34	+ 0.05
	"	"	"	"	—	"	8.29	8.40	+ 0.11
304	0.627	0.231	0.664	0.0724	—	"	8.29	8.63	+ 0.34
305	0.581	0.369	0.594	0.0235	—	"	8.29	7.84	— 0.45
306	0.601	0.342	0.573	0.0217	—	5.80	8.30	7.73	— 0.57
307	0.642	0.239	0.631	0.0622	—	"	8.30	8.33	+ 0.03
308	0.540	0.393	0.753	0.0981	—	"	8.30	8.01	— 0.29
	"	"	"	"	—	"	8.30	8.11	— 0.19
309	0.598	0.332	0.624	0.0432	0.016	5.81	8.31	7.73	— 0.58
310	0.620	0.286	0.598	0.0469	—	"	8.31	7.84	— 0.47

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelte β_z	
310	0.620	0.286	0.598	0.0469	—	5.81	8.31	8.15	— 0.16
311	0.643	0.262	0.567	0.0764	—	5.83	8.33	7.82	— 0.51
	"	"	"	"	—	"	8.33	7.86	— 0.47
	"	"	"	"	—	"	8.33	8.08	— 0.25
312	0.594	0.355	0.594	0.0655	—	"	8.33	8.32	— 0.01
	"	"	"	"	—	"	8.33	8.69	+ 0.36
313	0.508	0.488	0.737	0.0429	—	"	8.33	7.86	— 0.47
	"	"	"	"	—	"	8.33	8.38	+ 0.05
314	0.610	0.356	0.536	0.0860	—	5.85	8.35	8.25	— 0.10
	"	"	"	"	—	"	8.35	8.24	— 0.11
315	0.720	0.172	0.401	0.0268	—	5.87	8.37	8.40	+ 0.03
	"	"	"	"	—	"	8.37	8.43	+ 0.14
316	0.576	0.369	0.629	0.0495	—	5.90	8.40	8.01	— 0.39
	"	"	"	"	—	"	8.40	7.93	— 0.47
317	0.618	0.316	0.615	0.0679	—	"	8.40	8.70	+ 0.30
	"	"	"	"	—	"	8.40	8.55	+ 0.15
318	0.624	0.347	0.545	0.0542	—	5.94	8.44	8.70	+ 0.26
319	0.692	0.296	0.348	0.0494	—	5.96	8.46	8.18	— 0.28
	"	"	"	"	—	"	8.46	8.24	— 0.22
320	0.622	0.319	0.627	0.0470	—	"	8.46	8.04	— 0.42
	"	"	"	"	—	"	8.46	8.33	— 0.13
321	0.656	0.315	0.501	0.0552	—	6.00	8.50	8.06	— 0.44
	"	"	"	"	—	"	8.50	8.31	— 0.19
322	0.616	0.364	0.613	0.0335	—	6.02	8.52	8.61	+ 0.09
323	0.653	0.351	0.469	0.0477	—	6.03	8.53	8.30	— 0.23
	"	"	"	"	—	"	8.53	8.54	+ 0.01
	"	"	"	"	—	"	8.53	8.08	— 0.45
324	0.696	0.206	0.455	0.0596	—	6.09	8.59	8.73	+ 0.14
325	0.663	0.299	0.625	0.0588	—	6.11	8.61	8.50	— 0.11
326	0.608	0.346	0.753	0.0526	—	6.12	8.62	8.41	— 0.21
	"	"	"	"	—	"	8.62	8.58	— 0.04
327	0.631	0.390	0.581	0.0277	—	6.15	8.65	8.42	— 0.23
	0.660	0.304	0.663	0.0760	—	6.21	8.71	8.86	+ 0.15
	"	"	"	"	—	"	8.71	9.22	+ 0.51
328	0.693	0.297	0.526	0.0262	—	"	8.71	8.33	— 0.38
	"	"	"	"	—	"	8.71	8.17	— 0.54
	"	"	"	"	—	"	8.71	8.37	— 0.34
329	0.745	0.248	0.390	0.0210	—	6.22	8.72	8.93	+ 0.21
	"	"	"	"	—	"	8.72	9.09	+ 0.37
330	0.666	0.282	0.731	0.0611	—	6.28	8.78	9.04	+ 0.26
	"	"	"	"	—	"	8.78	9.14	+ 0.36

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta'_z$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β'_z	direct ermittelt β_z	
331	0.683	0.273	0.677	0.0783	—	6.31	8.81	8.28	- 0.53
	"	"	"	"	—	"	8.81	8.51	- 0.30
	"	"	"	"	—	"	8.81	8.37	- 0.44
332	0.747	0.252	0.458	0.0682	—	6.34	8.84	8.53	- 0.31
333	0.632	0.401	0.704	0.0462	—	6.37	8.87	9.33	+ 0.46
334	0.578	0.440	0.882	0.0792	—	6.38	8.88	9.34	+ 0.46
	"	"	"	"	—	"	8.88	9.26	+ 0.38
335	0.714	0.255	0.602	0.0578	—	6.40	8.90	9.24	+ 0.34
	"	"	"	"	—	"	8.90	8.86	- 0.04
336	0.616	0.399	0.809	0.0239	—	"	8.90	8.40	- 0.50
337	0.696	0.307	0.663	0.0542	—	6.47	8.97	8.93	- 0.04
	"	"	"	"	—	"	8.97	8.88	- 0.09
338	0.712	0.312	0.589	0.0299	0.016	6.48	8.98	9.16	+ 0.18
339	0.753	0.261	0.588	0.0679	—	6.60	9.10	9.35	+ 0.25
	"	"	"	"	—	"	9.10	9.14	+ 0.04
340	0.594	0.507	0.848	0.0786	—	6.61	9.11	9.58	+ 0.47
	"	"	"	"	—	"	9.11	9.61	+ 0.50
341	0.638	0.401	0.845	0.0638	—	"	9.11	9.38	+ 0.27
342	0.747	0.300	0.538	0.0289	0.010	"	9.11	8.65	- 0.46
343	0.614	0.427	0.922	0.0276	0.015	6.63	9.13	9.00	- 0.13
344	0.644	0.459	0.704	0.0505	—	"	9.13	9.22	+ 0.09
345	0.599	0.502	0.842	0.0203	—	6.64	9.14	8.81	- 0.33
	"	"	"	"	—	"	9.14	8.60	- 0.54
346	0.585	0.493	0.940	0.0342	0.016	"	9.14	8.86	- 0.28
	"	"	"	"	—	"	9.14	8.56	- 0.58
247	0.760	0.329	0.484	0.0274	0.009	6.69	9.19	8.85	- 0.34
348	0.661	0.433	0.745	0.0248	—	6.70	9.20	8.67	- 0.53
349	0.540	0.602	0.967	0.0598	—	"	9.20	9.18	- 0.02
350	0.660	0.435	0.753	0.0495	—	6.72	9.22	8.72	- 0.50
351	0.719	0.339	0.727	0.0562	—	6.80	9.30	9.43	+ 0.13
352	0.733	0.376	0.587	0.0522	—	"	9.30	8.64	- 0.66
353	0.726	0.353	0.721	0.0791	—	6.87	9.37	9.48	+ 0.11
	"	"	"	"	—	"	9.37	9.42	+ 0.05
354	0.722	0.291	0.853	0.0596	—	6.88	9.38	9.85	+ 0.47
355	0.680	0.456	0.741	0.0673	—	6.90	9.40	9.64	+ 0.24
356	0.711	0.364	0.804	0.0816	—	6.93	9.43	8.91	- 0.52
	"	"	"	"	—	"	9.43	8.91	- 0.52
357	0.709	0.408	0.787	0.0609	—	6.94	9.44	9.64	+ 0.20
358	0.711	0.398	0.803	0.0599	—	7.03	9.53	10.07	+ 0.54
359	0.695	0.401	0.869	0.0304	0.008	7.05	9.55	9.21	- 0.34
360	0.683	0.415	0.921	0.0768	—	7.06	9.56	9.75	+ 0.19

