Zur Frage der Einschätzung der Widerstandsfähigkeit von Stahlkonstruktionen gegenüber Sprödbruch

Autor(en): **Vinkler, O.N. / Basko, E.M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **21 (1975)**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18773

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Frage der Einschätzung der Widerstandsfähigkeit von Stahlkonstruktionen gegenüber Sprödbruch

Resistance of Steel Construction towards Brittle Fractures

Résistance des constructions métalliques aux ruptures fragiles

O.N. VINKLER
Kand. d. techn. Wiss.

E.M. BASKO
Dipl.-Ing.

ZNIIprojektstal'konstrukcija
Moskau, UdSSR

Zur Zeit geht man bei Festigkeitsberechnungen von Stahlkonstruktionselementen von den mechanischen Eigenschaften des Stahles aus, die den Widerstand gegenüber Verformung und Bruch unter den Bedingungen eines homogenen Spannungszustandes charakterisieren. Die Tragfähigkeit von Stahlkonstruktionen erweist sich dabei als ausreichend begründet, wenn im Prozeß der Nutzung die Bedingungen des Entstehens von Sprödzuständen ausgeschlossen sind. Jedoch bedingt die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Fehlern in Form von Rissen im Material der Schweißkonstruktionen kombiniert mit einer Reihe ungünstiger Faktoren, wie z.B. niedrige Temperatur und dynamische Einwirkungen, die Möglichkeit des Überganges des Konstruktionswerkstoffes aus dem zähen in den spröden Zustand bei Betriebsbedingungen. Im letzteren Fall kann sich die Tragfähigkeit der Stahlbauteile wesentlich von der rechnerischen Tragfähigkeit unterscheiden, was durch Schadensfälle bei nominalen Spannungen unterhalb der Streckgrenze des Stahles bestätigt wird /1/. Die Möglichkeit der schroffen Senkung der Festigkeit von Stahlbauteilen in Zusammenhang mit dem Entstehen von Sprödzuständen verweist auf die Notwendigkeit der Ergänzung der bestehenden Berechnungsmethoden mit Hilfe einer Analyse der Sprödbruchfestigkeit unter Berücksichtigung der vorhandenen Heterogenität des Spannungszustandes, welche durch bereits vorhandene Fehler sowie Belastungs- und Betriebsbedingungen hervorgerufen wird. Die rechnerische Einschätzung der Bruchfestigkeit von Konstruktionselementen unter Berücksichtigung der erwähnten Faktoren ist auf der Grundlage der quantitativen Kriterien der linearen Bruchmechanik, die eine ausreichend weite Verbreitung für Konstruktionen aus hochfesten Stählen fand, möglich /2/ .

Jedoch finden die quantitativen Kriterien der linearen Bruchmechanik in der Praxis der Projektierung und Berechnung von Stahlbaukonstruktionen, die aus verhältnismäßig plastischem Werkstoff hergestellt werden, z.Z. eine sehr begrenzte Verwendung. Einer der Gründe, die die Einführung der Kriterien der Bruchmechanik in die Praxis der Berechnung von Stahlkonstruktionen hemmen, besteht in der Schwierigkeit der experimentellen Bestimmung der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic}, die den Widerstand des Stahles gegenüber Sprödrißausbreitung im Intervall der Betriebstemperaturen charakterisieren. Hinzu kommt, daß die Kerbschlagzähigkeitsversuche an Prüfkörpern vom Typ Mesnager und Charpy eine weite Verbreitung für die qualitative Einschätzung des Widerstandes von Stahl gegenüber Sprödbruch finden. Die Kennwerte, die auf der Grundlage der Versuchsergebnisse dieser Prüfkörper bestimmt werden und die in ausreichendem Maße eine objektive qualitative Einschätzung der Widerstandsfähigkeit der Baustähle gegenüber Sprödbruch ergeben, werden in den Berechnungen der Festigkeit von Konstruktionselementen aus bekannten Gründen nicht verwendet. Die weitverbreitete Anwendung der Standardkerbschlagversuche einerseits und die Schwierigkeit der direkten experimentellen Bestimmung der Bruchmechanikkriterien andererseits weisen auf die Wichtigkeit der Festlegung von Korrelationsabhängigkeiten zwischen den für die Kraft und für die Energie charakteristischen Werte K_{Ic} bzw. a_H des Werkstoffes hin.

Im Zusammenhang mit dem bisher Dargelegten wurden in dieser Arbeit experimentell die Bedingungen des Überganges von Baustählen in den Sprödzustand bei vorhandenen Rissen und die Möglichkeit der Festlegung einer Korrelationsabhängigkeit zwischen den kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} und den energetischen Kennwerten (Kerbschlagzähigkeit a_H und spezifische Energie des Rißausbreitungswiderstandes a_T), die bei Schlagprüfungen an Laborprüfkörpern ermittelt wurden, untersucht.

In die Untersuchungen wurden kohlenstoffarme und niedriglegierte Baustähle mit einer Streckgrenze von 290 - 700 MPa einbezogen. Die wichtigsten mechanischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der untersuchten Stähle sind in den Tabellen 1 und 2 angegeben.