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
360	0.683	0.415	0.921	0.0768	—	7.06	9.56	9.75	+ 0.19
361	0.708	0.378	0.890	0.0652	—	7.07	9.57	9.70	+ 0.13
362	0.663	0.445	0.962	0.0439	—	"	9.57	9.70	+ 0.13
363	0.712	0.492	0.627	0.0322	—	"	9.57	10.15	+ 0.58
"	"	"	"	"	—	"	9.57	10.10	+ 0.53
364	0.992	0.246	0.551	0.0319	0.014	7.11	9.61	10.03	+ 0.42
365	0.701	0.401	0.907	0.0273	0.013	7.12	9.62	9.59	- 0.03
366	0.733	0.321	0.967	0.0462	—	7.18	9.68	10.24	+ 0.56
367	0.741	0.379	0.822	0.0466	—	7.19	9.69	9.80	+ 0.11
368	0.639	0.593	0.870	0.0298	—	7.20	9.70	9.54	- 0.16
369	0.713	0.432	0.878	0.0495	—	7.25	9.75	9.79	+ 0.04
370	0.805	0.299	0.739	0.0798	—	7.28	9.78	9.89	+ 0.11
"	"	"	"	"	—	"	9.78	9.80	+ 0.02
371	0.723	0.412	0.906	0.0730	—	7.29	9.79	9.66	- 0.13
372	0.830	0.347	0.558	0.0198	0.011	7.34	9.84	9.56	- 0.28
373	0.771	0.501	0.538	0.0679	—	7.35	9.85	9.81	- 0.04
374	0.710	0.473	0.883	0.0645	—	7.36	9.86	10.00	+ 0.14
375	0.720	0.482	0.839	0.0561	—	7.38	9.88	10.14	+ 0.26
376	0.788	0.487	0.532	0.0355	—	7.42	9.92	9.85	- 0.07
377	0.636	0.650	0.932	0.0506	—	7.43	9.93	10.00	+ 0.07
378	0.705	0.495	0.952	0.0607	—	7.48	9.98	10.07	+ 0.09
379	0.824	0.375	0.632	0.0256	0.020	"	9.98	10.00	+ 0.02
380	0.788	0.339	0.892	0.0577	—	7.49	9.99	10.02	+ 0.03
381	0.720	0.395	1.112	0.0512	—	7.51	10.01	10.63	+ 0.62
382	0.762	0.501	0.721	0.0627	—	7.55	10.05	10.02	- 0.03
383	0.708	0.591	0.827	0.0588	—	7.58	10.08	10.20	+ 0.12
384	0.798	0.361	0.864	0.0484	—	7.59	10.09	10.44	+ 0.35
"	"	"	"	"	—	"	10.09	10.30	+ 0.21
"	"	"	"	"	—	"	10.09	10.28	+ 0.19
385	0.912	0.361	0.372	0.0317	0.013	7.63	10.13	10.00	- 0.13
386	0.748	0.555	0.761	0.0467	—	7.65	10.15	10.24	+ 0.09
387	0.698	0.510	1.068	0.0716	—	"	10.15	10.14	- 0.01
388	0.769	0.431	0.921	0.0605	—	7.68	10.18	10.63	+ 0.45
389	0.761	0.494	0.923	0.0692	—	7.82	10.32	10.25	- 0.07
390	0.896	0.359	0.630	0.0221	—	7.90	10.40	10.58	+ 0.18
"	"	"	"	"	—	"	10.40	10.70	+ 0.30
391	0.780	0.410	1.068	0.0589	—	7.91	10.41	10.49	+ 0.08
392	0.662	0.621	1.263	0.0638	—	8.00	10.50	10.68	+ 0.18
393	0.697	0.646	1.172	0.0572	—	8.15	10.65	10.47	- 0.18

Die vorstehenden Daten beziehen sich auf Materialien verschiedenster Provenienz, bei welchen nur auf möglichst gleichmässige Art der Herstellung des Probematerialies für die ZerreiBprobe gesehen wurde, und demnach auch die Bearbeitung eine möglichst gleichmässige war. In wie weit die berechneten Festigkeitsresultate mit den direct ermittelten übereinstimmen, zeigt am besten die folgende Zusammenstellung der

Abweichungen zwischen berechneter und direct ermittelter Festigkeit.

Grösse der Abweichung	Zahl der Fälle	Zahl der Abweichungen in % aller Fälle
+ 0·1 t	111	17·18
zwischen + 0·1 und + 0·2 t	140	21·68
„ + 0·2 „ + 0·3 t	118	18·27
„ + 0·3 „ + 0·4 t	108	16·71
„ + 0·4 „ + 0·5 t	84	13·00
„ + 0·5 „ + 0·6 t	64	9·90
über + 0·6 t	21	3·26
	646	100·00

} 57·13 %
 } 86·84 %
 } 96·74 %

Wie schon oben angedeutet, liefern bearbeitete Materialien weit weniger befriedigende Resultate, wie folgende Beispiele zeigen.

Die Tabelle II enthält Analysen und ZerreiBversuche von Schweizer Eisenbahnschienen, mitgetheilt vom Professor L. v. Tetmajer (Stahl und Eisen 1884, p. 610). In der Tabelle sind dieselben nach steigenden Werthen vom Σ geordnet.*)

*) Den in dieser Tabelle aufgeführten Schienen entspricht am besten die Formel

$$\beta_z' = 2.80 + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn,$$

nach welcher auch die Reissfestigkeiten dieser Tabelle berechnet wurden, da die Veränderung des constanten Gliedes der Gleichung als das einfachste und nächstliegende Mittel erscheint, um den Wirkungen der Bearbeitung Rechnung zu tragen.

Tabelle II.

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreißfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
1	0.112	0.010	0.439	0.160	0.063	1.39	4.19	4.94	+ 0.75
2	0.210	0.032	0.368	0.038	0.066	2.03	4.83	4.46	- 0.37
3	0.271	0.036	0.372	0.059	0.069	2.43	5.23	5.85	+ 0.62
4	0.241	0.061	0.465	0.083	0.089	2.44	5.24	5.02	- 0.22
5	0.190	0.234	0.583	0.085	0.077	2.75	5.55	5.76	+ 0.21
	"	"	"	"	"	"	5.55	6.00	+ 0.45
6	0.285	0.184	0.322	0.077	0.053	2.86	5.66	5.76	+ 0.10
7	0.267	0.134	0.501	0.105	0.045	2.88	5.68	5.74	+ 0.06
	"	"	"	"	"	"	5.68	5.80	+ 0.12
8	0.314	0.033	0.557	0.093	0.131	3.00	5.80	5.84	+ 0.04
	"	"	"	"	"	"	5.80	5.90	+ 0.10
9	0.244	0.268	0.554	0.089	0.052	3.11	5.91	6.10	+ 0.19
	"	"	"	"	"	"	5.91	6.32	+ 0.41
10	0.123	0.619	0.464	0.088	0.145	3.24	6.04	6.33	+ 0.29
	"	"	"	"	"	"	6.04	6.30	+ 0.26
11	0.336	0.078	0.615	0.063	0.052	3.34	6.14	5.47	- 0.67
	"	"	"	"	"	"	6.14	6.36	+ 0.22
12	0.414	0.041	0.463	0.099	0.076	3.54	6.34	6.08	- 0.26
13	0.169	0.693	0.359	0.081	0.088	3.61	6.41	7.07	+ 0.66
	"	"	"	"	"	"	6.41	7.19	+ 0.78
14	0.284	0.339	0.587	0.013	0.075	3.70	6.50	5.52	- 0.98
	"	"	"	"	"	"	6.50	5.56	- 0.94
15	0.456	0.097	0.449	0.105	0.056	3.96	6.76	6.62	- 0.14
16	0.210	0.612	0.675	0.098	0.082	4.10	6.90	5.91	- 0.99
	"	"	"	"	"	"	6.90	6.09	- 0.81
17	0.474	0.033	0.589	0.099	0.079	"	6.90	6.01	- 0.89*)
	"	"	"	"	"	"	6.90	6.13	- 0.77
18	0.113	0.754	0.869	0.162	0.102	4.16	6.96	6.86	- 0.10
	"	"	"	"	"	"	6.96	6.73	- 0.23
19	0.231	0.533	0.852	0.091	0.053	4.28	7.08	7.22	+ 0.14
20	0.398	0.393	0.786	0.168	0.028	4.90	7.70	8.04	+ 0.34
	"	"	"	"	"	"	7.70	7.65	- 0.05
	"	"	"	"	"	"	7.70	7.80	+ 0.10
21	0.184	0.973	0.902	0.096	0.070	5.29	8.09	7.07	- 1.02

*) Die Zerreißproben einer anderen Schiene wurden, da die zugehörigen Analysen fehlen, weggelassen.

L. v. Tetmajer bemerkt zu diesen Daten:

bei Post No. 5, 13, 16, 18, 19 und 21 „Querbruch“,
 „ „ „ 14 „häufig gespalten“,
 „ „ „ 20 „Querbruch, sehr brüchig“,

wodurch theilweise für die grossen Differenzen zwischen berechneter und direct ermittelter Zerreiissfestigkeit eine Erklärung gegeben wäre.

Würde man diese Schienen aus der Tabelle ausschalten und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die dann noch übrig bleibenden Differenzen zum weitaus grössten Theile positive Werthe besitzen, zur Berechnung der Zerreiissfestigkeit die Formel

$$\beta_z' = 3.00 + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn$$

benutzen, so erhalte man die in Tabelle III verzeichneten, noch besser stimmenden Werthe:

Tabelle III.

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreiissfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P	S		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
1	0.112	0.010	0.439	0.160	0.063	1.39	4.39	4.94	+ 0.55
2	0.210	0.032	0.368	0.038	0.066	2.03	5.03	4.46	- 0.57
3	0.271	0.036	0.372	0.059	0.069	2.43	5.43	5.85	+ 0.42
4	0.241	0.061	0.465	0.083	0.089	2.44	5.44	5.02	- 0.42
6	0.285	0.184	0.322	0.077	0.053	2.86	5.86	5.76	- 0.10
7	0.267	0.134	0.501	0.105	0.045	2.88	5.88	5.74	- 0.14
	„	„	„	„	„	„	5.88	5.80	- 0.08
8	0.314	0.033	0.557	0.093	0.131	3.00	6.00	5.84	- 0.16
	„	„	„	„	„	„	6.00	5.90	- 0.10
9	0.244	0.268	0.554	0.089	0.052	3.11	6.11	6.10	- 0.01
	„	„	„	„	„	„	6.11	6.32	+ 0.21
10	0.123	0.619	0.464	0.088	0.145	3.24	6.24	6.33	+ 0.09
	„	„	„	„	„	„	6.24	6.30	+ 0.06
11	0.336	0.078	0.615	0.063	0.052	3.34	6.34	5.47	- 0.87
	„	„	„	„	„	„	6.34	6.36	+ 0.02
12	0.414	0.041	0.463	0.099	0.076	3.54	6.54	6.08	- 0.46
15	0.456	0.097	0.449	0.105	0.056	3.96	6.96	6.62	- 0.34
17	0.474	0.033	0.589	0.099	0.079	4.10	7.10	6.01	- 1.09
	„	„	„	„	„	„	7.10	6.13	- 0.97

Ganz ähnliche Resultate liefern die von L. v. Tetmajer am gleichen Orte (p. 611) aufgeführten finnländischen Schienen, die in Tabelle IV zusammengestellt sind und zu deren Berechnung gleichfalls die Formel

$$\beta_z' = 2.80 + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn$$

benutzt wurde.

Tabelle IV.

Post No.	Zusammensetzung in %					Σ	Zerreißfestigkeit in t per 1 cm ²		Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	S	P		be-rechnet β_z'	direct ermittelt β_z	
1	0.240	0.060	0.730	0.110	0.040	2.82	5.62	5.26	- 0.36
2	0.270	0.050	0.730	0.210	0.050	2.98	5.78	6.49	+ 0.71
3	0.300	0.030	0.760	0.070	0.050	3.17	5.97	6.74	+ 0.77
4	0.320	0.050	0.760	0.070	0.050	3.37	6.17	6.00	- 0.17
	"	"	"	"	"	"	6.17	6.04	- 0.13
5	0.330	0.020	0.800	0.130	0.060	3.40	6.20	6.52	+ 0.32
6	0.300	0.040	0.910	0.080	0.060	3.42	6.22	6.06	- 0.16
7	0.320	0.050	0.850	0.060	0.050	3.49	6.29	5.81	- 0.48
8	0.340	0.060	0.890	0.070	0.050	3.71	6.51	5.47	- 0.56
9	0.380	0.390	0.100	—	0.100	3.80	6.60	6.47	- 0.13
10	0.390	0.028	0.800	0.060	0.035	3.82	6.62	7.30	+ 0.68
11	0.340	0.475	0.150	—	0.138	3.83	6.63	7.13	+ 0.50
12	0.400	0.040	0.750	0.220	0.090	3.85	6.65	6.11	- 0.54
13	0.370	0.080	1.010	0.080	0.050	4.12	6.92	6.42	- 0.50
14	0.400	0.050	1.010	0.110	0.040	4.32	7.12	6.45	- 0.67
15	0.420	0.050	0.980	0.080	0.030	4.34	7.14	6.45	- 0.69
16	0.410	0.050	1.400	0.100	0.040	4.88	7.68	6.19	- 1.49

Sehr interessant sind die in Tabelle V zusammengestellten, von Paul Zetsche (Stahl und Eisen, 1885, p. 348) veröffentlichten Daten, weil sie — übereinstimmend mit der Erfahrung — zeigen, dass die mechanische Bearbeitung auf die Festigkeit weicherer Materialien einen grösseren Einfluss ausübt, als bei härteren Stahlsorten. Die Daten der Tabelle beziehen sich auf Locomotivbandagen und, um dem Einflusse der Bearbeitung Rechnung zu tragen, wurden zur Berechnung der Zerreißfestigkeit in der Formel

$$\beta_z' = A + \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn$$

für A die nachfolgenden mit steigendem Werthe von $\Sigma = \frac{2}{3} C + \frac{2}{7} Si + \frac{1}{7} Mn$ fallende Werthe benutzt:

für Post No. 1—20 $A = 2.3$
 " " " 21—33 $A = 1.8$
 " " " 34—42 $A = 1.2$.

Dass dessen ungeachtet einzelne bedeutende Abweichungen zwischen dem berechneten und dem direct ermittelten Werthe vorkommen, kann nach dem bereits mehrfach Angedeuteten (besonders wegen des Einflusses der Härtung und der Bearbeitungstemperatur) nicht überraschen.

Tabelle V.

Post No.	Zusammensetzung in %				Σ	Festigkeit, berechnet			Festigkeit, direct ermittelt t	Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	C	Si	Mn	P		A=2.3	A=1.8	A=1.2		
1	0.34	0.02	0.40	0.09	2.89	5.19	—	—	5.28	+ 0.09
2	0.19	0.25	0.69	0.17	2.97	5.27	—	—	5.86	+ 0.59
3	0.33	0.12	0.33	0.09	3.01	5.31	—	—	5.15	— 0.16
4	0.35	0.04	0.39	0.17	3.02	5.32	—	—	5.41	+ 0.09
5	0.35	0.03	0.61	0.11	3.29	5.59	—	—	5.65	+ 0.06
6	0.38	0.11	0.34	0.11	3.35	5.65	—	—	6.46	+ 0.81
7	0.44	0.13	0.19	0.18	3.59	5.89	—	—	6.17	+ 0.28
8	0.17	0.43	0.87	0.14	3.60	5.90	—	—	6.08	+ 0.18
9	0.48	0.08	0.31	0.13	3.86	6.16	—	—	5.67	— 0.49
10	0.30	0.29	0.74	0.13	3.88	6.18	—	—	5.97	— 0.21
11	0.40	0.17	0.57	0.09	3.95	6.25	—	—	6.12	— 0.13
12	0.36	0.28	0.57	0.09	4.01	6.31	—	—	6.33	+ 0.02
13	0.45	0.06	0.64	0.17	4.09	6.39	—	—	6.01	— 0.38
14	0.36	0.09	1.35	0.10	4.59	6.89	—	—	6.36	— 0.53
15	0.50	0.15	0.62	0.06	4.65	6.95	—	—	6.33	— 0.62
16	0.54	0.09	0.56	0.06	4.66	6.96	—	—	6.42	— 0.54
17	0.50	0.15	0.66	0.11	4.70	7.00	—	—	7.81	+ 0.81
18	0.36	0.41	0.87	0.12	4.82	7.12	—	—	6.32	— 0.80
19	0.27	0.60	0.92	0.16	4.83	7.13	—	—	6.42	— 0.71
20	0.59	0.11	0.41	0.08	4.85	7.15	—	—	9.00	+ 1.85
21	0.32	0.44	1.05	0.15	4.90	—	6.70	—	7.01	+ 0.31
22	0.29	0.49	1.07	0.14	4.91	—	6.71	—	6.62	— 0.09
23	0.60	0.12	0.40	0.08	4.91	—	6.71	—	6.04	— 0.67
24	0.55	0.18	0.55	0.16	4.97	—	6.77	—	7.06	+ 0.29