Tabelle 1

Mechanische Eigenschaften der Stähle

lfd. Nr.	Stahlmarke	Blechdicke mm	σ_S MPa	σ_B MPa	δ_5 %	ψ %	$a_H = [\frac{MN \cdot m}{m^2}]$ +20°C	-40°C	-70°C
1.	St3sp	25	320,0	535,0	30	49	825,0	220,0	40,0
2.	09G2S	40	295,0	498,0	27,6	64,3	104,0	580,0	300,0
3.	10ChSND+)	20	550,0	690,0	23,5	62	880,0	600,0	470,0
4.	10ChSND+)	40	461,0	644,0	31,7	71,8	187,0	129,0	970,0
5.	12GN2MFAJü+)	30	700,0	790,0	23	54	500,0	450,0	320,0
6.	16G2AF++)	32	477,0	660,0	24,7	57	116,0	670,0	560,0

+) warmverfestigter Stahl
++) normalgeglühter Stahl

Tabelle 2

Chemische Zusammensetzung der Stähle

lfd. Nr.	Stahl-marke	Gehalt der Elemente in %										
		C	Mn	S	P	Si	Cr	Ni	V	Mo	Cu	Al
1.	St3sp	0,24	0,62	0,021	0,024	0,21	-	-	-	-	-	-
2.	09G2S	0,12	1,25	0,027	0,024	0,60	-	-	-	-	-	-
3.	10ChSND	0,11	0,64	0,017	0,022	0,76	0,65	0,58	-	-	0,46	-
4.	10ChSND	0,13	0,79	0,023	0,016	0,90	0,74	0,89	-	-	0,62	-
5.	12GN2MFAJu	0,16	1,1	0,014	0,013	0,50	0,51	1,31	0,12	0,22	0,18	0,11
6.	16G2AF	0,17	1,65	0,018	0,015	0,55	-	-	0,17	-	-	-

Der Widerstand gegenüber Verformung und Bruch wurde an Standardprüfkörpern und an Prüfkörpern mit großen Abmessungen bei homogenem Spannungszustand und bei vorhandenen starken Spannungskonzentratoren unter den Bedingungen statischer und dynamischer Belastung im Temperaturbereich von + 60°C bis - 196°C untersucht.

Auf Abbildung 1 sind die Temperaturabhängigkeiten für den Baustahl 4 bezüglich Bruch bei statischer Belastung dargestellt. Wie aus den angegebenen Werten zu ersehen ist, hängen die Temperaturen für den Übergang zum Sprödbruch, die auf der Grundlage der Gleichheit der nominalen Bruchspannungen mit der Streckgrenze des Stahles ermittelt werden, wesentlich von den Abmessungen der Werkstoffehler ab. Die größten kritischen Sprödbruchtemperaturen T_k^n, die bei der Prüfung von Prüfkörpern auf Doppelzug nach der Methodik /3/ bestimmt werden, charakterisieren die Grenztemperatur, oberhalb der ein Bruch nur zäh erfolgt, unabhängig von den absoluten und relativen Fehlerabmessungen. Die Temperaturgrenze für den Übergang zum Sprödbruch bei fehlenden ursprünglichen Makrofehlern wird durch die kritische Sprödbruchtemperatur T_k^o bestimmt. Der Temperaturbereich zwischen T_k^o und T_k^n ist die Übergangszone, in der in Abhängigkeit von den Abmessungen, der Art und Orientierung der Fehler, Querschnittsabmessungen und dem Belastungscharakter Bedingungen des quasispröden Bruches anzutreffen sind. Dabei, wie aus den angegebenen Werten folgt, verändern sich die nominalen Bruchspannungen vom 0,05-fachen auf das 2,5-fache der Streckgrenze des Stahles in Abhängigkeit von den genannten Faktoren.

Die rechnerische Einschätzung der Sprödbruchfestigkeit unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Fehler und des Belastungscharakters kann bei der Gegenüberstellung der minimalen Betriebstemperatur der Konstruktionen T_{min} und der kritischen Sprödbruchtemperatur T_k^n erfolgen. Eine Einschätzung der Sprödbruchfestigkeit von Stahlkonstruktionen unter Verwendung der Kriterien der Bruchmechanik wird bei folgender Bedingung durchgeführt:

$$T_{min}^{э} < T_k^n \quad [^oK] \qquad (1)$$

Wie experimentelle Untersuchungen gezeigt haben, ist der Bereich zwischen den kritischen Sprödbruchtemperaturen T_k^o und T_k^n für Baustähle ausreichend stabil und beträgt 210°K. Deshalb kann in dem

Fall, wenn die T_k^o-Werte bekannt sind, die entsprechende kritische Sprödbruchtemperatur bestimmt werden:

$$T_k^n = T_k^o + 210\,°K \qquad (2)$$

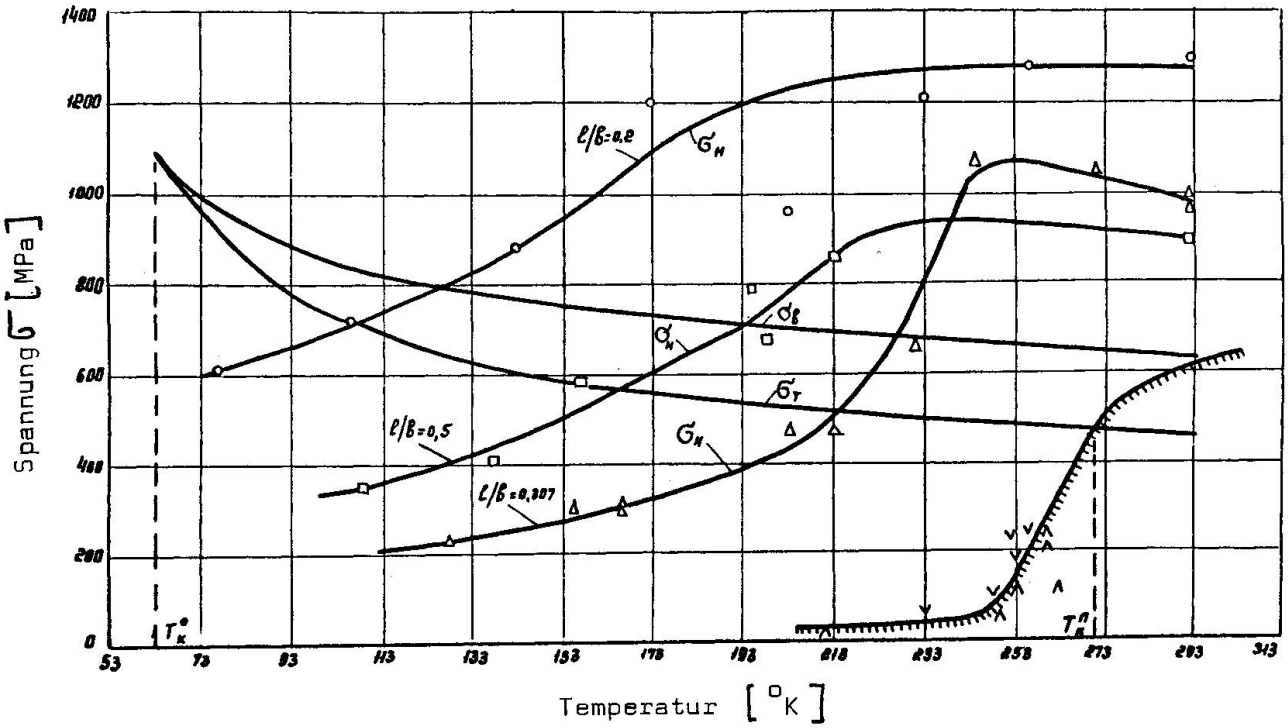


Abb. 1: Einfluß der Temperatur und der Fehlerabmessung auf die Sprödbruchfestigkeit des Stahles 4 bei statischer Belastung

—— Querbiegung der Prüfkörper mit Ermüdungsriß

Prüfkörper mit Querschnitt: ○ 10 x 10 mm;
□ 40 x 20 mm;
△ 130 x 40 mm

ⅠⅠⅠⅠ Zug mit Injizierung eines spröden Risses nach der Doppelzugmethode

Prüfkörperquerschnitt: 34 x 180 mm

V Rißausbreitung;

Λ Rißarretierung

Die kritische Sprödbruchtemperatur T_k^o wird durch Berechnung unter Verwendung analytischer Abhängigkeiten der Streck- und Bruchgrenze des Werkstoffes von der Temperatur bestimmt. Gemäß /4/ werden diese Abhängigkeiten durch folgende Exponentialfunktionen ausgedrückt:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_T &= \sigma_{T_o} \exp\left[\beta_T\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o}\right)\right] \\ \sigma_b &= \sigma_{b_o} \exp\left[\beta_b\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o}\right)\right] \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Der Wert T_k^o wird aus der Gleichung (3) mit der Bedingung $\sigma_T = \sigma_b$ bestimmt:

$$T_k^o = \left[\frac{\ln \frac{\sigma_{T_o}}{\sigma_{b_o}}}{\beta_b - \beta_T} + \frac{1}{T_o}\right]^{-1} \qquad (4)$$

wobei β_T und β_b Werkstoffkennwerte und

σ_{T_o} und σ_{b_o} Streckgrenze und Bruchgrenze bei einer Temperatur von T_o = 293 °K.

Die Kennwerte β_T und β_b werden durch experimentelle Prüfungen an Standardprüfkörpern auf statischen Zug bei zwei festgelegten Temperaturen (z.B. bei 293° und 77°K) ermittelt.

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, befinden sich die T_k^n-Werte für die untersuchten Baustähle im Bereich von - 17 bis + 17°C. Diese Werte weisen darauf hin, daß in vielen Fällen für Stahlkonstruktionen, die bei Temperaturen bis -65°C genutzt werden, die Notwendigkeit besteht, eine Einschätzung bezüglich Sprödbruch vorzunehmen.

Tabelle 3

lfd. Nr.	Stahlmarke	Dicke [mm]	T_k^o [°K]	T_k^n [°K]
1	St3sp	25	80	290
2	09G2S	40	76	286
3	10ChSND	20	50	260
4	10ChSND	40	63	273
5	12GN2MFAJu	30	59	269
6	16G2AF	32	60	270

Wie weiterhin aus Abb. 1 entnommen werden kann, ist die Bestimmung kritischer Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} bei statischer Belastung im Bereich der Temperaturen, die am meisten für die Praxis interessant sind, mit der Notwendigkeit der Prüfung von Prüfkörpern mit großen Abmessungen verbunden. In diesem Zusammenhang und unter Berücksichtigung, daß eine Erhöhung der kritischen Sprödbruchtemperatur T_k und eine Senkung der Widerstandsfähigkeit

gegenüber Sprödbruch bei Erhöhung der Verformungsgeschwindigkeit für Stahlkonstruktionen eintritt /5/, ist es zweckmäßig, die dynamische Belastung zur Bestimmung der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} zu nutzen. Dabei, wie bereits erwähnt, ist die Aufstellung einer Korrelationsabhängigkeit zwischen den kritischen Spannungsintensitätsfaktoren und der spezifischen Bruchenergie, wie sie bei Schlagversuchen an Laborprüfkörpern bestimmt wird, von Interesse.