Post No.	Zusammensetzung in %				Σ	Festigkeit, berechnet			Festigkeit, direct ermittelt t	Differenz $\beta_z - \beta_z'$
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>		$A=2.3$	$A=1.8$	$A=1.2$		
25	0.64	0.10	0.35	0.10	5.04	—	6.84	—	6.59	- 0.25
26	0.49	0.36	0.71	0.15	5.29	—	7.09	—	7.36	+ 0.27
27	0.63	0.18	0.48	0.09	5.41	—	7.21	—	6.32	- 0.89
28	0.73	0.08	0.25	0.11	5.44	—	7.24	—	7.25	+ 0.01
29	0.68	0.05	0.54	0.07	5.45	—	7.25	—	6.81	- 0.44
30	0.67	0.18	0.37	0.09	5.51	—	7.31	—	7.11	- 0.20
31	0.69	0.14	0.38	0.06	5.54	—	7.34	—	7.13	- 0.21
32	0.74	0.05	0.38	0.06	5.62	—	7.42	—	6.78	- 0.64
33	0.69	0.10	0.60	0.06	5.74	—	7.54	—	7.00	- 0.54
34	0.69	0.15	0.56	0.09	5.82	—	—	7.02	7.16	+ 0.14
35	0.78	0.07	0.39	0.08	5.96	—	—	7.16	7.00	- 0.16
36	0.78	0.09	0.37	0.10	5.99	—	—	7.19	7.21	+ 0.02
37	0.83	0.06	0.29	0.08	6.13	—	—	7.33	6.69	- 0.64
38	0.83	0.05	0.32	0.06	6.14	—	—	7.34	6.65	- 0.69
39	0.77	0.14	0.43	0.06	6.15	—	—	7.35	7.06	- 0.29
40	0.77	0.15	0.43	0.09	6.17	—	—	7.37	7.01	- 0.36
41	0.87	0.14	0.39	0.06	6.76	—	—	7.96	7.67	- 0.29
42	1.13	0.08	0.40	0.05	8.33	—	—	9.53	7.21	- 2.32

Die vorstehende Tabelle ist aber auch noch aus dem Grunde sehr beachtenswerth, weil sie zeigt, dass grössere Abweichungen im Allgemeinen nur bei höheren Kohlenstoffgehalten auftreten, somit die Ansicht, dass diese Abweichungen vom Härtingsgrade des Metalles in erster Linie abhängen, bedeutend unterstützt. Die Post-Nummern 17—20 der Tabelle liegen an der Grenze zwischen den Werthen $A=2.3$ und $A=1.8$; da sich nun der Werth von A aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sprungweise sondern mit steigender Festigkeit allmählig ändern wird, lässt sich annehmen, dass derselbe für die genannten Post-Nummern (und vielleicht auch einige benachbarte) mit 2.3 zu hoch angesetzt wurde. Nehmen wir für denselben (im Mittel zwischen 2.3 und 1.8) etwa 2.0 an, so erhalten wir die in Tabelle VI aufgeführten Werthe:

Tabelle VI.

Post No.	Zusammensetzung in %				Σ	berechnete	Festigkeit,	Differenz
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>		Festigkeit <i>t</i>	direct ermittelt <i>t</i>	
						$A = 2.0$		
14	0.36	0.09	1.35	0.10	4.59	6.59	6.36	— 0.23
15	0.50	0.15	0.62	0.06	4.65	6.65	6.33	— 0.32
16	0.54	0.09	0.56	0.06	4.66	6.66	6.42	— 0.24
17	0.50	0.15	0.66	0.11	4.70	6.70	7.81	+ 1.11
18	0.36	0.41	0.87	0.12	4.82	6.82	6.32	— 0.50
19	0.27	0.60	0.92	0.16	4.83	6.83	6.42	— 0.41
20	0.59	0.11	0.41	0.08	4.85	6.85	9.00	+ 2.15

Diese kleine Tabelle zeigt noch deutlicher als die früheren, dass die grossen Abweichungen (+ 1.11 und + 2.15) mit hohen Kohlenstoffgehalten zusammenfallen, während die beiden dazwischen liegenden Post-Nummern (18 und 19) mit 0.36 und 0.27 % Kohlenstoff nur Abweichungen von — 0.50 und — 0.41 zeigen. Das Gleiche gilt natürlich auch von Post Nummer 42 (auf Tabelle V), obwohl in diesem Falle wahrscheinlich überdies der Werth von A (= 1.2) zu hoch angenommen wurde. Dass der hohe Kohlenstoffgehalt das Auftreten von grossen Abweichungen nicht mit Nothwendigkeit bedingt, ist natürlich, und zeigt auch Post Nummer 16, dessen Kohlenstoffgehalt (0.54 %) zwischen jenen der Posten Nummer 17 und 20 liegt, und bei welchen trotzdem die Abweichung nur — 0.24 beträgt. Auch die Möglichkeit, dass (gegenüber der Rechnung) nicht allein zu hohe, sondern auch zu niedere Festigkeitszahlen auftreten können, ist leicht zu begreifen, wenn man bedenkt, dass ja im grossen Ganzen sämtliche Stahlproben einen gewissen Härtegrad besitzen und dass einzelne der Proben bei der Bearbeitung ebenso gut weniger als andere mehr gehärtet worden sein konnten, als dies im grossen Durchschnitte der Fall ist.

Wenden wir die eben gemachten Erfahrungen auch auf die Tabellen II—IV an, so ergibt sich auch bei diesen mit steigendem Werthe vom Σ ein Vorherrschen negativer, grösserer Abweichungen; es wird also auch durch diese Tabellen bestätigt, dass die mechanische Bearbeitung die Festigkeit weicherer Stahlsorten stärker beeinflusst, als die härterer Materialien.

Sehr interessante Aufschlüsse über den Einfluss der Bearbeitung auf die Festigkeit von Flusseisen geben auch nachfolgende Angaben L. v. Tetmajer's („Ueber das Verhalten der Thomasschienen im Betriebe“, p. 17).

Die Analyse vom Stegmateriale einer Schiene ergab:

Kohlenstoff	0.079 %
Silicium	0.003 „
Mangan	0.562 „
Phosphor	0.175 „

und die Zerreißproben:

Zugfestigkeit am Schienenfuss	4.54 t per cm ²
„ „ „ Steg	4.99 „ „ „

Aus der Analyse berechnet sich $\Sigma = 2 \times 0.26 + 2 \times 0.01 + 0.80 = 1.34$ und somit:

$$\begin{aligned} \beta_z - \Sigma &= 4.54 - 1.34 = 3.20 \text{ (Schienenfuss)} \\ &= 4.99 - 1.34 = 3.65 \text{ (Steg)}. \end{aligned}$$

Bei den viel kräftiger (und kälter) bearbeiteten Materialen des Steges ergibt sich somit $A = 3.65$, also um 0.45 t höher als für dasselbe Material am Schienenfusse ($A = 3.20$ t). Diese Werthe stimmen auch recht gut damit überein, dass wir (in den Tabellen II—IV) für das Material aus den Schienenköpfen, das noch weniger als der Fuss bearbeitet ist, für A den Wert 2.8 bis 3.0 gesetzt haben.

Der **Werth von A** bildet somit ein **Maass für die Grösse der Bearbeitung**, welcher das Material unterzogen wurde, wodurch die Gleichung:

$$\beta_z = A + \Sigma$$

einen erhöhten praktischen Werth erhält, indem sie gestattet, aus der Zerreißfestigkeit und der chemischen Zusammensetzung des Materiales A zu berechnen und so den Bearbeitungseffect zu beurtheilen.

Allerdings kann der Werth von A nur mit gewissen Beschränkungen als Maass für die Materialbearbeitung angesehen werden, wie die folgende Betrachtung zeigen wird; allein mehr ist nach dem heutigen Stande der Analyse und mit dem vorliegenden Materiale, wenigstens für die Praxis, nicht zu erreichen und muss eine weitere ziffernmässige Behandlung dieser interessanten Frage eingehenden künftigen Studien vorbehalten bleiben.

Immerhin kann aber auch die Kenntniss von A schon mit Vortheil zur Materialbeurtheilung herangezogen werden.

In welcher Richtung die ferneren Untersuchungen durchzuführen wären, möge hier mit einigen Worten angedeutet werden.

Der Werth von A setzt sich zusammen aus jenem Antheile der Zereissfestigkeit (f), welcher (zusammen mit dem durch die fremden Bestandtheile bedingten Werthe von Σ) die Festigkeit des völlig ungehärteten und unbearbeiteten Materiales darstellt, aus dem durch die Härtung bewirkten Festigkeitsantheile (h) und aus der durch mechanische Bearbeitung verursachten Festigkeitsänderung (a). Es ist also:

$$A = f + h + a.$$

Von diesen drei Gliedern sind nur die beiden letzten von der Bearbeitung abhängig, während ersteres im Vereine mit Σ den Eigenschaften des natürlichen Materiales entspricht. Wir können also sagen: Die Festigkeit der verschiedenen Eisenmaterialien setzt sich zusammen aus der natürlichen Festigkeit des Materiales (**Materialfestigkeit** = M) und aus der durch die Bearbeitung des Materiales verursachten Festigkeitsänderung (**Bearbeitungsfestigkeit** = B). Für diese Grössen gelten folgende Gleichungen:

Materialfestigkeit:

$$M = f + \Sigma.$$

Bearbeitungsfestigkeit:

$$B = h + a = A - f.$$

Zur Bestimmung dieser Werthe ist vor Allem das Vorhandensein von analytischen Methoden erforderlich, welche die rasche und verlässliche Bestimmung von Härtungs- und Carbid-Kohle (eventuell auch von Temperkohle, die an dem Zustandekommen der Festigkeit von Eisenmaterialien anscheinend nicht beteiligt ist) gestatten. Aber auch eingehende Kenntniss der Constitution des technisch verwendeten Eisens ist zur endgültigen Lösung unseres Problemes unerlässlich. So scheidet sich z. B. Kupfer bekanntlich in kleinen Kügelchen in der Eisenmasse aus, ist also an der Entstehung der Festigkeit gleichfalls nicht activ beteiligt; ähnlich wie das Kupfer sondert sich aber auch ein (je nach Umständen) grösserer oder kleinerer Theil des Phosphors im Vereine mit Eisen und Mangan (nach L. Schneider als

Fe_3P , resp. als Mn_3P_2) ab und es wird hierdurch der die Festigkeit activ beeinflussende Gehalt des Materiales nicht nur an Phosphor, sondern auch an Mangan (unter Umständen nicht unerheblich) verringert. Gewiss treten ähnliche Erscheinungen auch bei anderen Elementen auf. Derartige mechanische Beimengungen können aber, ebenso wie Blasenräume, wenn auch nicht activ, so doch passiv auf die Festigkeit des Materiales verändernd einwirken und müssen daher bei einer endgültigen Beantwortung der uns beschäftigenden Fragen auch in dieser Richtung in Betracht gezogen werden. Sind aber diese Vorbedingungen erfüllt, dann kann erst auf Grund eines reichhaltigen vorliegenden Materiales zu dieser endgültigen Lösung geschritten werden, welcher der Verfasser durch vorliegende Studie einen kleinen Schritt näher gekommen zu sein hofft.

Anhangsweise möge aus den in L. v. Tetmajer's „Ueber das Verhalten der Thomasschienen im Betriebe“ enthaltenen Daten unser vorläufiges Maass zur Beurtheilung der Bearbeitungsgrösse der Schienenmaterialien, nämlich der Werth von $A = \beta z - \Sigma$, in derselben Reihenfolge, wie in genanntem Werke geordnet mitgetheilt werden.

Zur Begründung der — oft recht erheblichen — Differenzen im Werthe von A , also auch in der Grösse der Materialbearbeitung, sei es gestattet, auch noch darauf hinzuweisen, dass dieselbe ja auch vom Schienenprofile, vom Verhältnisse des Anfangsquerschnittes zu den in Verwendung stehenden Bearbeitungsmaschinen und von der Temperatur des zu bearbeitenden Stückes abhängt.

Der erste dieser Punkte bedarf wohl kaum einer Erläuterung, bezüglich der beiden Anderen wollen wir einige Stellen aus einem Vortrage des Herrn Oberbergrath Franz Kupelwieser („Ueber die neuen Fabrikationsmethoden für Eisen und Stahl, über Qualitätseigenschaften und Erprobung dieser Materialien“, Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereins, 1883, No. 25) anführen. Er sagt:

„Steht der Anfangsquerdurchschnitt nicht im richtigen Verhältnisse zu den vorhandenen Bearbeitungsmaschinen, so kann durch die Wahl eines zu grossen Anfangsquerschnittes ein ebenso grosser Fehler, als durch die Wahl eines zu kleinen begangen

werden, weil das Material dann während längerer Zeit bei zu niedriger Temperatur bearbeitet werden muss, um den angestrebten Schlussquerschnitt zu erhalten.“

Dies muss sich daran erkennen lassen, dass die von derselben Hütte (innerhalb eines gewissen Zeitabschnittes) gelieferten Schienen für A nicht allzuweit von einander abstehende Werthe zeigen. Und dies ist thatsächlich nach folgenden Beispielen der Fall.

Bezeichnung der Hütte	$A =$ Grenzwerte	$A =$ Mittel	Anmerkung
I	3.60—3.46	3.56	—
II	2.18—2.87	2.52	1885
III	2.62—3.24	2.93	1886
„	2.89—3.13	2.76	1887 (1.78 ist offenbar eine Ausnahme)
IV	2.58—3.30	2.86	—
V	3.57—4.05	3.80	1882
„	2.98—5.20	3.66	1883
„	1.13—1.73	1.43	1884
VII	2.94—2.98	2.96	1880
VIII	2.86—2.92	2.89	1876
„	2.45—2.52	2.48	1880
„	3.09	3.09	1885
„	2.71—3.06	2.89	1889
„	1.45—2.62	2.07	1890
„	1.51—2.51	2.18	1891 (2.92 ist offenbar eine Ausnahme)
„	2.07—3.16	2.59	1892
„	2.26—2.92	2.57	1893

u. s. w.

Allerdings ist das vorliegende Material ziemlich klein, aber es genügt, um die Richtigkeit des eben Angedeuteten erkennen zu lassen. Diese Gleichmässigkeit in den Werthen von A für dieselbe Hütte und Erzeugungsperiode wird jedoch durch die dritte Ursache erheblich gestört. Kupelwieser sagt darüber:

„Die Walzen sind beim Beginn der Arbeit kalt und werden, je nachdem rascher oder weniger rasch gearbeitet wird, mehr oder weniger warm. Dieselben werden, wenn sie auch gekühlt sind, leicht auf einige 100° erhitzt . . . Es kann leicht vorkommen, dass eine Schiene um 200—300° kälter aus dem Walzwerke kommt, als eine andere . . .“

Solche Temperaturdifferenzen erklären aber vollkommen die bei einer und derselben Schienenlieferung vorkommenden einzelnen bedeutenden Abweichungen in den Werthen von A , wie sie aus der folgenden Zusammenstellung ersehen werden können.

Tabelle VII.

Schienen der schweizerischen Nord-Ost-Bahn.