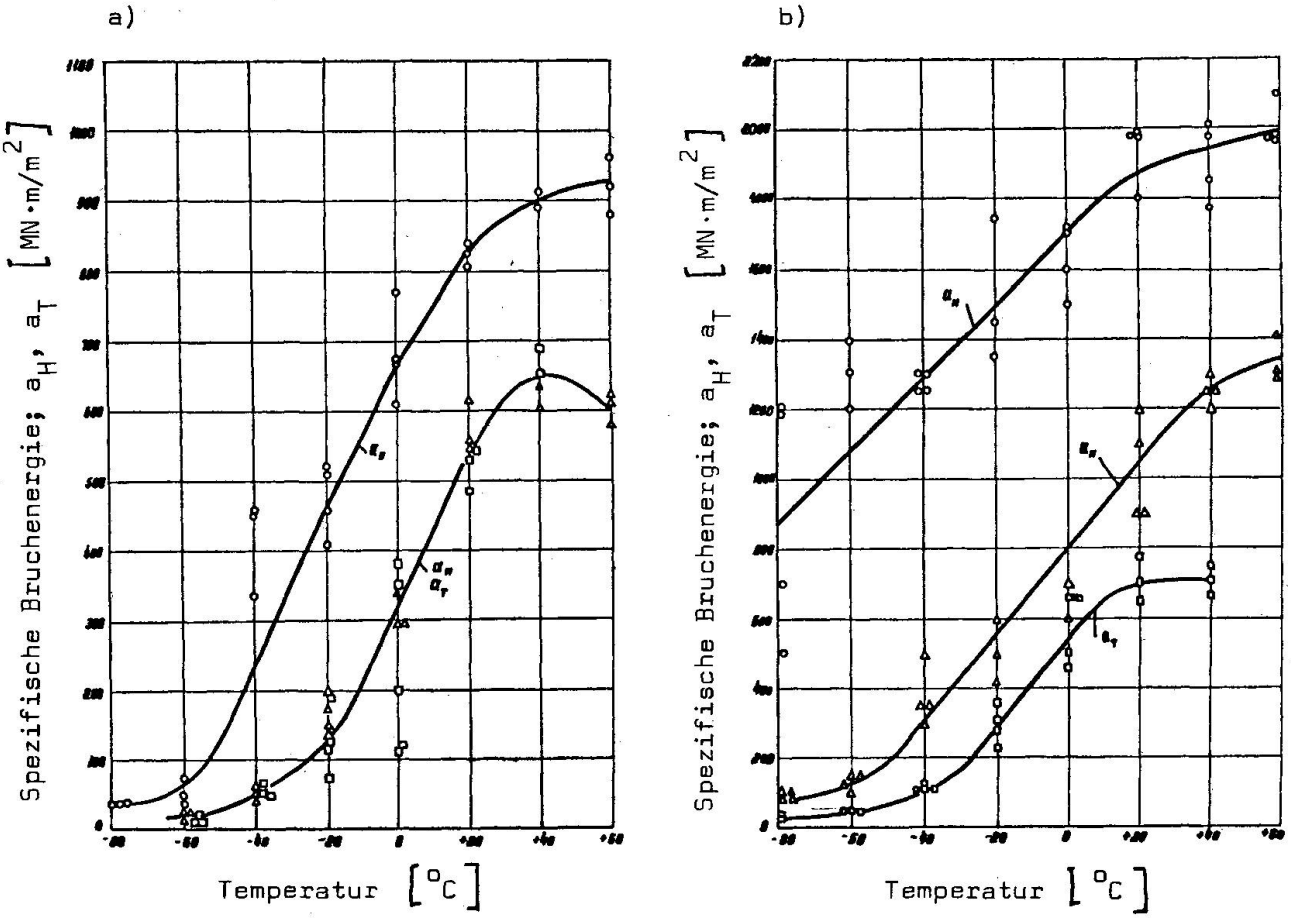


Abb. 2: Einfluß der Temperatur und der Kerbschärfe auf die spezifische Bruchenergie der Stähle 1 und 4 bei dynamischer Belastung

- ○ Mesnagerprüfkörper (r = 1,0 mm);
- △ Charpyprüfkörper (r = Ø,25 mm);
- □ Charpyprüfkörper mit stabilem Riß.

Auf Abb. 2 wurden die Temperaturabhängigkeiten der spezifischen Bruchenergie für die Stähle 1 und 4, wie sie bei Prüfungen an Standardprüfkörpern vom Typ Charpy und Mesnager mit einem Radius am Kerbgrund von 0,25 mm und 1,0 mm (a_H) und mit Ermüdungsriß (a_T) erhalten wurden, dargestellt. Die aufgeführten Werte zeigen, daß die spezifische Bruchenergie und die kritischen Sprödbruchtemperaturen von der Kerbschärfe abhängen. Die unterschiedliche

Empfindlichkeit der Baustähle gegenüber der Kerbschärfe weist darauf hin, daß eine Korrelationsabhängigkeit für eine breite Klasse von Stählen zwischen den Parametern K_{Ic} und der spezifischen Bruchenergie a_T, wie sie an Proben mit äußerst scharfem Kern ermittelt wurde, berechtigterweise erwartet werden kann. Dabei, wie auf Abb. 2 zu sehen, ist für kohlenstoffarme Stähle die Verwendung von Charpyproben mit Kerbradius von 0,25 mm möglich, da die Ergebnisse an diesen Proben ähnlich der Ergebnisse an Proben mit Ermüdungsriß sind.

Eine Voraussetzung für die Existenz einer stabilen Korrelation zwischen K_{Ic} und a_T ist die Kriterialität des energetischen Kennwertes a_T. Zur Ermittlung der Invarianz von a_T gegenüber geometrischen Kennwerten wurden Fallgewichtsversuche mit Prüfkörpern verschiedener Querschnitte (80 bis 1600 mm^2) und Rißlängen (2 bis 40 mm) durchgeführt. Die Werte, die auf Abb. 3 für die Stähle 1 und 4 aufgeführt sind, zeigen, daß die Größe der spezifischen Bruchenergie a_T im Sprödbruchbereich nicht von der Rißlänge und den Querschnittsabmessungen abhängt. Im Zähbruchbereich wachsen die a_T-Werte mit der Vergrößerung der Probenquerschnitte.

Die Unabhängigkeit der spezifischen Bruchenergie a_T von den geometrischen Parametern im Sprödbruchbereich weist auf die Möglichkeit der Korrelation zwischen a_T und K_{Ic} hin.

Für die Bestimmung der Abhängigkeit zwischen den betrachteten Kennwerten wurden Versuche an Charpyprüfkörpern mit Ermüdungsriß mit Aufzeichnung des Oszillogrammes "Last-Durchbiegung" durchgeführt. Die typischen Verformungsdiagramme bei Sprödbruch werden auf Abb. 4 gezeigt. Die Werte der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren wurden nach /2/ berechnet:

$$K_{Ic} = y \frac{1{,}5 PL\sqrt{l}}{t h^2} \qquad (5)$$

wobei P - maximale Last, nach dem Diagramm bestimmt;
L - Abstand zwischen den Widerlagern;
l - Rißlänge;
t - Probendicke;
h - Probenhöhe;
y - Funktion des Verhältnisses l/h, nach /2/ bestimmt.

Die Brucharbeit wurde auf der Grundlage des Oszillogrammes "Last-Durchbiegung" bestimmt. Mit Hilfe der Größe der spezifischen Bruchenergie a_T wurde der Wert $\bar{K}_{Ic}$ errechnet:

$$\bar{K}_{Ic} = \sqrt{\frac{a_T E}{1-\mu^2}} \qquad (6)$$

wobei E - Elastizitätsmodul
μ - Poissonzahl.