Werk	Jahr der Abnahme	Gehalt in % an					Σ	β_z	A	Bemerkung	Von 1000 verleg- ten Schienen wur- den unbrauchbar	Abnutzung pro 1 ^o Mill. t Bruttolast	
		C	Si	Mn	S	P						Höhe m	Quer- schnitt mm ²
<i>Thomasstahlschienen.</i>													
II	1885	0.256	0.009	0.874	0.053	0.078	3.15	6.02	2.87	—	} 0.396	} 0.129	} 3.61
		0.361	0.008	0.803	0.052	0.107	3.75	5.93	2.18	—			
III	1886	0.328	0.008	0.948	0.018	0.082	3.73	6.36	2.63	—	} 0.630	} 0.052	} 1.55
		0.313	0.010	0.935	0.022	0.080	3.72	6.96	3.24	—			
III	1887	0.313	0.004	0.555	0.038	0.043	2.97	6.10	3.13	—	} 0.474	} 0.045	} 1.24
		0.489	0.017	0.671	0.048	0.047	4.71	7.60	2.89	—			
		0.421	0.009	0.847	0.021	0.069	4.25	7.50	3.25	—			
		0.376	0.009	0.722	0.027	0.078	3.77	5.55	1.78 (!)	—			
<i>Bessemerstahlschienen.</i>													
V	1882	0.070	0.234	0.583	0.077	0.085	1.96	6.00	4.04	Quer- bruch	} 3.972	} 0.104	} 3.13
		0.133	0.053	0.362	0.083	0.103	1.55	5.12	3.57	do.			
VI	1879	0.214	0.299	0.702	0.056	0.082	2.47	6.32	3.85	do.	} 3.539	} 0.175	} 5.16
VII	1880	0.081	0.973	0.902	0.070	0.096	4.61	7.59	2.98	do.			
		0.231	0.533	0.852	0.053	0.091	4.28	7.22	2.94	do.	} 0.028	} 0.748	} 1.84
VIII	1885	0.219	0.255	0.541	0.077	0.099	2.96	6.05	3.09	do.			
VIII	1889	0.220	0.008	0.569	0.058	0.084	2.29	5.35	3.06	—	} 0.544	} 1.27	
		0.386	0.009	0.606	0.059	0.083	3.48	6.19	2.71	—			
VIII	1890	0.390	0.267	0.540	0.057	0.112	4.13	5.58	1.45	—	—	—	—
		0.325	0.242	0.595	0.052	0.109	3.70	5.86	2.16	—	—	—	—
		0.222	0.191	0.507	0.060	0.088	2.75	5.37	2.62	—	—	—	—
VIII	1891	0.220	0.192	0.642	0.058	0.087	2.93	5.44	2.51	—	—	—	—
		0.283	0.385	0.740	0.061	0.093	4.04	6.06	2.02	—	—	—	—
		0.352	0.215	0.380	0.075	0.077	3.50	5.57	2.07	—	—	—	—
		0.290	0.325	0.438	0.048	Spur	3.49	5.62	2.13	—	—	—	—
		0.251	0.230	0.684	0.038	0.094	4.19	5.70	1.51	—	—	—	—
		0.331	0.170	0.545	0.038	0.095	3.46	5.45	1.99	—	—	—	—
		0.304	0.130	0.472	0.049	0.084	3.06	5.40	2.34	—	—	—	—
		0.233	0.180	0.540	0.034	0.097	2.83	5.75	2.92	—	—	—	—
VIII	1892	0.312	0.266	0.441	0.010	0.090	3.47	6.17	2.70	—	—	—	—

Werk	Jahr der Abnahme	Gehalt in % an					Σ	β_2	A	Bemerkung	Von 1000 verlegten Schienen wurden unbrauchbar	Abnutzung pro 1·0 Mill. t Bruttolast	
		C	Si	Mn	S	P						Höhe m	Querschnitt mm ²
VIII	1892	0·209	0·270	0·508	0·190	0·075	2·89	6·05	3·16	—	—	—	—
	„	0·204	0·155	0·472	0·024	0·088	2·47	5·25	2·78	—	—	—	—
	„	0·239	0·257	0·570	0·029	0·092	3·13	6·04	2·91	—	—	—	—
	„	0·316	0·194	0·520	0·028	0·093	3·39	5·72	2·33	—	—	—	—
	„	0·261	0·244	0·558	0·025	0·100	3·22	5·57	2·35	—	—	—	—
	„	0·356	0·278	0·676	0·029	0·118	4·13	6·20	2·07	—	—	—	—
VIII	1893	0·301	0·244	0·467	0·037	0·102	3·37	5·79	2·42	—	—	—	—
	„	0·276	0·184	0·600	0·028	0·093	3·23	5·66	2·43	—	—	—	—
	„	0·298	0·279	0·750	0·047	0·110	3·85	6·11	2·26	—	—	—	—
	„	0·300	Spur	0·760	0·042	0·062	3·09	5·98	2·89	—	—	—	—
	„	0·220	0·225	1·009	0·077	0·078	3·55	6·47	2·92	—	—	—	—
„	0·230	0·113	1·041	0·077	0·083	3·34	5·70	2·36	—	—	—	—	

Tabelle VIII.
Schienen der Jura-Simplon-Bahn.

Werk	Jahr der Herstellung	Gehalt in % an					Σ	β_2	A	Von 1000 verlegten Schienen			Anmerkung
		C	Si	Mn	P	S				Querbrüche	Spaltungen, Risse etc.	unbrauchbar gewordene Schienen	
XI	1873	0·336	0·078	0·615	0·063	0·052	3·31	5·47	2·16	—	—	—	} Wahrscheinlich war das Material an beiden Stellen dieser Schiene ungleich zusammengesetzt.
	„	gleiche Schiene					3·31	6·36	3·05	—	—	—	
	„	0·474	0·033	0·589	0·099	0·078	4·09	6·01	1·92	—	—	—	
	„	0·444	0·030	0·611	0·075	0·088	3·92	5·91	1·99	—	—	—	
<i>Martinstahlschienen.</i>													
IV	1875	0·109	0·610	0·682	0·109	0·080	3·44	6·02	2·58	—	—	—	
VIII	1876	0·267	0·134	0·501	0·105	0·045	2·88	5·74	2·86	—	—	—	
	„	gleiche Schiene					2·88	5·80	2·92	—	—	—	
VIII	1880	0·270	0·127	0·622	0·066	0·064	3·05	5·50	2·45	—	—	—	
	„	gleiche Schiene					3·05	5·57	2·52	—	—	—	
XII	1880	0·284	0·339	0·587	0·013	0·075	3·70	5·52	1·82	—	—	—	
	„	gleiche Schiene					3·70	5·56	1·86	—	—	—	
<i>Bessemerstahlschienen.</i>													

Werk	Jahr der Herstellung	Gehalt in % an					Σ	β_z	A	Von 1000 verlegten Schienen			Anmerkung		
		C	Si	Mn	P	S				Querbrüche	Spaltungen, Risse etc.	unbrauchbar gewordene Schienen			
V	1883*)	0.292	0.101	0.522	0.132	0.068	2.97	5.95	2.98	—	—	—			
	"	gleiche Schiene					2.97	5.99	3.02	—	—	—			
<i>Thomasstahlschienen.</i>															
V	1883*)	0.112	0.010	0.427	0.160	0.068	1.37	4.94	3.57	4.441	2.500	6.941			
	"	0.183	0.006	0.643	0.219	0.058	2.16	5.70	3.54						
	"	gleiche Schiene					2.16	5.20	3.04						
V	1884*)	0.259	0.006	0.539	0.220	0.048	2.51	4.24	1.73						
	"	gleiche Schiene					2.51	3.64	1.13						

(Hier folgt Tabelle IX, Schienen der finnländischen Staatsbahnen, S. 36, 37.)

Ueber die im Jahre 1880 bezogene Theillieferung an Thomasstahlschienen für die finnländischen Bahnen (Werk III, England) liegen noch folgende Mittheilungen vor:

Tabelle X.

Nummer	Zusammensetzung in %					Σ	β_z	A	Anmerkung
	C	Si	Mn	P	S				
1	0.24	0.06	0.73	0.04	0.11	2.83	5.26	2.43	Brüche und
2	0.27	0.05	0.73	0.05	0.21	2.98	6.49	3.51	Spaltungen
3	0.33	0.02	0.80	0.06	0.13	3.40	6.52	3.12	liegen
4	0.40	0.04	0.75	0.09	0.22	3.85	6.01	2.16	nicht vor.

Ueber das Verhalten der Bessemerstahlschienen (Werk IV, Deutschland) theilt Herr L. v. Tetmajer noch folgende Angaben des Herrn Forsterus mit:

„Seit meinem letzten Bericht haben wir mit Schienen vom . . . (Werk IV), verlegt auf der Wasabahn, sehr traurige Erfahrungen gemacht. Während der Dauer von fünf Monaten, und zwar im Zeitraume vom 18. Januar bis 18. Juni l. J. (1884) trotz

*) Schienenstahl des Werkes V aus den Jahren 1883 und 1884, gleichviel ob sauer oder basisch, hat in mehreren Fällen in der Biege- und Zerreiß-Probe auffallend schlechtes Verhalten gezeigt.

sehr milden Winters, 56 Schienenbrüche gehabt.“ Von den 16 untersuchten Schienen liegen leider nur von drei genügend vollständige Analysen vor, welche wir hier sammt den übrigen Daten mittheilen, und gehören überdies zu den weniger schlechten dieser gebrochenen Schienen, die erst beim zweiten Schlage zerbrachen.