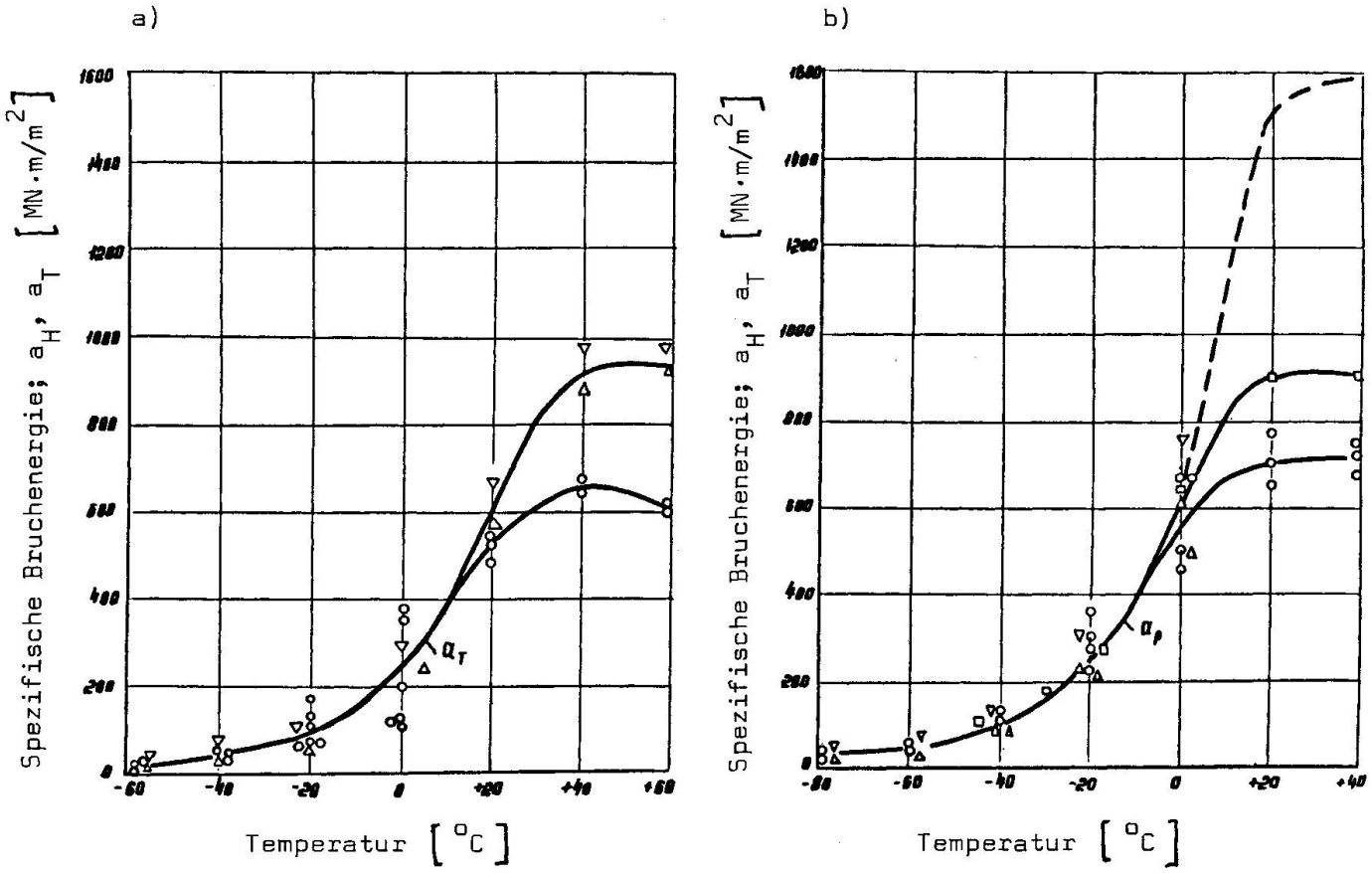


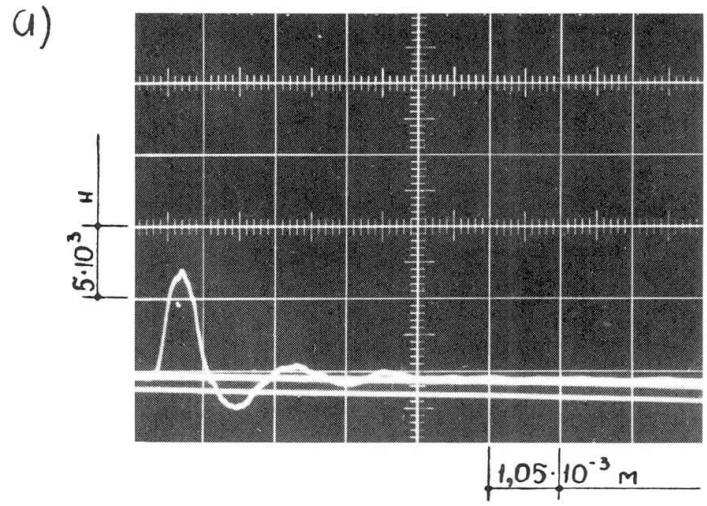
Abb. 3: Einfluß der Temperatur, der Fehlerabmessung und der Querschnittsabmessungen auf die spezifische Energie der Rißausbreitung der Stähle 1 und 4 bei dynamischer Belastung

a) Stahl 1; Prüfkörper mit Querschnitt:

○ 10 x 10 mm;
△ 25 x 50 mm;

b) Stahl 4; Prüfkörper mit Querschnitt:

○ 10 x 10 mm;
□ 20 x 40 mm;
△ 40 x 80 mm.



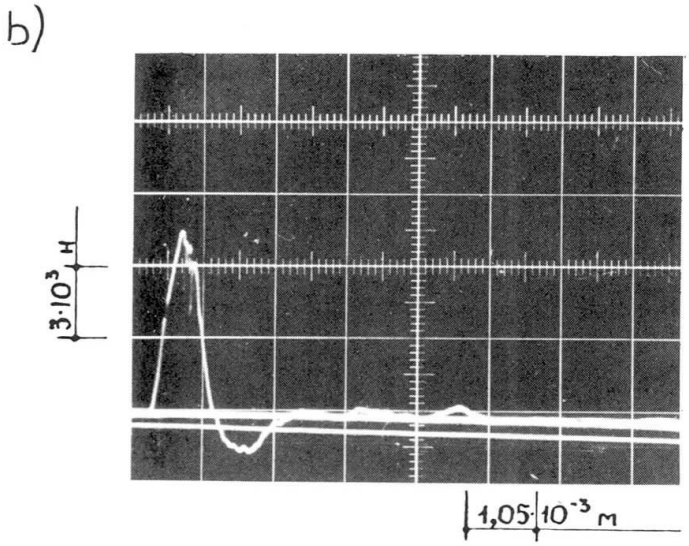


Abb. 4: Typische Oszillogramme "Last-Durchbiegung" bei dynamischer Belastung an Charpyprüfkörpern mit Ermüdungsriß bei einer Temperatur von - 60°C

a) Stahl 1; b) Stahl 4

In Abb. 5 ist die Abhängigkeit zwischen den Kennwerten K_{Ic} und $\bar{K}_{Ic}$ dargestellt, wie sie sich aus den Versuchsergebnissen an den Stählen 1 bis 6 (Tab. 1 und 2) ergibt. Aus den aufgeführten Werten ist ersichtlich, daß die Abhängigkeit zwischen den Parametern K_{Ic} und $\bar{K}_{Ic}$ durch eine lineare logarithmische Gleichung approximiert werden kann:

$$\lg K_{Ic} = 1{,}67 \lg \bar{K}_{Ic} - 2{,}17 \qquad (7)$$

Wenn (6) in (7) eingesetzt wird, erhalten wir eine empirische Gleichung, die die Abhängigkeit zwischen den Kraft- (K_{Ic}) und energetischen (a_T) Kennwerten für Sprödbruch bei dynamischer Belastung herstellt:

$$\lg K_{Ic} = 1{,}67 \lg \sqrt{\frac{a_T E}{1-\mu^2}} - 2{,}17 \qquad (8)$$

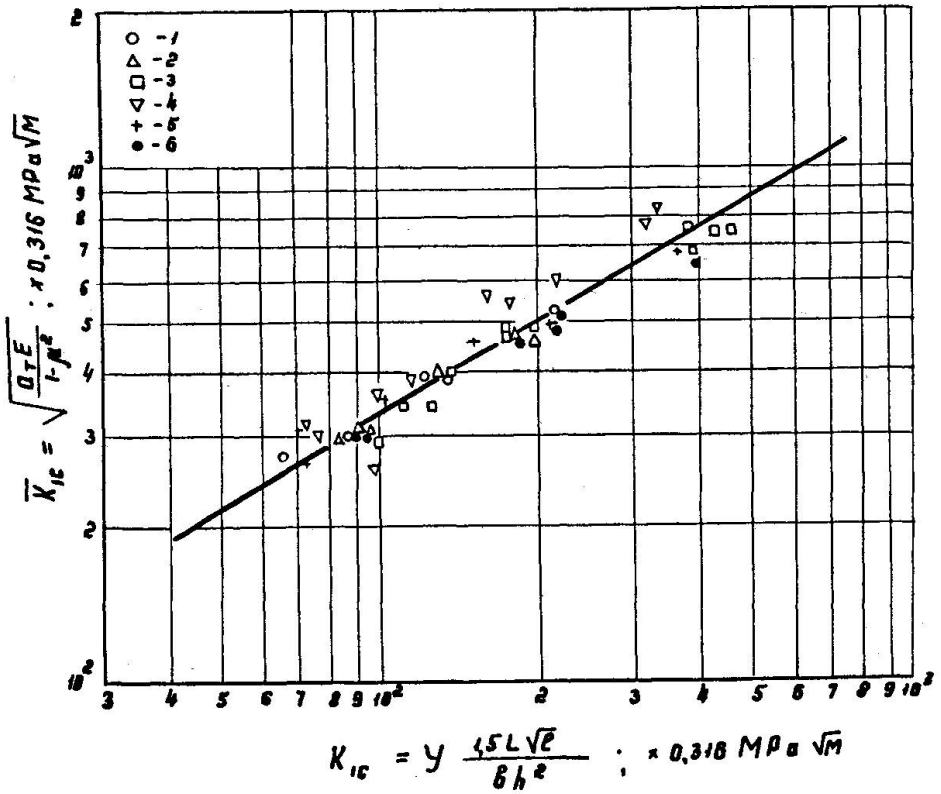


Abb. 5: Graphische Darstellung der Abhängigkeit der Parameter K_{Ic} und $\bar{K}_{Ic}$, jeweils nach den Formeln (5) und (6) berechnet

○ – 1; △ – 2; □ – 3; ▽ – 4; + – 5; ● – 6.

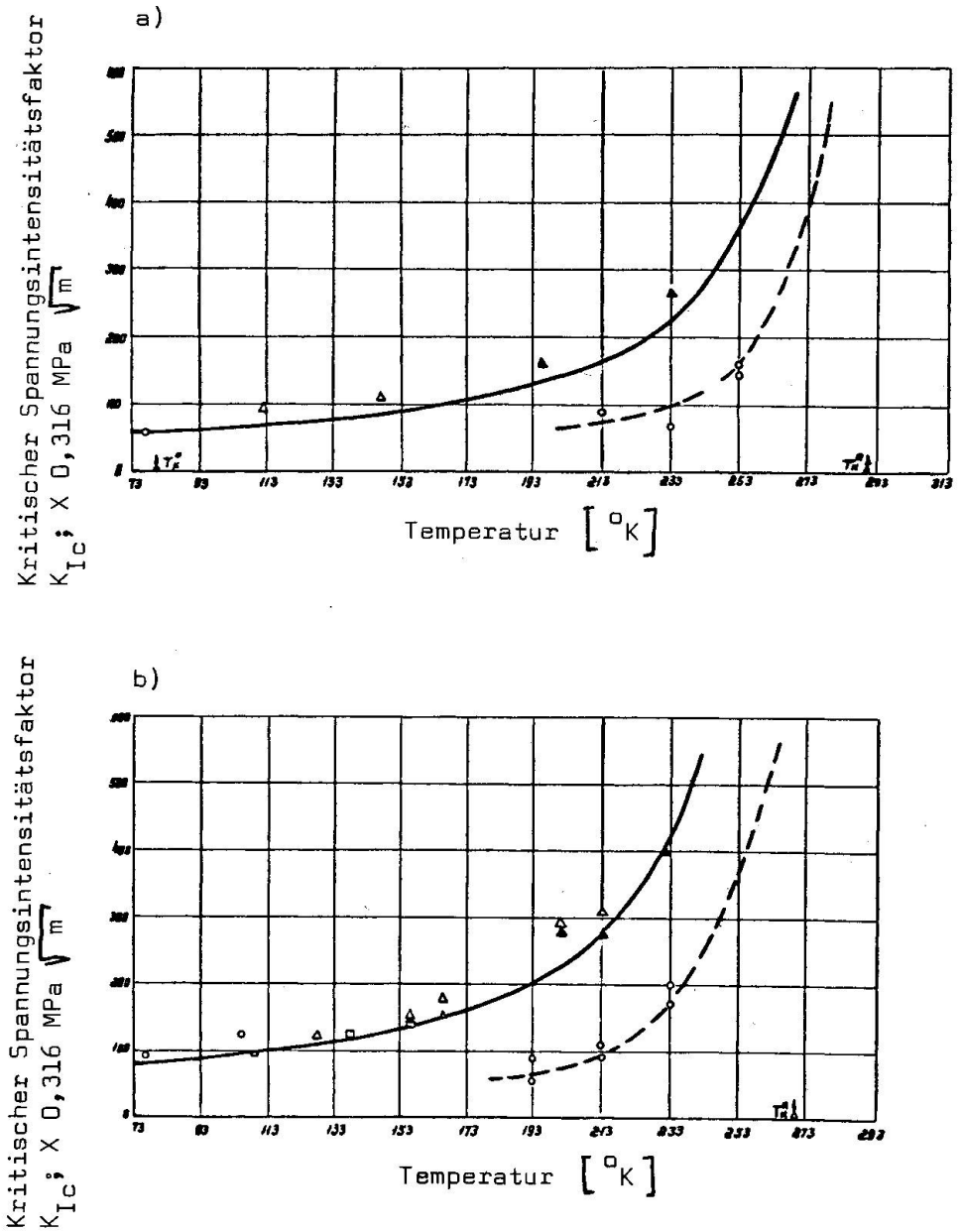


Abb. 6: Temperaturabhängigkeiten der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} bei statischer (——) und dynamischer (----) Belastung

▲ - $K_{Ic} = \sqrt{\delta_c E \sigma_T}$

a) Stahl 1; ●○ 10 x 10 mm;
△▲ 25 x 50 mm;

b) Stahl 4; ○● 10 x 10 mm;
□ 20 x 40 mm;
△ 40 x 80 mm.