Tabelle XI.

Nummer	Zusammensetzung in %					Σ	β_2	A	Durchbiegung in cm beim	
	C	Si	Mn	P	S				1. Schlag	2. Schlag
2	0.380	0.390	0.100	0.086	—	3.80	6.47	2.67	3.0	Bruch
9	0.340	0.475	0.150	0.138	—	3.83	7.13	3.30	2.7	Bruch
12	0.290	0.190	0.175	0.154	—	2.73	5.83	3.10	5.3	Bruch

Bemerkung. Die Schlagproben sind ausgeführt mit einem Fallbär von 333.3 kg Gewicht; Fallhöhe und Freilage betragen bezw. 15 und 3 Fuss englisch. Der erste Schlag erfolgte auf den Schienenkopf, der zweite auf den Schienenfuss. Das Schienengewicht betrug circa 22.5 kg pro l. m.

Vergleicht man die vorstehenden Angaben der Tabellen VII bis XI, so findet man, dass das Auftreten von Querbrüchen und Spaltungen fast durchwegs mit höheren Werthen von A , also mit zu starker Bearbeitung des Materiales zusammenhängt. Ganz auffallend zeigt sich dies bei den Bessemerstahlschienen der Werke V, VI, VII und VIII (1885), der Tabelle VII (A zwischen 2.94 und 4.04), den Thomasstahlschienen des Werkes V vom Jahre 1883 der Tabelle VIII (A zwischen 3.04 und 3.57) und den Schienen der Werke I (A zwischen 3.46 und 3.62) und IV vom Jahre 1880, 1882 (A zwischen 2.96 und 3.41) der Tabelle IX.

Eine eingehendere Betrachtung der erwähnten Daten (besonders jener der Tabelle X) lässt als möglich erscheinen, dass auf die Eigenschaften des Materiales nicht allein der absolute Werth von A , sondern auch das Verhältniss $\frac{A}{\Sigma}$ von Einfluss sein dürfte. Tabelle XI scheint die schon früher angedeutete Ansicht zu bestätigen, dass der Phosphor (in Folge seiner theilweisen Abscheidung als Fe_3P und Mn_3P_2) einen Theil des Mangans für das Zustandekommen der Reissfestigkeit unwirksam

Tabelle IX. Schienen der

Laufende No.	Bezeichnung und Herkunft der Schienen	Materialsorte	Jahr der Lieferung und des Verlegens der Schienen	Anzahl der verlegten Schienen	Wertbezeichnung	Zusammensetzung in %				
						C	P	Si	S	Mn
1	I. Deutschland	Bessemer	1876, 77, 78	26033	Mittel	0.110	0.183	0.456	—	0.753
					Max.	0.144	0.250	0.510	—	0.830
					Min.	0.080	0.150	0.423	—	0.592
2	III. England	Bessemer	1881	400	Mittel	0.335	0.060	0.043	0.168	0.753
					Max.	0.400	0.090	0.060	0.220	0.800
					Min.	0.240	0.040	0.020	0.110	0.730
3	III. England	Bessemer mit Thomas	1880, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 93	93150	Mittel	0.375	0.050	0.050	0.080	—
					Max.	0.500	selten über	0.100	—	1.200
					Min.	0.260	0.060	0.020	—	0.800
4	IV. Deutschland	Bessemer	1883	12662	Mittel	0.283	0.097	0.340	0.073	0.653
					Max.	0.320	0.098	0.350	0.080	0.660
					Min.	0.260	0.095	0.330	0.060	0.650
5	V. England	Bessemer	1889, 90, 91	36440	Mittel	—	—	—	—	—
					Max.	0.430	0.051	0.093	0.062	1.067
					Min.	0.380	0.045	0.080	0.044	0.860
6	IV. Deutschland	Bessemer	1880, 82	93000	Mittel	0.348	0.128	0.314	—	0.153
					Max.	0.380	0.155	0.530	—	0.250
					Min.	0.290	0.083	0.120	—	0.100
7	III. England	Bessemer	1884, 85, 87, 89, 92, 93	193000	Mittel	0.325	0.051	0.039	0.055	0.759
					Max.	0.390	0.065	0.060	0.080	0.910
					Min.	0.250	0.035	0.020	0.019	0.495
8	V. England	Bessemer	1891, 92	58340	Mittel	0.386	0.047	0.063	0.048	—
					Max.	0.470	0.057	0.075	0.065	0.964
					Min.	0.350	0.037	0.056	0.006	0.776

Zu den Daten dieser Tabelle ist noch nachfolgende Bemerkung der zunehmenden, dass man heutzutage viel bessere Bessemer-schienen bekommen zahlreichen Brüchen (Querbrüchen) wir seit 1880 auf einer mit . . . haben belegen müssen und man zugleich erfährt, dass von den circa weniger längsrisig, und 20% der ganzen Anzahl vollständig untauglich andererseits haben eine auffallende Querbrüchigkeit gezeigt“ . . .

finnländischen Staatsbahnen.

Σ	βz	A	Von 1000 Schienen mussten ausgewechselt werden				Verhalten bezüglich der Abnutzung	Anmerkung
			wegen			total		
			Querbruch	Spaltung	anderer Mängel			
3.12	6.74	3.62	1.882	105.597	2.151	109.630	normal	Mittel aus 3 Beobachtungen.
3.61	7.07	3.46	—	—	—	—	—	
2.60	6.20	3.60	—	—	—	—	—	
3.44	6.07	2.63	0	0	0	0	normal	
3.98	6.52	2.54	—	—	—	—	—	
2.70	5.26	2.56	—	—	—	—	—	
—	6.39	—	0.161	0	0	0.161	normal	
5.32	7.71	2.39	—	—	—	—	—	
2.94	5.38	2.44	—	—	—	—	—	
3.79	6.06	2.27	0.157	0	0	0.157	normal	Mittel von 3 Beobachtungen.
4.09	6.34	2.25	—	—	—	—	—	
3.61	5.94	2.33	—	—	—	—	—	
—	6.34	—	0	0	0	0	normal	Es liegen nur 2 Analysen vor.
4.64	7.78	3.14	—	—	—	—	—	
3.99	5.78	1.79	—	—	—	—	—	
3.44	6.40	2.96	3.151	0	0	3.151	normal	Mittel- und Grenzwerte von 15 im Betrieb gebrochenen und untersuchten Schienen.
4.42	7.46	3.04	—	—	—	—	—	
2.42	5.83	3.41	—	—	—	—	—	
3.36	6.03	2.67	0.145	0	0	0.145	normal	
4.08	8.20	4.12	—	—	—	—	—	
2.43	5.34	2.91	—	—	—	—	—	
—	6.33	—	0.017	0	0	0.017	normal	
4.74	7.90	3.16	—	—	—	—	—	
5.64	5.64	2.03	—	—	—	—	—	

Generaldirection der finnländischen Staatsbahnen zu citiren: „Es ist ja an-könnte, aber es ist dennoch zu arg, wenn man bedenkt, dass ausser den Schienen belegten Strecke 10561 km aufreissen und mit englischen Schienen 3300 Stück Schienen nur 25% noch gut, wogegen 75% mehr oder waren. Die . . . (eine zweite deutsche Firma) Schienen der Wasabahn

macht. Dividirt man nämlich in dieser Tabelle die Procentgehalte an Mangan und Phosphor durch die betreffenden Atomgewichte (55 resp. 31), so erhält man:

No.	Atome <i>Mn</i>	Atome <i>P</i>
2	0·0018	0·0028
9	0·0027	0·0043
12	0·0032	0·0050

also durchaus weniger Mangan als zur Abscheidung der Gesamtmenge des Phosphors erforderlich wäre (nämlich als: 0·0042, 0·0065 und 0·0075 Atome *Mn*). Setzt man aus diesem Grunde das Mangan bei Berechnung der Festigkeit ganz ausser Betracht, so erhält man:

No.	Σ	β_z	<i>A</i>
2	3·66	6·47	2·81
9	3·62	7·13	3·51
12	2·48	5·83	3·35

Jedenfalls bedürfen aber die beiden eben ausgesprochenen Vermuthungen noch der Bestätigung durch zahlreiche Untersuchungen.

Recapituliren wir die Resultate der vorliegenden Arbeit nochmals in Kürze, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die Zerreiissfestigkeit ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Materiales und von seiner Bearbeitung.

2. Für (annähernd) gleich bearbeitete Materialien lässt sich die Zerreiissfestigkeit (wenigstens annähernd) aus deren Zusammensetzung berechnen.

3. Umgekehrt lässt sich aus der gegebenen Zusammensetzung und Zerreiissfestigkeit der Werth von *A* berechnen, welcher gestattet, die Grösse der Bearbeitung, welche das Material erfahren, zu schätzen.

4. Die Grösse von *A* kann neben den Qualitätszahlen von Tetmajer und Wöhler zur Beurtheilung der Eigenschaften des betreffenden Materiales mit Vortheil herangezogen werden.

5. Der Werth von *A* kann zur Erkennung, also auch zur Abstellung von Fehlern in der Herstellung der Stahlmaterialien dienen.



Handbuch der Eisenhüttenkunde.

Für den Gebrauch im Betriebe
wie zur Benutzung beim Unterrichte bearbeitet

von

A. Ledebur,

Berggrath und Professor an der Kgl. Bergakademie zu Freiberg in Sachsen.

Zweite, neu bearbeitete Auflage.

Mit 327 Abbildungen.

In gr. 8. IV, 1052 Seiten. 1894. Gebunden. Preis: 46 M.

Handbuch des Eisengiessereibetriebes unter Berücksichtigung verwandter Zweige.

Von

Dr. Ernst Friedrich Dürre,

Professor an der Königl. Technischen Hochschule in Aachen.

Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage.

1. Band.

Mit Text-Illustrationen und einem Atlas von 32 Tafeln in Imperial-Format.

In gr. 8. XII, 767 Seiten. 1892. Gebunden. Preis: 48 M.

2. Band, 1. Hälfte.

Mit Text-Illustrationen und einem Atlas von 14 Tafeln in Imperial-Format.

In gr. 8. 256 Seiten. 1895. Brosch. Preis: 15 M.

Anton von Kerpely's Bericht

über die

Fortschritte der Eisenhüttentechnik

im Jahre 1890/91.

Nebst einem Anhang, enthaltend:

Die Fortschritte der übrigen metallurgischen Gewerbe.

Herausgegeben von

Theodor Beckert,

Director der Rheinisch-Westfälischen Hüttenschule in Duisburg.

Neue Folge: 7. u. 8. Jahrgang. (Der ganzen Reihe 27. u. 28. Jahrgang.)

Mit 644 Abbildungen im Text.

In gr. 8. XXIII, 797 Seiten. 1894. Brosch. Preis: 50 M.

Ueber Eisenbahnschienen.

(Versuche und Studien.)

Von

Anton Ritter von Kerpely,

k. ungar. Bergrathe, ord. Professor der Eisenhüttenkunde an der Bergakademie zu Schemnitz.

Mit Holzschnitten und 18 Tafeln in Lithographie und Naturabdruck.

In gr. 4. 60 Seiten. 1878. Brosch. Preis: 15 M.

Praktisches Handbuch für Eisenhütten-Chemiker

von

Hanns Freiherr Jüptner von Jonstorff.

Mit 2 Tafeln und 75 Textfiguren.

In gr. 8. XII, 324 Seiten. 1885. Brosch. Preis: 7 M. 20 Pf.

Fortschritte

im

Eisenhütten - Laboratorium

in den letzten 10 Jahren.

Von

Hanns Freiherr Jüptner von Jonstorff.

Erster Band.

Mit 99 Figuren.

In gr. 8. VI, 271 Seiten. 1895. Brosch. Preis: 8 M. 50 Pf.

Das Härten des Stahles

in Theorie und Praxis.

Von

Fridolin Reiser,

Verwalter der Gussstahlhütte Kapfenberg.

In gr. 8. VIII, 136 Seiten. 1881. Brosch. Preis: 3 M. 60 Pf.

Construction

von

Gasanalysen-Apparaten

für die

praktische Verwendung in Hüttenwerken und Fabriken.

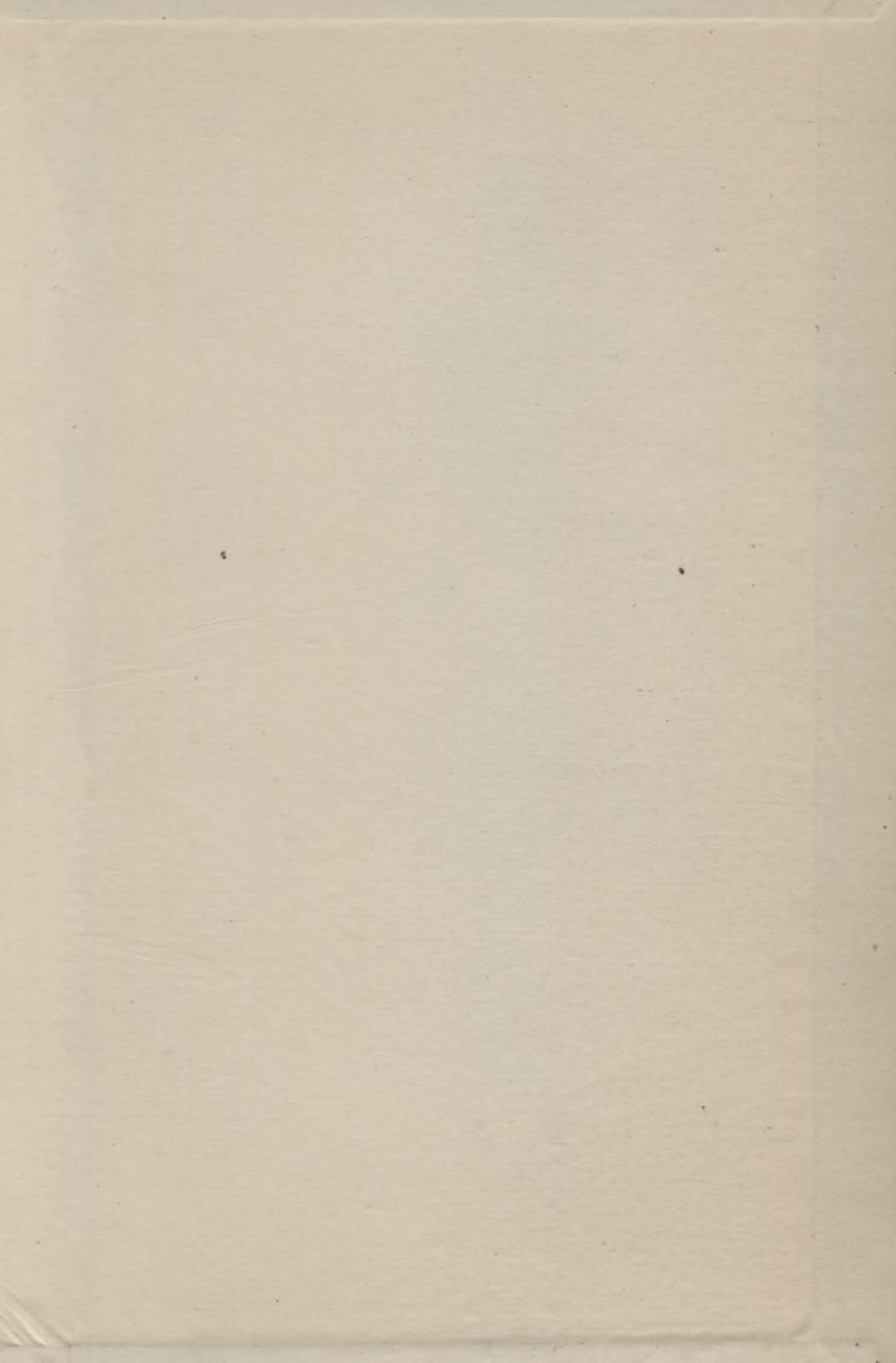
Von

H. Schellhammer.

Mit 1 Tafel.

In gr. 8. 24 Seiten. 1884. Brosch. Preis: 80 Pf.

S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31816

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298513