Auf Abbildung 6 sind die experimentellen und rechnerischen Werte der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} bei statischer und dynamischer Belastung für die Stähle 1 und 4 dargestellt. Die erhaltenen Ergebnisse zeugen von einer ausreichend guten Übereinstimmung der rechnerischen und experimentellen Werte, was auf die Möglichkeit verweist, die Abhängigkeit (8) zur Bestimmung der Kennwerte K_{Ic} im Bereich der Betriebstemperaturen zu nutzen. Wie auf Abbildung 6 zu sehen ist, sind die Werte der kritischen Spannungsintensitätsfaktoren K_{Ic} bei statischer Belastung für die untersuchten Stähle höher als die entsprechenden K_{Ic}-Werte bei dynamischer Belastung. Deshalb wird die Verwendung der dynamischen K_{Ic}-Werte zur Einschätzung der Sprödbruchfestigkeit von Stahlkonstruktionen, die auf die Einwirkung statischer Lasten berechnet werden, die erforderlichen Festigkeitsreserven sowohl bezüglich der kritischen Fehlerabmessungen als auch der Bruchspannungen gewährleisten. Für Konstruktionen, die dynamisch beansprucht werden (Brückenkonstruktionen, Kranbahnträger mit Kranen für schwere Betriebsbedingungen usw.), können die entsprechenden Festigkeitsreserven durch Einführung reduzierender Faktoren zu den dynamischen K_{Ic}-Größen garantiert werden. Dabei muß die Auswahl der Größen der reduzierenden Faktoren die tatsächlichen Verformungsgeschwindigkeiten, die in den Stahlkonstruktionselementen auftreten können, widerspiegeln. Offensichtlich kann man den größten Sicherheitsfaktor für die Konstruktionselemente empfehlen, in denen die Verformungsgeschwindigkeit der Belastungsgeschwindigkeit bei dynamischen Versuchen nahekommt.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen ergaben einen wesentlichen Einfluß der Abmessungen von Werkstoffehlern sowie der Temperatur auf die Arbeit des Stahles und auf die Bruchspannungen beim Sprödbruch. Die erhaltene Korrelationsabhängigkeit (8) zwischen den Kennwerten K_{Ic} und a_T schafft reelle Voraussetzungen zur Nutzung der quantitativen Methoden der Bruchmechanik in den Sprödbruchberechnungen von Stahlbaukonstruktionen.

Literatur

/1/ Mel'nikov, N.P.; Vinkler, O.N.; Machutov, N.A.: Uslovija i priči̇ny chrupkich razruši̇enij stroitel'nych stal'nych konstrukcij (Bedingungen und Ursachen für Sprödbrüche in Stahlbaukonstruktionen); Materialy po metalliči̇eskim konstrukcijam, Strojizdat, Moskva, 1972

/2/ Braun, U.; Srouli, J.: Ispytanija vysokopročnych metalliceskich materialov na vjazkost' razruši̇enija pri ploskoj deformacii (Untersuchungen hochfester metallischer Werkstoffe auf Bruchzähigkeit bei ebener Verformung); Izd. "Mir", Moskva, 1972

/3/ Vinkler, O.N.; Larionov, V.V.; Machutov, N.A.: Soprotivlenie materialov (Werkstoffestigkeit); Materialien der XX. wissenschaftlich-technischen Jubiläumskonferenz der Litauischen Republik, Vil'njus, 1970

/4/ Machutov, N.A.: Soprotivlenie ėlementov konstrukcij chrupkomu razruši̇eniju (Sprödbruchfestigkeit von Konstruktionselementen); Izd. "Mašinostroenie", Moskva, 1973

/5/ Vinkler, O.N.; Basko, E.M.: Sb. tezisov vsesojuznoj naučno-tehničeskoj konferencii "Rabotosposobnost' mašin i konstrukcij v uslovijach nizkich temperatur. Chladostojkost' materialov"; (Sammelband der Thesen der wissenschaftlich-technischen Allunionskonferenz "Betriebsfestigkeit von Maschinen und Konstruktionen unter den Bedingungen tiefer Temperaturen"); Jakutsk, 1973

ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit wurden Fragen der Anwendung der Kriterien der linearen Bruchmechanik für die Berechnung der Sprödbruchfestigkeit von Baukonstruktionen, die aus Stählen mit einer Streckgrenze unter 700 MPa hergestellt werden, behandelt.

Eine Korrelationsabhängigkeit zwischen den energetischen (a_T) und Kraft- (K_{Ic}) Kennwerten für den Bruch von Baustählen wurde nachgewiesen.

SUMMARY

The authors consider the use of fracture mechanic criteria for the design of steel constructions in relation with resistance to brittle fracture, for a yield point under 700 Mpa.

A correlation is established between the energy factor (a_T) and the stress intensity factor (K_{Ic}).for rupture of construction steels.

RESUME

Les auteurs considèrent l'emploi de critères de mécanique de la rupture pour le calcul de la résistance aux ruptures fragiles de constructions métalliques, pour une limite apparente d'élasticité de l'acier inférieure à 700 Mpa.

Une corrélation est établie entre le facteur énergétique (a_T) et le facteur d'intensité de contraintes (K_{Ic}) pour la rupture d'aciers de construction.

Leere Seite
Blank page
Page vide